



MINISTERO DELL'AMBIENTE
E DELLA SICUREZZA ENERGETICA

Sistema Integrato di Monitoraggio (SIM) PROGETTO PRELIMINARE

**ACCORDO QUADRO PER L'AFFIDAMENTO DI SERVIZI APPLICATIVI PER LE
PUBBLICHE AMMINISTRAZIONI – ID 1881 – LOTTO 6**

**AFFIDAMENTO DEL SERVIZIO PER LA REDAZIONE DEL PROGETTO PRELIMINARE
PER LA REALIZZAZIONE DI UN SISTEMA AVANZATO ED INTEGRATO DI
MONITORAGGIO E PREVISIONE- PNRR – M2C4_1.1**

CIG ACCORDO QUADRO (LOTTO 6): 7145103585

CIG DERIVATO: 9241912B0A

CUP: F53E22000230006



**Finanziato
dall'Unione europea**
NextGenerationEU

STORIA DEL DOCUMENTO

VERSIONE	DATA	AUTORE	VERIFICA	AUTORIZZATO DA	DESCRIZIONE MODIFICHE
1.0	05/02/2023	RTI	G.B. Andreani	L. Grisi	
2.0	22/02/2023	RTI	G.B. Andreani	L. Grisi	Consegna finale
3.0	02/03/2023	RTI	G.B. Andreani	L. Grisi	Emendamenti nel testo come indicato da MASE

INDICE GENERALE

1	PREMESSA	1
1.1	Scopo del documento	1
1.2	Relazioni tra Struttura documento e Componenti da realizzare	2
1.3	SIM e altri progetti PNRR	2
1.4	Criteri di eligibilità utilizzati	3
1.5	Modalità di passaggio da Fabbisogni a Oggetti del sistema	4
1.6	Documenti di riferimento	5
1.7	Acronimi specifici utilizzati nel documento	5
2	IL SISTEMA INFORMATIVO	8
2.1	Contesto di riferimento	8
2.2	Scelte progettuali	10
2.2.1	<i>Attore in una federazione di sistemi</i>	11
2.2.2	<i>Organizzato per moduli cooperanti</i>	11
2.2.3	<i>Sistema nativo per Cloud</i>	12
2.2.4	<i>Basato su componenti software Open-Source</i>	12
2.2.5	<i>Forte uso di protocolli di interoperabilità</i>	13
2.2.5.1	<i>L'interoperabilità cartografica</i>	14
2.2.6	<i>Banca dati distribuita</i>	16
2.2.7	<i>Scelta degli oggetti tramite un potente motore di indagine sui metadati</i>	17
2.2.8	<i>Profilazione granulare</i>	18
2.2.9	<i>Tracciamento di dettaglio delle operazioni</i>	18
2.2.10	<i>Produttore di livelli cartografici fruibili in interoperabilità standard O.G.C.</i>	19
2.3	Una vista d'insieme delle caratteristiche del SIM	19
2.4	Requisiti Tecnologici del Sistema	20
2.4.1	<i>Sources</i>	21
2.4.1.1	<i>Applicazioni</i>	22
2.4.1.2	<i>Caratteristiche delle reti di rilevamento</i>	22
2.4.1.3	<i>Tipologia di reti</i>	23
2.4.1.4	<i>Componenti</i>	24
2.4.1.5	<i>Cyber Security</i>	25
2.4.2	<i>Ingestion</i>	26
2.4.3	<i>Data Systems</i>	28
2.4.4	<i>Purpose Oriented Infrastructure</i>	34
2.4.5	<i>Presentation & User models</i>	41
2.4.6	<i>Infrastructure</i>	44
2.4.6.1	<i>Standard di riferimento e classificazione (TIER I, II, III, IV)</i>	45
2.4.6.2	<i>Cyber Security e Normativa</i>	46
2.4.6.3	<i>Inquadramento del Sistema all'interno del Polo Strategico Nazionale (PSN)</i>	49
2.4.6.4	<i>Schema architettura containerizzata</i>	57
2.5	Requisiti Funzionali del Sistema	58
2.5.1	<i>Schema architetturale applicativo generale</i>	58

2.5.2	Repository Centrale.....	60
2.5.2.1	Responsabilità.....	60
2.5.2.2	Oggetti gestiti.....	61
2.5.2.3	Caratteristiche tecniche.....	62
2.5.3	Sottosistemi specifici.....	65
2.5.3.1	INGESTION.....	65
2.5.3.2	SERVER GIS.....	73
2.5.3.3	ESPOSITORE DI SERVIZI.....	74
2.5.3.4	ANALISI E CONOSCENZA.....	76
2.5.3.5	GIS.....	79
2.5.3.6	WORKFLOW.....	84
2.5.3.7	MODELLISTICA.....	88
2.5.3.8	GEOCODING.....	89
2.5.3.9	REPORTISTICA.....	90
2.5.3.10	GESTIONE INTERFACCE UTENTE.....	92
2.5.3.11	PROFILAZIONE.....	94
2.5.3.12	CONFIGURAZIONE E MONITORAGGIO.....	96
2.6	Una vista d'insieme delle caratteristiche del SIM.....	97
2.7	Analisi di impatto – confronto SIM vs altri scenari realizzativi.....	98
2.7.1	Attore in una federazione di sistemi: opzioni alternative.....	98
2.7.2	Organizzato per moduli cooperanti: opzioni alternative.....	99
2.7.3	Sistema nativo per Cloud: opzioni alternative.....	99
2.7.4	Basato su componenti software Open-Source: opzioni alternative.....	99
2.7.5	Forte uso di protocolli di interoperabilità: opzioni alternative.....	100
2.7.6	Banca dati distribuita: opzioni alternative.....	100
2.7.7	Scelta degli oggetti tramite un potente motore di indagine sui metadati: opzioni alternative.....	101
2.7.8	Profilazione granulare: opzioni alternative.....	102
2.7.9	Tracciamento di dettaglio delle operazioni: opzioni alternative.....	102
2.7.10	Produttore di livelli cartografici fruibili in interoperabilità std O.G.C.: le opzioni alternative.....	102
3	CASI D'USO.....	104
3.1	Verticale 1 - Monitoraggio instabilità idrogeologica - Caso d'Uso.....	104
3.2	Verticale 2 - Agricoltura di precisione - Caso d'Uso.....	109
3.3	Verticale 3 - Monitoraggio inquinamento marino e litorale - Caso d'Uso.....	110
3.4	Verticale 4 - Identificazione di illeciti ambientali - Casi d'Uso.....	113
3.5	Verticale 5 - Supporto alle emergenze (disastri naturali) - Caso d'Uso.....	114
3.6	Verticale 6 - Incendi boschivi e di interfaccia - Caso d'Uso.....	118
4	IDATI.....	121
4.1	Policy di accesso ai dati.....	121
4.2	Tipologie di dati da gestire.....	121
4.3	Alcuni accorgimenti nel trattamento dei dati.....	125
4.3.1	Servizi cross-domain.....	127
4.3.2	Recovery in caso di indisponibilità dei dati.....	127

4.4	Banche dati richieste dalle varie Aree verticali.....	128
4.4.1	<i>Verticale 1 - Monitoraggio instabilità idrogeologica - Banche dati</i>	128
4.4.2	<i>Verticale 2 - Agricoltura di precisione - Banche dati</i>	129
4.4.3	<i>Verticale 3 - Monitoraggio inquinamento marino e litorale - Banche dati</i>	132
4.4.4	<i>Verticale 4 - Identificazione di illeciti ambientali - Banche dati</i>	133
4.4.5	<i>Verticale 5 - Supporto alle emergenze (disastri naturali) - Banche dati</i>	134
4.4.6	<i>Verticale 6 - Incendi boschivi e di interfaccia - Banche dati</i>	137
5	ALGORITMI E MODELLI	139
5.1	Verticale 1 - Monitoraggio instabilità idrogeologica - Algoritmi	139
5.1.1	<i>Modelli geologici e/o geotecnici e definizione degli scenari di evento e delle soglie di innesco</i>	139
5.1.2	<i>Modelli di previsione meteorologica</i>	139
5.1.3	<i>Modelli di Machine/Deep Learning</i>	141
5.1.3.1	<i>Modelli per la mappatura della suscettività a fenomeni franosi</i>	142
5.1.3.2	<i>Modelli per la previsione delle inondazioni</i>	143
5.2	Verticale 2 - Agricoltura di precisione - Algoritmi.....	145
5.3	Verticale 3 - Monitoraggio inquinamento marino e litorale - Algoritmi.....	145
5.3.1	<i>Algoritmo di detection oil spill</i>	145
5.3.2	<i>Algoritmi per la gestione e il pre-processamento dei dati satellitari</i>	145
5.3.3	<i>Algoritmo per la previsione di evoluzione di oil spill</i>	146
5.4	Verticale 4 - Identificazione di illeciti ambientali - Algoritmi	146
5.4.1	<i>Modello per elaborazione di carta di uso del suolo (sistema di classificazione EAGLE e SNPA) con elementi 3D</i>	146
5.4.2	<i>Modello di previsione delle aree soggette a bruciatura stoppie</i>	147
5.4.3	<i>Disturbi aree forestali</i>	147
5.4.4	<i>Modello di dispersione degli inquinanti in atmosfera</i>	147
5.5	Verticale 5 - Supporto alle emergenze - Algoritmi.....	148
5.5.1	<i>Modello di vulnerabilità</i>	148
5.5.2	<i>Modello di accessibilità</i>	149
5.5.3	<i>Modello di rischio</i>	150
5.5.4	<i>Modello di danno</i>	150
5.6	Verticale 6 - Incendi boschivi e di interfaccia - Algoritmi	151
5.6.1	<i>Modello per il calcolo del rischio boschivo</i>	151
5.6.2	<i>Modello per il calcolo del rischio incendio di interfaccia</i>	151
5.6.3	<i>Modello di propagazione del fronte di fiamma</i>	152
5.6.3.1	<i>Modelli assunti a riferimento</i>	152
5.6.4	<i>Modello di rianalisi dei dati meteo</i>	153
5.6.5	<i>Computer Vision (AI) per il riconoscimento degli oggetti nelle immagini</i>	153
5.7	Area trasversale - Algoritmi	154
5.7.1	<i>Predisposizione dati meteo previsionali a supporto di altre realizzazioni</i>	154
5.7.2	<i>Previsione probabilistica del tempo a partire da previsioni deterministiche</i>	154
5.7.3	<i>Algoritmi di elaborazione dati/modelli meteo multisorgente</i>	154

6	LE RETI DI MONITORAGGIO.....	155
6.1	Rete Dinamica Nazionale	155
6.1.1	Descrizione.....	155
6.1.2	Quantità richieste.....	156
6.1.3	Caratteristiche tecniche minime.....	157
6.2	Rete di Livellazione di Alta Precisione	159
6.2.1	Descrizione.....	159
6.2.2	Quantità richieste.....	160
6.2.3	Caratteristiche tecniche minime.....	162
6.2.3.1	Specifiche tecniche per la progettazione, ricognizione, segnalizzazione e misura di linee di livellazione geometrica di alta precisione appartenenti alla rete altimetrica fondamentale	163
6.3	Monitoraggio in situ dei movimenti franosi	181
6.3.1	Descrizione.....	181
6.3.2	Quantità richieste.....	185
6.3.2.1	Monitoraggio strumentale in situ	185
6.3.2.2	Monitoraggio tramite strumentazione mobile	186
6.3.2.3	Azione specifica per le 8 Regioni del Mezzogiorno	186
6.3.3	Caratteristiche tecniche minime.....	188
6.3.3.1	Monitoraggio strumentale in situ	188
6.4	Rete Radar	205
6.4.1	Descrizione.....	205
6.4.2	Quantità richieste.....	207
6.4.3	Caratteristiche tecniche minime.....	213
6.4.3.1	Requisiti e caratteristiche tecniche minime dei radar fissi in banda C in fornitura	213
6.4.3.2	Calibrazione e riproducibilità	221
6.4.3.3	Monitoraggio dell'hardware	221
6.4.3.4	Installazione	222
6.4.3.5	Requisiti e caratteristiche tecniche minime dei radar mobili in banda X in fornitura	222
6.4.3.6	Attività propedeutiche all'installazione.....	225
6.5	Rete IdroAgroMeteo	226
6.5.1	Descrizione.....	226
6.5.1.1	Reti IdroMeteo.....	226
6.5.1.2	Reti AgroMeteo	229
6.5.2	Descrizione sintetica degli interventi	231
6.5.2.1	Rete Regione Abruzzo.....	231
6.5.2.2	Rete Regione Basilicata.....	238
6.5.2.3	Rete Regione Campania.....	243
6.5.2.4	Rete Regione Emilia-Romagna.....	244
6.5.2.5	Rete Regione Friuli-Venezia Giulia	257
6.5.2.6	Rete Regione Lazio.....	264
6.5.2.7	Rete Regione Liguria	271
6.5.2.8	Rete Regione Lombardia	276
6.5.2.9	Rete Regione Marche	279
6.5.2.10	Rete Regione Molise.....	281
6.5.2.11	Rete Regione Piemonte.....	285
6.5.2.12	Rete Regione Puglia	290

6.5.2.13	Rete Regione Sardegna.....	292
6.5.2.14	Rete Regione Sicilia.....	293
6.5.2.15	Rete Regione Toscana	297
6.5.2.16	Rete Regione Valle d'Aosta	301
6.5.2.17	Rete Regione Veneto.....	305
6.5.2.18	Rete Agrometeorologica Nazionale (RAN).....	309
6.5.2.19	Rete Servizio Integrato Agrometeorologico della Regione Lazio (SIARL).....	311
6.5.3	Caratteristiche tecniche minime.....	312
6.5.3.1	Sistemi di acquisizione, alimentazione e trasmissione dati	312
6.5.3.2	Sensori.....	319
6.5.3.3	Strutture e supporti.....	330
6.5.3.4	Software per centrale di controllo.....	332
6.5.3.5	Ricevitore GNSS.....	333
6.5.3.6	Rilievo GNSS chiodo topografico.....	335
6.5.3.7	Configurazione nel sistema di apparati/sensori per sito	335
6.5.3.8	Garanzia on-site per 12 mesi per adeguamento o integrazione apparati/sensori su stazione	335
6.5.3.9	Garanzia on-site per 12 mesi per nuova stazione/ripetitore	335
6.6	Rete Sismica	336
6.6.1	Descrizione.....	336
6.6.2	Quantità richieste.....	336
6.6.3	Caratteristiche tecniche minime.....	337
6.6.3.1	Rete OSS.....	337
6.6.3.2	Rete RAN.....	337
6.7	Rete di rilevamento scariche elettriche atmosferiche – LAMPINET	338
6.7.1	Descrizione.....	338
6.7.2	Quantità richieste.....	339
6.7.3	Caratteristiche tecniche minime.....	341
6.8	Rete Gravimetrica	342
6.8.1	Descrizione.....	342
6.8.2	Quantità richieste.....	343
6.8.3	Caratteristiche tecniche minime.....	345
6.9	Rete GHG	346
6.9.1	Descrizione.....	346
6.9.2	Quantità richieste.....	347
6.9.3	Caratteristiche tecniche minime.....	347
7	SISTEMI FEDERATI.....	348
7.1	Verticale 1 - Monitoraggio instabilità idrogeologica - Sistemi	348
7.2	Verticale 2 - Agricoltura di precisione - Sistemi.....	349
7.3	Verticale 3 - Monitoraggio inquinamento marino e litorale - Sistemi.....	350
7.4	Verticale 4 - Identificazione di illeciti ambientali - Sistemi	350
7.5	Verticale 5 - Supporto alle emergenze (disastri naturali) - Sistemi.....	351
7.6	Verticale 6 - Incendi boschivi e di interfaccia - Sistemi.....	352
8	APPLICATIVI.....	354
8.1	Impostazione generale degli applicativi	354

8.2	Caratteristiche comuni.....	354
8.3	Caratteristiche comuni delle applicazioni WebGIS.....	355
8.4	Scheda descrittiva degli applicativi	357
8.5	Gli applicativi verticali	358
8.5.1	<i>Verticale 1 - Monitoraggio instabilità idrogeologica – Applicativi</i>	<i>358</i>
8.5.1.1	<i>Atlante nazionale delle infrastrutture di attraversamento dei corsi d'acqua e delle opere idrauliche – CU.V1.1</i>	<i>358</i>
8.5.1.2	<i>Generazione automatica del reticolo idrografico - CU.V1.2</i>	<i>359</i>
8.5.1.3	<i>Aggiornamento carta del rischio e carta dei vincoli - CU.V1.3</i>	<i>361</i>
8.5.1.4	<i>Generazione di mappe tematiche da dati satellitari e ortofoto – CU.V1.4.....</i>	<i>363</i>
8.5.1.5	<i>Supporto a modelli idrologici e idraulici - CU.V1.5</i>	<i>365</i>
8.5.1.6	<i>Analisi ed estrazione dati della rete osservativa in situ e mobile - CU.V1.6.....</i>	<i>367</i>
8.5.1.7	<i>Calcolo delle curve di probabilità pluviometrica - CU.V1.7.....</i>	<i>370</i>
8.5.1.8	<i>Monitoraggio SAR - CU.V1.8</i>	<i>371</i>
8.5.1.9	<i>Previsione delle variabili meteorologiche - CU.V1.9.....</i>	<i>373</i>
8.5.1.10	<i>Stima del regime di frequenza delle portate di piena e degli effetti del cambiamento climatico e territoriale - CU.V1.10</i>	<i>375</i>
8.5.1.11	<i>Calcolo indicatori per la valutazione della siccità e della scarsità idrica - CU.V1.11</i>	<i>377</i>
8.5.1.12	<i>Cruscotto di Piano Acque - CU.V1.12</i>	<i>380</i>
8.5.2	<i>Verticale 2 - Agricoltura di precisione - Applicativi.....</i>	<i>381</i>
8.5.2.1	<i>Richiesta dati da rete Agro-Meteo – CU.V2.1</i>	<i>381</i>
8.5.2.2	<i>Richiesta consiglio irriguo da servizio IRRIFRAME – CU.V2.2</i>	<i>382</i>
8.5.2.3	<i>Interfaccia GIS Verticale 2 – CU.V2.3.....</i>	<i>384</i>
8.5.3	<i>Verticale 3 - Monitoraggio inquinamento marino e litorale - Applicativi.....</i>	<i>385</i>
8.5.3.1	<i>Monitoraggio di oil slick – CU.V3.1.....</i>	<i>385</i>
8.5.3.2	<i>Previsione di evoluzione delle chiazze di idrocarburi in mare (oil spill drift) – sversamenti volontari o accidentali da nave - CU.V3.2.....</i>	<i>387</i>
8.5.3.3	<i>Previsione di evoluzione delle acque di strato ed eventuali chiazze di idrocarburi da piattaforme offshore - CU.V3.3</i>	<i>389</i>
8.5.3.4	<i>Richiesta di dati di monitoraggio della Strategia Marina – CU.V3.4.....</i>	<i>391</i>
8.5.3.5	<i>Generazione di mappe di rischio associate agli sversamenti – CU.V3.5</i>	<i>393</i>
8.5.4	<i>Verticale 4 - Illeciti ambientali - Applicativi</i>	<i>394</i>
8.5.4.1	<i>Implementazione di un algoritmo per l'elaborazione submetrica e 3D (finalizzati alle analisi di copertura del suolo e variazioni di uso) – CU.V4.1</i>	<i>395</i>
8.5.4.2	<i>Consumo di suolo per il monitoraggio delle variazioni da naturale ad artificiale e da artificiale ad artificiale) – CU.V4.2</i>	<i>396</i>
8.5.4.3	<i>Previsione aree soggette a bruciatura stoppie – CU.V4.3.....</i>	<i>398</i>
8.5.4.4	<i>Monitoraggio aree forestali colpite da avversità abiotiche/biotiche – CU.V4.4.....</i>	<i>399</i>
8.5.4.5	<i>Downstream smart forest environmental monitoring – CU.V4.5</i>	<i>400</i>
8.5.4.6	<i>Abusivismo edilizio – CU.V4.6</i>	<i>402</i>
8.5.4.7	<i>Gestione illecita dei rifiuti – CU.V4.7.....</i>	<i>404</i>
8.5.4.8	<i>Tool di analisi per immagini multispettrali – CU.V4.8.....</i>	<i>406</i>
8.5.5	<i>Verticale 5 - Supporto alle emergenza - Applicativi.....</i>	<i>407</i>
8.5.5.1	<i>Pianificazione di PC – CU.V.5.1.....</i>	<i>407</i>
8.5.5.2	<i>Supporto alla gestione delle emergenze – CU.V.5.2.....</i>	<i>411</i>
8.5.5.3	<i>Rilevazione dei danni post evento – CU.V.5.3.....</i>	<i>413</i>
8.5.5.4	<i>Emissione di bollettini di criticità e allerte – CU.V.5.4.....</i>	<i>414</i>
8.5.6	<i>Verticale 6 - Incendi boschivi e di interfaccia - Applicativi</i>	<i>416</i>
8.5.6.1	<i>Elaborazione Cartografia AIB dei Parchi Nazionali – CU.V6.1.....</i>	<i>416</i>
8.5.6.2	<i>Calcolo della pericolosità da Incendio di interfaccia – CU. V6.5</i>	<i>418</i>

8.5.6.3	Calcolo della pericolosità da incendio boschivo – CU. V6.6.....	421
8.5.6.4	Simulazione della propagazione del fronte di fiamma come supporto alla Lotta AIB – CU. V6.7.....	423
8.5.6.5	Simulazione della propagazione del fronte di fiamma come supporto alle attività di prevenzione – CU. V6.8	425
8.5.6.6	Monitoraggio dinamico delle aree sensibili al rischio incendio boschivo per la prevenzione e le attività investigative (S.DI.M.A.) – CU.V6.3.....	427
8.5.6.7	Sistema di addestramento immersivo (FFAS – Forest Fire Area Simulator Evolution) – CU.V6.4.....	430
8.5.6.8	Individuazione dell'area di insorgenza dell'incendio boschivo (TIGER MEG) – CU.V6.2.....	433
8.5.7	Area Applicativi trasversali.....	435
8.5.7.1	Sito e APP ItaliaMeteo per pubblicazione dati meteorologici.....	435
8.5.7.2	Applicativi per produzione e diffusione bollettini e report meteo-climatologici.....	436
8.6	Gli applicativi orizzontali.....	437
8.6.1	Osservatorio del Cittadino.....	437
8.6.2	Gestore missioni rilievi da UAS.....	439
8.6.3	Analisi dei contenuti del RdS.....	442
8.6.4	Compositore interattivo di workflow.....	443
8.6.5	Compositore di mappe.....	444
8.6.6	Visualizzatore cartografico.....	444
8.6.7	Reportistica.....	445
8.6.8	Profilatore.....	445
8.6.9	Modellazione Machine/Deep Learning.....	446
8.6.10	PIGeCo - Piattaforma per l'Informazione Geografica Regionale Condivisa.....	446
9	DOTAZIONI SPECIFICHE.....	450
9.1	Verticale 1 - Monitoraggio instabilità idrogeologica- Dotazioni.....	450
9.2	Verticale 2 - Agricoltura di precisione- Dotazioni.....	457
9.3	Verticale 3 - Monitoraggio inquinamento marino e litorale- Dotazioni.....	457
9.4	Verticale 4 - Identificazione di illeciti ambientali- Dotazioni.....	457
9.4.1	CAPITANERIA DI PORTO.....	457
9.4.2	CUFAA.....	458
9.4.2.1	Tree-talker - Schede di dettaglio e specifiche funzionali.....	458
9.4.2.2	Centraline mobili di monitoraggio.....	459
9.4.2.3	Unità mobili di monitoraggio e controllo.....	460
9.4.2.4	Sensoristica "air".....	461
9.4.2.5	Centrale Nazionale di Monitoraggio Forestale e Ambientale.....	461
9.4.3	GUARDIA DI FINANZA.....	461
9.4.3.1	Sensoristica.....	461
9.4.3.2	Infrastrutture.....	462
9.5	Verticale 5 - Supporto alle emergenze (disastri naturali) - Dotazioni.....	462
9.6	Verticale 6 - Incendi boschivi e di interfaccia- Dotazioni.....	462
9.6.1	Arma dei Carabinieri - CUFAA.....	462
9.6.1.1	Progetto MEG: 1000 Tablet Rugged.....	462
9.6.1.2	Progetto S.DI.M.A.: Sistema mobile di ripresa e ponti radio.....	463
9.6.2	Fabbisogni espressi da Enti territoriali D.L. 120/2021.....	463
10	IMPLEMENTAZIONE E INDICAZIONI OPERATIVE.....	466
10.1	Aspetti organizzativi e metodologici.....	466

10.1.1	Modello organizzativo generale	466
10.1.2	Compiti e Responsabilità dei principali Profili professionali	470
10.1.3	Strutture di Supporto.....	472
10.1.4	Metodologie e Standard.....	474
10.1.5	Standard di Qualità del Software	475
10.1.6	Comunicazione.....	478
10.1.7	Processi di allocazione delle Risorse	479
10.1.8	Formazione e Trasferimento di Know how.....	479
10.1.9	Flessibilità nell'approccio allo sviluppo del software.....	481
10.1.10	Gestione dei Dati e Sicurezza delle Informazioni	483
10.1.11	Rispetto del Principio DNSH.....	483
10.2	Cronoprogramma	485
10.3	Proprietà del Software e dei prodotti in genere.....	486
11	RIEPILOGO DEI FABBISOGNI E RELATIVA STIMA COSTI	487
11.1	Stima preliminare dei costi per la realizzazione del Sistema.....	487
11.1.1	Costi associati ai singoli fabbisogni.....	487
11.1.2	Sviluppo Sistema software e Applicativi verticali.....	487
12	APPENDICE.....	A
12.1	ALLEGATI.....	A

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1 - Schema di relazioni tra descrizioni di fabbisogni e oggetti del sistema.....	4
Figura 2 - Tabelle delle sigle usate in Elenco Fabbisogni.....	5
Figura 3 – Piattaforma centrale aperta basata su cloud	8
Figura 4 - Data Lake	8
Figura 5 - Paradigma di datafication	9
Figura 6 - Rappresentazione architetture in cui si colloca il Virtual Earth Cloud	10
Figura 7 - Schema Architettura Tecnologica	21
Figura 8 - Applicazioni Cloud native.....	36
Figura 9 - Livello di presentazione: schema logico generale	42
Figura 10 - Virtual Earth Cloud.....	50
Figura 11 - Schema Architettura Containerizzata.....	57
Figura 12 - Schema generale architettura applicativa	59
Figura 13 - Schema sottosistema Ingestion	68
Figura 14 - Schema Espositore dei Servizi	75
Figura 15 - Schema sottosistema Analisi e Conoscenza.....	77
Figura 16 - Schema componenti stampa mappe.....	81
Figura 17 - Esempio di funzioni GIS disponibili	82
Figura 18 - Schema di composizione di oggetti:.....	84
Figura 19 - Schema sottosistema Workflow	87
Figura 20 - Fasi di predisposizione di un modello di Intelligenza Artificiale	88
Figura 21 - Schema sottosistema Reportistica.....	91
Figura 22 - Schema esempio di funzionamento interazione Interfaccia-Server	93
Figura 23 - Schema sottosistema Gestione Interfacce Utente.....	94
Figura 24 - Schema sottosistema Profilazione	95
Figura 25 - Supporto per monitoraggio conoscitivo	108
Figura 26 - Supporto per monitoraggio a fini di allertamento.....	109
Figura 27 - Simulazione localizzazione incidente di oil-spill	111
Figura 28 - Modello di flusso dati per monitoraggio marino proposto	112
Figura 29 - L'uso degli scenari nel ciclo di gestione del rischio	118
Figura 30 - Flusso di una richiesta di cartografia in interoperabilità	126
Figura 31 - Approccio classico	141
Figura 32 - Approccio machine/deep learning.....	141
Figura 33 - Adattamento automatico ai cambiamenti	142
Figura 34 - Machine/Deep Learning come ausilio all'apprendimento umano.....	142
Figura 35 - Schema di massima per l'implementazione del modello predittivo della suscettività ai fenomeni franosi	143
Figura 36 - Schema di massima per l'implementazione del modello predittivo delle aree inondabili	144
Figura 37 - Rete RDN di impianto	155
Figura 38 - Dislocazione nuove stazioni RDN	157
Figura 39 - Stazione IGMI posta sul tetto della Direzione Geodetica dell'IGM nella sede di Novoli .	158
Figura 40 - Stazione VIRG posta in campo aperto nell'area dell'osservatorio VIRGO a Cascina	158
Figura 41 - Attuali linee di livellazione di alta precisione suddivise per anni di intervento	159
Figura 42 - Linee di livellazione di alta precisione ad alta priorità.....	160
Figura 43 - Linee di livellazione di alta precisione da rimisurare.....	161

Figura 44 - Stazioni permanenti GNSS da collegare, ove possibile, a linee di livellazione di alta precisione	161
Figura 45 - Contrassegno in troco-cono di porcellana	165
Figura 46 - Pozzetto in ghisa a protezione dei contrassegni	165
Figura 47 - Tipi di contrassegni di livellazione	167
Figura 48 - Stadia	176
Figura 49 - Strumentazione accessorioia per la misura	177
Figura 50 - Sistemi di monitoraggio censiti nell’Anagrafe nazionale (in blu) e gestiti dalla Regione Emilia-Romagna (in rosso) (Fonte: ISPRA).....	182
Figura 51 - Istogramma raffigurante la tipologia di strumentazione utilizzata nei sistemi di monitoraggio.....	183
Figura 52 - Ubicazione dei siti prioritari di monitoraggio frane proposti sul territorio nazionale (aggiornamento dic. 2022	185
Figura 53 - Distribuzione dei 342 siti di installazione dei CR nelle Regioni del Mezzogiorno su una maglia quadrata di 20 km di lato	188
Figura 54 - Rete Radar Meteo Nazionale (Fonte: DPC) (in rosso temporaneamente non funzionanti)	206
Figura 55 - La rete di monitoraggio meteo regionale	228
Figura 56: Figura 42 Media di superficie (Kmq/stazione) coperta da ogni stazione	229
Figura 57 - Mappa dell’attuale dislocazione delle stazioni facenti parte della RAN.....	230
Figura 58 - Localizzazione su mappa stazione SIARL	231
Figura 59 - IRIS Focus.....	340
Figura 60 - Rete LAMPINET: diagramma di rilevamento, processamento e visualizzazione dati	340
Figura 61 - Rete LAMPINET: “detection efficiency” e “location accuracy” – Scenario 1 (situazione attuale)	341
Figura 62 - Rete LAMPINET: “detection efficiency” e “location accuracy” – Scenario 2 (situazione con nuovi sensori)	341
Figura 63 - Distribuzione geografica delle stazioni permanenti	344
Figura 64 - Tracce di massima del volo aerogravimetrico	345
Figura 65 - Network Europeo ICOS, stazioni di misura GHG (dal portale ICOS).....	346
Figura 66 -: Dislocazione stazioni di misura della rete ICOS Italia (dal portale ICOS).	347
Figura 67 - Atlante nazionale infrastrutture di attraversamento e opere di difesa	359
Figura 68 - Generazione automatica del reticolo idrografico	361
Figura 69 - Aggiornamento carta del rischio e carta dei vincoli	363
Figura 70 - Generazione di mappe tematiche da dati satellitari e ortofoto.	365
Figura 71 - Supporto a modelli idrologici e idraulici	367
Figura 72 - Analisi ed estrazione dati della rete osservativa in situ e mobile	369
Figura 73 - Calcolo delle curve di probabilità pluviometrica.....	371
Figura 74 - Monitoraggio SAR.....	373
Figura 75: Applicazione verticale per la fornitura di previsioni meteorologiche	375
Figura 76 - Stima del regime di frequenza delle portate di piena e degli effetti del cambiamento climatico e territoriale	377
Figura 77 - Calcolo indicatori per la valutazione della siccità e della scarsità idrica.....	380
Figura 78 - Applicazione - Richiesta dati da rete Agro-Meteo	382
Figura 79 - Applicazione -Richiesta consiglio irriguo	384

Figura 80 - Applicazione - algoritmo di mappatura di uso del suolo e per l'elaborazione submetrica e 3D.....	396
Figura 81 - Applicazione - algoritmo per l'elaborazione della carta di variazioni di uso del suolo	397
Figura 82 - Applicazione - Servizio di previsione e monitoraggio aree soggette a bruciatura stoppie	399
Figura 83 - Applicazione - Implementazione dell'algoritmo preoperativo "ASI Habitat Mapping"	400
Figura 84 - Applicazione - Implementazione delle funzioni dedicate al Downstream smart forest enviromental monitoring.....	402
Figura 85 - Applicazione - algoritmo per l'identificazione di nuove edificazioni o variazioni di uso del suolo che possono essere legate a fenomeni di abusivismo edilizio	404
Figura 86 -Applicazione - algoritmo per l'individuazione di potenziali situazioni riconducibili ad una gestione illecita dei rifiuti	406
Figura 87 - Applicazione - Tool di analisi spettrale	407
Figura 88 - Applicazione - Pianificazione di PC.....	411
Figura 89 - Applicazione – Gestione delle emergenze	413
Figura 90 - CU V5.3 – Rilevazione dei danni post evento	414
Figura 91 - CU V5.4 – Supporto alle emissioni di bollettini di criticità allerta.....	416
Figura 92 - Applicazione verticale – Cartografia AIB Parchi Nazionali.....	418
Figura 93 - Applicativo verticale – Previsione rischio incendi di interfaccia.....	421
Figura 94 - Applicativo verticale – Previsione del rischio incendio boschivo.....	423
Figura 95 - Applicativo verticale – Propagazione del fronte di fiamma – Supporto alla lotta AIB	425
Figura 96 - Applicativo verticale – Propagazione del fronte di fiamma ai fini preventivi	427
Figura 97 - Applicativo per il Monitoraggio dinamico delle aree sensibili al rischio incendio boschivo per la prevenzione e le attività investigative (S.DI.M.A.).....	430
Figura 98 - Applicativo verticale - FFAS – Ambito AIB	431
Figura 99 - Applicativo per l'individuazione dell'area di insorgenza di un incendio occorso (TIGER MEG)	435
Figura 100 - Schema di massima dell'Osservatorio del Cittadino.....	439
Figura 101 - I componenti l'applicazione Gestione Missioni UAS	440
Figura 102 - Esempio di flusso di gestione missione rilievo da droni.....	441
Figura 103 - Ipotesi di modello organizzativo	467
Figura 104 - SQuaRE - 25000	477
Figura 105 - ISO/IEC 25010 - qualità del prodotto software	478
Figura 106 - Azioni Formative: Articolazione in Fasi	480
Figura 107 - Cronoprogramma di Progetto.....	485

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1 – relazioni tra struttura documento e componenti da realizzare	2
Tabella 2 – Documenti di riferimento.....	5
Tabella 3 – Acronimi e definizioni	7
Tabella 4 - Mappatura metadati	32
Tabella 5 - Rischi, Areali e Soggetti referenti per tipologia di evento.....	116
Tabella 6 - Compatibilità SIM con formati file dati alfanumerici e multimediali.....	123
Tabella 7 - Compatibilità SIM con formati file dati geografici vettoriali	123
Tabella 8 - Compatibilità SIM con formati file dati geografici non vettoriali	123
Tabella 9 - Compatibilità SIM con repository basati su database	124
Tabella 10 - Dati in input per il Verticale 1 (Monitoraggio instabilità idrogeologica)	129
Tabella 11 - Fabbisogni informativi Verticale 2 (Agricoltura di precisione).....	129
Tabella 12 - Fabbisogni informativi Verticale 3 (Monitoraggio inquinamento marino e litorale).....	133
Tabella 13 - Fabbisogni informativi Verticale 4 (Identificazione illeciti ambientali)	134
Tabella 14 - Fabbisogni informativi Verticale 5 (Supporto alle emergenze (disastri naturali)).....	137
Tabella 15 - Fabbisogni informativi Verticale 6 (Incendi boschivi e di interfaccia).....	138
Tabella 16 - Tool di elaborazione.....	151
Tabella 17 - Simbologia utilizzata per i contrassegni.....	166
Tabella 18 - Codifica delle informazioni sui capisaldi	172
Tabella 19 - Caratterizzazione dei sistemi censiti nell'Anagrafe ISPRA	183
Tabella 20 - Esigenze da soddisfare per il potenziamento della rete radar meteorologica nazionale.	207
Tabella 21 - Tipologia e numero di sensori	207
Tabella 22 - Lista dei sistemi radar in banda C da aggiornare ordinati per priorità di intervento	209
Tabella 23 - Lista dei sistemi radar in banda X da aggiornare ordinati per priorità di intervento	212
Tabella 24 - Sistemi in modalità di scansione automatica polarimetrica: variabili	223
Tabella 25 – Sistemi radar: accuratezza	223
Tabella 26 - Caratteristiche minime trasmettitori	223
Tabella 27 - Caratteristiche minime antenne.....	224
Tabella 28 - Caratteristiche minime ricevitori	224
Tabella 29 - Numero di stazioni meteo per regione e PPAA	229
Tabella 30 - Monitoraggio instabilità idrogeologica (Vert. 1): sistemi/servizi da federare nel SIM	349
Tabella 31 - Identificazione di illeciti ambientali (Vert. 4): caratteristiche dei Sistemi/Servizi da federare nel SIM	350
Tabella 32 - Supporto alle emergenze – disastri naturali (Vert. 5): caratteristiche dei Sistemi/Servizi da federare nel SIM	352
Tabella 33 - Incendi boschivi e di interfaccia (Vert. 6): Caratteristiche dei Sistemi/Servizi da federare nel SIM	353
Tabella 34 - Pianificazione di PC: Dati di input (1/2)	409
Tabella 35 - Pianificazione di PC: Dati di input (2/2)	410
Tabella 36 - Osservatorio del Cittadino: Tavoli tecnici-Informazioni da pubblicare	438
Tabella 37 - Dotazioni Verticale 1	456
Tabella 38 - Dotazioni Verticale 3	457
Tabella 39 - Dotazioni Verticale 4 per Capitanerie di Porto	458
Tabella 40 - Riepilogo dei costi per i TreeTalker	459

Tabella 41 - Riepilogo dei costi per le Centraline mobili di monitoraggio	460
Tabella 42 - Riepilogo dei costi e descrizioni per le Unità mobili di monitoraggio e controllo	461
Tabella 43 - Componenti sistema integrato di ripresa aerea	461
Tabella 44 - Componenti Centrale Nazionale di Monitoraggio Forestale e Ambientale	461
Tabella 45 - Riepilogo costi CUFAA.....	461
Tabella 46 - Guardia di Finanza: Sensoristica.....	462
Tabella 47 - Guardia di Finanza: Infrastrutture.....	462
Tabella 48 - Riepilogo costi Tablet rugged.....	463
Tabella 49 - Riepilogo costi Progetto S.DI.M.A.	463
Tabella 50 - Dotazioni tecnologiche a corredo delle proposte progettuali espresse dal DPC, Regioni e PP.AA.....	465
Tabella 51 - Funzioni di Staff	469
Tabella 52 - Profili chiave di progetto – Responsabile di Progetto (Project Manager)	470
Tabella 53 - Profili chiave di progetto - Responsabile Qualità (RQ).....	471
Tabella 54 - Profili chiave di progetto - Responsabile di Progetto Applicativo (RPA).....	471
Tabella 55 - Profili chiave di progetto - Referente Sicurezza (RSIC)	471
Tabella 56 - Profili chiave di progetto - Test Manager	471
Tabella 57 - Profili chiave di progetto - Transition Manager (TM)	471
Tabella 58 - Profili chiave di progetto – Architetto IT	472
Tabella 59 - Profili chiave di progetto – CSI Manager	472
Tabella 60 - Qualità del software: tipologia di errori rilevati con maggiore frequenza	475
Tabella 61 - Waterfall vs Agile: Punti di Forza e Debolezze	482
Tabella 62 - Agile vs Waterfall: caratteristiche di applicabilità	483
Tabella 63 - Allegati al Progetto preliminare.....	D

1 PREMESSA

1.1 Scopo del documento

Il presente documento rappresenta il **Progetto Preliminare** del progettando Sistema avanzato ed Integrato di Monitoraggio e controllo (SIM), redatto a partire dalle esigenze generali e dalla disponibilità di dati e sistemi emersi durante la redazione del documento di AS IS, al fine di fornire una descrizione di tutte le caratteristiche che il sistema deve possedere.

La descrizione del sistema è redatta in termini di logiche di funzionamento e di funzionalità che il sistema deve poter mettere in campo, secondo i dettami di un progetto preliminare. I concetti espressi sono quindi finalizzati alla esposizione di linee guida progettuali e alla definizione delle funzionalità minime del sistema, concentrandosi quindi sul “cosa” deve essere fornito funzionalmente piuttosto che sul “come” questo deve essere fornito. Anche la lista delle componenti tecnologiche afferenti ai vari fabbisogni espressi deve intendersi come “requisito minimo” che tali forniture debbano possedere, lasciando alla progettazione di dettaglio il compito di identificare esattamente i componenti che si intende utilizzare, evidenziando eventuali caratteri migliorativi.

Il documento è articolato nei seguenti capitoli:

- **PREMESSA** (cfr. § 1) che contiene le informazioni generali sul documento e la sua organizzazione
- **IL SISTEMA INFORMATIVO** (cfr. § 2) in cui vengono descritte sia la parte architeturale che le specifiche funzionali.

Nel § 2.7 viene effettuata una disanima tra le scelte progettuali fatte (cfr. “Scelte progettuali” da pag. 10) e le possibili alternative, con indicato le ragioni delle scelte che hanno permesso di tratteggiare le linee guida del progetto del SIM (Sistema di Monitoraggio e Previsione); **questo capitolo risponde alla richiesta di un documento di Impatto presente nel Capitolato di Gara.**

- **CASI D'USO** (cfr. § 3) nel quale sono illustrati i processi generali di ogni singola area verticale.
- **I DATI** (cfr. § 4) in cui sono sintetizzate le tipologie di dato da trattare, i protocolli di accesso alle varie informazioni che il sistema deve supportare e descritte le fonti dati di cui il sistema dovrà fornire accesso agli utilizzatori. In questo capitolo viene anche presentato un elenco di banche dati che dovranno essere rese disponibili dal sistema.
- **ALGORITMI E MODELLI** (cfr. § 5), capitolo che descrive le modalità di messa a disposizione, da parte del costruendo sistema informativo, di modelli e di algoritmi di elaborazione.
- **LE RETI DI MONITORAGGIO** (cfr. § 6) incluse nel sistema, descritte sia come tipologia che come modalità di integrazione delle reti esistenti e di quelle in progetto con il sistema informativo
- **SISTEMI FEDERATI** (cfr. § 7), ossia i sistemi che inizialmente contribuiranno alla materializzazione del SIM, sia che partecipino come fornitori di dati e/o modelli sia che fruiscono delle potenzialità operative messe a disposizione dal SIM.
- **APPLICATIVI:** (cfr. § 8) che tratta i sistemi applicativi, sia di uso generale (Applicativi orizzontali) che specificatamente progettati per rispondere a determinate esigenze espresse dagli stakeholder (Applicativi verticali), di cui deve essere fornito il SIM. Tutti gli applicativi, sia quelli Verticali, finalizzati a fornire supporto a una specifica operatività di determinati stakeholder che quelli Orizzontali che forniscono support per operazioni di utilità generale, condividono un framework applicativo comune che garantisce piena interoperabilità tra i componenti, riduzione del codice informatico necessario e omogeneità nell'interazione con gli utenti, oltre alla realizzazione sia di applicazioni Web che APP nei due sistemi operativi di riferimento (Android e iOS).
- **DOTAZIONI SPECIFICHE** (cfr. § 9) fornite dal progetto, ossia tutti quei componenti fisici che sono funzionali alla raccolta di informazioni per il monitoraggio e la previsione ma che non appartengono alle dotazioni per le reti di monitoraggio.
- **IMPLEMENTAZIONE E INDICAZIONI OPERATIVE**, (cfr. § 10) il quale contiene la disamina degli aspetti organizzativi, un preliminare Piano di Lavoro relativo alle tempistiche attese e alle

diverse fasi di realizzazione e una stima preliminare dei costi previsti per la realizzazione del Sistema. Questo capitolo risponde a quanti richiesto in fase di gara alle voci “Implementazione” e “Indicazioni”

- **RIEPILOGO DEI FABBISOGNI E RELATIVA STIMA COSTI** (cfr. § 11), ipotizzati per costituire una base di valutazione economica dell'intero progetto. La componente costi è suddivisa tra costi di realizzazione e costi di manutenzione successiva al completamento del progetto

1.2 Relazioni tra Struttura documento e Componenti da realizzare

Nel “Capitolato Tecnico di appalto specifico” si fa riferimento alla realizzazione ed integrazione delle seguenti componenti:

1. Telerilevamento aerospaziale e sensoristica in sito;
2. Sistema di telecomunicazione;
3. Sale di analisi e controllo;
4. Sistemi e servizi di sicurezza informatica.

A tal proposito, si evidenzia che, in un’ottica di sistema integrato, la segregazione delle componenti sopra elencate avrebbe fatto perdere di vista la visione complessiva del sistema e le sue logiche di impostazione e funzionamento; conseguentemente, si è ritenuto più adatto agli scopi del presente documento utilizzare una diversa modalità di suddivisione dei capitoli senza però perdere di vista, durante la progettazione, le voci sopra elencate; il contenuto relativo a tali item è difatti inserito diffusamente nelle trattazioni dei diversi capitoli del documento.

La Tabella 1 riporta i principali capitoli del presente in cui sono trattati i componenti sopra elencati.

COMPONENTE	RIFERIMENTI NEL DOCUMENTO
Telerilevamento aerospaziale e sensoristica in sito	§ 2.1, § 2.5.3.1, § 6, § 9, §
Sistema di telecomunicazione	§ 2.1, § 2.4.1.4, § 9
Sale di analisi e controllo	§ 2.1, § 2.5, § 5, § 7, § 8, § 9
Sistemi e servizi di sicurezza informatica	§ 2.1, § 2.4, § 2.5.3.3, § 2.5.3.5.6, § 4.3

Tabella 1 – relazioni tra struttura documento e componenti da realizzare

1.3 SIM e altri progetti PNRR

Il SIM si inquadra in uno scenario in cui varie iniziative che ricadono nell’ambito del **PNRR** (Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza) prevedono realizzazioni che impattano positivamente sulla capacità di conoscenza delle caratteristiche del territorio nazionale.

Si pensi per esempio, ma non solo, al sistema **IRIDE** con i suoi servizi e relativo Marketplace messi a bando recentemente e che verranno dispiegati nei prossimi anni.

La presenza di molti progetti PNRR di questo tipo è una ricchezza ma al contempo richiede una certa attenzione in quanto alcuni aspetti possono sfuggire e portare a sottovalutarne alcuni che devono invece essere ben presenti.

Un primo aspetto riguarda la tempistica dei vari progetti; in particolare, SIM ha un *constraint* molto forte dettato dall’EU: *entro il mese di settembre 2024, il 90% della superficie delle regioni meridionali dev’essere coperto dal sistema SIM*. Questo ha spinto a fare i conti con le tempistiche delle altre iniziative e a progettare un sistema in grado di assimilare nel tempo le varie sorgenti di dati e servizi che verranno resi disponibili ma al contempo a progettare in modalità autonoma laddove le tempistiche dei vari progetti fossero incompatibili col risultato atteso. Questo non significa che si sia ricorsi a una duplicazione dei servizi, fatto assolutamente da evitare non solo per le note regole del PNRR ma anche per un doveroso spirito di ottimizzazione delle risorse a disposizione della nostra nazione. Ci si è concentrati su tecniche e approcci che consentissero di raggiungere gli obiettivi di progetto senza legarli alle tempistiche di altre iniziative che pure nel tempo potranno avere strette sinergie con SIM.

L'altro aspetto, che si lega al precedente, riguarda il possibile errore che si può commettere nel valutare due servizi che hanno una parte dei dati di partenza in comune e una finalità che nel titolo sembra analoga. SIM ha nel dispiegamento di reti di monitoraggio e sensoristica a terra un aspetto qualificante che porta i servizi progettati a un livello di risoluzione e di precisione delle previsioni che non può essere ottenuto col solo remote sensing satellitare. Quindi molti aspetti che possono sembrare sovrapposti tra SIM e altre iniziative PNRR devono essere attentamente valutati per non incorrere nell'errore di considerare uguali servizi e processi che invece, partendo da un livello di conoscenza diverso portano a risultati diversi.

Questo non significa che non si debba raccomandare al momento di passare da un **Progetto preliminare**, come quello rappresentato da questo documento e dai suoi documenti correlati (AS IS, Piano dei rischi), l'istituzione di un **tavolo di coordinamento tecnico** e di confronto paritario tra le varie iniziative, anzi lo si ritiene di estrema importanza per raggiungere l'obiettivo che SIM e IRIDE in primis si pongono: fornire dati, servizi e strumenti di conoscenza avanzata del nostro territorio nazionale per permettere a chi su di esso opera di farlo in modo cosciente e supportato dal meglio delle tecnologie oggi disponibili.

1.4 Criteri di eligibilità utilizzati

Tramite l'esame di schede dei fabbisogni compilate dai vari stakeholder e con successive riunioni di analisi congiunta si è arrivati a compilare un registro dei fabbisogni espressi che è allegato al presente progetto.

Si tratta di fabbisogni che tengono conto delle esigenze generali di ciascun stakeholder ma che possono non rientrare nei finanziamenti previsti dal progetto del SIM. Il non finanziamento può derivare da due fattori:

- non eligibilità della spesa rispetto alle linee guida del progetto
- non finanziamento a causa di insufficienza fondi o mancanza di un dettaglio progettuale che consenta la valutazione della richiesta in termini tecnici ed economici.

Il corrente progetto preliminare ha preso in esame tutte le richieste pervenute (e registrate in un apposito "registro dei fabbisogni" allegato al progetto stesso) inserendo all'interno di un quadro progettuale generale tutte quelle che non rientrano nel primo dei due criteri sopra elencati. In breve, sono state eliminate dall'esame le richieste che risultavano fuori dai parametri di eligibilità generale del progetto. Rispetto al primo criterio sono state considerate come "**Non eligibili per il finanziamento**", nel rispetto del PoL del DM, le richieste che rientravano in una delle seguenti categorie:

- Implementazione/potenziamento sistemi informatici (software / hardware / connettività) dell'Ente quando non finalizzata alla federazione del sistema con il SIM
- Spese per il Personale
- Spese di Manutenzione
- Opere edilizie
- Studi e ricerche
- Infrastrutture per Centrali di controllo/Sale operative

I fabbisogni non elegibili sono considerati nel più ampio programma OT.

In aggiunta ai fabbisogni espressi dai diversi stakeholders, sono state analizzate anche le proposte progettuali raccolte durante la ricognizione, coordinata dal Dipartimento di Protezione Civile, effettuata per il Primo Piano Nazionale, ai sensi del Decreto Legge 120/2021, convertito dalla Legge 8 Novembre 2021, n.155, recante "Disposizioni per il contrasto degli incendi boschivi e altre misure urgenti di protezione civile". Sono state ritenute di interesse ai fini progettuali del SIM, le esigenze espresse in riferimento alla macroarea descritta all'Articolo 1 comma 1 lettera a) del DL di cui sopra.

1.5 Modalità di passaggio da Fabbisogni a Oggetti del sistema

In questo capitolo è descritta la modalità con cui si è passati dai fabbisogni espressi dai vari stakeholder ai vari componenti di progetto (Dati, Algoritmi e modelli, Reti di monitoraggio, Applicativi verticali, Dotazioni specifiche.); il flusso di lavoro utilizzato per la composizione delle varie sezioni del documento è il seguente:

1. dai documenti e dagli incontri con gli stakeholder è stato redatto l'elenco dei fabbisogni che contiene TUTTI i fabbisogni espressi;
2. sulla base delle regole di elegibilità ai finanziamenti è stata fatta una prima scrematura dei fabbisogni eliminando quelli che risultano non elegibili rispetto a tali criteri. Si tenga comunque presente che l'elegibilità finale è soggetta a una decisione finale del MASE in considerazione di fattori che non si limitano al presente progetto ma si integrano con una visione globale dei finanziamenti erogati in questo ambito dal PNRR.
3. i restanti fabbisogni sono stati accorpati laddove siano riconducibili ad un'unica Applicazione; le applicazioni così identificate sono stati descritti nel capitolo "APPLICATIVI" da pag. 354. Dalle Applicazioni sono stati identificati i componenti Dati, Algoritmi, Applicativi verticali e Dotazioni specifiche che sono stati riportati nei rispettivi capitoli principali.
4. visto che alcuni Dati, Algoritmi o Dotazioni specifiche possono non essere inseribili all'interno di Applicazioni in quanto di uso generale, i restanti fabbisogni relativi a queste tipologie di oggetti sono stati messi in relazione con i capitoli di competenza ("I DATI", "ALGORITMI E MODELLI", "LE RETI DI MONITORAGGIO", "DOTAZIONI SPECIFICHE") tramite appositi codici composti come sopra descritto; le descrizioni degli oggetti che rientrano in quest'ultimo caso sono state riportate nei capitoli di competenza.

In questo modo si ha uno schema di lettura che lega fabbisogni con i vari oggetti descritti nei capitoli di riferimento; lo schema di relazione tra Fabbisogni e Capitoli di questo documento è così schematizzabile:

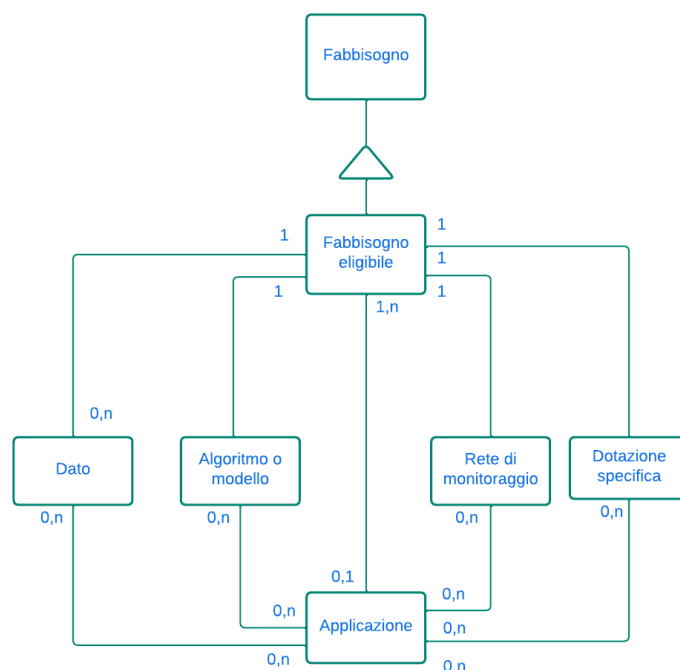


Figura 1 - Schema di relazioni tra descrizioni di fabbisogni e oggetti del sistema

La corrispondenza tra esigenze e forniture è riportata nel file di fabbisogni allegato al presente documento. La corrispondenza segue la seguente regola:

a ogni Applicazione è associato un codice, indicato nella parte finale del titolo che precede la sua descrizione, così composto:

CU.V<N>.<PROG.>

dove:

- CU sta per Applicazione (la sigla CU è mantenuta per compatibilità con precedenti versioni dei documenti)
- V<n> sta per Verticale numero <n> (secondo la sequenza consueta usata)
- <prog> è il progressivo di Caso d'Uso entro il Verticale di riferimento.

Quindi **CU.V1.2** indicherà la seconda Applicazione del verticale 1.

Se si esamina la tabella dei fabbisogni allegata, ogni foglio del file Excel che la costituisce è dotato di una colonna denominata "Doc.Rif.Prog." (documentazione di riferimento progettuale); in tale colonna sono indicati gli elementi del SIM che sono pensati per soddisfare tale fabbisogno.

Oltre alle Applicazioni (sigla iniziale "CU") possono essere riferiti anche altre tipologie di oggetti, descritti nei rispettivi capitoli principali di questo documento, secondo la tabella sotto riportata.

SIGLA	OGGETTO A CUI SI RIFERISCE
CU	Applicazioni
DS	Dotazioni specifiche
DT	Dati
RT	componenti di Reti

Figura 2 - Tabelle delle sigle usate in Elenco Fabbisogni

Per oggetti che sono trasversali ai vari tavoli verticali si utilizzerà la convenzione di mettere la sigla "V0" (Verticale zero) come sigla di area verticale.

Si noti che il capitolo "IL SISTEMA INFORMATIVO" (da pag. 8) è stato invece redatto con un occhio all'architettura generale di un moderno sistema informativo territoriale in quanto non deve solo rispondere alle esigenze espresse dagli stakeholder ad oggi ma deve essere in grado di rispondere a esigenze future estendendo le sue capacità, in termini di dati, funzioni software, applicativi verticale, numero di utenti e servizi esterni interfacciati, senza necessità di una rivisitazione del progetto.

1.6 Documenti di riferimento

RIF.	NOME FILE	DESCRIZIONE
[RD_1]	Aq Servizi Applicativi Allegato3 Capitolato Tecnico.pdf	Capitolato Tecnico di gara
[RD_2]	RT_AS_3016694_MITE_RTI_TIM.PDF	Relazione Tecnica di risposta alla gara da parte del RTI
[RD_3]	ALLEGATO 2 - 2 PNOT_Analisi Fabbisogni Buyers Group.docx	Analisi dei Fabbisogni del Buyers Group Mirror Copernicus: identificazione dei servizi tematici di riferimento
[RD_4]	AS_IS_master_v2.1.pdf	Documento di AS IS nella versione finale

Tabella 2 – Documenti di riferimento

1.7 Acronimi specifici utilizzati nel documento

ACRONIMO	DEFINIZIONE
ADA	Active Deformation Area
AGRAMS-t	Air&Ground Risk Analysis and Monitoring System tool
AI	Artificial Intelligence
API	Application Program Interface
ASR	Automatic Speech Recognition
ASI	Agenzia Spaziale Italiana (Italian Space Agency)
BEEP	Blocks Extensible Exchange Protocol
CCTA	Comando Carabinieri Tutela Ambientale

CNR	Consiglio Nazionale delle Ricerche
C.N.VV.F.	Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco
CoMaP	Copernicus Marketplace
CREA	Consiglio per la Ricerca in agricoltura e l'analisi dell'Economia Agraria
DDL	Data Definition Language
DESI	Digital Economy and Society Index
DevOps	Insieme di tecniche di sviluppo (Dev) e operazioni (Ops); definisce una metodologia che favorisce l'integrazione tra persone, processi e tecnologie al fine di offrire valore ai clienti in modo continuo
DGPICPMI	Direzione generale per la politica industriale, la competitività e le Piccole e Medie Imprese
DIAS	Data and Information Access Services
DL	Deep Learning
DON	Drone Operators Network
DPC	Dipartimento Protezione Civile
DPCM	Decreto del Presidente del Consiglio dei ministri
DW	Datawarehouse
ECSS	European Cooperation for Space Standardization
EGMS	European Ground Motion Service
EIF	European Interoperability Framework
ENAC	Ente Nazionale per l'Aviazione Civile
ENEA	Agenzia Nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile
EPN	European Permanent Network
ETL	Extract Translate and Load
EU	European Union
FSC	Fondo per lo Sviluppo e la Coesione
GEO	Geosynchronous Equatorial Orbit
GHG	Greenhouse Gases
GN	Geoportale Nazionale
GNSS	Global Navigation Satellite System
IA	Intelligenza artificiale (anche AI, Artificial Intelligence)
IAX-RPC	Java APIs for XML-based Remote Procedure Call
HTTP	HyperText Transfert Protocol
IA-MSGs	Infrastruttura Abilitante per il Mercato dei Servizi GeoSpaziali
IFFI	Inventario Fenomeni Franosi d'Italia
INFC	Inventario Nazionale delle Foreste e dei serbatoi di Carbonio
INGV-CPS	Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia – Centro Pericolosità Sismica
INGV-CPC	Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia – Centro Pericolosità Vulcanica
INGV-CAT	Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia – Centro Allerta Tsunami
INI	Infrastruttura Nazionale INSPIRE
ITU	International Telecommunication Union
ISPRA	Istituto Superiore per la Protezione e Ricerca Ambientale
MASE	Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica
MATTM	Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare
MEF	Ministero dell'Economia e delle Finanze
MIPAAF	Ministero delle Politiche Agricole, Alimentari e Forestali
MIBACT	Ministero per i Beni e le attività Culturali e del turismo
MISE	Ministero per lo Sviluppo Economico
MID	Ministero dell'Innovazione e della Digitalizzazione
MIT	Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
MD	Ministero Difesa
ML	Machine Learning
NLP	Natural-Language Processing

OAuth2	Open Authorization 2
OGC	Open Geospatial Consortium (https://www.ogc.org)
OLAP	On-Line Analytical Processing
OT	Osservazione della Terra
OWL	Web Ontology Language
PMI	Piccole e Medie Imprese
PON	Piano Operativo Nazionale
Ppl	Partenariato per l'Innovazione
PPP	Partenariato Pubblico Privato
PPR	Partenariato Pubblico Rilevante
PST	Piano straordinario di Telerilevamento
RAN	Rete Accelerometrica Nazionale
RDFS	Resource Description Framework
RdS	Repository di Sistema (è il contenitore centralizzato delle informazioni gestite dal SIM)
REST	REpresentational State Transfert
RMN	Rete Meteorologica Nazionale
RNDT	Repertorio Nazionale dei Dati Territoriali
RPAS	Remotely Piloted Aircraft System
RPC	Remote Procedure Call
RRN	Reter Radar Nazionale
RUAC	Responsabile Unico Attività Contrattuali
SAR	Synthetic Aperture Radar
SCC-PCN	Sistema Cartografico Cooperativo - Portale Cartografico Nazionale
SDG	Sustainable Development Goal
SIGRIAN	Sistema Informativo Risorse In Agricoltura Nazionale
SINAnet	Sistema informativo nazionale ambientale
SIRA	Sistema Informativo Regionale Ambientale
SIM	Sistema avanzato ed Integrato di Monitoraggio e previsione
SNPA	Sistema Nazionale della Protezione Ambientale
SNPC	Servizio Nazionale della Protezione Civile
SM	Stati Membri
TDD	Test Driven Development (Sviluppo orientate al superamento di test)
TRL	Technology Readiness Level
UAS	Unmanned Aerial Systems
UAM	Urban Air Mobility
UI	User Interface (Interfaccia Utente)
WSDL	Web Services Description Language
WFS	Web Feature Service (uno dei protocolli di interoperabilità cartografica standard OGC)
WMS	Web Map Service (uno dei protocolli di interoperabilità cartografica standard OGC)
WPS	Web Processing Service (protocollo OGC che fornisce regole per esporre servizi di elaborazione geospaziale).

Tabella 3 – Acronimi e definizioni

2 IL SISTEMA INFORMATIVO

2.1 Contesto di riferimento

Nell'architettura pensata per il SIM, **MODELLI E DATI** devono essere correlati al territorio e opportunamente georeferenziati; anche le componenti **GIS**, pertanto, rivestono un ruolo di primaria importanza.

Le direttrici di riferimento per la realizzazione del sistema sono definite a livello internazionale e devono essere prese a modello per tutti gli aspetti di progettazione e di implementazione.

Le iniziative in tal senso sono diverse e, tra queste, la **DestinE (Destination Earth)** è una delle principali a livello di Commissione europea. Il suo scopo è quello di sviluppare un modello digitale della Terra ad altissima precisione (il cosiddetto "gemello digitale" – cfr. *“Digital Ecosystems for Developing Digital Twins of the Earth: The Destination Earth Case”*) per fornire un contributo sostanziale al monitoraggio e alla previsione sia dei cambiamenti ambientali, sia dell'impatto umano a sostegno dello sviluppo sostenibile. Per raggiungere questo importante obiettivo, la Commissione ha svolto e continua a svolgere il ruolo di collettore delle eccellenze scientifiche ed industriali allo scopo di individuare le migliori tecnologie digitali e i più efficienti paradigmi e modelli di progettazione per contribuire efficacemente ad un futuro più sostenibile e digitale.

Tra gli elementi fondamentali di **DestinE** vi sono:

- l'adozione di una **piattaforma centrale aperta basata su cloud**, costituita da modelli digitali sicuri e di facile impiego;



Figura 3 – Piattaforma centrale aperta basata su cloud

- la costituzione di un **“Data Lake”**, cioè un vasto insieme di dati che nel contesto specifico è denominato **Big Earth Data (BED)** basato sulla federazione di fonti distribuite per favorirne l'utilizzo e l'integrazione;



Figura 4 - Data Lake

L'implementazione del **Data Lake BED** richiede lo sviluppo dei cosiddetti **Geoscience Digital Ecosystems (GEDs)**, i quali fanno affidamento su un impiego integrato di tecnologie (es. big data, intelligenza artificiale guidata dall'apprendimento e calcolo basato sul networking, ecc.).

Dal punto di vista progettuale occorre riferirsi al paradigma della **datafication**, ovvero la conversione di

tutti gli aspetti del dominio applicativo in dati quantificati, rappresentato in Figura 5 che prevede:

- **Data Collection**: la raccolta, aggregazione e contestualizzazione dei dati;
- **Deep insights generation**: il riconoscimento di opportune informazioni analizzando i dati raccolti;
- **Insights interpretation and actionable intelligence generation**: l'interpretazione delle informazioni estratte per sviluppare l'intelligence opportunamente profilata sulle esigenze degli utenti.

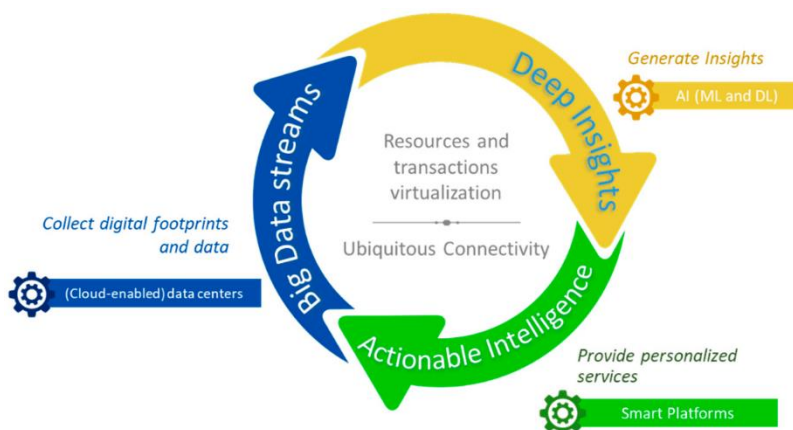


Figura 5 - Paradigma di datafication

In questo quadro, si inseriscono:

- il **Virtual Earth Cloud**, quale framework multi-cloud per supportare l'implementazione dei GDE e generare conoscenza relativamente alla sostenibilità ambientale e sociale;
- la possibilità di inquadramento del SIM all'interno del **Polo Strategico Nazionale (PSN)**, in coerenza con la strategia del Cloud Nazionale.

MODELLO DI RIFERIMENTO PER IL SIM - VIRTUAL EARTH CLOUD

Il SIM, coerentemente con le attuali politiche di intervento delineate dalle organizzazioni internazionali in merito allo sviluppo di Ecosistemi Digitali per la Scienza della Terra (i suddetti GEDs), si pone in continuità con le recenti pubblicazioni, disponibili in merito da parte esperti di settore (cfr. **“Virtual earth cloud: a multi-cloud framework for enabling geosciences digital ecosystems”**, S. Mattia e altri, *International Journal of Digital Earth*, gennaio 2023). A tal fine il SIM adotta quindi un approccio che vede un Virtual Earth Cloud come il modello architetturale di riferimento per l'aggregazione e disponibilità di risorse, servizi e dati.

Il Virtual Earth Cloud è il framework di integrazione multi-cloud per l'analisi dei dati del territorio, i cui utenti sono Resource Provider (attori che forniscono risorse; dati, analytics, ecc.), Application Developer (utenti che sfruttano le funzionalità del Virtual Earth Cloud per sviluppare applicativi verticali per lo specifico contesto di riferimento), End Users (attori che interagiscono con il Virtual Earth Cloud per mezzo degli applicativi verticali).

Di seguito si riporta una rappresentazione architetturale a tre livelli funzionali in cui si colloca il framework Virtual Earth Cloud. Lo strato di presentazione (Presentation Layer) ospita le applicazioni verticali, che implementano specifici casi d'uso di interesse dell'utente finale e che si integrano attraverso delle API con lo strato di Business Logic. Lo strato di Business Logic è l'ambiente Multi-Cloud che implementa tutte le funzionalità di elaborazione dati che intervengono sulle risorse messe a disposizione dagli Enterprise Systems. Gli Enterprise Systems sono dei sistemi autonomi, dedicati a gestire specifiche esigenze di contesto che esportano le proprie risorse informative (in particolare i dati) verso lo strato di Business Logic.

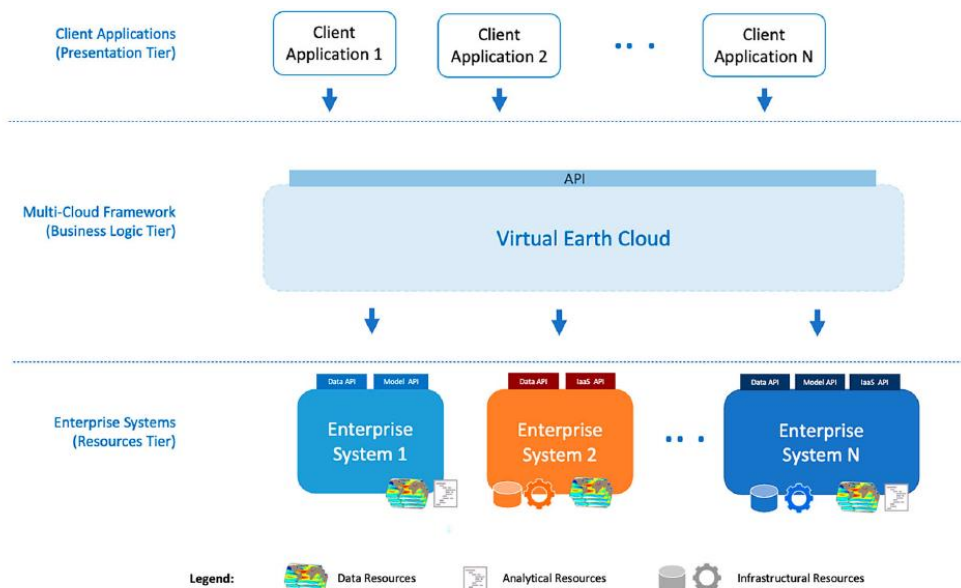


Figura 6 - Rappresentazione architetturale in cui si colloca il Virtual Earth Cloud

MODELLO DI IMPIEGO DEL PSN NEL CONTESTO SIM

In coerenza con la strategia del Cloud Nazionale, l'Amministrazione può aderire alla Convenzione del Polo Strategico Nazionale (PSN) ed utilizzare i servizi da questo messi a disposizione come elementi abilitanti per la piattaforma SIM.

Il PSN, infatti, offre un'infrastruttura cloud che soddisfa i requisiti di alta affidabilità, resilienza e indipendenza tecnologica, adeguati alle esigenze di mantenimento, disponibilità, sicurezza e gestione dati del SIM. Il PSN rende inoltre disponibile un insieme di servizi e tecnologie cloud abilitanti a supporto dell'erogazione del SIM stesso. I servizi infrastrutturali del PSN permettono quindi al SIM di beneficiare di notevoli vantaggi in termini di efficienza, sicurezza, semplificazione gestionale e costi di manutenzione.

La Convenzione PSN è stata concepita con il proposito di inserirsi nell'ambito degli obiettivi indicati dal Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza con particolare riferimento agli "Obiettivi Italia Digitale 2026", di cui al d.l. 16 luglio 2020, n. 76, per come convertito dalla legge 11 settembre 2020, n.120, nonché di quelli dettati dall'Agenzia per l'Italia Digitale - AgID per la realizzazione dell'Agenda Digitale Italiana, in coerenza con gli indirizzi del Presidente del Consiglio dei Ministri e del Ministro delegato.

Nello specifico, il Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza ha previsto specifici obiettivi per la transizione digitale con particolare riferimento agli "Obiettivi Italia Digitale 2026" – "Obiettivo 3 – Cloud e Infrastrutture Digitali" orientato alla migrazione dei dati e degli applicativi informatici delle singole amministrazioni. In questo contesto, e relativamente alla razionalizzazione e al consolidamento dei Data Center della Pubblica Amministrazione, si inserisce l'identificazione e la creazione del "Polo Strategico Nazionale" (nel seguito anche solo "PSN").

Il PSN può essere quindi un elemento fondamentale per la realizzazione del Framework Multi-Cloud del Virtual Earth Cloud e quindi del SIM. Nel seguito vengono descritte le risorse che il PSN può mettere a disposizione e il loro possibile utilizzo nel contesto della realizzazione del SIM.

2.2 Scelte progettuali

Durante la prima fase della progettazione di massima del SIM il primo compito dei progettisti, una volta confrontatisi con le esigenze emerse dagli stakeholder e con le esperienze applicative dei facenti parte del Gruppo di esperti verticali del RTI, è stato quello di definire le linee guida per la progettazione del sistema, tenendo conto delle più recenti tendenze in ambito e con particolare riferimento ad alcune caratteristiche architetturali/applicative che lo caratterizzano.

I capitoli seguenti descrivono ogni scelta effettuata rispetto ad alcuni aspetti chiave della progettazione del sistema.

2.2.1 Attore in una federazione di sistemi

La prima scelta a cui si sono trovati di fronte i progettisti è stata quella di definire l'impostazione generale su cui il sistema deve basarsi, con particolare riferimento alle sue relazioni con altri sistemi che hanno in carico aspetti di monitoraggio e/o previsione e che sono in uso presso gli stakeholder individuati in fase di predisposizione della gara di appalto per la progettazione.

La scelta progettuale effettuata, in linea con lo stato dell'arte di progetti simili, sia in Italia che all'estero, è stata quella di disegnare un sistema che non si sostituisca ad alcuno dei sistemi esistenti bensì si ponga in un'ottica di interoperabilità spinta con i sistemi stessi, riuniti in una federazione.

Sono quindi stati identificati un primo pool di Sistemi facenti parte della federazione SIM; tali sistemi che rappresentano i sistemi informativi degli stakeholder sono in questo documento denominati **Sistemi Federati**. Caratteristica di un Sistema Federato è la sua capacità di interagire con le risorse messe a disposizione dal SIM e a sua volta essere potenzialmente fornitori di risorse (dati, algoritmi).

Il SIM si configura quindi come un sistema che si affianca ai sistemi esistenti con cui entra in collaborazione (Sistemi Federati) mettendo a disposizione, con varie modalità tecniche, oggetti che rientrano nelle seguenti classi:

- **Dati in senso stretto**, ossia veri e propri dataset di dati ambientali di varia natura (es. layer geografici, tabelle di dati alfanumerici, documenti, immagini, grafici, matrici, serie storiche, ecc.)
- **Metadati**, che descrivono le risorse messe a disposizione dal SIM sotto forma di dati, algoritmi, modelli, workflow, applicazioni disponibili tramite il sistema
- **Servizi di elaborazione dati**, comprensivi sia di funzioni di elaborazione geografica dei dati sia di algoritmi complessi, da utilizzare in varie modalità
- **Flussi di lavoro** (Workflow) da utilizzare per operazioni ripetitive sui dati del sistema
- **Widget** per la composizione di interfacce utente
- **Applicazioni** in affiancamento ai sistemi esistenti o come sistemi di riferimento per gli utenti che siano privi di applicazioni o vogliano sostituire alcune tra quelle esistenti. Le Applicazioni sono declinate in due grandi gruppi: Applicazioni Verticali, che sono finalizzate a supportare gli stakeholder per specifiche attività, e Applicazioni Orizzontali, che forniscono funzionalità di uso generale per esigenze trasversali alle Aree Verticali.

Conseguenza di questa scelta "di base" sul ruolo del SIM derivano poi le scelte di dettaglio che saranno espone nel prosieguo di questo documento.

2.2.2 Organizzato per moduli cooperanti

Dopo aver definite le caratteristiche generali del sistema si è passati a definire l'impostazione architeturale generale.

Una scelta progettuale di forte impatto ha riguardato **l'organizzazione del sistema in moduli cooperanti**, in grado quindi di svolgere specifiche funzioni applicative coordinandosi con gli altri componenti software che costituiscono il sistema informativo in progetto.

Questa scelta, che comporta una **forte orientazione agli oggetti** della programmazione informatica e una strutturazione a servizi, è in linea con le più moderne architetture di sistemi software complessi; garantisce la possibilità di scomporre le attività di sviluppo in elementi autonomi, favorendo la parallelizzazione del processo produttivo e il controllo dell'erogazione del software tramite processi di *continuous integration*.

Una **progettazione a servizi** favorisce il disaccoppiamento degli strati del software rendendo autonomi la parte di *presentation* dalle logiche applicative e di storage delle informazioni. Minimizza quindi l'impatto sul sistema causato da modifiche delle logiche di business, interne o di sistemi cooperanti, o dal variare delle condizioni di fornitura di dati e processi elaborativi da parte di sistemi terzi, interoperanti col sistema in progetto.

Favorisce inoltre l'applicazione del modello di sviluppo Test Driven (TDD); questo modello prevede un workflow di sviluppo del software che parte dalla scrittura di elementari casi di test che vengono eseguiti automaticamente e a scadenze prefissate per testare la validità del software in sviluppo; la scrittura del software di test avviene prima della scrittura del software vero e proprio. Si assiste così a un flusso di sviluppo che passa da tre fasi distinte ("Rossa" quando è stato scritto solo il sw di test per quella data unità di programma e che quindi causa il fallimento del test per mancanza del software da testare; "verde" quando, dopo uno o più tentativi, il software passa il test e diviene utilizzabile; "refactoring" dove il software viene ottimizzato per essere compatibile con le specifiche di qualità attese). Questo modello garantisce, con il suo controllo ripetuto e automatico del software, che non siano inclusi in una nuova versione errori di regressione dovuti all'aggiunta di nuove parti di codice informatico, e si presta molto a uno sviluppo progressivo di funzionalità, ideale per una conduzione della produzione secondo metodologie Agili quali quella SCRUM.

2.2.3 Sistema nativo per Cloud

Le modalità di deploy e funzionamento del sistema possono avere forte impatto con la sua efficienza e dinamicità nella capacità di risposta e nell'usabilità da parte degli utenti.

Una delle linee guida del sistema è quella di essere pensato per un approccio cloud. Tale approccio prevede che tutti i servizi resi disponibili agli utenti finali (siano essi persone fisiche o sistemi software) siano fruiti tramite una rete che supporta il paradigma Internet e messi a disposizione secondo varie tipologie di servizio.

Nel caso del SIM si prevede un servizio di tipo **IAAS (Infrastructure As A Service)**; tale approccio prevede che siano messe a disposizione, oltre a una piattaforma software composta da programmi, servizi, librerie di funzioni da utilizzare per l'esecuzione delle logiche di business del sistema (approccio **PAAS – Platform As A Service**), risorse hardware che vengono dinamicamente assegnate (in modo automatico o tramite consolle di amministrazione) a un dato utente (fisico o sistema software) prendendole da un insieme disponibile all'intero sistema. In questo modo sono condivisibili in modo ottimizzato, al momento in cui sorgono le esigenze, tutte le risorse fisiche che compongono la dotazione del sistema, siano esse potenza di calcolo, RAM, banda di connessione, storage, ecc. Un meccanismo di rilascio consente di rendere disponibile una risorsa quando l'utente termina di usarla. Questa dinamicità fa ben comprendere i vantaggi di questo approccio, in termine di efficienza delle risposte del software e di economicità, basti pensare che invece di dimensionare l'hardware come somma delle necessità di picco di ogni applicazione/utente si può dimensionare tenendo conto che i picchi non sono mai concorrenti per cui la possibilità di condividere risorse al momento della necessità consente significativi risparmi nonché la sicurezza che picchi improvvisi di richieste possono essere gestiti.

2.2.4 Basato su componenti software Open-Source

La realizzazione del SIM richiede lo sviluppo e l'integrazione di varie componenti software che potrebbero essere il frutto dell'azione di una comunità di sviluppatori indipendenti che mettono il risultati del loro lavoro a disposizione, con varie modalità, di altri sviluppatori/utilizzatori (software open-source) oppure rappresentare prodotti industriali il cui sviluppo è totalmente sotto il controllo di una determinata casa produttrice che rilascia licenze d'uso (ma non di modifica) a chi le acquista in base a cataloghi definiti.

Il sistema proposto è pensato per essere **progettato e realizzato tramite componenti software open-source**; quindi, senza dover ricorrere a software prodotto da industrie che ne detengono i diritti e, soprattutto, i codici sorgenti. Naturalmente sarà necessaria una attività di progettazione specifica del sistema e scrittura di codice ad-hoc, ma si ritiene che l'utilizzo di componenti di base open-source (es. un RDBMS su cui basare il repository del sistema, il server GIS per la pubblicazione di layer cartografici o informazioni associate a ciascun elemento del layer, ecc.) che mettano a disposizione funzioni e servizi di uso generale garantiscano una alta qualità del prodotto e una forte riduzione dei tempi di sviluppo.

Ovviamente **questa scelta non deve penalizzare la capacità di dialogo con sistemi basati su componenti industriali**; quindi, la massima attenzione verrà posta nell'utilizzare protocolli di

interoperabilità standard, supportati largamente sia dal mondo open-source sia dai principali produttori di software industriale.

Questa scelta non è dovuta a considerazioni economiche, che pure sono da tenere in considerazione; open-source, infatti, open source non è sinonimo di “gratuito” bensì di un approccio che garantisce la libera circolazione del codice sorgente e la sua manipolazione, comunque soggetta a regole definite dalle varie licenze sotto le quali ricadono i vari prodotti di base che possono essere utilizzati.

In genere l’uso di un componente open-source permette di “ereditare” esperienza e lavoro effettuato da una comunità dedita all’ideazione e manutenzione di uno specifico prodotto, comunità che consente a chiunque di contribuire con estensioni, bug-fixing e attività di suggerimento per nuove funzionalità.

2.2.5 Forte uso di protocolli di interoperabilità

Il SIM si pone come sistema di raccordo tra vari poli federati a cui fornisce dati, modelli di calcolo, interfacce, in un’ottica di forte integrazione tra sistemi. Questo approccio richiede una forte interazione tra sistemi realizzabile grazie a un uso sistematico di protocolli di interoperabilità che garantiscano l’utilizzo distribuito di dati e modelli di calcoli.

Riguardo ai dati, se, come esposto nel § 2.2.5.1 (“L’interoperabilità cartografica”), i sistemi cartografici possono godere di una normalizzazione dei protocolli di interazione, grazie anche all’attività di un ente terzo (OGC) che provvede a dettare specifiche stringenti per la definizione dei vari protocolli riconosciuti, diverso è il caso di interscambio dati non geografici. In questo caso è necessario realizzare specifiche API che si appoggiano sui protocolli http/https e dotare il sistema di un API manager come descritto al § 2.5.3.3 (da pag. 74).

Rispetto alle norme sull’interoperabilità, il SIM è coerente con i principi definiti dall’*European Interoperability Framework (EIF)* (come descritto nella Comunicazione COM (2017) 134 della Commissione Europea adottata in data 23/3/2017). È inoltre conforme con le “Linee guida sull’interoperabilità tecnica delle Pubbliche Amministrazioni” (che definiscono l’insieme delle tecnologie, i pattern e i profili di interoperabilità) e le “Linee guida Tecnologie e standard per la sicurezza dell’interoperabilità tramite API dei sistemi informatici” (che indicano le soluzioni tecniche idonee a garantire l’autenticazione e la protezione dei sistemi coinvolti nonché l’integrità e la riservatezza dei dati scambiati) entrambe dettate da AgID (vedere anche “Determinazione n.547 del 1/10/2021”, “Avviso AgID n.18 del 15/4/2022” e “Determinazione n.341 del 14/12/2022”).

Questo, come richiesto dalle norme sopra citate, consente di progettare ed esporre API conformi agli standard consolidati anche in ambito EU, garantendo:

- **tracciabilità completa delle evoluzioni delle API** grazie al versioning che garantisce problemi di regressione nell’uso
- **limitazioni di utilizzo di ciascuna API in base alle sue caratteristiche**
- **tracciabilità delle richieste** ricevute e del loro esito
- **configurazione scalabile** delle risorse
- **documentazione coordinata** con le varie versioni delle API per garantire un corretto uso in fase di programmazione

Oltre ai dati di vario tipo, un’altra tipologia di componenti che SIM espone in interoperabilità è quella dei modelli di calcolo e dei workflow. L’invocazione di un modello o di un workflow richiede, oltre alla disponibilità di servizi che consentano di consultare il catalogo di detti oggetti e di scegliere quello idoneo alle proprie esigenze, la definizione di regole per la standardizzazione dei valori in input e di output e per l’invocazione del modello.

Per sfruttare l’opera di standardizzazione effettuata dall’OGC e per evitare un diverso approccio tra modelli di elaborazione geografica e non geografica, SIM adotta lo standard di interfaccia WPS (Web Processing Service) per entrambe le tipologie di servizi. Lo standard WPS definisce come un client richiede l’esecuzione di un processo e come ne viene gestito l’output. Definisce inoltre un’interfaccia che facilita la pubblicazione di processi e la scoperta e l’associazione di tali processi da parte dei

client. I dati richiesti dal WPS possono essere forniti attraverso una rete o possono essere disponibili sul server.

Anche se proposto inizialmente per elaborazioni di tipo spaziale, WPS può essere implementato per descrivere qualsiasi modello di calcolo e attivarlo come servizio web.

WPS supporta l'esposizione simultanea dei processi tramite HTTP GET, HTTP POST e SOAP, consentendo così al client di scegliere il meccanismo di interfaccia più appropriato.

2.2.5.1 L'interoperabilità cartografica

Il SIM deve gestire una quantità estremamente significativa di dati geografici, in vari formati nativi e con varie caratteristiche tecniche. Come vedremo nel capitolo "Banca dati distribuita" a pag. 16, tali dati non saranno memorizzati tutti in un repository centrale ma saranno distribuiti in vari sistemi in funzione del produttore di tali dati. Questo comporta che deve essere definito un protocollo di interscambio dati tra i sistemi periferici e il sistema centrale, che avrà anche il compito di reindirizzare tali dati verso i soggetti richiedenti.

Per garantire la massima trasparenza e il minimo impatto verso i sistemi fornitori o consumatori di dati geografici, il SIM fa grande uso di protocolli di interoperabilità cartografica, sia standard de iure che de-facto.

Il riferimento principe per la formalizzazione dei protocolli standard de-iure è l'[Open Geospatial Consortium](https://www.ogc.org) (<https://www.ogc.org>), abbreviato in OGC, che pubblica tutti gli standard che regolano la definizione delle varie tipologie di dato geografico, i protocolli di cooperazione cartografica tra sistemi e modelli di riferimento.

L'OGC è una organizzazione no-profit vero e proprio riferimento internazionale per lo sviluppo di standard per servizi basati sulla localizzazione geografica; pubblica documenti tecnici che definiscono gli standard a cui i vari progettisti di sistemi che usufruiscono di dati geospaziali si possono riferire per costruire interfacce aperte e definire codifiche all'interno dei loro sistemi così da realizzare scenari di interoperabilità tra software.

Senza esaminare in dettaglio tali protocolli, descritti compiutamente sul sito dell'OGC già citato in precedenza, soffermiamoci sui concetti fondamentali che regolano le procedure di interscambio dati geografici tramite cooperazione applicativa standard.

Nel descrivere un elemento da cartografare è necessaria una serie di passi che sono:

- si definisce il modello dati con cui si intende rimappare la realtà, identificando le varie classi di oggetti da gestire e le loro caratteristiche. Per esempio, per rappresentare la realtà della distribuzione delle proprietà terriere, così come registrate nel Catasto Nazionale, è necessario pensare a un modello che contiene oggetti che descrivono i limiti di particella, quelli che descrivono i limiti di ciascun fabbricato, quelli che servono per posizionare segni grafici di inclusione tipici delle mappe catastali, scritte e quant'altro si ritiene necessario. Ogni oggetto avrà una sua tipologia geometrica (punto, poligonale (semplice o multipla), Area (semplice, multipla con enclavi o exclavi);
- si registrano le caratteristiche geometriche (forma e localizzazione geografica) di ogni elemento che compone la nostra mappa, suddividendoli in layer ciascuno contenente delle specifiche classi di oggetti e gli si associa le relative informazioni alfanumeriche;
- si assegna a ciascuna classe di oggetti una regola di disegno (es, linee continue sottili nere per i confini di edificato riempite da un puntinato grigio, linee continue rosse per delineare i limiti di particella, ecc.);
- su richiesta di ogni applicazione si riproduce il disegno della mappa relativo all'area e con una scala necessaria
- si visualizza l'immagine così fornita su un'area dell'interfaccia utente dell'applicazione che ha fatto la richiesta.

Nel caso tutti i dati stiano in un unico sistema informativo le operazioni sopra riportate avvengono senza necessità di far intervenire protocolli di comunicazione specifici; il sistema server GIS legge i

vari layer degli oggetti desiderati, eventualmente li converte nel sistema cartografico di riferimento prescelto, li graficizza, li sovrappone e compone l'immagine da mandare all'utente.

Qualora i dati risiedano su più sistemi diversi, come sarà nel caso del SIM (vedere anche capitolo "Banca dati distribuita" da pag. 16), si pone il problema di accedere ai dati nelle loro varie localizzazioni, graficizzarli e comporli in una unica vista. Se il SIM potesse accedere alle varie banche dati, e conoscesse le regole di rappresentazione di ciascun layer, il processo replicherebbe lo stesso meccanismo dell'applicazione a server unico. In questo caso però emergono due aspetti critici:

- **la sicurezza:** infatti sistemi esterni dovrebbero dare accesso diretto alle loro banche dati, aprendo falle di sicurezza difficilmente gestibili
- **l'efficienza:** il processo di produzione della mappa dovrebbe fare ricorso solo alle capacità di calcolo del sistema chiamante, lasciando inutilizzati i server sotto i quali risiede la banca dati che fornisce i dati esterni

Il paradigma a sistemi cooperanti prevede un diverso flusso di azioni, che viene di seguito esemplificato:

- supponiamo che la mappa di interesse debba essere composta con due livelli informativi: L1 e L2. Lo strato L1 è composto da oggetti che stanno sul server del sistema che necessita di produrre la mappa in questione (denominato S1) mentre L2 si basa su dati che stanno in un secondo sistema S2;
- ogni sistema ha un suo repository in cui risiede la banca dati e un suo server GIS (chiamiamoli SG1 e SG2);
- S1 riceve da un suo client la richiesta di composizione della mappa; il sistema conosce la localizzazione di L1 e L2 quindi:
 - ♦ chiama SG1 e gli chiede di produrre la grafica per lo strato L1, così come risultante nel sistema di riferimento cartografico scelto dal chiamante, e di fornirla all'applicativo secondo uno specifico protocollo di interoperabilità cartografica supportato da entrambi i sistemi
 - ♦ chiama SG2 e gli chiede di produrre la grafica per lo strato L2, così come risultante nel sistema di riferimento cartografico scelto dal chiamante, e di fornirla all'applicativo secondo uno specifico protocollo di interoperabilità cartografica supportato da entrambi i sistemi
- i due server GIS lavorano, in parallelo, utilizzando le risorse dei sistemi che li ospitano; quindi, ottimizzando le operazioni e sfruttando tutte le tecniche che ciascun server ha a disposizione (es. indici spaziali per accedere velocemente alla porzione di territorio di interesse)
- l'applicativo che sta su S1 riceve L1 e L2 dialogando con SG1 e SG2 tramite i protocolli di interoperabilità e fonde i due strati in un'unica mappa che rende disponibile all'interfaccia utente.

Da questo, estremamente semplificato, workflow si notano le seguenti cose:

- il flusso permette a ciascun sistema di processare la parte di dati di sua competenza, utilizzando le strategie proprie della sua architettura e le risorse di calcolo che ha a disposizione
- non c'è accesso da parte del sistema chiamante ai dati del secondo sistema; quello che viene scambiato è il risultato della elaborazione sui propri dati, sotto forma di immagini che poi vengono composte dall'applicazione che ha generato la richiesta. Ogni server lavora indipendentemente, limitandosi a semplici messaggi di richiesta e rispondendo con una immagine immodificabile. Non ci sono particolari problemi di sicurezza dei dati
- ogni server sa come trasformare i dati in grafica in quanto fa affidamento sulle indicazioni che sono state inserite nel proprio sistema, senza che il chiamante debba conoscerne le regole; si limita ad apprezzarne il risultato finale

Ecco, quindi, come si possono sintetizzare, anche se in modo estremamente schematico, i vantaggi di questo approccio:

- nessuna necessità di trasferire i dati da un sistema all'altro; viene scambiato solo risultato in risposta a una specifica richiesta (es. una immagine della sola porzione di territorio di interesse)

- nessuna necessità che un sistema debba accedere alla banca dati di competenza di un altro sistema, evitando tutti i problemi di sicurezza impliciti in questi accessi;
- nessuna necessità di conoscere le regole di graficizzazione degli oggetti che risiedono su un altro sistema, quindi non c'è scambio né di dati né di regole di rappresentazione;
- ottimizzazione dell'uso delle risorse di calcolo; ogni sistema può lavorare in parallelo per compiere il proprio task, scambiando solo il risultato finale;
- il trasferimento tra fornitore e consumatore avviene solo per la porzione di dati necessaria all'utilizzo del momento
- massima flessibilità nello scalare un sistema rispetto a un altro; le logiche che stanno dietro al mero scambio di messaggi sono trasparenti per gli altri sistemi;
- massima resilienza al modificare delle logiche di business o del deploy fisico dei sistemi. Una modifica delle logiche di calcolo di un sistema o della distribuzione delle sue risorse interne non si ripercuote sulle modalità di utilizzo dei dati stessi in quanto lo strato di accesso resta invariato.

La schematizzazione sopra riportata non tiene conto di tutta una serie di fattori e delle diversità tra i protocolli che sono stati definiti per il trattamento dei dati geografici secondo il paradigma dell'interoperabilità.

Esistono protocolli diversi specializzati per esigenze applicative diverse e per il trattamento di tipologie di dati diversi; gli standard non si limitano al trattamento delle singole *feature* di dati geografici ma si estendono alla gestione di metadati e ai oggetti e vari campi applicativi ma le logiche generali, e i vantaggi sopra esposti, restano mutatis-mutandis invariati.

L'interoperabilità cartografica non si limita ai protocolli dettati dall'OGC ma comprende altre proposte effettuate da importanti vendor o organizzazioni no profit che nel tempo hanno proposto la loro soluzione. Nella progettazione di dettaglio del sistema, che esula dagli obiettivi del presente documento, sarà necessario effettuare una disamina delle caratteristiche dei protocolli più idonei a coprire le esigenze applicative del SIM e delle sue necessità di dialogo con i sistemi federati.

Il SIM dovrà supportare i principali protocolli di interoperabilità come descritto nel capitolo "Componente I/O dati sistemi federati" da pag. 72.

2.2.6 Banca dati distribuita

Una delle componenti principali del SIM è la banca dati a cui i vari applicativi, sia forniti dal sistema stesso sia operanti sui sistemi federati, possono trovare le informazioni di interesse.

La scelta dei progettisti è stata quella di proporre un approccio alla gestione di dati e servizi basato non su una banca dati centralizzata ma su un concetto di **repository distribuito**. Secondo questo approccio, il SIM avrà un suo repository (RdS) in cui la componente dati sarà presente solo per i layer che verranno realizzati ad hoc dal progetto e che non troveranno collocazione negli altri sistemi federati. Tutto il resto della componente informativa sarà lasciato sui sistemi, federati o di istituzioni e aziende, che ne detengono la proprietà (legale e/o intellettuale). Solo al momento della richiesta al SIM da parte di un dato utente (sia esso un utente fisico o un processo automatizzato), le logiche di business del sistema provvederanno a identificare nella rete il servizio che ha il compito di fornire il dato richiesto e lo veicheranno, tramite protocolli di interoperabilità, al chiamante. Per ottenere questo risultato è necessario che nel repository del SIM siano memorizzati, non solo i dati di specifica proprietà del sistema stesso ma anche tutti i metadati che descrivono compiutamente le informazioni comunque raggiungibili.

Questa scelta presenta svariati vantaggi, tra i quali possiamo citare i seguenti:

- **riduce drasticamente le risorse di spazio disco** necessarie per implementare la banca dati
- **evita tutte le operazioni di riallineamento** tra il contenuto della banca dati e quello delle banche dati originali dei fornitori

- **garantisce l'accesso a dati certificati** e nell'ultima versione disponibile, evitando quindi eventuali utilizzi di copie obsolete o parziali
- nel caso i dati in oggetto siano dato geografici, l'uso di protocolli di cooperazione cartografica permettono, in molti casi, di **ottenere dati già "vestiti" dell'opportuna grafica**, evitando quindi l'overhead elaborativo dovuto alla necessità di graficizzare i dati grezzi.

Di contro questa soluzione presenta alcuni aspetti che devono essere attentamente valutati in fase di realizzazione del SIM. In particolare:

- **rischio che alcuni link di accesso ai dati diventino obsoleti** per variazioni avvenute a livello del sistema che fornisce il dato (es. per un cambio di organizzazione del sistema stesso, per cambio di politiche di esposizione dati verso l'esterno, ecc.)
- **rischio di una indisponibilità momentanea del dato** per occasionale inattività o irraggiungibilità del sistema fornitore. Rientrano in questo caso anche situazioni di crisi nel funzionamento del sistema fornitore dei dati che causino rallentamenti non compatibili con l'usabilità dei dati stessi.

Queste due situazioni, che sembrano simili, devono essere invece trattate in modo diverso. Nel primo caso il link non sarà mai più utilizzabile, nel secondo si tratta di una indisponibilità momentanea (di durata imprevedibile).

A questi inconvenienti si potrà ovviare in fase realizzative creando dei sistemi automatici di watchdog che identifichino i link non funzionanti e implementino una politica di valutazione se si tratta di una indisponibilità passeggera o definitiva.

Qualora alcuni livelli siano considerati fondamentali e a rischio di indisponibilità si potranno creare delle modalità di produzione automatica di livelli di cache di dati resi accessibili solo se il dato originale dovesse risultare momentaneamente indisponibile.

2.2.7 Scelta degli oggetti tramite un potente motore di indagine sui metadati

Uno degli aspetti fondanti del nuovo SIM è la sua capacità di mettere a disposizione, in modo condiviso e diffuso, tutti i dati disponibili relativi alla composizione morfologica del territorio nazionale, ad eventi che su di esso insistono e che possono essere origine di situazioni critiche per la qualità dell'ambiente e per la sicurezza di persone e infrastrutture, nonché i modelli previsionali e le altre tipologie di oggetti (§ 2.5.2.2, pag. 61) che sono disponibili tramite il SIM.

La disponibilità di un numero sempre maggiore di informazioni di carattere ambientale e di strumenti per il loro trattamento, se da un lato rappresenta una vera ricchezza per tutti coloro che studiano lo stato di salute del territorio nazionale e che si prodigano per garantire la sicurezza e la legalità degli interventi effettuati sull'ambiente, rappresentando una base imprescindibile per l'applicazione delle più avanzate tecnologie di monitoraggio e previsione, dall'altro propone un problema di identificazione degli oggetti più adatti entro la grande quantità disponibile, rischiando che la grande disponibilità di informazioni e strumenti diventi un ostacolo invece di un fattore di vantaggio.

Pertanto, una **grande attenzione è posta nel fornire il sistema di servizi di ricerca e selezione dei dati, modelli e altri oggetti disponibili nel SIM** da usare tra la grande quantità messa a disposizione.

Il sistema è essere dotato di un motore di ricerca che acceda ai metadati compilati in fase di raccolta delle fonti e di creazione degli oggetti e consenta, attraverso una operatività semplice e intuitiva, di consultare la popolazione di elementi disponibili, esaminarne le caratteristiche e, volendo, selezionarli per l'utilizzo (Per esempio, sarà possibile, una volta selezionato un layer cartografico tramite gli strumenti di ricerca e consultazione messi a disposizione da questo sottosistema, sovrapporlo al resto dei layer che si sta consultando nella mappa in uso ed utilizzarlo con le funzioni rese disponibili dall'applicazione che si sta utilizzando).

I metadati che descrivono le fonti informative sono corredati di opportune ontologie atte a valorizzare le specificità e le relazioni semantiche delle fonti. Come in disegno tridimensionale se si cambia il punto di vista, oggetti che prima apparivano lontani ora sono vicini, e viceversa, attraverso l'utilizzo di diverse ontologie l'utente potrà osservare i metadati da varie angolazioni per mettere in evidenza gli aspetti che in quel momento lo interessano.

Per valorizzare i metadati saranno definite delle ontologie adatte, sia riprese dai vari stakeholder del SIM (ad esempio, [MASE](#), [MIPAF](#), [CUFAA](#), [ISPRA](#), [CNR](#), ecc.) sia costruite ad hoc per le esigenze degli utilizzatori del sistema.

Oltre all'uso di ontologie, [SIM è dotato di un motore di ricerca semantica aumentata](#) che consente di migliorare l'accuratezza della ricerca dei livelli informativi interpretando gli intenti dell'utente e il significato contestuale delle parole utilizzate per la ricerca al fine di generare estrazioni di livelli informativi più aderenti alle esigenze dell'utilizzatore.

Il sistema proposto garantisce alcuni *shortcut* da applicare alla richiesta (es. "il dato più recente tra quei che rispondono a questi requisiti...") e la possibilità di salvare scelte per poterle riutilizzare in successive selezioni.

Si noti che i gli oggetti resi disponibili dal sistema di navigazione dei metadati (cfr. § "ANALISI E CONOSCENZA" da pag. 76) saranno comunque soggetti alle regole di profilazione degli utenti per cui metteranno a disposizione di ciascun utilizzatore solo i metadati che descrivono elementi a cui l'utente ha accesso (in una delle forme previste, es. sola consultazione, consultazione ed uso, consultazione uso e modifica, ecc.).

Il sottosistema fornisce non solo le interfacce di consultazione e selezione dei dati tramite "navigazione" all'interno del mondo dei metadati ma anche gli [strumenti di popolamento automatico](#), per lettura dei metadati dai sistemi fornitori, della banca dati dei metadati o per editing interattivo da parte degli amministratori del sistema o dei proprietari dei dati messi a comune.

2.2.8 Profilazione granulare

Come già espresso in altre parti del presente documento, in considerazione della loro caratteristica di sensibilità ad usi impropri e riservatezza, per i dati variamente accessibili dal SIM è garantita la massima sicurezza dal punto di vista informatico e una segmentazione degli utenti abilitati che assicura che solo quelli che sono effettivamente ed ufficialmente abilitati al loro uso possono accedere ad alcune fonti informative.

Per rispondere alle richieste di protezione dall'uso improprio dei dati messi a disposizione dal SIM, il sistema garantisce, oltre a una autenticazione che coerente con le indicazioni correnti in termine di sicurezza degli accessi a sistemi informatici della P.A., la possibilità di profilare in modo granulare le capacità di utilizzo di ciascun utente che sia ammesso all'utilizzo del sistema.

Il sistema prevede quindi la possibilità di definire non solo quali utenti siano abilitati all'uso, e le rispettive modalità di autenticazione, ma anche la possibilità di associare a ciascuno di essi le risorse messe a disposizione dal sistema che possono utilizzare.

Per ogni utente, eventualmente raggruppato in insiemi omogenei di utilizzatori (profili), [sono quindi definibili, attraverso una apposita applicazione di gestione del sistema, sia le applicazioni verticali che le funzionalità a cui potrà avere accesso sia l'insieme di dati su cui tali funzionalità potranno essere applicate.](#)

2.2.9 Tracciamento di dettaglio delle operazioni

Il sistema in progetto non ha attualmente eguali sul territorio nazionale; non si hanno quindi informazioni sull'utilizzo che possono servire come base progettuale per attribuire risorse alle varie sezioni in cui il sistema sarà articolato. Inoltre, la dinamicità del settore di monitoraggio e previsione ambientale richiede un meccanismo che sia in grado di comprendere dove si accentrano le richieste degli operatori e dove invece il sistema potrebbe avere necessità di sviluppi successivi.

Se alle considerazioni sopra espresse si aggiunge la riservatezza di alcune delle informazioni trattate, si comprende come sia necessario dotare il sistema di un ambiente di monitoraggio degli utilizzi.

In base alle considerazioni sopra riportate, si è ritenuto necessario dotare il sistema di una serie di funzionalità interne che consentano di tenere traccia di tutti gli utilizzi che i vari utilizzatori faranno del sistema. Le informazioni, registrate in modalità conformi all'attuale normativa sulla privacy, dovranno permettere di risalire a tutta la catena di azioni che ciascun utente (o processo automatico) ha effettuato sul sistema.

Le informazioni, che vanno a comporre un registro salvato entro il RdS, devono poter essere visualizzate in appositi report, eventualmente filtrate, organizzate e sottoposte a operazioni di analisi statistica per fornire ai gestori del sistema tutte le informazioni necessarie a una corretta gestione e manutenzione correttiva (es. per eliminare eventuali bug o per aumentare la velocità di esecuzione di operazioni ad alto grado di utilizzo).

2.2.10 Produttore di livelli cartografici fruibili in interoperabilità standard O.G.C.

Come detto in precedenza, il sistema deve poter conservare entro il suo repository dati geografici da rendere disponibili, insieme a quelli forniti dai sistemi federati, ai vari utilizzatori.

È quindi necessario che sia in grado di produrre ed esporre layer cartografici prodotti con i dati presenti al suo interno così da renderli fruibili ai vari sistemi esterni.

Per rispondere a questa esigenza è stato previsto che tra i componenti software che comporranno il SIM vi sia un server cartografico in grado di produrre ed esporre servizi cartografici secondo i più diffusi standard di interoperabilità cartografica secondo i dettami dell'OGC in modo da garantire il loro consumo da parte di tutti i sistemi che supportino tali convenzioni.

Si deve considerare che ormai protocolli standard come WMS e WFS sono ormai recepiti non solo da sistemi open-source ma anche dai principali prodotti industriali, garantendo la circolazione dei dati cartografici tra piattaforme diverse.

2.3 Una vista d'insieme delle caratteristiche del SIM

Il sistema è visto come un nodo, centrale, di una costellazione di sistemi cooperanti (Sistemi Federati) che possono condividere informazioni ed oggetti applicativi e a cui il sistema stesso fornisce non solo **DATI**, di vario genere e presenti entro il RdS oppure acceduti via interoperabilità con fornitori terzi, ma anche **OGGETTI** di varia natura (§ 2.5.2.2 da pag. 61).

Gli oggetti serviti dal SIM sono raccolti in un modo strutturato entro un repository centrale (RdS) ed esposti come servizi in varie modalità, sotto l'orchestrazione del sottosistema "ESPOSITORE DI SERVIZI" (§ 2.5.3.3 da pag. 74)

Gli algoritmi e gli oggetti che implementano componenti atomici di calcolo (es. i tools di elaborazione cartografica, quelli di produzione di grafici o report) sono consumabili sia in modalità "as a service", "as a tool" e come componenti atomici di workflow. I servizi consumabili *as a service* permettono di sfruttare sia la logica algoritmica che i dati del sistema, quindi si configurano come una black-box che riceve in input solo parametri di partenza (es. valori alfanumerici o oggetti geografici) e ritorna il risultato atteso. I servizi in modalità *as a tool* permettono di sfruttare la sola componente algoritmica, mentre la componente dati, anche qualora fornita dal sistema, deve essere specificata dal chiamante che può usare sia dati propri che quelli acceduti tramite il sistema. I servizi possono essere visti anche come componenti di un flusso di elaborazioni, definibile attraverso un apposito strumento di disegno che permette di comporre interattivamente un workflow articolato di servizi e funzioni elementari di trattamento dati, per ottenere un flusso di lavoro standardizzato, salvato nel repository e replicabile ogni volta che ve ne sia la necessità sia con gli stessi dati di input che con dati alternativi. In linea di principio i dati non vengono spostati dai repository dei sistemi che li originano ma sono acceduti tramite servizi di interoperabilità; può far eccezione una parte di informazioni ritenuta fondamentale che può essere salvata in un ambiente di cache per garantirne la disponibilità in caso di malfunzionamenti o non raggiungibilità dei sistemi che li generano.

Dato che il sistema in progetto necessita di memorizzare nel proprio RdS una sensibile quantità di dati, un sottosistema specializzato è previsto per tutte le attività di caricamento degli oggetti gestiti dal sistema, siano essi oggetti istanziati nel RdS oppure i riferimenti ai servizi che li mettono a disposizione. Per esemplificare, nel caso dei dati previsti dal SIM, il sottosistema che sottintende al caricamento dati (§ 2.5.3.1, pag. 65) deve poter caricare correttamente e in modo controllato i dati provenienti da campagne di rilevamento sul territorio oppure i riferimenti ai servizi di fornitura di dati in interoperabilità effettuati da sistemi terzi (sia dei Poli Federati che da fornitori esterni). Tutti gli oggetti trattati sono associati ai relativi metadati, gestiti tramite un sottosistema che mette a disposizione funzionalità avanzate di ricerca e consultazione e scelta delle informazioni più adatte

alla bisogna. Le funzioni di caricamento oggetti o di accesso a fonti esterne devono tenere allineati in maniera rigorosa oggetti e metadati che li rappresentano; devono inoltre fornire tutti gli strumenti per una storicizzazione delle informazioni, sia sotto forma di storia delle singole variazioni a cui un dato oggetto è stato sottoposto sia come creazione di nuove versioni di un dato strato informativo che va a sostituire un equivalente strato esistente.

I servizi messi a disposizione dal SIM saranno esposti secondo modalità standard; quindi, potranno essere integrati nei sistemi esistenti con pochi interventi di adattamento.

Per quelle organizzazioni che non dispongono di sistemi informativi avanzati o che vogliono utilizzare, per specifiche attività, le potenzialità rese disponibili dal SIM senza intervenire sui sistemi esistenti, il SIM mette a disposizione applicazioni fruibili in modalità Web o su device mobili (WebApp con comportamento responsive e APP per sistemi Android e iOS); le applicazioni verticali seguono delle regole generali di utilizzo che garantiscono le logiche di usabilità e sicurezza previste dal sistema. Tra gli oggetti messi a disposizione vi sono oltre a servizi di calcolo anche servizi con interfaccia utente per garantire una modalità standard di integrazione di alcune funzionalità dei SIM con i sistemi dei Poli Federati.

2.4 Requisiti Tecnologici del Sistema

Sulla base dei requisiti funzionali del sistema si possono individuare le tecnologie che necessariamente devono essere utilizzate in fase di implementazione.

Ad esempio, per la gestione dei dati provenienti da sensori e da nuove reti di rilevamento in situ occorrerà riferirsi ad un'architettura IoT che per l'elaborazione dei dati prevede l'adozione di un sistema di [Stream Processing](#).

Proseguendo, nella integrazione di sorgenti dati eterogenee sia di moderna concezione che legacy risulterà conveniente impiegare un [ESB \(Enterprise Service Bus\)](#), mentre per l'estrazione, la trasformazione e il caricamento di dati massivi occorrerà dotarsi di necessariamente di un [ETL](#).

Ancora, per una più efficace implementazione e gestione dei servizi necessiterà adottare un'architettura a [Microservizi](#), mentre per renderli disponibili a utenti o sistemi terzi bisognerà adottare un'[API Manager](#).

Infine, la presentazione e la fruizione di servizi da portale richiederà necessariamente l'utilizzo di un [CMS \(Content Management System\)](#) opportunamente integrato ad un [Identity Manager](#).

In definitiva, dal punto di vista tecnologico, questi brevi esempi suggeriscono una suddivisione del sistema a strati (layers). Ogni strato costituirà l'ambiente tecnologico nel quale saranno implementate le procedure e i servizi che partono dalla raccolta o produzione del dato alla sua fruizione.

La definizione dei requisiti tecnologici del sistema è pertanto divisa nei seguenti strati:

- **Sources:** costituisce l'insieme di reti di rilevamento, banche dati e interfacce a cui dovranno attestarsi i sistemi terzi che contribuiranno al patrimonio informativo del sistema;
- **Ingestion:** costituisce l'insieme di tecnologie atte ad elaborare i dati ricevuti o richiesti allo strato Sources;
- **Data Systems:** costituisce l'insieme di tecnologie atte ad archiviare e ad indicizzare opportunamente i dati raccolti ed elaborati dallo strato Ingestion;
- **Purpose Oriented Infrastructure:** costituisce l'insieme di tecnologie per la implementazione e l'erogazione di servizi di elaborazione comprensiva di High Performance Computing (HPC);
- **Presentation & User models:** costituisce l'insieme di tecnologie impiegate per la presentazione e l'implementazione di verticali fruibili dai diversi canali (web, mobile, ecc.);
- **Infrastructure:** costituisce l'insieme di tecnologie trasversali per la gestione della sicurezza, della disponibilità e dell'affidabilità del sistema in generale.

In Figura 7 è mostrato uno schema dell'architettura tecnologica di massima che illustra la suddivisione in strati sopra elencata.

All'interno di ogni strato sono state individuate le tecnologie adatte alla implementazione dei diversi scenari individuati nei requisiti funzionali.

Sulla base di tale suddivisione nei paragrafi successivi saranno descritti i requisiti tecnologici che dovranno essere soddisfatti nella progettazione e realizzazione del sistema.

Si precisa che le componenti tecnologiche proposte non dovranno necessariamente seguire la distinzione tecnologica presentata.

Ad esempio, se si propone una componente tecnologica adatta all'archiviazione dei dati quanto all'indicizzazione dei metadati può essere accettata purché nella relativa descrizione si argomenta sull'adeguatezza rispetto alle due funzioni coperte.

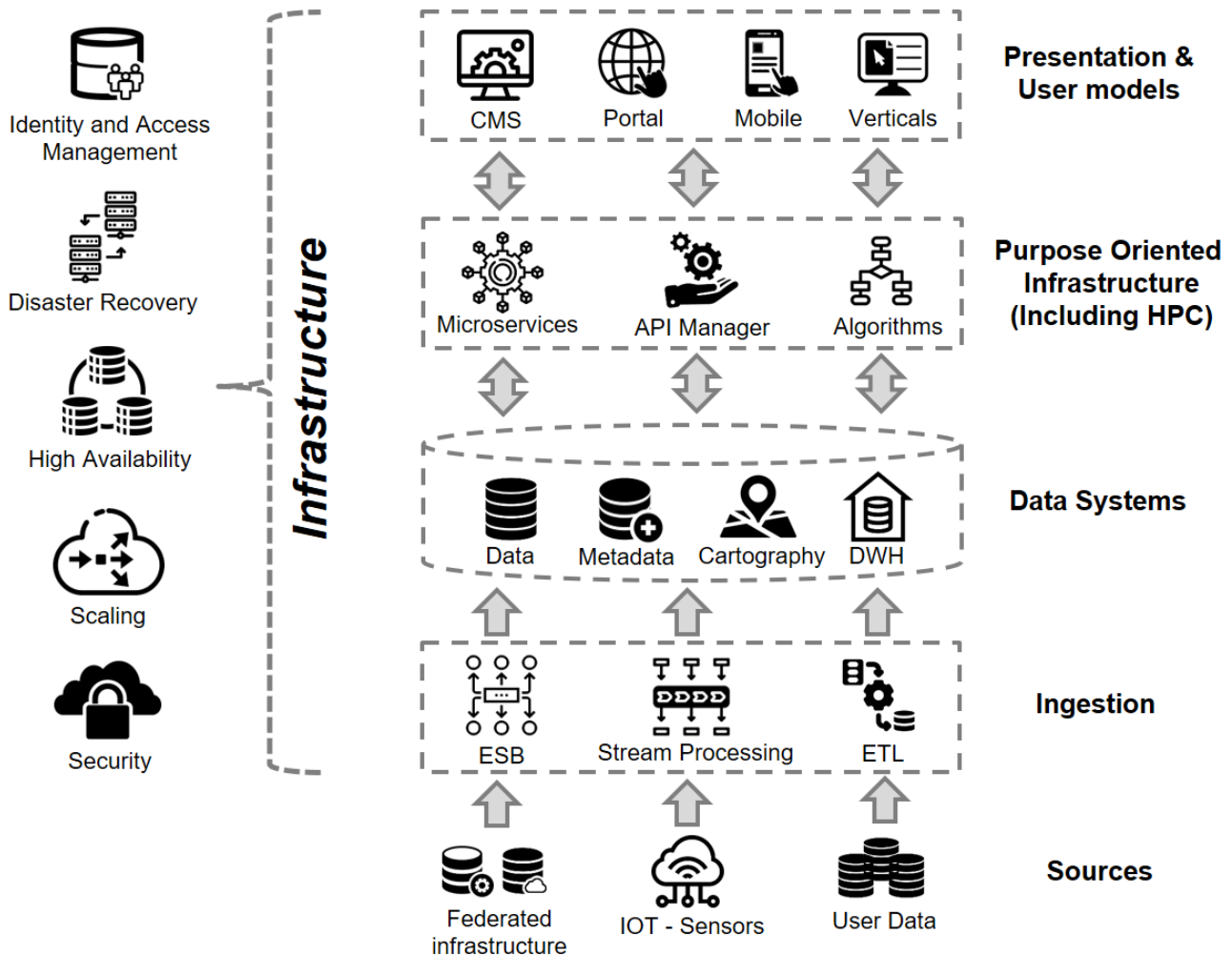


Figura 7 - Schema Architettura Tecnologica

2.4.1 Sources

Scopo dell'architettura delle reti di rilevamento è di abilitare l'integrazione dei sensori presenti sul territorio, con il sistema SIM favorendo la comunicazione tra entità eterogenee e garantendo e lasciando inalterato le reti di sensori già presenti sul territorio.

Le reti di rilevamento si riferiscono a reti di sensori dedicati e distribuiti sul territorio che monitorano e registrano condizioni fisiche dell'ambiente e inoltrano i dati raccolti ad un sistema centrale. I sensori possono misurare condizioni ambientali diverse come temperatura, livelli di inquinamento, umidità, vento ecc.

Le reti di sensori si basano su connettività di tipo differente e sulla formazione di reti che permettono ai dati raccolti di essere trasportati su diversi canali di comunicazioni. Tali dati, consentono di controllare lo stato e l'attività dei sensori.

Le reti di rilevamento presenti sul territorio italiano sono costituite da diversi nodi, a loro volta connessi ad altri, il singolo nodo è costituito da diverse componenti, quali, antenna, microcontrollore, sensori e una fonte di energia, solitamente una batteria o un sistema di raccolta di energia. La componente sensore può variare in dimensioni che ne varia anche il costo, in base a dimensione e

costo variano risorse come energia, intesa come consumo, durata della batteria, oltre che memoria, velocità di calcolo, potenza dell'antenna, precisione dei dati. Le reti di sensori dovranno supportare le topologie che possono variare da rete a stella, rete mesh o multi hop, mentre la propagazione del dato dovrà utilizzare tecniche di *routing* o *flooding*.

2.4.1.1 Applicazioni

Le reti di rilevamento che dovranno essere integrate vengono utilizzate per raccogliere informazioni da diverse fonti e trasmetterle a un sistema di raccolta dati per l'elaborazione, ad esempio:

- Monitoraggio dei parametri ambientali
 - ♦ Qualità dell'aria, utilizzate per monitorare la concentrazione di gas pericolosi, inquinanti, particolato.
 - ♦ Incendi boschivi, utilizzate per rilevare lo scoppio di incendi, i nodi possono misurare temperatura, umidità e i gas prodotti dal fuoco degli alberi o della vegetazione. La diagnosi rapida in questi casi è fondamentale per un'azione di successo dei vigili del fuoco.
 - ♦ Rilevamento di frane, utilizzata per rilevare leggeri movimenti del suolo e le variazioni di parametri che possono cambiare prima o durante il verificarsi di una frana
 - ♦ Qualità dell'acqua, utilizzate per le analisi delle proprietà dell'acqua nelle dighe, nei fiumi, nei laghi, negli oceani. L'uso di sensori distribuiti consente la creazione di mappe accurate dello stato dell'acqua e consente l'installazione di stazioni di monitoraggio in luoghi di difficile accesso.

2.4.1.2 Caratteristiche delle reti di rilevamento

Le proprietà della rete di rilevamento potranno variare a seconda del tipo di applicazione per cui verrà utilizzata. Tuttavia, ci sono alcune caratteristiche comuni:

- vincoli di consumo energetico per i nodi che utilizzano batterie o accumulatori di energia
- capacità di far fronte a guasti di sensori
- capacità di supportare una parziale mobilità dei nodi
- eterogeneità dei nodi
- scalabilità
- capacità di resistere a condizioni ambientali difficili
- stazione base o gateway di raccolta

Essendo l'energia la risorsa più carente nei nodi di una rete di rilevamento, soprattutto quando vengono implementate in regioni remote e ostili, algoritmi e protocolli di comunicazione dovranno affrontare vari problemi tra i quali:

- Basso consumo energetico
- Tolleranza ai guasti
- Auto configurazione

Il consumo di energia del dispositivo dovrà essere ridotto al minimo e i nodi del sensore dovranno essere efficienti, poiché la loro risorsa energetica limitata ne determina la durata. Per risparmiare energia, i nodi della rete normalmente spengono il trasmettitore radio quando non sono in uso.

2.4.1.2.1 Sistemi operativi

I sistemi operativi dei sensori utilizzati nelle reti di rilevamento, sono meno complessi dei sistemi operativi più comuni. In primo luogo, perché le reti di sensori vengono generalmente implementate pensando ad una particolare applicazione, piuttosto che ad un sistema generico. In secondo luogo, la necessità di bassi costi e bassa potenza porta la maggior parte dei nodi di sensori wireless ad avere microcontrollori a bassa potenza che assicurano meccanismi non troppo costosi da implementare.

I sistemi operativi embedded più utilizzati sono eCos o uC/OS, o TinyOS progettato specificatamente per reti di sensori wireless. TinyOS si basa su un modello di programmazione basato sugli eventi anziché multithreading.

Anche LiteOS è un sistema operativo sviluppato per reti di sensori che fornisce astrazione simile a UNIX e supporto per il linguaggio di programmazione C.

2.4.1.3 Tipologia di reti

Il sistema SIM dovrà consentire l'integrazione di diverse tipologie di reti di rilevamento, che possono essere classificate in base alla loro dimensione, al loro scopo e al loro modo di funzionamento.

- Reti di sensori distribuiti: le reti di sensori distribuiti sono composte da un gran numero di sensori dislocati in diverse posizioni, e sono utilizzate per il monitoraggio di grandi aree o per il rilevamento di eventi diffusi su ampie zone. Uno dei principali vantaggi delle reti di sensori distribuiti è la loro capacità di raccogliere e trasmettere grandi quantità di dati da diverse fonti in modo efficiente.

Altri vantaggi delle reti di sensori distribuiti sono:

- ◆ Robustezza: le reti di sensori distribuiti sono progettate per essere resistenti ai guasti, poiché l'eventuale malfunzionamento di un singolo sensore non compromette l'intera rete.
- ◆ Scalabilità: le reti di sensori distribuiti possono essere facilmente estese aggiungendo nuovi sensori o modificando la configurazione della rete.
- ◆ Affidabilità: le reti di sensori distribuiti possono offrire un elevato grado di affidabilità, poiché utilizzano diversi sensori per raccogliere i dati, il che riduce il rischio di errori o di dati mancanti.
- ◆ Tempi di risposta rapidi: le reti di sensori distribuiti possono offrire tempi di risposta rapidi, poiché i dati vengono raccolti e trasmessi in modo efficiente attraverso la rete.
- ◆ Le reti di sensori distribuiti sono utilizzate in molti campi, come ad esempio il monitoraggio ambientale, il controllo dei processi industriali, la sicurezza e altro ancora. Tuttavia, le reti di sensori distribuiti possono essere costose da implementare e richiedono una buona pianificazione e progettazione per garantire che funzionino in modo efficiente.
- Reti di sensori a basso consumo di energia: le reti di sensori a basso consumo di energia sono progettate per funzionare a lungo con una piccola quantità di energia, ed sono utilizzate in applicazioni in cui è importante minimizzare il consumo di energia, come ad esempio in ambienti ostili o in aree remote.
- Reti di sensori senza fili: le reti di sensori senza fili utilizzano tecnologie di trasmissione dati senza fili, come WiFi, Bluetooth, Zigbee e altre, per trasmettere i dati senza l'utilizzo di cavi.
- Reti di sensori wireless mobili (MWSN): può essere definita come una rete di sensori wireless in cui dei sensori sono mobili. Le MWSN sono molto più versatili delle reti di sensori statici in quanto possono essere implementate in qualsiasi scenario e far fronte a rapidi cambiamenti della topologia.

La mobilità impone la necessità di essere indipendenti da una stazione base e quindi di utilizzare un canale di comunicazione come quello cellulare o satellitare.

La topologia variabile della rete, imposta dalla mobilità dei nodi, implica percorsi multihop tra i nodi e i sistemi centrali

La possibilità di consentire ai nodi di essere mobili aumenta il numero di applicazioni oltre quelle per le quali vengono utilizzate le WSN statiche.

I sensori possono essere quindi collegati a:

- ◆ Persone
- ◆ Veicoli autonomi
- ◆ Veicoli senza equipaggio
- ◆ Veicoli con equipaggio

Esempi possono essere il monitoraggio della dislocazione di mezzi o squadre operative sul territorio in casi di emergenze.

I sensori possono essere collegati anche a veicoli senza equipaggio per sorveglianza o mappatura dell'ambiente.

- Reti di sensori ad anello: le reti di sensori ad anello sono composte da sensori che sono connessi in modo da formare un anello, e sono utilizzate per il monitoraggio di aree di piccole o medie dimensioni.
- Reti di sensori a stella: le reti di sensori a stella sono composte da sensori che sono connessi a un nodo centrale, e sono utilizzate per il monitoraggio di aree di piccole o medie dimensioni.

Oltre a queste tipologie di reti di rilevamento, esistono anche altre tipologie di reti, come ad esempio le reti di sensori ibride, le reti di sensori mesh e le reti di sensori mobili. Il sistema da implementare dovrà garantire la possibilità di integrare tutte le reti di rilevamento presenti attualmente sul territorio italiano e dovrà essere flessibile per permettere l'integrazione anche delle nuove reti che verranno installate e progettate nel prossimo futuro.

2.4.1.4 Componenti

Le reti di rilevamento potranno variare a seconda del tipo di applicazione e delle esigenze specifiche. Alcune componenti sono comuni a molte reti di rilevamento:

- Sensori: i sensori sono i dispositivi che raccolgono i dati della variabile di interesse.
- Protocolli di comunicazione: sono i mezzi attraverso i quali i dati rilevati riescono a raggiungere le stazioni base e i server centrali
- Stazioni base/Gateway: le stazioni base sono i dispositivi che raccolgono i dati inviati dai sensori e li trasmettono ad altri sistemi per l'elaborazione o la visualizzazione, tutti i gateway dovranno supportare protocolli di interoperabilità per integrarsi con il sistema SIM.
- Server di elaborazione dati: sono i dispositivi che raccolgono i dati inviati dalle stazioni base e li elaborano per fornire informazioni utili ai sistemi di monitoraggio o di controllo, le reti di rilevamento che verranno integrate nel sistema progettato potranno avere dei sistemi di elaborazione locale ma dovranno essere tutti integrati con il sistema centrale dati

Oltre a questi componenti, una rete di rilevamento potrà includere anche altre componenti come ad esempio amplificatori, filtri, circuiti di calibrazione e dispositivi di alimentazione per garantire il funzionamento ottimale della rete.

2.4.1.4.1 Sensori

I sensori sono i componenti principale della rete di rilevamento, la sfida principale è produrre nodi di sensori a basso costo, affidabili, a basso consumo e di dimensioni contenute.

In molte occasioni la rete di sensori comunicherà con verso l'esterno tramite un gateway. Il gateway fungerà da ponte tra la rete di rilevamento, il mondo esterno ed il sistema centrale. Ciò consentirà ai dati di essere archiviati ed elaborati con più dispositivi e con più risorse.

2.4.1.4.2 Protocolli di comunicazioni

Le reti di rilevamento potranno utilizzare diverse tecnologie di comunicazione per trasmettere i dati raccolti dai sensori, alle stazioni base e ai sistemi di elaborazione dei dati.

Alcune delle tecnologie di comunicazione più comunemente utilizzate per le reti di rilevamento sono:

- Radiofrequenza (RF): le onde radio possono essere utilizzate per coprire aree di grandi dimensioni, ma hanno una portata limitata e possono essere disturbate da ostacoli fisici o interferenze.
- Infrarossi (IR): la luce infrarossa può essere utilizzata per trasmettere i dati a breve distanza. Le reti IR hanno una portata limitata e sono sensibili alle interferenze luminose.
- Wifi: utilizzato per trasmettere i dati a corto raggio, utilizzando la banda di frequenza dei 2,4 GHz o dei 5 GHz.

- Bluetooth: le reti Bluetooth hanno una portata limitata, ma sono facili da configurare e offrono una buona affidabilità.
- Cellulari: le reti cellulari hanno una portata illimitata, ma possono essere costose e dipendenti dalla copertura del segnale.
- Satellitari: la rete satellitare per trasmettere i dati a grandi distanze, anche in aree remote o difficili da raggiungere.
- Internet delle cose (IoT): le reti di rilevamento possono utilizzare la tecnologia IoT per trasmettere i dati a grandi distanze utilizzando Internet. Le reti IoT hanno una portata illimitata e sono facili da configurare, ma possono essere vulnerabili agli attacchi informatici.
- ZigBee: per le reti di piccole dimensioni a bassissimo consumo di energia, utilizza lo standard IEEE 802.15.4 per trasmettere i dati sulla banda di frequenza dei 2,4 GHz
- Z-Wave: per le reti di piccole dimensioni, utilizza la banda di frequenza dei 908,42 MHz per trasmettere i dati a corto raggio
- Matter

Ognuna con aspetti positivi e negativi per ogni situazione, la scelta della tecnologia di comunicazione dipenderà, quindi, dalle esigenze dell'applicazione e dall'ambiente in cui la rete di rilevamento verrà utilizzata.

Ad esempio, Zigbee lavora su 2,4 GHz con una velocità di 250kbit/s, altri invece usano una frequenza inferiore per aumentare la portata radio (circa 1km), ad esempio Z-Wave opera a 915 Mhz, ma ha una velocità dati inferiore (~50kbit/s).

IEEE 802.15.4 fornisce uno standard per la comunicazione dei dispositivi a bassa potenza. Con il dilagare del Internet Of Things (IoT), ci sono molte proposte sulla connettività di tali sensori.

2.4.1.4.3 Stazione base o gateway

La stazione base, in una rete di rilevamento, è un dispositivo che funge da punto di accesso per i sensori e gli altri dispositivi della rete, possono essere utilizzate per raccogliere i dati, elaborarli e trasmettere i risultati ad altri sistemi per l'elaborazione o per la visualizzazione.

Potranno essere configurate in diversi modi a seconda delle esigenze dell'applicazione, montate su pali, installate su edifici o su veicoli, o posizionate su altre piattaforme per assicurare una copertura ottimale della zona di rilevamento.

Le stazioni base potranno essere dotate di diverse tipologie di sensori, come sensori di temperatura, umidità, pressione, movimento, luce e altro ancora, a seconda delle esigenze dell'applicazione. Inoltre, potranno essere equipaggiate con dispositivi di comunicazione come modem cellulari o radio per trasmettere i dati raccolti ad altri sistemi.

La stazione base potrà anche essere utilizzata per configurare, aggiornare e gestire la rete di sensori, ad esempio impostando le frequenze di trasmissione e modificando le impostazioni di sicurezza. In generale, la stazione base svolgerà un ruolo importante nella gestione e nell'utilizzo efficiente della rete di sensori.

2.4.1.5 Cyber Security

Le reti di monitoraggio non presidiate hanno punti deboli che attraggono avversari; pertanto, la sicurezza è non banale quando si parla di reti di rilevamento soprattutto quando vengono utilizzate in applicazioni militari o sanitarie. A causa delle loro caratteristiche uniche, i tradizionali metodi di sicurezza delle reti di computer sarebbero inutili (o meno efficaci) per le reti di sensori, eventuali intrusioni dovranno essere rilevate e si dovranno applicare dei metodi di mitigazione.

La cyber security delle reti di monitoraggio del territorio italiano integrate all'interno del sistema SIM dovranno rispettare stringenti requisiti di sicurezza per evitare che i dati rilevati siano modificati o corrotti da eventuali attaccanti, queste considerazioni dovranno ovviamente essere mediate con le risorse dei singoli nodi e sensori delle reti che, come detto precedente, sono a basso costo e basso consumo.

2.4.2 Ingestion

Lo strato tecnologico di Ingestion ha in carico l'esecuzione e il controllo di tutte le attività di popolamento del livello dati (Data Systems).

La natura del dato e della sorgente richiedono il soddisfacimento di determinati requisiti che possono essere inquadrati in tre sottosistemi:

- **Dati da sistemi terzi:** richiedono un modello di integrazione che supporti diversi protocolli con un elevato livello di flessibilità e affidabilità che si avvalga di procedure di controllo, verifica ed eventuale normalizzazione dei flussi. Le caratteristiche di un tale modello di integrazione richiamano quelle di un Enterprise Service Bus (ESB);
- **Dati da centraline e sensori:** richiedono una più efficiente, affidabile e robusta gestione di uno o più stream di dati. Tale modello richiama alle caratteristiche di un sistema di stream processing;
- **Dati "grezzi" da elaborare per ottenere aggregazioni o dati elaborati fruibili da sistemi di business intelligence.** Per quest'ultimo tipo di popolamento è conveniente avvalersi di un sistema di ETL (Extract/Transform/Load).

Per ciascun tipo di popolamento saranno descritti in dettaglio i requisiti da soddisfare per una più adeguata implementazione rispetto alla natura del dato.

INTEGRAZIONE SISTEMI TERZI

Come già accennato il popolamento dei dati da sistemi terzi richiede caratteristiche orientate ad ottenere un elevato livello di flessibilità, affidabilità e controllo identificabili con le caratteristiche di un Enterprise Service Bus in grado di connettere le sorgenti di dati (provider) al livello di data system (client).

Di seguito alcuni requisiti funzionali che tale sottosistema deve soddisfare:

- **ROUTING:** fornisce all'infrastruttura la possibilità di smistare una richiesta verso un particolare service provider utilizzando criteri deterministici o probabilistici;
- **TRANSFORMATION:** converte la struttura ed il formato del payload della richiesta effettuata dal client nel formato effettivamente gestibile dal service provider;
- **MESSAGE ENHANCEMENT:** può aggiungere, modificare o eliminare un'informazione contenuta in un messaggio in modo da renderlo compatibile col service provider. Per esempio, con questa funzionalità il bus può convertire il formato dei dati o aggiungere informazioni non presenti originariamente.
- **MESSAGE PROCESSING:** gestisce lo stato e le richieste assicurando la corretta consegna del messaggio di risposta ai client interessati.
- **PROTOCOL TRANSFORMATION:** capacità di accettare diversi tipi di protocollo (es. SOAP, JMS, RESTApi, ecc.) e comunicare con il service provider attraverso un altro protocollo (es. RMI). Il Protocol Transformation serve per inviare lo stesso payload utilizzando differenti protocolli.
- **MESSAGE TRANSFORMATION:** modifica il formato e i valori del payload che viaggia tra client e service provider.
- **SERVICE ORCHESTRATION:** capacità di coordinare centralmente (broker) i flussi e i servizi coinvolti per la corretta esecuzione delle differenti operazioni di popolamento. Per questa funzionalità, potrebbe essere conveniente prevedere il supporto di linguaggi standard come il BPEL (Business Process Execution Language), ma è possibile anche utilizzare altri linguaggi più recenti come il Business Process Modeling Notation (BPMN) o universali come il Web Service Conversation Language (WSCL).
- **TRANSACTION MANAGEMENT:** tratta una richiesta ad un servizio di business secondo il modello transazionale garantendo Atomicità, Consistenza e Isolamento.
- **SICUREZZA:** capacità del sottosistema di proteggere i servizi coinvolti e i dati trattati da accessi non autorizzati. L'integrazione di ciascun sistema deve prevedere opportune procedure di autenticazione, autorizzazione, con funzionalità di auditing e amministrazione.

POPOLAMENTO DATI DA CENTRALINE E SENSORI

Per il popolamento dei dati provenienti dalle centraline e dai sensori installati nel territorio è conveniente impiegare un sistema di Stream Processing.

Tale sistema deve costituire un motore distribuito per la realizzazione di pipeline di dati in real-time e applicazioni in streaming. Riceverà i dati da diversi tipi di sorgenti (producer), elaborandoli all'interno della sua architettura e rendendoli disponibili ai ricevitori (consumer). Il sistema dovrà consentire la realizzazione di applicazioni per operazioni di filtraggio e arricchimento dati.

Il sistema di Stream Processing proposto dovrà presentare le seguenti caratteristiche peculiari:

- **IOT, SENSOR DATA ANALYSIS:** possibilità di gestire le enormi quantità di dati generate dai sensori e dalle centraline dislocate nel territorio, con bassissima latenza e un opportuno livello di affidabilità;
- **REAL TIME PROCESSING:** attraverso lo stream processing deve essere possibile operare modifiche o trasformazioni dei dati durante il flusso;
- **SCALABILITÀ e FAULT-TOLERANCE:** la velocità di elaborazione e il volume dei dati in entrata possono essere variabili, quindi è necessario poter manipolare la capacità del gestore di messaggi per modulare le variabili di precisione o performance in modo persistente garantendo anche un alto livello di fault tolerance;
- **MICROSERVIZI e COMUNICAZIONE ASINCRONA:** tale sistema potrà essere utilizzato anche come strumento per lo scambio di messaggi asincroni in un ecosistema di microservizi al fine di velocizzare le comunicazioni tra le applicazioni e ridurre al minimo il rischio di perdita di informazioni.

Tale sistema deve consentire la suddivisione dei flussi in gruppi (ad esempio "topic") e meccanismi di sottoscrizione che permettono ai consumer di poter restare in ascolto degli eventi e dei dati dei flussi appartenenti ai gruppi di interesse.

Ciò deve essere mediato da un sistema di autorizzazioni che consente la fruizione dei dati ai consumer effettivamente abilitati a gestire tali dati.

Per una maggiore sicurezza tra i consumer e i producer si devono poter stabilire canali cifrati (ad esempio tramite Transport Layer Security - TLS) e controllo autorizzativo basato anche su certificati generati e assegnati ai vari consumer.

POPOLAMENTO DATI "GREZZI"

Il popolamento all'interno del sistema di dati grezzi, cioè che richiedono attività di pre-elaborazione per renderteli compatibili con le infrastrutture interne è preferibile venga fatto tramite soluzioni che contemplino l'utilizzo di componenti ETL. Tale soluzione di integrazione dei dati dovrà essere scalabile e consentire di esplorare, estrarre e distribuire ovunque, in modo che gli utenti finali possano disporre di informazioni accurate, tempestive ed affidabili. Gli aspetti fondamentali di tale soluzione dovranno essere:

- **Fornire informazioni altamente affidabili.** Soddisfare al meglio i requisiti di conformità per ottenere informazioni accurate e verificabili, tramite una miglior qualità dei dati, la visibilità dell'incidenza delle variazioni di sorgente e la possibilità di risalire ai sistemi di origine dei dati.
- **Ottimizza la produttività degli sviluppatori.** Semplificare ulteriormente ed al contempo accelerare la distribuzione dei progetti. A tale proposito, deve offrire un ambiente innovativo per ideare e gestire i processi ETL
- **Assicura la massima scalabilità ETL.** Dovrà essere in grado di scalare fino a rispondere a tutte le esigenze di integrazione dati con i verticali degli enti coinvolti e supportare l'elaborazione *parallela*, l'elaborazione *distribuita*, la *movimentazione* dei dati in tempo reale nonché numerose sorgenti e destinazioni. Nel caso di utilizzo di un'architettura aperta services-based, deve consentire inoltre l'integrazione di terze parti mediante standard quali CWM, XML, HTTP/HTTPS, JMS, SNMP e web services.

Di fatto, lo strumento deve consentire di integrare le varie fonti dati indipendentemente dal formato (sia esso rdbms, multidimensionale e/o XML, file testo-flat). L'accesso alle fonti informative potrà essere contemporaneo ed i caricamenti potranno avvenire secondo una sequenza stabilita o/parallelamente. Dovrà consentire inoltre di approvvigionarsi con estrema facilità da fonti dati di struttura applicativa. I flussi caricati nelle opportune staging area dovranno essere omogeneizzati, trasformati e messi in qualità attraverso i flussi di trasformazione, integrazione, calcolo per poi essere caricati nel sistema target. I processi di ETL dovranno essere disegnati ed implementati secondo un grafo di processi tramite una interfaccia grafica. Nella sequenza di processi è possibile definire "trap" su errori bloccanti e non bloccanti. Dovrà disporre di uno strumento atto al monitoraggio di tutte le fasi costituenti i processi elaborativi, essi inoltre dovranno essere controllati anche tramite l'invio di messaggi via posta elettronica.

LA VALIDAZIONE DEI DATI.

La validazione dei dati risponde all'esigenza di distribuire informazioni affidabili attraverso un processo di accrescimento della produttività in grado di garantire l'accuratezza delle informazioni. Un problema comune per gli sviluppatori ETL è rappresentato dalla gestione delle eccezioni: dati fuori range, campi contenenti valori NULL oppure dati non corretti. Lo strumento deve fornire un metodo facile e flessibile per identificare, correggere e rigettare i dati errati durante il processo ETL.

L'AUDITING DEI DATI

Un'altra tipica problematica degli sviluppatori è rappresentata dalla verifica dell'integrità del job ETL rispetto alle regole operative stabilite. Lo strumento dovrà possedere capacità di auditing incorporate quali *row count*, *sum*, *average* e *check sum* che consentono di raccogliere dati statistici e confrontarli con regole operazionali predefinite. Attraverso l'auditing sarà possibile verificare che i dati previsti vengano letti, elaborati e caricati con successo.

IL DATA CLEANING

La maggior parte dei problemi nella qualità dei dati è il frutto di informazioni carenti sulle caratteristiche delle sorgenti dati. Lo strumento dovrà colmare questa con trasformazioni per la ripulitura dei dati che consentono di eseguire operazioni di *parsing*, *matching* (ad esempio, raggruppamenti di tipo *householding*) e *merging* (ad esempio, de-duplicazione) di nomi e indirizzi; dovrà essere anche possibile inserire tali trasformazioni nei workflow e nei *dataflow* in modo da analizzare, correggere, standardizzare, correlare e consolidare i dati all'interno dello stesso ambiente di design ETL.

2.4.3 Data Systems

Il livello Data Systems è lo strato architetturale focalizzato sull'accesso e la persistenza dei dati. L'elevato volume dei dati previsto, la loro diversa natura e le diverse modalità di interazione (OLTP / OLAP/Cartografia) richiedono l'impiego di più tecnologie rispetto ad un singolo DBMS.

Per meglio identificare i requisiti tecnologici richiesti nella realizzazione di tale strato si riepilogano di seguito le tipologie di dati che il sistema dovrà gestire:

- **Dati alfanumerici** derivanti dalle misurazioni e/o sistemi terzi;
- **Metadati e Ontologie**;
- **Dati cartografici**;
- **Cubi e dati aggregati**.

Una componente fondamentale dello strato dovrà essere costituita da un Database Relazionale per l'elevato livello di maturità, robustezza e sicurezza che le più diffuse soluzioni di mercato offrono integrate talvolta nell'infrastruttura cloud.

A tale componente occorre tuttavia che siano affiancate componenti tecnologiche per ottenere una:

- più efficiente implementazione di meccanismi di caching;
- più efficace definizione delle ontologie;
- ottimizzata fruizione del sistema cartografico integrato;
- più efficiente analisi di elevati volumi dati in generale.

In questa sezione, pertanto, ci si soffermerà sugli aspetti più peculiari che la soluzione dovrà presentare sia dal punto di vista tecnologico che progettuale con riferimento a standard e linee guida come, ad esempio, UNI EN ISO 19115:2005 per il Repertorio Nazionale dei Dati Territoriali.

CACHING DEI DATI

La memorizzazione nella cache è una tecnica comune che ha l'obiettivo di migliorare le prestazioni e la scalabilità del sistema. Memorizzare nella cache i dati copiandoli temporaneamente in un'"area" a cui il sistema può accedere direttamente e nel modo più efficiente possibile. La memorizzazione nella cache riduce la latenza e la contesa associata alla gestione di grandi volumi di richieste simultanee nell'archivio dati originale.

Sono solitamente implementate le seguenti strategie durante la memorizzazione nella cache dei dati:

- cache privata, in cui i dati vengono mantenuti localmente nel computer che esegue un'istanza di un'applicazione o di un servizio;
- cache condivisa, che funge da origine comune a cui è possibile accedere da più processi.

La **CACHE PRIVATA** è il tipo più semplice di cache costituito da un'area di memoria. Questo è situato nello spazio di indirizzi di un singolo processo ed è accessibile direttamente da parte del codice in esecuzione nel processo. Può anche fornire un mezzo efficace per archiviare quantità modeste di dati statici.

La **CACHE CONDIVISA**, invece, contribuisce a ridurre i problemi di sincronizzazione tra le diverse istanze di cache. La memorizzazione nella cache condivisa garantisce che istanze diverse di un'applicazione abbiano accesso alla stessa visualizzazione di dati memorizzati nella cache.

In fase di progettazione può essere utile sin da subito identificare le entità che possono essere memorizzate nella cache, tuttavia, è opportuno che il sistema consenta di modificare in qualsiasi momento la definizione delle politiche di caching anche in base all'effettivo utilizzo da parte degli utenti.

Il modo fondamentale in cui usare una cache in modo efficiente consiste nello stabilire i dati più importanti da memorizzare nella cache e l'orario più adatto. I dati possono essere aggiunti alla cache su richiesta la prima volta che vengono recuperati da un'applicazione. L'applicazione deve recuperare i dati una sola volta dall'archivio dati e che l'accesso successivo può essere soddisfatto tramite la cache.

In alternativa, una cache può essere parzialmente o completamente popolata con i dati in anticipo, di solito all'avvio dell'applicazione (approccio noto come seeding). Tuttavia, potrebbe non essere consigliabile implementare il seeding per una cache di grosse dimensioni, poiché tale approccio potrebbe imporre un carico elevato e improvviso sull'archivio dati originale all'inizio dell'esecuzione dell'applicazione.

Spesso un'analisi dei modelli di uso consente di decidere se prepopolare completamente o parzialmente una cache e di scegliere i dati da memorizzare nella cache. Ad esempio, è possibile eseguire il seeding della cache con i dati del profilo utente statico per i clienti che usano l'applicazione regolarmente (ad esempio ogni giorno), ma non per i clienti che usano l'applicazione solo una volta alla settimana.

La memorizzazione nella cache solitamente funziona bene con i dati non modificabili o che non vengono modificati di frequente. Tra i possibili casi, informazioni di riferimento, ad esempio i dati dei prodotti e dei prezzi in un'applicazione di e-commerce, o risorse statiche condivise costose da costruire. Alcuni o tutti questi dati possono essere caricati nella cache all'avvio dell'applicazione per ridurre al minimo la richiesta di risorse e per migliorare le prestazioni. È anche possibile avere un processo in background che aggiorna periodicamente i dati di riferimento nella cache per assicurarsi che sia aggiornato. In alternativa, il processo in background può aggiornare la cache quando i dati di riferimento cambiano.

La memorizzazione nella cache è meno utile per i dati dinamici, anche se ci sono alcune eccezioni. Per altre informazioni, vedere la sezione Memorizzazione nella cache di dati altamente dinamici più avanti in questo articolo. Quando i dati originali vengono modificati regolarmente, le informazioni

memorizzate nella cache diventano non aggiornate rapidamente o il sovraccarico della sincronizzazione della cache con l'archivio dati originale riduce l'efficacia della memorizzazione nella cache.

Una cache non deve includere i dati completi per un'entità. Ad esempio, se un elemento dati rappresenta un oggetto multivalore, ad esempio un cliente bancario con un nome, un indirizzo e un saldo del conto, alcuni di questi elementi potrebbero rimanere statici, ad esempio il nome e l'indirizzo. Altri elementi, ad esempio il saldo del conto, potrebbero essere più dinamici. In queste situazioni, può essere utile memorizzare nella cache le parti statiche dei dati e recuperare (o calcolare) solo le informazioni rimanenti quando sono necessarie.

È consigliabile effettuare il test delle prestazioni e l'analisi dell'utilizzo per stabilire se sia opportuno procedere al prepopolamento o al caricamento su richiesta della cache oppure una combinazione di entrambi. La decisione dovrebbe basarsi sulla volatilità e sul modello di uso dei dati. L'utilizzo della cache e l'analisi delle prestazioni sono importanti nelle applicazioni che riscontrano carichi elevati e devono essere altamente scalabili. Negli scenari altamente scalabili, ad esempio, è possibile eseguire il seeding della cache per ridurre il carico nell'archivio dati nei momenti di picco. La memorizzazione nella cache può essere usata anche per evitare la ripetizione di calcoli durante l'esecuzione dell'applicazione.

A seconda della natura dei dati e della probabilità delle collisioni, è possibile uno dei due seguenti approcci alla concorrenza:

- **OTTIMISTICO:** prima di aggiornare i dati, l'applicazione controlla se i dati nella cache siano stati modificati dopo il loro recupero; se sono ancora gli stessi, sarà possibile apportare la modifica; in caso contrario, l'applicazione deve decidere se aggiornarli. La logica di business che determina questa decisione sarà specifica dell'applicazione; questo approccio è adatto per situazioni in cui gli aggiornamenti sono poco frequenti o in cui è improbabile che si verifichino conflitti.
- **PESSIMISTICO:** in fase di recupero dei dati, l'applicazione li blocca all'interno della cache, per evitarne la modifica da parte di un'altra istanza. Questo processo garantisce che i conflitti non possano verificarsi, ma possono anche bloccare altre istanze che devono elaborare gli stessi dati. La concorrenza pessimistica può influire sulla scalabilità di una soluzione ed è consigliabile solo per operazioni di breve durata. Questo approccio potrebbe essere appropriato per situazioni in cui sono più probabili conflitti, soprattutto se un'applicazione aggiorna più elementi nella cache e deve assicurarsi che queste modifiche vengano applicate in modo coerente.

ONTOLOGIE E SEMANTICA

Le ontologie permettono la rappresentazione esplicita di modelli semantici con l'obiettivo di aumentare la comprensibilità nella interpretazione di elevati volumi di dati di natura eterogenea.

Le ontologie abilitano l'applicazione di tecniche e strumenti *on-the-shelf* capaci di ragionamento finalizzato ad una varietà di obiettivi, tra cui ricerca di informazione, inferenza e deduzione di nuova conoscenza e validazione di modelli.

Per l'implementazione di un database ontologico la soluzione dovrà consentire la definizione di *modelli ontologici* nell'ambito del dominio applicativo a partire dalle tipologie di dati disponibili nel sistema.

Un modello ontologico dovrà essere costituito da:

- **CLASSI:** insiemi, collezioni o tipi di oggetti;
- **ATTRIBUTI:** proprietà, caratteristiche o parametri che gli oggetti possono avere e condividere (Literals);
- **RELAZIONI:** modi in cui gli oggetti possono essere messi in relazione gli uni con gli altri;
- **INDIVIDUI:** istanze del modello ("ground level objects").

Dovrà essere possibile inoltre:

- costruire modelli ontologici estendendo modelli esistenti;
- eseguire il mapping tra i concetti definiti nei modelli ontologici;

- unire in un unico modello le informazioni provenienti da sorgenti diverse.

Nella rappresentazione dei modelli ontologici e nelle espressioni di inferenza si raccomanda il supporto di linguaggi standard come, ad esempio, rispettivamente *OWL (Ontology Web Language)* e *SWRL (Semantic Web Rule Language)*.

ISO 19115 GEOGRAPHIC INFORMATION - METADATA

Come previsto dall'art. 59 del [Codice dell'Amministrazione Digitale](#), nel [Repertorio Nazionale dei Dati Territoriali](#) sono documentate diverse tipologie di dati territoriali, quali:

- cartografia;
- immagini;
- modelli digitali del terreno (DTM);
- DB topografici;
- reti geodetiche;
- reti tecnologiche;
- dati/reti di monitoraggio ambientale;
- dati tabellari con indirizzo geografico.

Per quanto riguarda i requisiti per la implementazione dei dati territoriali occorre riferirsi allo Standard ISO 19115:2003, Geographic Information - Metadata, diventato prima uno Standard europeo come EN ISO 19115:2005 e poi italiano come UNI EN ISO 19115:2005.

Gli elementi di metadati devono poter essere strutturati in livelli gerarchici e raggruppati in pacchetti.

I metadati si dettagliano generalmente a livello di dataset e, ove necessario, ad aggregazioni di dataset (serie) o a livelli gerarchici inferiori (sezioni).

Al fine di rendere le informazioni territoriali ampiamente visibili ed accessibili a diversi domini disciplinari, il progetto europeo ETeMII (European Territorial Management Information Infrastructure) ha raccomandato una mappatura tra l'ISO 19115 Core e il Dublin Core.

Di seguito si riporta il mapping tra il Dublin Core, lo Standard ISO 19115 e il Core Metadata come delineato nelle linee guida nazionali.

DUBLIN CORE		ISO 19115:2003		REPERTORIO NAZIONALE	
1	TITLE	360	title	107	Titolo
2	CREATOR	376	organizationName (con role(379) = "originator")	113	Nome dell'Ente (con ruolo (115) = "autore")
3	SUBJECT	41	Topic category	29	Tema
3	SUBJECT	53	Keyword	35	Parola chiave
4	DESCRIPTION	25	Abstract	18	Descrizione
5	PUBLISHER	376	organizationName(con role(379) = "publisher")	113	Nome dell'Ente (con ruolo (115) = "istituto")
6	CONTRIBUTOR	27	credit		
7	DATE	394	date(dataset)	120	Data (dei dati)
7	DATE	395	dateType(dataset)	121	Tipo data (dei dati)
7	DATE	9	dateStamp(metadata)	8	Data dei metadati
8	TYPE	37	spatialRepresentationType	25	Tipo di rappresentazione spaziale
8	TYPE	368	presentationForm	110	Tipo di dato
8	TYPE	6	hierarchyLevel	6	Livello gerarchico
9	FORMAT	285	name	88	Nome formato
9	FORMAT	286	version	89	Versione formato
10	IDENTIFIER	2	fileIdentifier	2	Identificatore del file di metadati
10	IDENTIFIER	5	parentIdentifier	5	Identificatore dei metadati di rango superiore
11	SOURCE	83	statement	52	Genealogia del dato – Processo di produzione

DUBLIN CORE		ISO 19115:2003		REPERTORIO NAZIONALE	
12	LANGUAGE	3	language(metadata)	3	Lingua dei metadati
12	LANGUAGE	39	language(dataset)	27	Lingua dei dati
13	RELATION				
14	COVERAGE	344	westBoundLongitude	95	westBoundLongitude
		345	eastBoundLongitude	96	eastBoundLongitude
		346	southBoundLatitude	97	southBoundLatitude
		347	northBoundLatitude	98	northBoundLatitude
15	RIGHTS	68	useLimitation	42	Limitazione d'uso
15	RIGHTS	70	accessConstraints	44	Vincoli d'accesso
15	RIGHTS	71	useConstraints	45	Vincoli d'uso
15	RIGHTS	72	otherConstraints	46	Altri vincoli

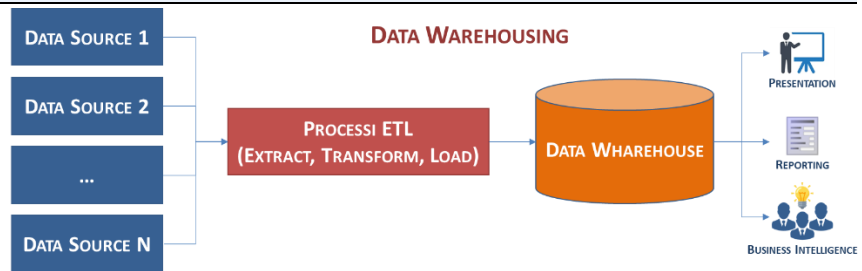
Tabella 4 - Mappatura metadati

I metadati possono essere applicati a differenti livelli di granularità: è, infatti, possibile applicare i metadati a livello di dataset, ad aggregazioni di dataset (serie) che condividono caratteristiche simili in termini di tema, risoluzione, specifiche e metodologia di realizzazione, a subset di dataset (sezione).

La struttura gerarchica dei metadati ISO 19115 permette di generalizzare a livello di serie tutte le informazioni condivise da più dataset e di mantenere a livello di dataset quelle informazioni che effettivamente distinguono un dataset da un altro (es: estensione territoriale): per ogni singolo dataset, le informazioni condivise sono ereditate dal livello gerarchico di rango superiore, la serie, così come per ogni sezione le informazioni comuni sono ereditate dal dataset.

BUSINESS INTELLIGENCE

Con il termine data warehousing intendiamo una collezione di metodi, tecnologie e strumenti di ausilio al cosiddetto “lavoratore della conoscenza” (knowledge worker: dirigente, amministratore, gestore, analista) per condurre analisi dei dati finalizzate alla



attuazione di processi decisionali e al miglioramento del patrimonio informativo. Fattori distintivi e requisiti indispensabili del processo di data warehousing, ossia del complesso di attività che consentono di trasformare i dati operazionali in conoscenza a supporto delle decisioni, sono i seguenti:

- accessibilità a utenti con conoscenze limitate di informatica e strutture dati;
- integrazione dei dati sulla base di un modello standard;
- flessibilità di interrogazione per trarre il massimo vantaggio dal patrimonio informativo esistente;
- sintesi per permettere analisi mirate ed efficaci;
- rappresentazione multidimensionale per offrire all'utente una visione intuitiva ed efficacemente manipolabile delle informazioni;
- correttezza e completezza dei dati integrati.

Al centro del processo è un contenitore di dati che diventa garante dei requisiti esposti e presenta le seguenti caratteristiche:

- è orientato ai soggetti di interesse;
- è integrato e consistente;
- è rappresentativo dell'evoluzione temporale e non volatile.

Si intende che il DW è orientato ai soggetti perché si incentra sui concetti di interesse dell'ente. Viceversa, i database operazionali sono organizzati intorno alle differenti applicazioni del dominio.

L'accento sugli aspetti di integrazione e consistenza è importante poiché il DW si appoggia a più fonti di dati eterogenee: dati estratti dall'ambiente di produzione, e quindi originariamente archiviati in basi di dati aziendali, o addirittura provenienti da sistemi informativi esterni al contesto.

Di tutti questi dati il DW si impegna a restituire una visione unificata. In linea di massima, la costruzione di un sistema di data warehousing non comporta l'inserimento di nuove informazioni bensì la riorganizzazione di quelle esistenti, e implica pertanto l'esistenza di un sistema informativo.

Mentre i dati operazionali coprono un arco temporale di solito piuttosto limitato, poiché la maggior parte delle transazioni coinvolge i dati più recenti, il DW deve permettere analisi che spazino sulla prospettiva di alcuni anni. Per questo motivo, il DW è aggiornato a intervalli regolari a partire dai dati operazionali ed è in crescita continua. Le peculiari caratteristiche delle interrogazioni OLAP fanno sì che i dati nel DW siano normalmente rappresentati in forma multidimensionale. L'idea di base è quella di vedere i dati come punti in uno spazio le cui dimensioni corrispondono ad altrettante possibili dimensioni di analisi; ciascun punto, rappresentativo di un evento accaduto nell'azienda, viene descritto tramite un insieme di misure di interesse per il processo decisionale.

MODELLO MULTIDIMENSIONALE

Il DW si baserà sul modello multidimensionale che prende le mosse dalla constatazione che gli oggetti che influenzano il processo decisionale sono fatti che accadono nel mondo enterprise. Le occorrenze di un fatto corrispondono a eventi accaduti. Per ciascun fatto, interessano in particolare i valori di un insieme di misure o metriche che descrivono quantitativamente gli eventi.

Gli eventi che accadono sono evidentemente tantissimi, troppi per poter essere analizzati singolarmente. Per poterli agevolmente selezionare e raggruppare si immagina allora di collocarli in uno spazio n-dimensionale i cui assi, chiamati appunto dimensioni di analisi, definiscono diverse prospettive per la loro identificazione.

Il DW dovrà essere organizzato su quattro livelli architetturali:

1. trasformazione dei dati: livello che si occupa di acquisire i dati sotto forma di tabelle (flat files) e di validarli;
2. preparazione e "stoccaggio" dati: livello che fornisce i dati agli utenti e alle applicazioni analitiche;
3. interpretazione e analisi dati: livello, ad elevato valore aggiunto, che presiede alla trasformazione dei dati in informazioni aventi valore strategico;
4. presentazione dati: livello che presiede alla presentazione finale agli utenti delle informazioni e quindi delle risposte cercate.

e dovrà comprendere diversi livelli di dati:

- Dati attuali di dettaglio: sono i dati al massimo livello di dettaglio che si ritiene possa essere utile ai processi decisionali, sulla base delle esigenze note e di quelle ragionevolmente prevedibili.
- Dati storici di dettaglio: i dati di dettaglio che superano la finestra temporale del dato attuale ma che rientrano comunque nella finestra temporale del data warehouse.
- Dati aggregati: la presenza dei dati aggregati nel data warehouse deriva da considerazioni di efficienza e praticità nella risposta alle richieste degli utenti; infatti, tutte le informazioni ricavabili dai dati aggregati sono in teoria ricavabili dai dati di dettaglio, ma ciò richiederebbe di volta in volta il loro ricalcolo

I dati, trasformati e adattati e caricati attraverso gli strumenti di ETL, dovranno essere analizzati attraverso processi di interrogazioni multidimensionali (OLAP, On-Line Analytical Processing), data mining e Business Intelligence (BI), al fine di effettuare inferenze di informazioni, produrre reportistica specifica ed evoluta e supportare gli enti nelle scelte strategiche e nei processi decisionali.

In particolare, attraverso la BI dovranno essere supportati i processi di misurazione, controllo e analisi dei risultati e delle performance, sia con sistemi di reportistica, sia di visualizzazione grafica di varia natura attraverso anche lo sviluppo di strumenti per un'analisi predittiva e di supporto alle decisioni, sia con sistemi di analisi storica che allertino in caso di superamento di soglie o di comportamenti che si discostano dalla norma o dalle attese. Inoltre, tale strumento deve consentire direttamente agli utenti di creare nuova reportistica e cruscotti interattivi ad hoc, in base alle proprie esigenze.



2.4.4 Purpose Oriented Infrastructure

Il trend di crescita delle tecnologie digitali e dell'**HPC** (*High Performance Computer* - supercalcolo) dimostra la strategicità di questo settore che sta evolvendo rapidamente sia a livello scientifico che industriale.

Diventa quindi fondamentale la capacità di avere accesso, memorizzare, interrogare, analizzare ed elaborare efficientemente grandi quantità di dati (*Big Data*), sulle quali poter anche effettuare simulazioni, spesso molto complesse, basate appunto sui dati disponibili (*simulazioni data-driven*).

La ricerca in questo ambito è dunque molto fervida e si rivolge all'opportunità e alla capacità di estrarre valore ed informazione dai dati, perimetrando un nuovo settore che viene definito "*data economy*".

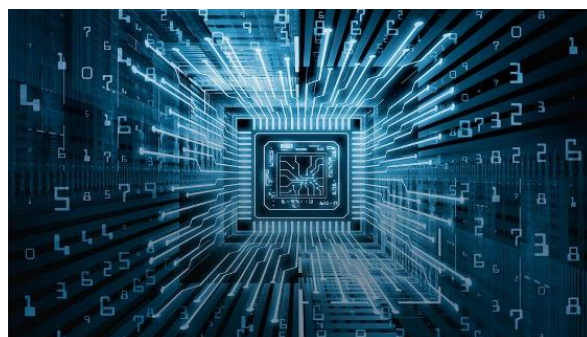
Del resto, la stessa Unione Europea non è rimasta indifferente al forte sviluppo del contesto in questione e ha promosso l'investimento di risorse significative in tutti quegli ambiti nei quali le tecnologie digitali ed il supercalcolo sono fortemente impattanti.

A marzo 2021, la Commissione Europea ha definito e presentato, tralasciando il 2030, gli obiettivi e le strategie volti/e alla trasformazione digitale dell'Europa, anche in relazione ad una transizione orientata ad un'*economia climaticamente neutra, circolare e resiliente*.

L'azione dell'Unione Europea è rivolta alla facilitazione della trasformazione digitale in atto a tutti i livelli (persone, tessuto imprenditoriale, amministrazione ed enti pubblici, ecc.) e dà luogo a quello che viene

definito il "decennio digitale europeo" (cfr. https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/europe-fit-digital-age/europes-digital-decade-digital-targets-2030_it).

Anche il contesto nazionale ha mostrato grande interesse per il settore; nel 2019, l'Italia si è aggiudicata una delle tre macchine *pre-exascale* cofinanziate da EuroHPC; si tratta di un supercomputer ("Leonardo") da 250 petaflops destinato alla ricerca e all'industria che è ospitato nel Tecnopolo di Bologna e che è entrato nella classifica TOP500 come quarto supercomputer più potente al mondo e secondo in Europa; esso contribuirà quindi in modo significativo alla rete di calcolo europea ad alte prestazioni.



In ogni caso, dal punto di vista tecnico, l'HPC può essere implementato in diversi modi ed è possibile accedere alle funzionalità ad alte prestazioni senza affrontare la spesa relativa ad un supercomputer. Una possibilità è costituita dall'impiego di gruppi di computer più piccoli configurati in cluster che diventano quindi i nodi del sistema; ciascuno dei nodi è caratterizzato da più processori dedicati a specifiche elaborazioni; in questa situazione, l'interconnessione dei cluster rappresenta il sistema HPC, il quale diventa così accessibile anche a realtà ed organizzazioni non necessariamente di grandi dimensioni.

Ma un'altra opzione degna di grande attenzione in quanto comporta costi contenuti per aziende, enti, ecc., è quella dell'HPC AS A SERVICE. Secondo questo paradigma le grandi società tecnologiche rendono disponibili soluzioni HPC alle quali le aziende possono accedere attraverso il cloud; naturalmente questa opzione porta con sé il vantaggio di un utilizzo sempre in linea con le esigenze ed una notevole scalabilità verticale.

In sostanza, con l'avvento del cloud computing e dell'HPC as a service, le organizzazioni dispongono della possibilità di affrontare e gestire progetti "importanti" che richiedono un'elaborazione on demand e caratterizzata da specifici requisiti di robustezza (*heavy duty*); è chiaro che si tratta di una grande opportunità precedentemente non ipotizzabile, cioè la possibilità di accedere alle caratteristiche e alle potenzialità dell'HPC con un elevato livello di flessibilità e scalabilità., disponendo, di fatto, di capacità di calcolo virtualmente illimitata, file system ad alte prestazioni e di reti di calcolo ad alta velocità effettiva.

Tornando all'impegno europeo e al *decennio digitale* precedentemente menzionato, osserviamo, in particolare, che le azioni su cui l'Europa concentra il suo sforzo riguardano, tra l'altro, i dati, il calcolo ad alte prestazioni, la cyber-sicurezza, la connettività e le competenze digitali e l'Intelligenza Artificiale (AI).

Si è nominata per l'ultima l'Intelligenza Artificiale non perché lo sia in ordine di importanza, ma, al contrario, proprio perché rappresenta l'altra importante sfida e direttrice (oramai realtà avanzata) su cui puntare per l'ambizioso futuro che si desidera costruire.

L'Intelligenza Artificiale, infatti, e nello specifico il *Machine Learning* (ML) e il *Deep Learning* (DL), hanno avuto di recente una forte crescita e sono sempre più fortemente utilizzate per incrementare la velocità di elaborazione delle simulazioni;



in particolare, le tecniche ML e DL sono impiegate per individuare precocemente modelli di interesse a partire dai dati risultato di simulazioni meno accurate e approfondite.

D'altro canto, la notevole crescita dei flussi di lavoro e la loro diversificazione spingono in maniera decisa verso la convergenza tra HPC e cloud computing, proprio allo scopo di fronteggiare efficacemente ed in modo esaustivo le problematiche e le opportunità posta dall'Intelligenza Artificiale.

Caratteristica primaria dei sistemi di Intelligenza Artificiale, infatti, è quella di riuscire a processare enormi quantità di dati, creando modelli e correlazioni utili per la messa a punto delle previsioni.

Sono proprio questi aspetti che consentono, ad esempio, ad un chatbot di emulare efficacemente un dialogo, uno scambio di informazioni, ecc. o ad un particolare strumento di analisi l'apprendimento di algoritmi per il riconoscimento di immagini.

Appare dunque chiaro come, nel processo di innovazione tecnologica volto alla messa in opera di un importante cambiamento della società nel pieno rispetto dei criteri di sostenibilità ambientale (transizione ecologica), l'Intelligenza Artificiale possa svolgere un ruolo di primissimo piano.



Per comprendere ciò basti pensare alla quantità di sensori, contatori digitali, ecc., installati sul territorio italiano e alla quantità di dati che essi producono in tempo reale: è evidente che un approccio basato su sistemi digitali tradizionali sarebbe assolutamente insufficiente, necessitando, invece, di piattaforme digitali strutturate per l'impiego di algoritmi di Intelligenza Artificiale.

APPLICAZIONI CLOUD NATIVE E MICROSERVIZI

La progettazione richiede competenza ed esperienza; la definizione delle soluzioni applicative e la scelta dei paradigmi più appropriati da utilizzare sono attività importanti che richiedono skills e know how specifico; interpretare esigenze e richieste con soluzioni innovative e di successo risulta fondamentale e richiede spirito di iniziativa e creatività. Alla base di uno sviluppo di qualità ci sono una programmazione strutturata e l'*information hiding* (separando quindi la specifica di un modulo dalla sua realizzazione, rendendone invisibile l'implementazione). La progettazione basata sui componenti (*Component-Based Design*) e sul riutilizzo (*Reuse*) di parti esistenti costituisce elemento di sicuro valore sia in termini di qualità che di produttività. Una buona progettazione definisce comunque alcune regole fondamentali da seguire con assoluta precisione: strutturazione *top-down* e *bottom-up* a seconda della fase progettuale, alta coesione (grado di "coerenza funzionale" delle varie parti che costituiscono un componente - un'alta coesione significa che tutte le parti sono progettate per realizzare una coesione funzionale, cioè realizzare un'unica funzione) e basso accoppiamento (che rappresenta il grado di "conoscenza logica interna" che un componente ha di un altro componente - un basso accoppiamento indica che ogni componente non ha assolutamente bisogno di conoscere alcuna logica interna ad altri componenti per svolgere le proprie funzioni).

In questo scenario, l'approccio alla realizzazione di applicazioni, specialmente nel caso di applicazioni di livello *enterprise*, si è oramai fortemente indirizzato verso modelli particolarmente evoluti. In tale contesto, il modello cosiddetto "monolitico" è passato in secondo piano, lasciando il campo al modello denominato "CLOUD NATIVE". Con questo termine, in generale, viene identificata un'applicazione appositamente progettata e realizzata per il cloud computing, sfruttandone alcune

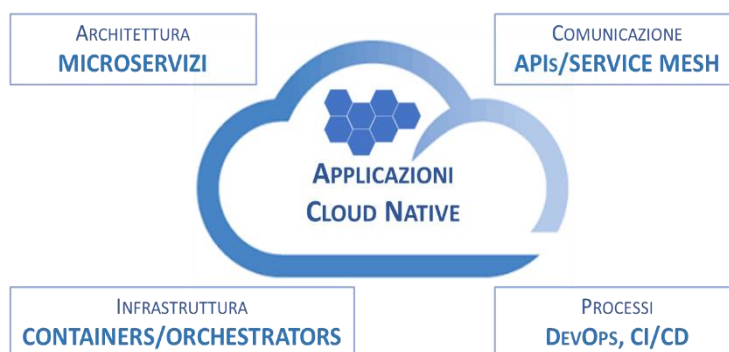


Figura 8 - Applicazioni Cloud native

caratteristiche fondamentali; la caratterizzazione "native", infatti, è riferita al fatto che l'applicazione è concepita fin dall'inizio per sfruttare in modo ottimale gli ambienti di esecuzione in piattaforme disponibili in cloud (*PaaS - Platform-as-a-Service*), ad esempio, per quanto concerne tecnologie di virtualizzazione come i cosiddetti "container" (si veda più avanti).

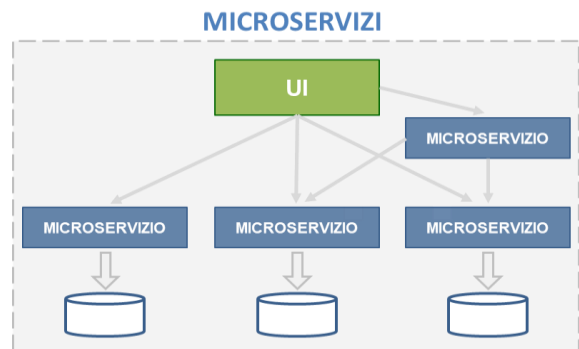
Il paradigma cloud native rappresenta, quindi, un passaggio concettuale relativamente al modo in cui si progettano, costruiscono e distribuiscono le applicazioni, mettendo al centro gli aspetti di velocità e agilità; esse non sono più blocchi monolitici di difficile modifica e manutenzione, bensì sono progettate per cambiare rapidamente, su larga scala e per essere resilienti.

Le applicazioni cloud native si distinguono per i seguenti aspetti principali che possono essere considerati dei veri e propri pilastri (cfr. Figura 8):

- **Architettura - MICROSERVIZI:** rappresenta il nuovo modello di riferimento per la realizzazione delle applicazioni ed è fondato su singole unità funzionali indipendenti tra loro; da ciò consegue che ognuna delle suddette unità può essere compilata, implementata o modificata senza interferire sul comportamento dell'intera applicazione.

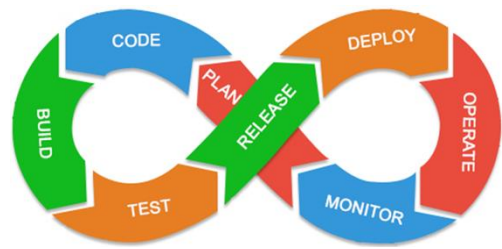
Tra i vantaggi principali vi sono un sostanziale **aumento della resilienza complessiva** dell'applicazione, in quanto un qualsivoglia problema

su un singolo microservizio non comprometterà il funzionamento degli altri. Inoltre, si ha una riduzione della complessità dell'architettura, **alti livelli di scalabilità** e la possibilità di distribuire su ambienti diversi le singole unità funzionali. Un beneficio concreto lo si ha anche in termini di riduzione dei cicli di sviluppo e di qualità del software, grazie allo sviluppo di competenze e know how specializzati.



- **Infrastruttura – CONTAINERS/ORCHESTRATORS:** in estrema sintesi, i container possono essere considerati delle **istanze virtuali di un ambiente di runtime** completo di ogni sua parte, le quali ospitano l'intera applicazione o i microservizi (singolarmente o in cluster) consentendone l'**esecuzione in modalità totalmente indipendente dall'infrastruttura sottostante**. La cosiddetta containerizzazione può essere implementata con strumenti ad hoc (come, ad esempio, il famoso **Docker**) e si caratterizza, per sua natura, come una tecnica estremamente valida ed efficace in ambienti ibridi e multi-cloud; ciò in quanto il **totale disaccoppiamento tra le componenti hardware e software** assicura una completa **portabilità delle applicazioni su sistemi diversi**, senza necessità di distinzione tra data center on-premise e infrastrutture in cloud. Attorno al tema della containerizzazione vi è molto interesse e, allo scopo di definire uno standard internazionale relativamente al "mondo" dei container, è stata fondata nel 2015 la **Open Container Initiative (OCI)**. Impiegare la tecnica della containerizzazione garantisce l'eliminazione di inefficienze funzionali e prestazionali che potrebbero manifestarsi nella migrazione tra ambienti eterogenei. D'altro canto, è necessario osservare che un **punto di attenzione è quello della crescita della complessità nella gestione dei container** laddove il numero di applicazioni da realizzare, distribuire e mantenere è significativamente elevato. In questo caso, la soluzione più idonea è quello dell'impiego di **piattaforme per l'orchestrazione dei container** (quali, ad esempio, **Kubernetes**, leader di fatto per il settore in questione).
- **Comunicazione – APIS/SERVICE MESH:** nel momento in cui si progetta, si implementa e si distribuisce un'applicazione cloud native, gli aspetti di comunicazione costituiscono un nodo cruciale e, conseguentemente effettuare le scelte corrette in termini progettuali è un aspetto assolutamente rilevante. Le questioni da focalizzare sono diverse e riguardano il modo con cui un'applicazione front-end comunica con un servizio di back-end, il modo con cui i microservizi comunicano tra loro e, più in generale, la definizione dei principi, dei modelli e delle best practice alla base della comunicazione in applicazioni cloud native. Le strategie attuabili sono molteplici e diversificate e devono essere attentamente valutate; a tal proposito, una buona direttrice è sicuramente quella di fare affidamento su pattern consolidati, quali, ad esempio: **API gateway/management**, **gRPC (Google Remote Procedure Calls)** e **Service Mesh** (che consta di un layer applicativo che aggiunge funzionalità ad un network tra servizi). La disponibilità di un'architettura modulare a microservizi permette di fondare la comunicazione tra i diversi componenti dell'applicazione su protocolli "leggeri" ed agnostici sotto l'aspetto tecnologico; ciò costituisce un ulteriore step nella direzione della riduzione della complessità degli aspetti di deployment e consente di governare la complessità architetturale; inoltre, in questo modo viene incrementata l'indipendenza degli sviluppatori che possono astrarre completamente dalle problematiche che riguardano l'infrastruttura.

- **Processi – DEVOPS, CI/CD:** DevOps è un framework metodologico che supporta la stretta collaborazione tra i settori Development e Operations (da cui la denominazione che è una *buzzword* composta dalle abbreviazioni dei termini suddetti), abilitando l'adozione di processi efficienti ed efficaci per la gestione del ciclo di vita del software. Adottare DevOps significa dunque



promuovere la **comunicazione e collaborazione tra i team di sviluppo (Dev) e gli amministratori dei sistemi (Ops)**, al fine di rimuovere gli ostacoli, i rischi, e gli altri vincoli che frenano una veloce produzione di applicazioni da rilasciare in produzione. I principi di base sono quelli delle **metodologie per lo sviluppo Agile** (ad esempio, Scrum). Il mezzo per l'applicazione del framework metodologico sono quelle best practice che consentono l'attuazione di metodi efficienti e consolidati per una distribuzione frequente (... continua) delle applicazioni dove il principio di automazione riveste un ruolo fondamentale; ci si riferisce quindi (ad esempio) a: ✓ **Continuous Integration**, dove le modifiche al codice sorgente apportate dai diversi team di sviluppo sono veicolate con continuità verso un repository centrale, consentendo il costante allineamento delle attività di sviluppo condotte in parallelo all'interno del progetto; ✓ **Continuous Delivery**, paradigma secondo il quale i rilasci (deploy) sono effettuati con frequenza molto elevata; ✓ **GitOps**, che si configura come una modalità di implementazione della CI/CD per applicazioni cloud native; il metodo si focalizza sullo sviluppatore e sugli strumenti che egli utilizza abitualmente (come, ad esempio, Gite e tool di CD).

In sintesi, i benefici nell'adottare le best practice DevOps e CI/CD, sono **la snellezza e l'agilità dei processi**, le **alte frequenze di rilascio delle applicazioni**, la **qualità delle applicazioni** stesse grazie ai processi di automazione che riducono gli errori e aumenta la frequenza dei feedback tra i team Dev e Ops e, non ultimo, **l'elevata affidabilità e scalabilità delle applicazioni**.

L'adozione di tecnologie cloud native porta una serie di vantaggi che, ad oggi, non possono essere trascurati:

- le tecnologie cloud native consentono di ottenere **architetture flessibili** che permettono di rispondere prontamente ed efficacemente alle esigenze di business (nel senso più ampio e generico del termine);
- è facilitato l'impiego delle best practice **DevOps**, le quali consentono il deploy delle applicazioni in modo continuo, sicuro e testato (**CI/CD**);
- l'impiego di architetture a microservizi e l'utilizzo di infrastrutture a container consente di disporre di un "ambiente" estremamente modulare dove **i singoli componenti possono essere riutilizzati** per lo sviluppo di altri progetti;
- **le architetture a microservizi sono per loro struttura e natura particolarmente resilienti**; nel momento in cui si verifica un problema di natura tecnica, è possibile prevedere specifici meccanismi di auto-ridondanza, spostando l'esecuzione delle applicazioni automaticamente sulla infrastruttura; si ha quindi a che fare con applicazioni affidabili e scalabili per i poteri (by design), a vantaggio della **business continuity**;
- la semplificazione della gestione delle infrastrutture consente **l'ottimizzazione del budget disponibile per l'IT**; utilizzare, infatti, le risorse messe a disposizione dai cloud provider (Azure, AWS ecc.), abbatte drasticamente la necessità di affrontare importanti investimenti per l'acquisto e la gestione delle risorse computazionali;
- **sono abbattute le problematiche relative al cosiddetto vendor lock-in**, grazie all'impiego di software open source e, soprattutto, dalla standardizzazione delle interfacce di comunicazione per lo scambio dati; un'applicazione può, quindi, essere eseguita su qualsiasi piattaforma pubblica o privata;
- l'adozione del paradigma cloud native promuove la **cultura della comunicazione** e delle **applicazioni seamless**, favorendo la spinta all'innovazione e al business.

API MANAGER

L'impiego delle cosiddette **API** (*Application Programming Interface*, letteralmente: Interfaccia di programmazione delle applicazioni) è al giorno d'oggi imprescindibile, rappresentando un importante elemento dell'evoluzione dei sistemi digitali e del corrispondente business.

Come noto, si tratta, in estrema sintesi, di definizioni e protocolli attraverso le/i quali vengono implementate e integrate le applicazioni ed una delle loro caratteristiche principali è quella relativa l'affatto che il loro impiego non richiede all'utente (l'utilizzatore) di conoscere le specifiche con cui risorse e informazioni vengono recuperate o la loro provenienza.

Le API possono essere assimilate a contratti tra un fornitore di informazioni (ad esempio, proprio un'applicazione) e il fruitore dei dati nei quali sono contenute le suddette informazioni; in sostanza, le API sono in grado di **facilitare e perimetrare opportunamente la comunicazione tra sistemi diversi**, fungendo da layer di intermediazione attraverso il quale condividere risorse e informazioni; tutto ciò garantendo il necessario livello di sicurezza, controllo e autenticazione, in quanto sono le API stesse a definire i propri criteri di accesso ed utilizzo.



Le API sono quindi un valevole strumento, oramai indispensabile, per consentire una rapida ed efficace erogazione di tutti quei servizi che l'attuale contesto di business richiede, ad esempio, rendendo agevolmente disponibile un'applicazione di livello enterprise su dispositivi mobile.

È facile intuire come la crescita del numero di applicazioni che hanno necessità di interfacciarsi/integrarsi le une con le altre sia fortemente abilitata e supportata dall'impiego delle API che, a loro volta, possono crescere enormemente in numero e tipologia.

Osservato ciò, occorre focalizzare l'attenzione sul concreto rischio: ✓di un significativo aumento della complessità di gestione dell'intero parco applicativo di riferimento; ✓di un conflitto tra le implementazioni di diverse API; ✓di diminuire il livello di sicurezza delle applicazioni; ecc.

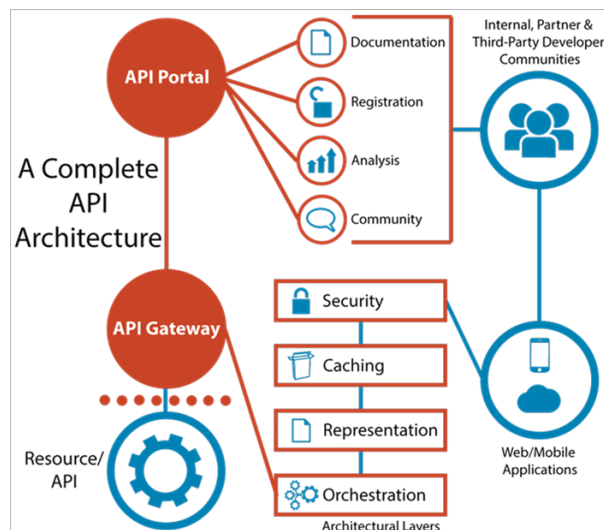
È proprio in ragione delle caratteristiche del conteso sopra delineato che assume valore la considerazione di soluzioni specificamente ideate per consentire l'**API MANAGEMENT**.

Del resto, dagli studi condotti sul tema dai maggiori advisor internazionali (cfr. IDC – Global IT Advisor) si rileva che le strategie di API management assumono un ruolo fondamentale nel favorire lo sviluppo e l'integrazione delle applicazioni e nella condivisione e nello sfruttamento dei dati su larga scala; in aggiunta, ci si aspetta che nei prossimi 10 anni il 75% delle organizzazioni si fonderanno su modelli digitali, mentre già nell'immediato futuro (1-2 anni) la gran parte delle applicazioni si baseranno su architetture applicative a microservizi, per il potenziamento delle quali le API svolgeranno un ruolo di primaria importanza.

In questo scenario l'adozione di un **API MANAGER** appare come una soluzione ottimale per la creazione, il governo e la distribuzione delle API, con l'obiettivo specifico di gestirne l'intero ciclo di vita e definirne il perimetro di sicurezza ed utilizzo.

Le componenti che sono presenti in molte soluzioni di API management sono:

- un **Portale per gli sviluppatori**, che rende disponibili la documentazione delle API, procedure per la registrazione degli sviluppatori:
- un **API Gateway**, il quale si istanzia come un punto di accesso unico per tutti i client e determina le modalità con le quali i client stessi interagiscono con le API attraverso l'utilizzo di specifici criteri
- modulo di **Gestione del Ciclo di vita della API**, così da poterle gestire in ogni loro fase, dalla progettazione, all'implementazione e fino alla dismissione;
- un **Motore di Analisi**, al fine di monitorare l'utilizzo delle API e le relative statistiche, sapere quali siano i *client* e/o le applicazioni chiamanti, analizzare le caratteristiche di funzionamento, ecc.



ALGORITHMS

Le aspettative relative alle caratteristiche ed alla qualità dei deliverable in uscita ai processi di progettazione e sviluppo sono in continua crescita; ciò, come osservato in precedenza, anche in ragione della diffusione di tecnologie paradigmi in grado di gestire ed analizzare quantità di dati (e, quindi, informazioni) molto più elevate rispetto al passato.

In particolare, lo sviluppo della sensoristica, l'avvento dell'IoT (*Internet of Things*), ecc. ha comportato la necessità di progettare e realizzare software caratterizzati da **algoritmi sempre più evoluti e sofisticati**, capaci di elaborare, attraverso l'impiego di semantica complessa e di tecniche/metodologie di ultima generazione, grandi quantità di dati (Big Data).

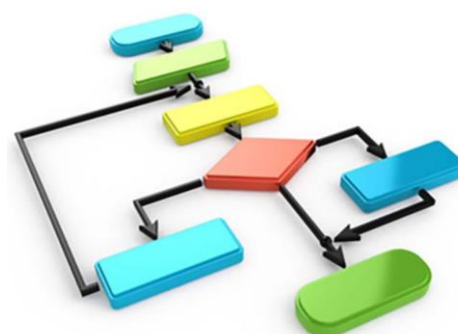
Nelle applicazioni di livello enterprise caratterizzate da una struttura multi-livello, nei quali sono adottati, ad esempio, paradigmi architetturali del tipo MVC (*Model-View-Controller*)/MVP (*Model-View-Presenter*)/MVVM (*Model-View-View-Model*), il layer intermedio, la cosiddetta *business logic*, è quello dove si concentrano le logiche di elaborazione e calcolo e dove trova spazio l'applicazione dell'ingegno attraverso, appunto, la progettazione e "messa a terra" di algoritmica complessa.

Tale algoritmica, attraverso lo sviluppo software, comprende l'implementazione di processi elaborativi, l'applicazione di formule matematiche, ecc., fino al set-up di moduli di *deep learning* caratteristici dell'intelligenza artificiale, anche per fini statistici e predittivi. La progettazione orientata ai principi di **modularità** e **scalabilità**, ispirata dalle architetture illustrate nelle sezioni precedenti consentirà, inoltre, di disporre di una pletera di **moduli interoperanti e integrabili tra loro**.

Tale algoritmica, attraverso lo sviluppo software, comprende l'implementazione di processi elaborativi, l'applicazione di formule matematiche, ecc., fino al set-up di moduli di *deep learning* caratteristici dell'intelligenza artificiale, anche per fini statistici e predittivi. La progettazione orientata ai principi di **modularità** e **scalabilità**, ispirata dalle architetture illustrate nelle sezioni precedenti consentirà, inoltre, di disporre di una pletera di **moduli interoperanti e integrabili tra loro**.

È da osservare che all'interno del layer in questione è necessaria un'adeguata mitigazione dei rischi legati ad attacchi informatici che potrebbero portare ad eventi di **data breach** (vedi GDPR – *General Data Protection Regulation*, il Regolamento UE 2016/279 in materia di trattamento dei dati personali e della privacy); per tale ragione è necessario introdurre la **gestione della sicurezza all'interno del ciclo di vita dello sviluppo software** che riguarda (anche) lo strato relativo alla *business logic*.

Per quanto concerne lo specifico settore ambientale, data la sua particolare connotazione, caratterizzata da utilizzo esteso di sensoristica, grandi quantità di dati da analizzare/elaborare, necessità di definire trend statistici e modelli previsionali, ecc. appare chiaro il supporto che il significativo supporto che può essere fornito da algoritmi di intelligenza artificiale (come già osservato, tematica di grande interesse per l'Europa). Tale supporto può essere un valore



ulteriormente significativo se gli algoritmi in questione sono impiegati in un contesto in cui vi è una **integrazione spinta con l'IoT**.

Questa tesi è supportata dal fatto che esistono una moltitudine di associazioni, enti di ricerca, aziende, ecc. che si stanno impegnando nella ricerca volta allo studio di **algoritmi di IA da utilizzare a supporto della sostenibilità ambientale**; gli studi sono molteplici e diversificati e vedono l'impiego dell'intelligenza artificiale, a titolo di puro esempio, per il monitoraggio automatico delle emissioni di gas serra e relativi modelli previsionali, nella rilevazione dei cambiamenti della biodiversità, per il monitoraggio delle condizioni oceaniche, nella previsione e prevenzione dei pericoli naturali (legati al clima, tempeste inondazioni, ecc.), nel set-up di modelli meteorologici, ecc.

Inoltre, la stessa Agenda Digitale si concentra sull'importanza del tema inerente all'impiego della IA, andando a

focalizzare una serie di aspetti specifici che la caratterizzano.

La razionalità di un agente di intelligenza artificiale è basata sull'applicazione di regole matematiche e di inferenza logica e probabilistica che si identificano, appunto, come algoritmi

Gli algoritmi IA, grazie anche alla disponibilità dell'HPC, possono essere applicate alla risoluzione di problemi specifici in diversi ambiti e settori. Diventa quindi possibile analizzare l'andamento temporale di un fenomeno, anche molto complesso, andando alla ricerca di correlazioni con altri fenomeni altrettanto complessi in modo da fornire previsioni sempre più accurate della sua evoluzione, così da istanzarsi come un sistema di supporto alle decisioni estremamente valido, superando una molteplicità di barriere cognitive.

In sostanza, quindi, l'intelligenza artificiale e gli algoritmi che la implementano, combinando la matematica, la logica, il calcolo probabilistico, ecc., offre moltissime tecniche per trattare dati in grande quantità e per risolvere una vastità di problemi logici e combinatori specifici.

I risultati ai quali è possibile giungere sono di diversa tipologia e, a seconda del contesto e delle esigenze, possono consistere in una deduzione logica, un'ottimizzazione, una previsione, una classificazione, ecc.

2.4.5 Presentation & User models

Per quanto riguarda il livello di presentazione il sistema deve avvalersi di un CMS che presenti le seguenti caratteristiche:

- Tool per la gestione dei contenuti;
- Gestione dei contenuti multilingua;
- Workflow approvativo dei contenuti e dei servizi pubblicati;
- Gestione accessi, autorizzazione e sicurezza;
- Piattaforma aperta ed estensibile;
- Multicanalità.

In questo capitolo più che su aspetti tecnologici ci si focalizzerà sui requisiti inerenti alla progettazione e allo sviluppo del front-end che costituiscono



l'interfaccia tramite la quale gli utenti interagiranno con il sistema al fine di poter accedere ai dati e ai servizi attraverso più canali (web, mobile, ecc.).

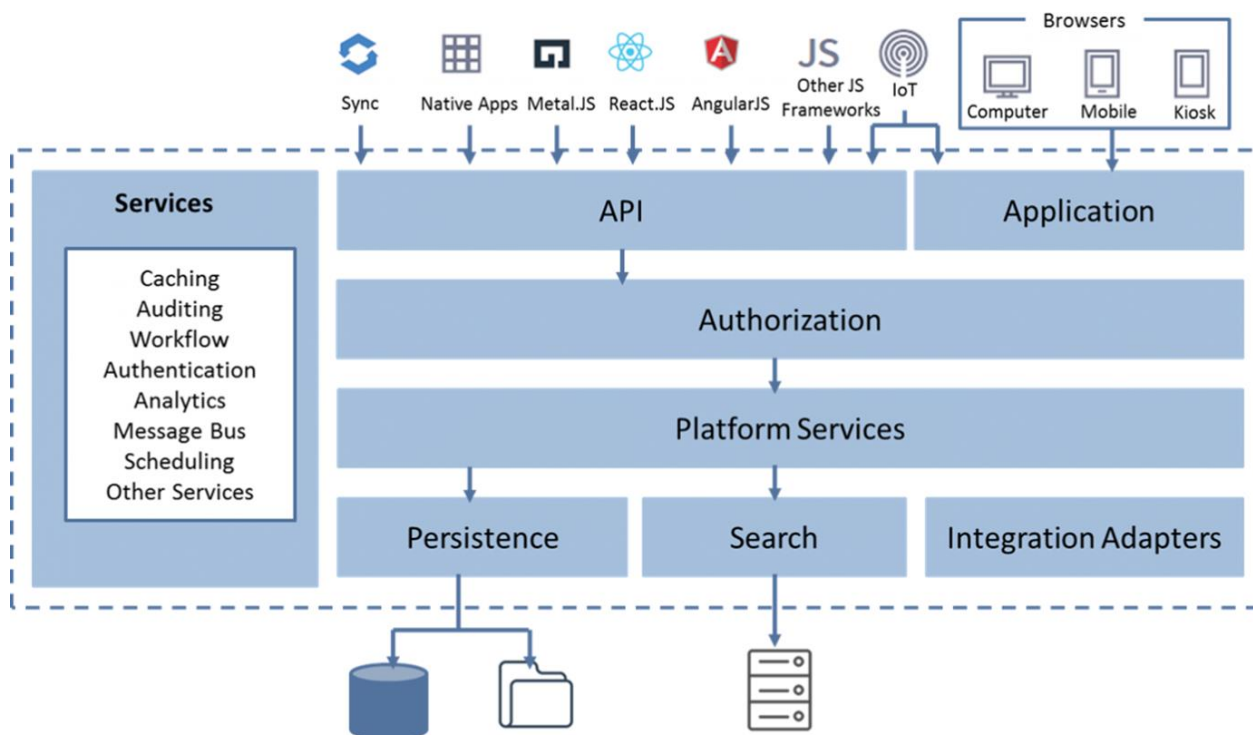
Per la progettazione di siti internet e servizi digitali della Pubblica amministrazione è necessario fare riferimento alle linee guida emesse da AGID liberamente scaricabili dal sito <https://www.agid.gov.it/>. Oltre alle linee guida sono disponibili anche librerie, template e modelli per costruire interfacce digitali con uno stile visivo definito e coerente, oltre che componenti e codice open source di sviluppo, le fondamenta di un vero e proprio design system nazionale.

Nella progettazione di servizi digitali un aspetto fondamentale e trasversale da curare con attenzione è quello dell'accessibilità. Progettare accessibile è necessario per sostanziare i principi generali legati all'inclusione e al "design for all". Le fasi di progettazione antecedenti allo sviluppo devono quindi includere le considerazioni e le strategie relative all'accessibilità, che i designer devono poter applicare ai progetti in base agli specifici ruoli professionali.

Un tale approccio progettuale deve pertanto basarsi sulle seguenti 5 caratteristiche fondamentali:

1. **SISTEMICO**: comprendere e progettare le interazioni tra i diversi attori ed elementi coinvolti nell'erogazione e fruizione del servizio nel complesso, per assicurare coerenza, armonia, integrazione e ottimizzazione degli scambi tra cittadini, processi, norme e risorse;
2. **UTENTE CENTRICO**: investigare i comportamenti, le necessità, preferenze e aspettative degli utenti del servizio per realizzare servizi e interfacce accessibili e conformi ai criteri di usabilità e sul coinvolgerli nelle diverse fasi del processo, per informare la progettazione e validare i risultati ottenuti.
3. **PARTECIPATO**: coinvolgere i diversi attori del sistema, utenti e non, con diversi background, competenze e capacità nel processo progettuale, facilitando l'esplorazione, ideazione e prototipazione di soluzioni relative a sistemi, servizi, norme e interfacce insieme alle persone che le utilizzano e ne vengono influenzate.
4. **APERTO**: a partire dalla condivisione pubblica di informazioni sul progetto in essere, sfrutta le buone pratiche attingendo a risorse esistenti valide, e reimmette a disposizione i risultati sotto forma di documentazione, strumenti e risorse verso la community degli attori coinvolti.
5. **ITERATIVO**: che si fonda su un processo ciclico di pianificazione, analisi, definizione sviluppo e test, e in ottica di miglioramento continuo di un servizio o prodotto digitale, utilizzando strumenti comprensibili a tutti i soggetti e gli attori coinvolti (stakeholder), come i prototipi a diversi livelli di fedeltà, per valutare le soluzioni proposte, analizzare i risultati e definire le modifiche e ottimizzazioni da apportare.

L'architettura generale del livello di presentazione prevede la possibilità di far interagire ed integrare diversi elementi e componenti; in Figura 9 se ne fornisce uno schema logico riassuntivo.



Architecture Diagram

Figura 9 - Livello di presentazione: schema logico generale

Dal punto di vista operativo, la progettazione dovrà essere articolata seguendo le buone pratiche qui elencate:

- Prioritizzare gli obiettivi e individuare i requisiti del progetto in funzione di essi;
- Definire il perimetro del progetto bilanciando desiderabilità, fattibilità e opportunità;
- Favorire equità e pari opportunità come requisiti imprescindibili;
- Documentare i processi in modo chiaro e aperto;
- Definire sin dal principio i KPI, ovvero gli indicatori di risultato, e le strategie per il futuro monitoraggio della performance della soluzione;
- Immedesimarsi e ascoltare gli utenti per comprendere comportamenti ed esigenze;
- Considerare tutte le tipologie di utenti per minimizzare gli elementi limitanti;
- Coinvolgere nel processo tutti gli stakeholder interessati dal progetto;
- Progettare in ottica multicanale, armonizzando l'esperienza utente delle diverse modalità di fruizione del servizio;
- Rispettare gli standard di qualità e rifarsi ai buoni esempi già esistenti, senza reinventare la ruota;
- Ridurre la complessità di procedure e processi al minimo utile, favorendo l'approccio "once only" da e verso il cittadino;
- Sfruttare piattaforme e infrastrutture tecnologiche pubbliche esistenti;
- Tenere un approccio open source: riusare soluzioni e condividere risultati con licenze aperte;
- Testare con gli utenti le soluzioni proposte durante tutto il processo, dai prototipi a diversi livelli di fedeltà fino al prodotto realizzato;
- Valutare ciclicamente la performance e la conformità delle soluzioni secondo criteri chiari.

Un altro aspetto da considerare nella progettazione del front-end è che l'accesso dell'utente al sistema ai dati e ai servizi offerti costituisce una esperienza nota come *user experience*.

La norma ISO 9241-210:2010 definisce la *user experience* (esperienza utente, o UX) come "l'insieme di percezioni e delle reazioni della persona derivanti dall'uso e/o dall'aspettativa d'uso di un prodotto, sistema o servizio".

Progettare un servizio digitale significa quindi definire le caratteristiche fondamentali dell'esperienza che l'utente vivrà accedendovi; la progettazione deve tener conto dei molti aspetti che definiscono l'esperienza utente e tradurli in soluzioni e caratteristiche della soluzione:

- la capacità di rispondere ai bisogni specifici dell'utente, definita in termini di funzionalità da supportare;
- l'usabilità, definita come proprietà risultante dall'interazione fra il sistema e la persona, in termini di efficienza, efficacia e soddisfazione;
- la fruibilità in relazione al contesto fisico, culturale, sociale nell'ambito del quale l'esperienza ha luogo;
- l'accessibilità;
- l'adeguatezza rispetto alle capacità cognitive degli utenti (semplicità d'uso, accessibilità, scalabilità rispetto al livello di conoscenza e competenza sul prodotto/servizio);
- la rispondenza alle capacità fisiche e percettive degli utenti (accessibilità, ergonomia).

La progettazione dell'esperienza utente (o *user experience design*) fa quindi riferimento alla conoscenza acquisita durante la fase di ricerca e procede in parallelo con il lavoro di costruzione dell'architettura dell'informazione. Il primo importante passo della progettazione è la elaborazione di una proposta progettuale - o di più proposte alternative - dell'interfaccia utente, che ne definiscono l'impianto generale in termini di modello interattivo, layout e struttura dei contenuti.

L'impostazione ottimale viene individuata e validata anche attraverso sessioni di confronto con utenti e/o stakeholder; questa costituisce il riferimento generale dal quale si procede alla progettazione di

dettaglio delle caratteristiche dell'interazione fra utente e servizio, attraverso modalità collaborative e un approccio iterativo e incrementale.

L'interfaccia utente (in inglese user interface - UI) è tutto ciò che funge da ponte tra i servizi digitali e i loro destinatari. È l'insieme dei cosiddetti *touchpoint* di un servizio digitale. Non si tratta solo di una serie di elementi grafici e visuali, ma di tutto ciò con cui l'utente entra in relazione, nei vari contesti, per usare un servizio o un prodotto della natura detta. L'interfaccia utente è, dunque, l'insieme di quegli elementi con i quali il cittadino interagisce per ottenere un servizio pubblico a carattere digitale: non si compone esclusivamente di elementi grafici o visuali, ma comprende tutto ciò con cui egli entra in relazione. Nella sequenza delle attività che conducono alla implementazione di un servizio digitale, alla fase di progettazione, che consente di dare corpo a soluzioni progettuali per il servizio attraverso i prototipi, segue quella di realizzazione vera e propria dell'interfaccia, che comporta anch'essa alcuni passaggi, con diversi livelli di dettaglio dell'interfaccia stessa.

Per quanto riguarda lo sviluppo, è di fondamentale importanza dedicare tempo e risorse ad alcune attività che avranno impatto sull'intero ciclo di vita del progetto:

- un'analisi di componenti (librerie, linguaggi, documentazione, ecc.) e *best practices* già utilizzate e validate dalla comunità, che possano semplificare e standardizzare la realizzazione del servizio.
- una revisione dei requisiti di progetto con lo scopo di ottenere un documento di specifiche condiviso, che possa anche definire ruoli e responsabilità.
- la selezione di una metodologia di sviluppo agile ottimale per il team di lavoro, con una conseguente definizione precisa delle procedure di comunicazione, di testing e di rilascio cadenzato.

Contestualmente alla fase di kick-off (avvio) tecnico, è auspicabile avviare sin da subito una fase di prototipazione avanzata, con la quale iniziare a validare in modo iterativo ogni progresso raggiunto. Questo obiettivo può essere ottenuto sia con classici test manuali, che attraverso un'adeguata *continuous integration* che faccia uso di test automatici.

2.4.6 Infrastructure

Dal punto di vista dell'Infrastruttura tecnologica, è evidente che il nuovo Sistema SIM dovrà essere ospitato in un "DATA CENTER" (nel senso più esteso del termine) caratterizzato da una serie di aspetti che ne determinano adeguatezza, livelli di resilienza e sicurezza, ecc.

Il data center oggi rappresenta il cuore pulsante del business. Esso fornisce anche tutta la consulenza tecnico-scientifica alle diverse strutture in materia di digitalizzazione dei processi, elaborazione elettronica dei dati, definizione delle reti di calcolo, progettazione e/o implementazione dei sistemi informativi. E include tutte le applicazioni di supporto oltre all'integrazione e all'interfacciamento con i sistemi esterni all'organizzazione.

Oggi, quando si parla di data center spesso non si pensa più a un luogo fisico perché il data center è ormai per definizione ibrido. Sempre più spesso esso è composto da: ambienti in house, cloud privati e cloud pubblici forniti da differenti provider. L'efficienza del business passa dal bilanciamento dei data center, che rimane sempre e in ogni caso il perno tecnologico dello sviluppo e della crescita di un'azienda.

Uno degli aspetti importanti di un data center è la capacità di movimentare un gran numero di processi e di dati. Rispetto al passato, la progressiva digitalizzazione in ambito pubblico e privato ha portato l'ordine dei ragionamenti a spostarsi da una gestione misurata per terabytes a una misurata in zetabytes. Da qui ai prossimi 5 anni saranno generati 35 zetabytes di contenuti digitali (*Fonte: Osservatori Digital Innovation*). E questo porta le aziende a fare scelte sempre più attente alla scalabilità e alla flessibilità delle risorse presenti nel data center ma anche ai modelli di riferimento. Lo sviluppo informatico ha portato ad un potenziamento del parco installato all'interno dei data center. Per supportare la crescente domanda di sistemi e soluzioni, infatti, le sale macchine si sono letteralmente popolate di server di diversa capienza e di diversa configurazione a seconda delle attività presidiate. Per questo motivo un sinonimo di data center è **SERVER FARM**. Un data center, a

seconda delle necessità aziendali, può occupare un armadio (rack server), pochi metri quadrati o arrivare addirittura a occupare un intero stabile.

Il SIM avrà bisogno di una serie di requisiti per i quali la scelta naturale per l'infrastruttura che dovrà ospitarlo sarà il **CLOUD**. Il datacenter cloud che ospiterà tale sistema dovrà rispettare una serie di requisiti **nativi** che, in generale, i DC tradizionali, devono rispettare solo come *feature* aggiuntive, ad esempio:

1. Automazione per gestire efficacemente grandi quantità di risorse;
2. Scalabilità per supportare la crescita del carico di lavoro;
3. Connessione ad alta velocità e affidabilità per la trasmissione dei dati;

Data center cloud e tradizionali, devono comunque rispettare;

- **alta disponibilità e ridondanza** per garantire la continuità del servizio
- **sicurezza fisica e logica** per proteggere i dati sensibili
- **interoperabilità** con altri servizi cloud e sistemi aziendali
- **compliance con le normative e gli standard di settore** (es. PCI-DSS, HIPAA)
- **supporto tecnico 24/7** per risolvere rapidamente eventuali problemi.

BUSINESS CONTINUITY, STORAGE E RETI

Quanto si parla di data center, si parla di strutture altamente specializzate, organizzate per consentirne la massima efficienza funzionale a dispositivi, sistemi e servizi.

Grazie ad essi si assicura la **business continuity** di tutti i servizi, grazie a sistemi di connettività stabili e ridondanti, attraverso una configurazione duplicata che garantisce la continuità operativa nel caso di guasti uno o più sistemi per garantire sempre e comunque la massima funzionalità. In questo modo i data center consentono di rendere accessibili i dati elaborati dalle unità computazionali e rendono disponibili le informazioni conservate presso i sistemi di storage ospitati nei server.

All'interno di un data center, oltre ai server, si trovano vari sistemi di archiviazione dei dati (**storage**), diversi sistemi informatici atti al **monitoraggio**, al **controllo** e alla gestione di macchine, applicazioni e, infrastrutture di telecomunicazione oltre a tutti gli accessori ad essi collegati. Per garantire l'operatività e la piena efficienza delle macchine, oltre a dei gruppi di continuità (UPS centers) i data center prevedono impianti di climatizzazione e di controllo ambientale molto particolari, impianti antincendio e sistemi di sicurezza avanzati. Tutta l'infrastruttura di un data center è incentrata su **reti che collegano tra loro macchine e applicazioni**. Ogni server farm ospita differenti set di **router** (ovvero dei dispositivi di rete che si occupano di instradare i dati, suddivisi in pacchetti, fra sottoreti diverse). Ospita inoltre switch progettati e configurati per veicolare il traffico dati in modo bidirezionale fra i server e il resto del mondo.

2.4.6.1 Standard di riferimento e classificazione (TIER I, II, III, IV)

La scelta del migliore data center per ospitare il sistema SIM è estremamente complessa, si dovrà trattare di un ambiente performante, dotato di strutture ben dimensionate e con livelli elevati di sicurezza, affidabilità ed efficienza nella erogazione dei servizi. Per standardizzare i livelli di affidabilità infrastrutturale è stato creato uno standard di riferimento, le cui linee guida per la realizzazione di un data center seguono lo standard TIA-942.

Nella TIA-942 sono presenti indicazioni sulla definizione degli spazi e il design dei data center, sulla realizzazione dei cablaggi, sulle condizioni ambientali. Tali linee guida includono una classificazione dei data center secondo quattro livelli, detti TIER.

Il primo è quello in cui la continuità operativa ha *delta* temporali di interruzione pari a quasi 30 ore l'anno. Un valore che può sembrare piccolo, ma per un ospedale, una banca o un aeroporto avere un'indisponibilità anche solo di due o tre ore dei servizi, può avere conseguenze disastrose. È chiaro quindi il motivo per cui, a seconda del core business, bisogna puntare a livelli adeguati.

Di seguito una schematizzazione:

- **TIER I**

- ◆ Continuità operativa garantita al 99,671% (cioè fermo del data center per 28,8 ore/anno):
- ◆ presenza di interruzioni legate ad attività pianificate e non pianificate
- ◆ mancanza di ridondanze, singolo sistema di alimentazione e di raffreddamento
- ◆ presenza, non obbligatoria, di UPS, generatori e pavimento flottante
- ◆ possibile totale spegnimento durante le manutenzioni preventive
- **TIER II**
 - ◆ continuità operativa garantita al 99,741% (fermo del data center per 22 ore/anno):
 - ◆ presenza di interruzioni a causa di attività pianificate e non pianificate
 - ◆ componenti ridondati, con singolo sistema di alimentazione e di raffreddamento
 - ◆ presenza di UPS, generatori e pavimento flottante
 - ◆ possibile totale spegnimento durante le manutenzioni su alimentazione e altre parti dell'infrastruttura
- **TIER III**
 - ◆ continuità operativa garantita al 99,982% (significa fermo del data center per 1,6 ore/anno):
 - ◆ possibilità di effettuare manutenzioni pianificate senza interruzione, ma presenza di interruzioni a causa di attività non pianificate
 - ◆ componenti ridondati e collegamenti multipli per alimentazione e raffreddamento
 - ◆ presenza di UPS, generatori e pavimento flottante
 - ◆ facoltativo lo spegnimento totale durante le manutenzioni (prevista deviazione su altri collegamenti per alimentazione e infrastruttura)
- **TIER IV**
 - ◆ continuità operativa garantita al 99,995% (significa fermo del data center per 0,4 ore/anno)
 - ◆ possibilità di effettuare manutenzioni pianificate e senza impatti negativi sulla gestione della funzionalità
 - ◆ componenti ridondati e collegamenti multipli contemporaneamente attivi per alimentazione e raffreddamento
 - ◆ disponibilità di UPS, generatori e pavimento flottante
 - ◆ facoltativo lo spegnimento totale durante le manutenzioni (prevista deviazione su altri collegamenti per alimentazione e infrastruttura)

2.4.6.2 Cyber Security e Normativa

Uno degli aspetti cardine da analizzare nella scelta del data center è la sua **sicurezza fisica e logica**. Da un lato è necessario preservare la continuità elaborativa delle unità ospitate nel data center, dall'altro è fondamentale proteggere i dati e le applicazioni che risiedono nei sistemi di storage che vengono elaborati dai sistemi informativi.

Fondamentale per la sicurezza, nella progettazione di un data center, è la messa a terra: questa categoria comprende sia la rete di collegamento che i sistemi di messa a terra utili per proteggere le apparecchiature dei CED da scariche elettrostatiche, sovracorrenti e fulmini.

Oltre a presidiare le condizioni ambientali, preservando i dispositivi e le reti da alluvioni, incendi, catastrofi naturali la sicurezza di un data center dipende anche da errori umani.

Secondo i dati dell'Uptime Institute, il 40% delle interruzioni di servizio dei data center è causato da errori umani: i sistemi, infatti, talvolta sono così complessi da riparare che i tecnici e il personale di manutenzione finiscono spesso per commettere degli sbagli anche solo scollegando una presa elettrica durante l'azionamento o la manutenzione di una macchina. Un altro punto critico è il cybercrime: le minacce ad opera di malintenzionati in rete crescono in maniera esponenziale ed è molto difficile impostare un controllo su un perimetro fatto di sistemi fisici e virtuali.

2.4.6.2.1 Protezione dei Dati e GDPR

La criticità nella gestione del sistema informativo SIM sarà legata anche ai problemi crescenti in termini di compliance normativi inerenti alla protezione dei dati personali. Sarà dunque necessario focalizzare l'attenzione sulla sicurezza in relazione alla gestione della Privacy e alla salvaguardia del patrimonio ICT dagli attacchi della cybercriminalità, alle distrazioni dei dipendenti, mai sufficientemente addestrati alle best practice della protezione e della tutela dei dati e delle risorse aziendali. A questo proposito il testo del Garante spiega come dovranno essere presidiati "apparati e reti di comunicazione elettronica, inclusi i sistemi di trasmissione, le apparecchiature di commutazione o di instradamento, gli elementi di rete non attivi che consentono di trasmettere segnali via cavo, via radio, a mezzo di fibre ottiche o con altri mezzi elettromagnetici, comprese le reti satellitari, le reti terrestri mobili e fisse a commutazione di circuito e a commutazione di pacchetto, (Internet inclusa), i sistemi per il trasporto della corrente elettrica, nella misura in cui siano utilizzati per trasmettere i segnali".

La sicurezza dovrà essere un aspetto importante da considerare, poiché i dati che vengono memorizzati e gestiti in queste strutture saranno anche di tipo sensibile o riservato. Dovranno essere utilizzate diverse tecnologie e misure di sicurezza per proteggere il sistema da attacchi esterni o da violazioni della privacy.

La *General Data Protection Regulation (GDPR)* è la legislazione europea (Regolamento UE 2016/679) che stabilisce come le organizzazioni possono gestire i dati personali degli individui. Questa regolamentazione dovrà essere applicata anche al SIM, poiché gestirà dati personali.

Per essere conformi alla GDPR, le organizzazioni che utilizzano servizi di cloud computing devono prendere in considerazione alcuni fattori importanti:

- **trasparenza:** le organizzazioni devono informare gli utenti su come i loro dati personali vengono gestiti e utilizzati, e fornire loro accesso a questi dati su richiesta;
- **sicurezza:** le organizzazioni devono garantire la sicurezza dei dati personali degli utenti, adottando misure appropriate per prevenire la perdita o la divulgazione non autorizzata dei dati;
- **controllo:** le organizzazioni devono essere in grado di controllare i dati personali che gestiscono, compreso il modo in cui vengono elaborati dai fornitori di servizi di cloud computing;
- **responsabilità:** le organizzazioni sono responsabili della gestione dei dati personali degli utenti, anche se questi dati sono gestiti da un fornitore di servizi di cloud computing.

Le misure di sicurezza che il SIM dovrà implementare ed adottare dovranno essere ingenti, tra cui crittografia, autenticazione a più fattori e controlli di accesso.

2.4.6.2.2 Backup

Il backup del sistema SIM assume una notevole rilevanza nella gestione del sistema, poiché permette di proteggere i dati da perdite accidentali o da disastri naturali. Si potranno adottare diverse opzioni per il backup, ognuna con i propri vantaggi e svantaggi.

- **Backup su nastro:** il backup su nastro è una tecnologia di backup che utilizza nastri magnetici per memorizzare i dati. Il backup su nastro è spesso utilizzato per il backup di grandi quantità di dati a lungo termine.
- **Backup su disco:** il backup su disco è una tecnologia di backup che utilizza dischi rigidi o altri supporti di archiviazione per memorizzare i dati. Il backup su disco è spesso utilizzato per il backup di grandi quantità di dati a breve termine.
- **Cloud backup:** il cloud backup è una tecnologia di backup che utilizza servizi di archiviazione in cloud per memorizzare i dati. Il cloud backup è spesso utilizzato per il backup di piccole quantità di dati a breve termine.
- **Replication:** la replica è una tecnologia di backup che utilizza la replica dei dati in tempo reale per proteggere i dati da perdite accidentali. La replica è spesso utilizzata per il backup di dati critici che devono essere disponibili in modo continuo.

Oltre a queste opzioni, ci sono altre tecnologie di backup disponibili per proteggere i dati nel datacenter, come ad esempio il backup su supporto rimovibile e il backup su supporto ottico. Sarà

importante scegliere la tecnologia di backup più adeguata in base alle esigenze di progetto in materia di backup e di ripristino dei dati.

2.4.6.2.3 Disaster Recovery

Il disaster recovery è il processo di protezione dei dati e delle attrezzature informatiche del sistema in caso di disastri naturali o altri eventi che possono interrompere le attività del datacenter. Le procedure di disaster recovery dovranno mira a minimizzare i tempi di inattività del sistema SIM e a garantire la continuità delle attività.

Alcune tecniche e tecnologie per l'implementazione delle procedure di di disaster recovery potranno essere:

- Backup dei dati: il backup dei dati è una misura che prevede la copia di sicurezza dei dati del sistema. I dati possono essere copiati su nastri magnetici, dischi rigidi o altri supporti di archiviazione, o possono essere archiviati in cloud.
- Replica dei dati: la replica dei dati è una misura che prevede la replica in tempo reale dei dati del sistema. In caso di interruzione delle attività del datacenter, i dati replicati possono essere utilizzati per ripristinare le attività.
- Site disaster recovery: il site disaster recovery è una misura che prevede la creazione di un sito di ripristino di emergenza in caso di disastro. Il sito di ripristino di emergenza può essere utilizzato per ripristinare le attività del datacenter in caso di disastro.
- Disaster recovery as a service (DRaaS): il disaster recovery as a service (DRaaS) è un servizio offerto da fornitori di servizi cloud che permette di gestire il disaster recovery dei dati e delle attrezzature informatiche di un datacenter attraverso Internet.

2.4.6.2.4 Data center virtuale: il Software Defined Data Center (SDDC)

Anche la ricerca dell'ottimizzazione energetica del datacenter che ospiterà il sistema, spinge la scelta verso un data center dove virtualizzazione è portata all'estremo, poiché evita i problemi di sottoutilizzo dell'hardware. Hardware usato in media solo a un 10-15% della sua capacità reale nelle situazioni migliori fino al 40-50% in quelle peggiori. Non è solo una questione di malagestione delle risorse. Server e apparati hardware, anche quando non eseguono applicazioni e lavoro, costano comunque perché consumano energia di alimentazione e ne richiedono per il loro raffreddamento.

IL PERCORSO VERSO L'SDDC PASSA PER LA VIRTUALIZZAZIONE

La proliferazione di isole informatiche e sistemi eterogenei legata all'aumento delle procedure ICT accresce anche la complessità e i costi in manutenzione e personale con competenze specialistiche. Il consolidamento di server attraverso la virtualizzazione consente di recuperare efficienza, ottimizzando l'utilizzo dell'hardware, riducendo i consumi e semplificando la gestione. Grazie alla virtualizzazione, infatti, il consolidamento all'interno delle macchine server fisiche di numerose macchine server virtuali, configurabili via software, permette di ridurre l'infrastruttura hardware. Lo stadio e il miglioramento successivo rispetto alla virtualizzazione delle risorse hardware consistono nella transizione verso un'architettura IT cloud-enabled. Una nuova piattaforma capace di fornire via software tutte le risorse (CPU, memoria, storage, ecc.) in modalità di servizio. Il Software-Defined Data Center (SDDC) estremizza il concetto, in cui tutta l'infrastruttura IT è completamente virtualizzata: dai server fisici agli apparati di rete, dai dispositivi di storage alle applicazioni.

CLOUD

Il sistema SIM dovrà quindi essere ospitato in un datacenter in cloud, grandi datacenter progettati per ospitare più sistemi informatici isolati, che offrono servizi di hosting e di elaborazione dei dati ai propri clienti attraverso Internet.

Tale datacenter dovrà rispettare tutti i requisiti di un datacenter tradizionale, oltre che:

- Sicurezza logica: i dati dei clienti e servizi ospitati devono essere segregati e isolati rispetto al resto dei servizi in hosting

- Scalabilità: è importante che un datacenter in cloud che sia in grado di adattarsi alle variazioni delle esigenze di elaborazione dei dati e di storage.
- Flexibility: è importante che un datacenter in cloud che offra flessibilità nell'utilizzo dei servizi, in modo da poter adattare i servizi in base alle esigenze dei clienti.
- Cost: è importante valutare i costi associati all'utilizzo di un datacenter in cloud, inclusi i costi di storage, di elaborazione dei dati e di trasferimento dei dati.

2.4.6.3 Inquadramento del Sistema all'interno del Polo Strategico Nazionale (PSN)

Come previsto dalla componente 1 della prima missione del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza, per accelerare la trasformazione digitale della PA, congiuntamente all'iniziativa 1.2 del PNRR "Abilitazione e facilitazione migrazione al cloud", occorre raggiungere l'obiettivo di portare il 75% delle amministrazioni italiane ad utilizzare servizi in cloud entro il 2026.

A tale scopo il Dipartimento per la trasformazione digitale ha promosso la creazione del **POLO STRATEGICO NAZIONALE (PSN)** quale infrastruttura ad alta affidabilità al fine di dotare la Pubblica Amministrazione di tecnologie e infrastrutture cloud che possano beneficiare delle più alte garanzie di affidabilità, resilienza e indipendenza.

Tra i fattori abilitanti della trasformazione digitale del Paese, un ruolo centrale è svolto dal Cloud che permette di semplificare e ottimizzare la gestione delle risorse informatiche, nonché di facilitare l'adozione di nuove tecnologie digitali. La necessità di tecnologie Cloud è destinata ad aumentare alla luce dell'incremento esponenziale del volume di dati trattati che necessitano di infrastrutture computazionali rapidamente scalabili, obiettivo difficilmente raggiungibile tramite i data center tradizionali. Questo irreversibile processo di trasformazione digitale della società ha imposto un'analogia trasformazione della Pubblica Amministrazione. Per la PA, il ricorso al Cloud permette di raggiungere tali obiettivi con una significativa riduzione dei costi contribuendo, inoltre, ad aumentare l'efficienza energetica anche nell'ottica della sostenibilità ambientale. Al contempo, i differenti paradigmi architetturali e le modalità di erogazione dei servizi, impongono la necessità di adottare una strategia nazionale organica che possa imporre le necessarie garanzie di autonomia strategica e di resilienza del Paese, nonché di sicurezza e controllo nazionale dei dati e dei servizi offerti.

2.4.6.3.1 Contesto di riferimento

Si è ritenuto opportuno introdurre il contesto di riferimento in apertura del capitolo relativo al IL SISTEMA INFORMATIVO (cfr. § 2); per gli opportuni approfondimenti, si rimanda quindi al § 2.1.

2.4.6.3.2 PSN per il SIM

Nel Framework Multi-Cloud del Virtual Earth Cloud si possono riconoscere i tipici servizi del modello cloud, a cui possono essere aggiunte ulteriori e specifiche funzionalità di sicurezza informatica, orchestrazione multi-cloud e adattamento per la migrazione in cloud di applicativi già nella disponibilità dell'Amministrazione. Gli elementi a blocchi presenti nella figura seguente e descritti in seguito, rappresentano la declinazione di questo modello sul PSN.

IaaS (Infrastructure as a Service): servizi che prevedono l'erogazione di risorse infrastrutturali virtuali erogate in remoto. Come tutti i servizi di questo tipo, fornisce l'accesso a una risorsa informatica appartenente a un ambiente virtualizzato tramite una connessione Internet. La risorsa informatica fornita è specificamente un hardware virtualizzato, in altri termini, un'infrastruttura di elaborazione. Il servizio è caratterizzato da diverse componenti, tra le quali: spazio virtuale server, connessioni di rete, larghezza di banda, indirizzi IP e bilanciatori di carico.

- **CAAS (Container as a Service)**: è un particolare servizio che consiste nella messa a disposizione di una infrastruttura in grado di distribuire e gestire tutte le applicazioni basate su container. L'utilizzo dei container permette di implementare la parte applicativa, o il porting di soluzioni legacy o open source, verso l'utilizzo di microservizi.
- **PAAS (Platform as a Service)**: consiste nella messa a disposizione di una piattaforma in grado di erogare elementi applicativi e middleware come servizio, come ad esempio i Data Base, astruendo dall'infrastruttura sottostante. Uso tipico per il PaaS è la realizzazione di istanze di

Storage Repository per la gestione dei Data Lake, per le soluzioni di elaborazione dei dati. Il PaaS è funzionale anche all'autenticazione e la profilazione degli utenti.

- **CYBER SECURITY:** servizi di sicurezza dedicati a garantire la sicurezza dei dati, dell'infrastruttura e di tutti gli altri servizi del PSN. Il PSN offre molteplici strumenti per gestire la sicurezza dei dati delle Amministrazioni e mitigare i rischi che tali dati vengano sottratti, rubati, modificati o distrutti.
- **CLOUD MANAGEMENT PLATFORM:** CMP è una console unica di gestione per i servizi cloud del PSN e di altri Cloud Service Provider.

2.4.6.3.3 Dettagli dei servizi PSN a supporto delle componenti funzionali del Virtual Earth Cloud

Come anticipato precedentemente, l'infrastruttura Cloud del SIM fa riferimento al modello Virtual Earth Cloud nel seguito riportata in figura (cfr. "Virtual earth cloud: a multi-cloud framework for enabling geosciences digital ecosystems", S.Mattia e altri, International Journal of Digital Earth, Gennaio 2023).

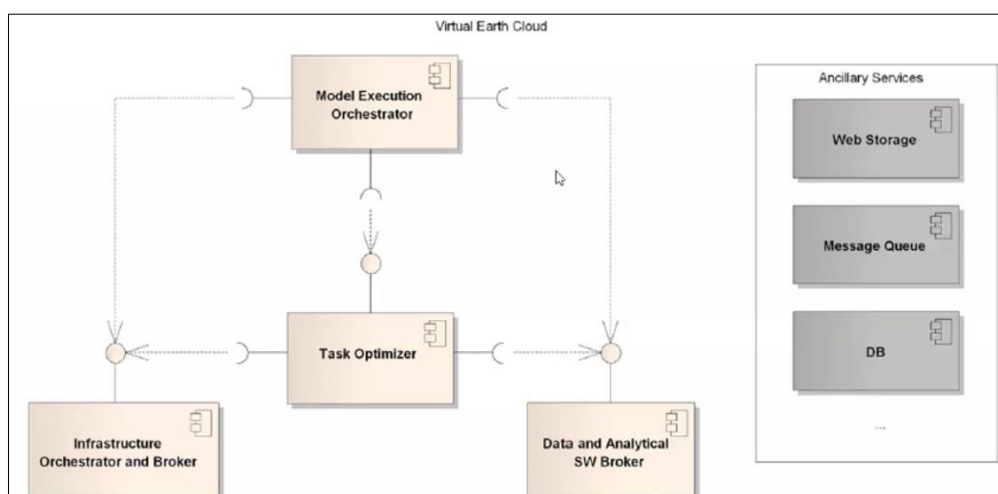


Figura 10 - Virtual Earth Cloud

Le componenti del modello della Virtual Earth Cloud, rappresentate nella figura precedente, che hanno una potenziale corrispondenza verso i servizi PSN, sono riportate di seguito:

- **INFRASTRUCTURE ORCHESTRATION & BROKER:** questo componente può essere realizzato attraverso l'impiego della [Cloud Management Platform](#) che è in grado gestire infrastrutture cloud complesse, sia che esse siano in cloud o on premise.
- **DATA AND ANALYTICAL SW BROKER:** la componente è realizzabile attraverso i servizi PaaS: [PaaS Big Data: Batch/Real time Processing, Data Governance](#) (engine for large-scale distributed data processing, data science notebook, data search, discovery and lineage) e [PaaS AI: AI Platform](#) (machine learning lifecycle management, data science notebook)
- **MODEL EXECUTION ORCHESTRATION:** la componente è realizzabile tramite il [PaaS AI: AI Platform](#) (machine learning lifecycle management, data science notebook).
- **DB:** la componente può essere gestita tramite una molteplicità di servizi, [PaaS Big Data](#), [PaaS AI](#), [DBaaS](#), che consentono di conservare dati secondo modelli di archiviazione, ricerca e accesso al dato differenziati a seconda delle esigenze implementative (ad es. relational DB, NoSQL DB, multi cloud object storage, semantic knowledge search).
- **MESSAGE QUEUE:** la gestione delle code dei messaggi è realizzata attraverso un sistema di publisher-subscriber riconducibile al servizio [PaaS Big Data: Event Message](#) (stream processing).

Oltre a quelli già citati, nel seguito si riporta una descrizione estesa e comunque non esaustiva, dei servizi PSN di potenziale utilizzo per il SIM.

IAAS

I servizi di tipo Infrastructure as a Service (IaaS) prevedono l'utilizzo di risorse infrastrutturali virtuali erogate in remoto.



IAAS PRIVATE

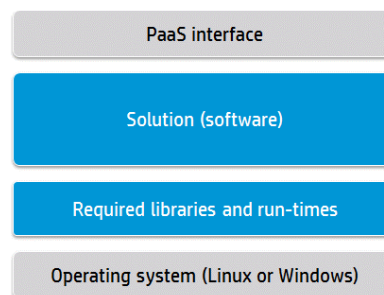
Il Servizio Infrastrutturale in modalità IaaS consiste nella messa a disposizione, di una infrastruttura virtualizzata e dedicata, in grado di ospitare applicazioni in carico alla PA all'atto della stipula del Contratto, nonché di eventuali variazioni in corso d'opera, nel rispetto dei requisiti di affidabilità, disponibilità e sicurezza fisica e logica. Il PSN si farà carico di gestire l'infrastruttura sottostante e mettere a disposizione gli strumenti e le console per la gestione in autonomia degli ambienti fisici e virtuali contrattualizzati.

IAAS SHARED

Il Servizio Infrastrutturale in modalità IaaS consiste nella messa a disposizione, di una infrastruttura virtualizzata e condivisa, in grado di ospitare tutte le applicazioni in carico alla PA all'atto della stipula del Contratto, nonché di eventuali variazioni in corso d'opera, nel rispetto dei requisiti di affidabilità, disponibilità e sicurezza fisica e logica. Il PSN si farà carico di gestire l'infrastruttura sottostante, comprensiva degli strumenti di automation e orchestration

PAAS INDUSTRY

Il Servizio PaaS consiste nella messa a disposizione di una piattaforma in grado di erogare elementi applicativi e middleware come servizio, come ad esempio i Data Base, astruendo dall'infrastruttura sottostante. Il PSN, in qualità di provider, si fa carico di gestire l'infrastruttura sottostante, comprensiva degli strumenti di automation e orchestration. L'offerta dei servizi PaaS prevede un approccio strutturato in cui ogni componente della soluzione PaaS, come il sistema operativo, solution stack ed altri software necessari, è strettamente controllata in termini di utilizzo e



configurazione e gestita dal PSN. In questo caso le soluzioni vengono "create" al momento della necessità. Una rappresentazione di questa strutturazione vede quattro livelli di componenti:

- sistema operativo;
- run-time e librerie necessarie;
- soluzione caratterizzante – tipicamente un database, middleware, web server, etc.;
- un'interfaccia programmatica con cui controllare gli aspetti operazionali della soluzione.

DBAAS

Il Database-as-a-Service è un servizio che consente agli utenti di configurare, gestire e ridimensionare database utilizzando un insieme comune di astrazioni secondo un modello unificato, senza dover conoscere o preoccuparsi delle esatte implementazioni per lo specifico database. Viene demandato al PSN tutto quanto relativo all'esercizio e alla gestione dell'infrastruttura sottostante, comprese le operazioni di riconfigurazione della capacità elaborativa e delle repliche, mentre gli utenti possono focalizzarsi sulle funzionalità applicative ed estrarre valore dai dati.

Tramite la console di gestione del servizio vengono messe a disposizione del cliente in particolare le funzionalità di:

- creazione (o cancellazione) di un database;
- modifica delle principali caratteristiche infrastrutturali dell'istanza DB e ridimensionamento ove non automatico;
- configurazione di alcuni parametri del database;
- attivazione di funzionalità aggiuntive, come ad esempio la replica dei dati su istanze passive (ove applicabile);
- attivazione di funzionalità di backup od esportazione dei dati (ove applicabile).

Altre funzionalità avanzate di configurazione delle specifiche istanze database sono demandate alle relative interfacce di amministrazione native.

Il catalogo del servizio comprende:

- **DATABASE RELAZIONALI (Oracle DB Enterprise e Standard, MySQL, PostgreSQL, Maria DB, ...)** che supportano il modello dati relazionale e lo standard SQL di interrogazione. Sono quindi adatti a spostare carichi di lavoro di DB SQL a casa del cliente su ambienti moderni e sicuri, in grado di garantire l'elevata affidabilità e le possibilità di crescita offerte dal Cloud.
- **DATABASE NoSQL (MongoDB)**, ottimizzati per trattare dati non strutturati, con volumi elevati o con caricamento di grandi quantità di informazioni in modelli dati flessibili e con bassa latenza.

PAAS IAM

In aggiunta ai servizi di Identity and Access Management che garantiscono i diritti di accesso alle componenti tecniche in ambito PSN (IaaS, PaaS, console unica di gestione, etc.), viene reso disponibile dal PSN anche un servizio di Identity Management applicativo che consente di gestire in modo unificato e centralizzato l'autenticazione e l'autorizzazione per la messa in sicurezza delle applicazioni che migrano dentro il PSN.

Tale servizio ha lo scopo di integrare in modo facile e nativo le differenti esigenze di autenticazione e autorizzazione ad oggi previste all'interno del Codice dell'Amministrazione Digitale (CAD) ed in accordo con le normative vigenti in materia di trattamento dati riportate nel General Data Protection Regulation (GDPR).

Il servizio mette a disposizione le seguenti funzionalità:

- credenziali uniche di accesso alle applicazioni in perimetro e presidio efficace dei punti di accesso;
- implementazione di policy di cambio password, autenticazione a due fattori o semplicemente auditing e monitoring dei log di accesso;
- profilazione e segregazione delle informazioni in funzione dei propri privilegi: l'approccio di base si concentra sulla creazione del "need-to-know". Le informazioni sensibili sono rese disponibili solo a quelle persone dotate di adeguate autorizzazioni e di un "need-to-know" di tali informazioni per l'esercizio delle loro funzioni;
- controllo della diffusione delle informazioni: c'è una ragionevole probabilità che maggiori restrizioni sulla diffusione di informazioni sensibili riduca le possibilità di fughe di notizie ("need-to-share").

I principali moduli funzionali disponibili all'interno del servizio IAM fornito sono:

- **Identity Management & Governance:** è responsabile per la gestione del ciclo di vita delle identità digitali, gestisce la creazione, la modifica o la cancellazione delle identità, i loro attributi e il rapporto tra identità e attributi all'interno del sistema IAM. Inoltre, è responsabile per la gestione del ciclo di vita dei ruoli e dei diritti di accesso per gestire le risorse di amministrazione;
- **Access Control & Management:** è responsabile di gestire l'assegnazione dei diritti di accesso alle identità e l'esecuzione dei diritti di accesso su sistemi finali;
- **Credential Management:** è responsabile per la gestione del ciclo di vita delle credenziali delle identità e la gestione dei relativi eventi, come la creazione, blocco, sblocco, etc.;
- **Multi Factor Authentication:** gestisce gli schemi di autenticazione utilizzati sul sistema IAM multifattore (gestione delle password, OTP Token, Smart Card, etc.). Per garantire la sicurezza dell'intera filiera applicativa il sistema di autenticazione multi-fattore garantisce i livelli di sicurezza definiti all'interno della norma ISO/IEC DIS 29115;
- **Logging & Reporting:** è il componente responsabile di raccogliere, correlare e normalizzare tutte le informazioni gestite dal sistema IAM per generare report anche per uso amministrativo;
- **Federation Services:** rappresentano i servizi di federazione verso Identity Provider esterni garantendo la piena compatibilità con i più diffusi sistemi di autenticazioni federati (SPID, eIDAS, CNS, etc.). In particolare, con l'introduzione dello SPID (Sistema Pubblico di Identità Digitale) promosso dall'Agenzia per l'Italia Digitale (AgID), il servizio proposto consente di accedere con un unico login ai diversi servizi on line di tutti i soggetti pubblici e privati che adottano questo sistema di autenticazione. Il servizio SPID Enabling consente di connettere e abilitare i servizi web di aziende pubbliche e private al sistema di autenticazione SPID basandosi su un gateway di federazione SAML 2.0 nel quale sono state implementate le logiche e le specifiche tecniche SPID ed abilita ad un sistema di autenticazione federato verso tutti gli Identity Provider accreditati AgID.

BIG DATA

Il servizio consente la costruzione di Data Lake *as a service*, servizi di analisi dati batch, stream e real-time, con scalabilità orizzontale e un servizio per la data governance:

- **DATA LAKE:** questa soluzione PaaS fornisce una piattaforma pronta all'uso che dispone di tutte le funzionalità necessarie a sviluppatori, Data Scientist e analisti per archiviare facilmente dati di tutte le dimensioni, forme e velocità. Tale soluzione permette l'archiviazione e analisi di file con scalabilità orizzontale, lo sviluppo di programmi con architettura altamente parallela, l'integrazione con scheduler di risorse esterni (YARN, Kubernetes). È progettato per essere utilizzato su infrastrutture cloud e supportare una vasta gamma di linguaggi (Python, R, Java, .Net, Scala).
- **BATCH/REAL TIME PROCESSING:** questa soluzione PaaS fornisce una piattaforma pronta all'uso per sviluppare processi batch e in streaming basati su un motore di esecuzione *in memory* e basato su scalabilità orizzontale e parallela. Tale soluzione consente l'analisi di una grande mole di dati sia in batch che in streaming, un paradigma di programmazione unico per l'analisi in batch e in streaming, lo sviluppo di programmi performanti con utilizzo di architetture scalabili orizzontalmente e parallele. Mette a disposizione Tool per il Debug e l'ottimizzazione dei programmi sviluppati, è Integrabile con Scheduler di Risorse Esterni (YARN, Kubernetes) e cloud ready, supporta una vasta gamma di linguaggi (Python, R, Java, .Net, Scala), espone api rest per il monitoraggio e il submit dei job da remoto, fornisce un pannello per il monitoraggio del job e dettagli per singolo job, integrabile con Storage Esterni (Data Lake Paas), fornisce funzionalità di autoscaling e fornisce meccanismi di caching su SSD.
- **EVENT MESSAGE:** questa soluzione PaaS rende disponibile una piattaforma pronta all'uso per sviluppare applicazioni e pipeline dati in real time inoltre deve fungere da Message Broker fornendo funzionalità di tipo Publish e Subscribe. Tale soluzione permette la gestione di grandi moli di eventi, lo sviluppo di programmi basati su architettura altamente parallela e scalabile orizzontalmente, fornire tool per il Debug e l'ottimizzazione dei programmi sviluppati, l'integrazione con Scheduler di Risorse Esterni (YARN, Kubernetes) e progettato per essere utilizzato su infrastrutture cloud, supportare una vasta gamma di linguaggi (Python, R, Java, .Net,

Scala), fornire funzionalità di autoscaling, implementare meccanismi di consegna degli eventi in ordine ed essere integrabile con framework di Stream Processing (Spark).

- **DATA GOVERNANCE:** questa soluzione PaaS fornisce una piattaforma pronta all'uso che mette a disposizione un unico punto di riferimento sicuro e centralizzato per il controllo dei dati. Sfruttando strumenti di "search and discovery" e i connettori per estrarre metadati da qualsiasi sorgente di dati, permette di semplificare la protezione dei dati, l'esecuzione delle analisi e la gestione delle pipeline, oltre ad accelerare i processi ETL. Tale soluzione consente di analizzare, profilare, organizzare, collegare e arricchire automaticamente tutti i metadati, implementare algoritmi per l'estrazione di Metadati e relazioni in modo automatico, supportare il rispetto delle normative e della privacy dei dati con il tracciamento intelligente della provenienza dei dati (data lineage) e il monitoraggio della conformità, semplificare la ricerca e l'accesso ai dati e verificare la validità prima di condividerli con altri utenti, produzione di dati relativi alla qualità del dato, definire in modo semplice e veloce i modelli e le regole necessarie per validare i dati e risolvere gli errori, permettere di supervisionare gli interventi per la risoluzione degli errori dei dati e mantenere la conformità rispetto a audit interni e normative esterne.

ARTIFICIAL INTELLIGENCE

Il servizio mette a disposizione un set di algoritmi pre-addestrati di Artificial Intelligence per utilizzarli in analisi del testo, audio/video o di anomalie ed una piattaforma per la realizzazione di modelli custom di machine/Deep Learning:

- **AI PLATFORM:** questa soluzione PaaS rende disponibile una piattaforma pronta all'uso per costruire modelli di ML/DL facilitando l'accesso al dato mettendo a disposizione una ambiente collaborativo a cui partecipano sia esperti di contesto che Data Scientist. Tale soluzione permette il supporto di almeno le seguenti tipologie di sorgenti dati: NoSQL, SQL, Hadoop File Formats, Remote Data Sources, Cloud Object Storage, Cluster Hadoop, Rest Api; fornisce moduli configurabili per il data cleaning, wrangling e mining, strumenti e librerie per la visualizzazione dei dati, supporta le principali librerie per lo sviluppo di modelli di ML/DK (PyTorch, TensorFlow, ScikitLeran, H2O,XGBoost, etc), supportare gli ultimi trend tecnologici (AutoML, Explainable AI), supportare una vasta gamma di linguaggi (Python, R) e strumenti a Notebook (Jupyter), permette la gestione della sicurezza di livello enterprise con la possibilità di implementare politiche RBAC, fornisce un approccio visuale di tipo Drag&Drop per lo sviluppo, la gestione intera del ciclo di vita di un progetto di datascience (Business Understanding, Data Acquisition&Understanding, Modeling, Deployment), rende possibile interrogare i modelli attraverso degli endpoint Rest, monitorare le performance dei singoli modelli, supporta sia CPU che GPU, permette il Deploy dei modelli in versione dockerizzata e su Kubernetes, permette la creazione di pipeline di automation per la creazione di ambienti e il rilascio dei modelli, permette la creazione di Wiki per la condivisione delle informazioni relative ai singoli progetti, è integrabile con IAM esterni, permette il tracciamento e monitoraggio di tutte le azioni effettuate sulla piattaforma, permette la gestione centralizzata delle risorse di computing, permette la possibilità di creare policy custom per la protezione del dato e integrabile con sistemi di calcolo distribuiti (Spark, Hive, Impala, etc).
- **SEMANTIC KNOWLEDGE SEARCH:** questa soluzione PaaS fornisce una piattaforma pronta all'uso in grado di rendere facilmente accessibili le informazioni contenute all'interno del patrimonio informativo (documenti, immagini, video) utilizzando un motore di ricerca semantico in grado di interpretare richieste in linguaggio naturale. Tale soluzione ermette di gestire contenuti in varie tipologie di formati (Documenti Word, pdf, pptx , email, immagini, video, etc), di indicizzare le informazioni contenute nei documenti, l'implementazione di un motore di ricerca di tipo full-text e di tipo semantico performante, l'esposizione di un'interfaccia in linguaggio naturale, il supporto almeno delle seguenti Lingue (Inglese, Italiano, Tedesco, Spagnolo), implementare meccanismo di auto apprendimento mediante feedback utenti, garantire la sicurezza del dato con vari tipologie di protezione (At rest, In Transit), garantire scalabilità orizzontale, esporre delle api per l'integrazione con sistemi esterni e essere integrabile con uno IAM esterno.
- **TEXT ANALYTICS /NLP:** questa soluzione PaaS rende disponibile una piattaforma pronta all'uso in grado di estrarre informazioni da testo non strutturato. Tale soluzione consente di esporre delle api rest per l'inferenza dei modelli, l'estrazione di Entità dal testo (Persone, Luoghi, etc),

estrazione di concetti chiave dal testo, estrazione del Sentiment, riconoscimento della Lingua, garantisce scalabilità orizzontale, supporto Load Balancing, il supporto almeno delle seguenti Lingue (Inglese, Italiano, Tedesco, Spagnolo), il tracciamento e il monitoraggio delle interrogazioni al sistema e la possibilità di essere eseguibile su Kubernetes o in versione dockerizzata.

- **AUDIO ANALYTICS:** questa soluzione PaaS fornisce una piattaforma pronta all'uso in grado di applicare algoritmi basati su AI su fonti audio. Tale soluzione permette di analizzare grandi volumi di audio, garantire scalabilità orizzontale, supportare Load Balancing, mettere a disposizione algoritmi per l'estrazione di informazioni da fonti audio (Analisi rumore ambientale, Speaker Identification, Audio Insight), esporre un'interfaccia basata su api rest per l'inferenza, permettere la configurazione degli algoritmi da User Interface, fornire Report e Dashboard per il monitoraggio delle risorse del sistema e dei processi attivi, generazione di Eventi verso sistemi esterni, elaborazione sia in streaming che in batch, algoritmi estendibili attraverso componenti dockerizzate e deployable su Cluster Kubernetes.
- **VIDEO ANALYTICS:** Piattaforma PaaS pronta all'uso in grado di applicare algoritmi basati su AI su fonti video. Tale soluzione consente di analizzare grandi volumi di video, garantire scalabilità orizzontale, supporto al Load Balancing, mettere a disposizione algoritmi per l'estrazione di informazioni dai video (Detection, Classification, Identification, Counting, Density Estimation), esporre un'interfaccia attraverso api rest per la lettura dei metadati generati dagli algoritmi, fornire un portale web per la configurazione dei flussi video e degli algoritmi, fornire Report e Dashboard per il monitoraggio delle risorse del sistema e dei processi attivi, generare Eventi verso sistemi esterni, elaborazione dei video sia in streaming che in batch e fornire estendibilità degli algoritmi attraverso componenti dockerizzate.

CAAS

Il **Servizio Infrastrutturale in modalità CaaS** consiste nella messa a disposizione di una infrastruttura in grado di distribuire e gestire tutte le applicazioni basate su *container* in carico alla PA all'atto della stipula del Contratto, nonché di eventuali variazioni in corso d'opera, nel rispetto dei requisiti di affidabilità, disponibilità e sicurezza fisica e logica.

Il PSN si fa carico di gestire l'infrastruttura sottostante, comprensiva degli strumenti di automation e orchestration.

SECURITY

DDOS PROTECTION

Il PSN renderà disponibile per tutte le PA che attiveranno i propri servizi all'interno dell'infrastruttura proposta un servizio di Protezione DDOS. Tale servizio di Distributed Denial as a Service (DDoS) è un servizio di sicurezza infrastrutturale che va ad aggiungersi ed integrarsi ai servizi già previsti dal presente progetto.

Il servizio di DDoS Protection offerto dal PSN garantisce la mitigazione degli attacchi DDoS provenienti esclusivamente da rete Internet e diretti ai sistemi delle Amministrazioni ubicati nei Centri Servizi previsti dal progetto.

SERVIZI PROFESSIONALI DI SICUREZZA

Il PSN offre molteplici strumenti per gestire la sicurezza dei dati delle Amministrazioni e mitigare i rischi che tali dati vengano sottratti, rubati, modificati o distrutti. Rendere disponibili infrastrutture intrinsecamente dotate di un livello di sicurezza elevato, di per sé non è sufficiente a garantire la completa sicurezza delle informazioni ivi trasferite. Questo principalmente per una serie di motivi tra cui:

- requisiti normativi cogenti di natura cyber/privacy;
- mancanza di flessibilità nella stipula dei contratti;
- mancanza attuale di pubblicazioni o risposte in merito alla conformità a standard applicabili per la normativa italiana;

- scarsa conoscenza della nuova tecnologia e conseguente sottovalutazione dei rischi di migrazione;
- necessità di ridisegnare le architetture e i controlli di sicurezza, in quanto quelli utilizzati in ambienti tradizionali spesso non risultano efficaci in ambienti cloud o multicloud;
- difficoltà e complessità a mantenere centralizzato il governo dei processi e le tecnologie di sicurezza, anche e soprattutto in scenari multicloud ibridi;
- poca conoscenza e conseguente difficoltà ad abilitare e sfruttare i seppur efficaci strumenti di sicurezza nativi dei cloud provider;
- difficoltà di gestire i processi di audit e gestione degli incidenti, soprattutto in casi di analisi post-mortem e forense.

In conseguenza di tutte le problematiche sopra evidenziate vengono proposti servizi professionali per affiancare le Amministrazioni nell'implementare le opportune contromisure all'interno del proprio ambiente cloud.

I servizi professionali relativi agli ambiti di sicurezza erogati dal PSN saranno a disposizione delle Amministrazioni per tutte quelle attività necessarie ad aumentare il livello di sicurezza e a mitigare i rischi, tra cui:

- supporto all'allineamento della strategia di sicurezza alla strategia di migrazione;
- assessment delle minacce e delle vulnerabilità del AS-IS;
- redazione del documento di gap analysis dei controlli di sicurezza in ottica di architettura target (TO-BE);
- supporto all'implementazione dei controlli e delle policy di sicurezza;
- assessment delle vulnerabilità dell'architettura target;
- supporto all'analisi del rischio e alle verifiche di conformità;
- attività di Audit/Pre-audit.

Sulla base del livello di sicurezza richiesto e della sensibilità dei dati migrati, i servizi professionali potranno fornire il supporto necessario all'implementazione dei controlli, allo scopo di attivare i servizi richiesti dalla PA, tra cui:

- cifratura dei dati "In motion" (traffico di rete di risorse esposte e non esposte) e "At rest";
- gestione delle chiavi di cifratura;
- definizione di policy per il controllo degli accessi per tutte le tipologie di utenze degli ambienti cloud (applicative, nominali, amministrative) secondo il principio del "Least Privilege";
- valutazione e configurazione di Password Policy;
- rilevazione continua delle configurazioni di "default";
- rilevazione e monitoraggio continuo degli accessi alle risorse cloud e delle chiavi di accesso;
- adozione di utilizzo di tecniche di autenticazione a 2 fattori (2fa) e di meccanismi di Single Sign On (SSO);
- messa in sicurezza degli endpoint (Antimalware, HIPS, Data Loss Prevention);
- centralizzazione degli eventi di sicurezza e log e correlazione degli eventi;
- verifica del livello di logging delle applicazioni e implementazione del livello adeguato alle attività di monitoraggio, gestione incidenti e auditing;
- accesso sicuro agli ambienti Cloud tramite link dedicati e/o Virtual Network.;
- hardening dei sistemi IaaS e PaaS.

Inoltre, potranno essere richieste le seguenti attività aggiuntive:

- Vulnerability Assessment per la rilevazione delle vulnerabilità infrastrutturali, in caso di servizi di housing, hosting e IaaS;
- Static Application Security Testing per i test sul codice sorgente delle applicazioni;

- Dynamic Application Security Testing per i test sulle applicazioni in esecuzione;
- Penetration test applicativo.

2.4.6.4 Schema architettura containerizzata

La progettazione di sistemi di moderna concezione basati su microservizi è legata ad un modello architetturale noto come containerizzazione.

Con containerizzazione si intende il raggruppamento del software e di tutte le relative componenti necessarie, come librerie, framework e altre dipendenze, in modo che risultino isolate in un proprio contesto di esecuzione denominato appunto "container".

Questo metodo consente di eseguire in modo integrato e uniforme le componenti di un sistema complesso in qualsiasi ambiente e infrastruttura cloud sfruttando anche il middleware offerto dall'infrastruttura stessa in PaaS (Platform as a Service).

L'uso di una architettura containerizzata permette inoltre di condividere, spostare e bilanciare i carichi di lavoro sulle risorse presenti all'interno dell'infrastruttura seguendo dinamicamente le mutabili esigenze dell'utenza e l'evoluzione delle tecnologie dei vari strati software coinvolti.

Indipendentemente dalla discrezionale suddivisione dei moduli e delle dipendenze necessarie per ciascun livello funzionale è opportuno riferirsi ad un modello trasversale che costituisca un'architettura containerizzata di base che sarà estesa e specializzata in ciascun ambito funzionale.

In questo modo si rende omogenea la progettazione di ciascun modulo con la possibilità di definire dipendenze e configurazioni comuni.

In una architettura containerizzata assumono un ruolo fondamentale il registro (Container Registry) che organizza in opportuni *namespace* i moduli etichettabili, ad esempio, in base alla versione e un sistema di orchestrazione (Orchestrator) dei container stessi necessario per la messa in esercizio e le successive attività di manutenzione.

Attraverso tali componenti potranno essere implementati i processi di DevOps per velocizzare sia lo sviluppo che la distribuzione in totale sicurezza secondo un modello di controllo accessi come, ad esempio, il Role-Based Access Control (RBAC).

Nella seguente figura è illustrato lo schema di architettura containerizzata di riferimento raccomandata per il progetto in esame nell'infrastruttura cloud del Polo Strategico Nazionale.

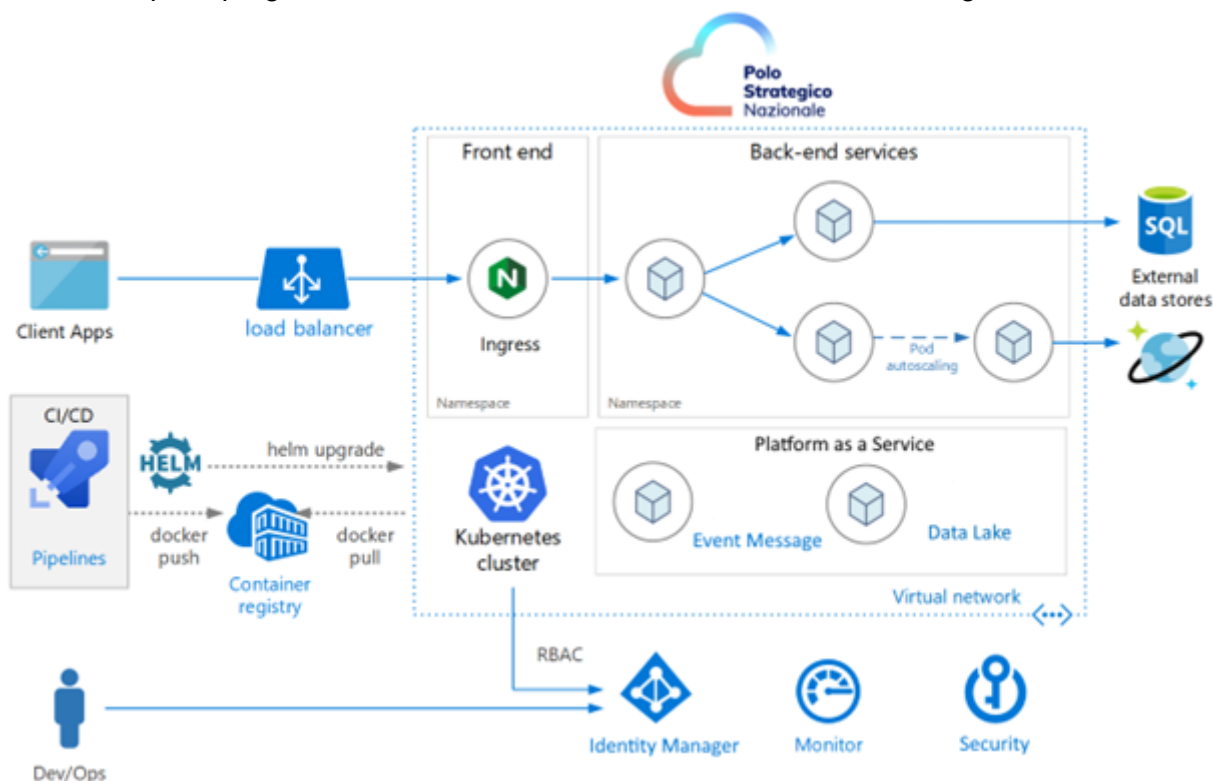


Figura 11 - Schema Architettura Containerizzata

Come si può osservare dallo schema attraverso le Pipeline si definiscono le operazioni previste nel processo di DevOps. I diversi moduli, nelle rispettive versioni, vengono impacchettati nei rispettivi Container e pubblicati (push) nel Container Registry. Sempre attraverso le Pipeline è possibile poi comandare l'Orchestratore che recupera (pull) le immagini dei container e le pubblica in cluster configurati dinamicamente in base alle effettive esigenze. I moduli, siano essi di front-end che di back-end, possono utilizzare servizi di utilità trasversale messi a disposizione dell'infrastruttura come, ad esempio, il Data Lake e il Sistema di Messaggistica (Event Message) per una più efficiente comunicazione dei microservizi.

Seguendo il modello rappresentato dallo schema sarà possibile automatizzare la distribuzione e la gestione delle applicazioni containerizzate, verificando e gestendo vari parametri come la scalabilità, la resilienza e il failover dell'applicazione.

I processi di preparazione e deploy possono essere riutilizzati ogni volta che occorrono, talvolta senza apportare modifiche, con evidente vantaggio di tempo e riducendo notevolmente i rischi di errori insiti nelle operazioni di manutenzione ordinaria e straordinaria.

Ad un livello di astrazione elevato, un'architettura containerizzata può essere considerata una struttura logica che permette di rendere autonomi e ben delimitati i singoli processi degli applicativi, anche se di grandi dimensioni. Ne consegue un concreto vantaggio in termini di velocità operativa e affidabilità quando occorre pianificare implementazione e messa in esercizio di applicazioni e servizi nell'infrastruttura cloud messa a disposizione dal Polo Strategico Nazionale.

2.5 Requisiti Funzionali del Sistema

Nei seguenti capitoli vengono descritte le caratteristiche funzionali che devono essere possedute dal SIM per soddisfare i fabbisogni espressi dagli stakeholder in funzione anche delle nuove tendenze della tecnologia in ambito, e per costituire una piattaforma flessibile e duratura nel tempo, adatta al mutare delle esigenze e delle tecnologie che via via verranno a maturare nel settore del monitoraggio ambientale e delle previsioni di eventi che impattino sul territorio nazionale.

Come già accennato in precedenza, [le caratteristiche attese sono organizzate in sottosistemi](#) per semplificarne la descrizione e per dare una possibile lettura all'articolazione in macrocomponenti suggerita per la realizzazione del sistema informativo in progetto. Questo non vuole essere un obbligo per la futura progettazione di dettaglio ma solo una indicazione di come sia possibile articolare la complessità del SIM in componenti tra loro cooperanti, a favore di una chiarezza di progettazione e una flessibilità nello sviluppo e manutenzione del codice software realizzato.

Ogni sottosistema può a sua volta essere stato schematizzato in sottocomponenti, quando si sia voluto fornire un maggior dettaglio nella possibile composizione software; questo è fatto a solo scopo di chiarezza nell'esposizione ma non vuole essere un vincolo nella futura realizzazione.

2.5.1 Schema architetturale applicativo generale

Dal punto di vista applicativo il sistema in progetto può essere scomposto in una serie di macro-componenti, tra loro cooperanti, ciascuno che copre una parte delle responsabilità del sistema.

Nel prosieguo del documento verrà presentata una scomposizione logica in sotto-sistemi che devono essere previsti in fase di realizzazione.

[Si noti che si tratta di una scomposizione funzionale alla descrizione delle responsabilità a cui il sistema deve rispondere; non devono essere visti come una scomposizione mandatoria ma solo come un metodo logico per mostrare tutte le funzionalità applicativa e le logiche generali a cui il sistema deve rispondere.](#)

Gli schemi utilizzati in questo documento per illustrare la composizione del sistema adottano la convenzione di rappresentare in verde i componenti del sistema e in azzurro i componenti esterni con cui il sistema di deve interfacciare.

La Figura 12 schematizza la scomposizione del sistema informativo nei vari macro-componenti previsti, individuando un possibile scenario dei principali flussi informativi che intercorrono tra di essi.

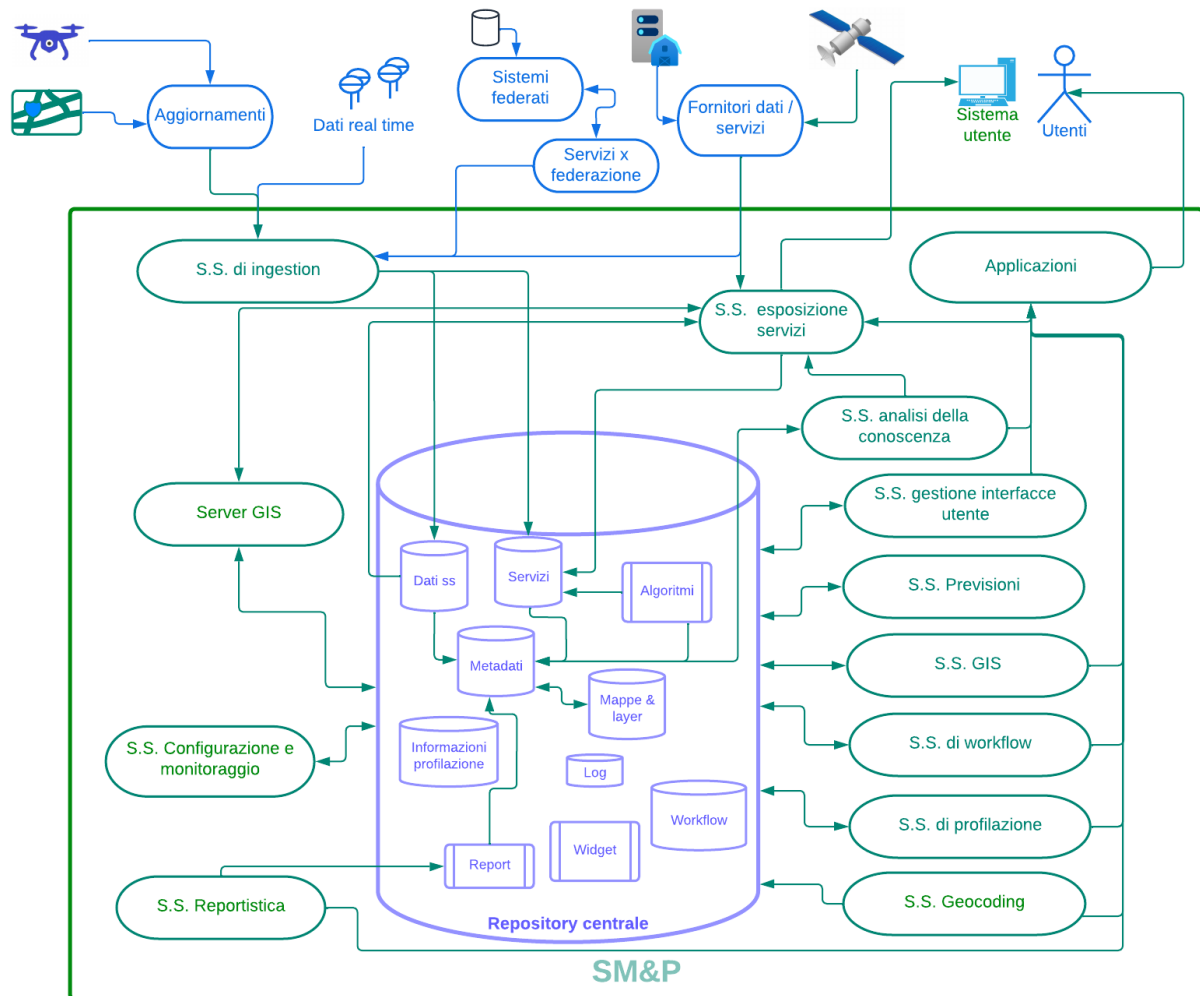


Figura 12 - Schema generale architettura applicativa

Come si evince esaminando la figura precedente, nello scenario rappresentato il sistema è incentrato su un **REPOSITORY CENTRALE** di informazioni (RdS), presumibilmente implementato in un RDBMS con capacità native di gestione del dato spaziale. Tale repository rende persistenti sia gli oggetti territoriali la cui gestione è necessaria per fornire i servizi applicativi previsti che tutte le informazioni di configurazione del sistema.

Le logiche su cui il sistema si basa sono organizzate nei seguenti sottosistemi:

1. **Ingestion**
2. **Server GIS**
3. **Espositore di servizi**
4. **Analisi e conoscenza**
5. **GIS**
6. **Workflow**
7. **Previsioni**
8. **Geocoding**
9. **Reportistica**
10. **Gestione interfacce utente**
11. **Profilazione**
12. **Configurazione e Monitoraggio**

Il sistema riceve dati tramite le funzionalità e regole messe a disposizione dal sottosistema di **Ingestion**. Questo componente è l'unico che ha in carico la gestione di tutti i flussi di dati da e verso il

sistema. Tra le sue responsabilità rientrano anche il controllo della validità formale dei dati, la gestione del versionamento dei dati, la scrittura dei dati (o dei loro URL di accesso) nel repository, la temporizzazione del reperimento dei nuovi dati, la tracciatura delle operazioni, la gestione del catalogo di metadati.

Gli output del sistema (dati, servizi di elaborazione, workflow) sono disponibili tramite due sottosistemi: il *sottosistema di esposizione dei servizi*, che ha il compito di esporre all'esterno tutti i servizi messi a disposizione dal SIM nelle modalità che saranno in seguito indicate, e gli *Applicativi Verticali* resi disponibili in modalità web e composti tramite un apposito sottosistema di gestione delle interfacce utente.

Per permettere agli utenti di conoscere il modo intuitivo ed efficace tutti i dati e i servizi che il SIM metterà a disposizione, gli applicativi (siano quelli verticali forniti dal SIM che quelli esistenti) potranno usufruire dei servizi di ricerca realizzati dal *sottosistema di analisi della conoscenza*.

Per questioni di sicurezza e per avere a disposizione una metrica che indichi come il sistema viene usato nel tempo (e poter intervenire in fase di manutenzione per migliorarne le performance e l'usabilità e venire così incontro, in modo sempre più efficace, alle necessità della comunità degli utilizzatori) tutte le operazioni effettuate sul e dal sistema sono gestite da un apposito sottosistema ha in carico la scrittura di file di log. Il livello di verbosità con cui i log sono scritti è personalizzabile dal gestore del sistema, permettendo in così di avere una traccia estremamente dettagliata delle azioni utile in una prima fase di vita del sistema, a supporto del debug e del tuning delle varie funzioni; successivamente, in una fase matura del sistema, tale dettaglio può essere ridotto a vantaggio delle performance generali del sistema e dell'occupazione di spazio fisico dei log. Apposite funzioni consentono di definire le politiche di gestione dei log con possibilità di impostare dimensioni massime, regole di svecchiamento e di creazione automatica di nuovi file in sostituzione di altri ormai obsoleti.

Sempre a carico di questo sottosistema sono anche le funzioni di reportistica e controllo real-time delle attività di log.

Trattandosi di un sistema a servizio di molte tipologie di utenti e che può contenere anche dati sensibili, è previsto un sottosistema di profilazione che permette in modo agevole ai gestori del SIM di definire gli utenti abilitati all'uso del sistema, le loro capacità di utilizzo di tutti gli oggetti gestiti (dati, funzioni, workflow, modelli, applicazioni, ecc.), le politiche di validità temporali delle abilitazioni. Le funzioni di profilazione non vanno confuse con le capacità di assegnare risorse fisiche e di calcolo alle varie componenti in fase di esecuzione, capacità demandate all'ambiente cloud in cui il sistema andrà installato e reso funzionante.

Per definire e gestire gli oggetti, oltre ai dati, che fanno parte della dotazione messa a disposizione degli utenti, sono previsti sottosistemi per la definizione e personalizzazione interattiva dei Workflow (sottosistema Workflow) e di fornitura dei servizi di elaborazione (*sottosistema esposizione servizi*).

Tutti i sottosistemi in cui è logicamente scomposto il SIM sono descritti negli appositi capitoli seguenti.

2.5.2 Repository Centrale

Il Repository Centrale, in seguito anche RdS (Repository di Sistema) è il contenitore di oggetti che viene gestito interamente dal SIM. Contiene non solo dati ma anche tutta una serie di altri componenti, di seguito descritti, che sono resi disponibili agli utilizzatori secondo vari meccanismi.

2.5.2.1 Responsabilità

Il Repository Centrale ha il compito di fungere da contenitore di tutti gli oggetti che ricadono sotto il dominio del SIM, fornendo inoltre le strutture per l'ottimizzazione delle ricerche, il DDL e il linguaggio di interrogazione.

Per quanto riguarda i dati, deve essere basato su un sistema che consenta una gestione ottimizzata di tutte le tipologie di dati previste, siano esse di tabelle di dati alfanumerici (quindi composte da numeri, stringhe di caratteri, dati, compii binari), documenti (es. contenuti in file pdf), dati multimediali

(immagini, filmati, grafici). Per ogni tipo di dati deve essere possibile immagazzinare serie storiche e i metadati necessari ad interpretarle

Il SIM è finalizzato alla rappresentazione di fenomeni che insistono o che potrebbero insistere (previsione) in specifiche aree geografiche, è quindi chiamato a manipolare una notevole quantità di dati geografici; pertanto, il Repository Centrale è nativamente dotato di strutture e funzionalità atte alla memorizzazione e gestione di grosse moli di dati geografici, nelle varie tipologie, sia di archivio che rappresentazione geometrica, previste dall'OGC.

Deve inoltre presentare garanzie relativamente alla sicurezza da accessi indesiderati, funzionalità di gestione dati distribuiti e una generale maturità della tecnologia che dimostri di poter reggere la enorme quantità di dati prevista e la stabilità richiesta da un sistema che si configura con un livello di servizio h24.

Un'altra responsabilità del RdS è quella di alimentare strumenti avanzati di analisi con le serie storiche necessarie alla definizione e validazione di modelli predittivi.

Tutte le informazioni gestite entro il RdS devono essere trattate in conformità con le leggi vigenti sulla protezione dei dati (ad esempio, il [Regolamento Generale sulla Protezione dei Dati – GDPR](#) - Regolamento (UE) 2016/679 del Parlamento europeo e del Consiglio del 27 aprile 2016 e successive modifiche e integrazioni).

2.5.2.2 Oggetti gestiti

Il Repository Centrale è chiamato a gestire le seguenti tipologie di oggetti:

1. **DATI S.S.:** si tratta dei dati, nelle varie tipologie previste, che vengono memorizzati direttamente nel sistema e che vengono poi resi disponibili in varia forma e tramite varie tipologie di servizi software (si veda anche "Tipologie di dati da gestire" da pag. 121). Rappresentano un sottoinsieme dei dati che il SIM mette a disposizione in quanto sono fisicamente presenti nel repository; un'altra famiglia di dati gestiti dal SIM deriva da servizi di accesso a dati che vengono descritti a livello di metadati e che sono presenti nei sistemi del fornitore (sia esso un Sistema Federato oppure un fornitore di dati quale ad esempio un market di Copernicus).
2. **METADATI:** sono i dati che descrivono tutti gli oggetti che il SIM mette a disposizione e le loro modalità di gestione all'interno del sistema. Sono memorizzate nei metadati le caratteristiche dei dati, dei modelli, degli algoritmi, dei workflow e delle applicazioni che il SIM rende disponibili in un dato momento della sua operatività. Al catalogo dei metadati fanno riferimento tutte le funzioni di ricerca di oggetti e quelle di utilizzo di tali oggetti. I metadati tengono inoltre traccia anche dello storico delle versioni dei vari oggetti per poter ricostruire situazioni pregresse.
3. **ALGORITMI:** processi di elaborazione orientati alla risoluzione di un determinato problema.
4. **SERVIZI:** componenti software che consentono il dialogo tra sistemi diversi, generalmente esposti su rete Internet. Il RdS non gestisce la componente software che va a implementare i servizi ma tiene traccia di tutti quelli che vengono esposti e le loro caratteristiche di utilizzo e profilazione utente.
5. **FUNZIONI APPLICATIVE:** funzioni elementari di elaborazione dati, utilizzate per la composizione di workflow in cui sia necessario effettuare elaborazioni e calcoli.
6. **WORKFLOW:** descrizione di flussi di lavoro organizzati che prevedano in input una serie di valori da fornire per completare un determinato ciclo produttivo. I modelli di workflow definiscono il percorso dei singoli step operativi necessari per raggiungere un determinato risultato e ne garantiscono la ripetitività nel tempo.
7. **REPORT:** schemi di tabelle di report, o report complessi, che prendono i dati disponibili e li organizzano in determinate forme scelta al momento della progettazione del report stesso, aggiungendo, ove necessario, immagini (cartografie, loghi, diagrammi) e testi fissi o dinamici, oltre ai dati che compongono la componente informativa del report.
8. **INTERFACCE UTENTE:** componenti di interfaccia utente (widget) e finestre contenitori per la composizione di semplici interfacce utente che possano essere scambiate tramite appositi protocolli tra il SIM e i sistemi federati.

9. **INFORMAZIONI DI LOG:** informazioni dettagliate sull'uso del sistema da parte di ciascun utente (umano o processo automatico) da cui poter trarre informazioni di debug, ottimizzazione delle performance e statistiche sull'utilizzo di dati e funzioni
10. **INFORMAZIONI DI PROFILAZIONE:** sono le informazioni che definiscono gli utenti (umani o processi automatici) abilitati e le loro possibilità di utilizzo rispetto agli oggetti presenti nel repository centrale. Descrive quindi l'accessibilità ai vari tipi di oggetti messi a disposizione dal SIM e descritti ai punti precedenti per ogni tipologia di utente.
11. **INFORMAZIONI DI CONFIGURAZIONE GENERALE:** sono le informazioni di servizio necessarie per la configurazione delle varie componenti del sistema in modo da garantirne un funzionamento corretto e ottimizzato (parametri di tuning).

2.5.2.3 Caratteristiche tecniche

Abbiamo descritto nei capitoli precedenti le responsabilità in carico al RdS e il tipo di oggetti che in esso devono trovare collocazione ma non si è entrati nelle caratteristiche tecniche che il RdS deve possedere.

Per entrare in questo argomento dobbiamo fare le seguenti considerazioni.

Come abbiamo visto nel capitolo "Oggetti gestiti" (da pag. 61) il RdS deve poter contenere varie tipologie di oggetti che possono essere suddivisi in due macrocategorie:

- **Dati:**
- **Oggetti;**

Rientrano nel dominio dati i dati alfanumerici (numeri, testi, date) e tutte le strutture costruite su di essi (es. metadati, serie storiche, matrici, flussi di dati da centraline, informazioni di profilazione), quelli geografici (vettoriali bi e tridimensionali, raster), dati specializzati (GUID, UUID).

Tra gli oggetti possiamo enumerare: modelli di calcolo, di workflow, di interfacce utente, di report.

Questa suddivisione porta a definire una prima caratteristica del motore di base su cui costruire il modello di RdS: deve essere in grado di memorizzare al suo interno informazioni esprimibili con dati tipicizzabili con le classi elementari di dato (numeri, testi, ecc.) sia tramite rappresentazioni binarie di oggetti.

Vista la estrema specializzazione degli oggetti in gioco, **il RdS deve presentare possibilità intrinseca di estendere i tipi di dato trattati** e fornire per ciascuna di esse funzioni di trattamento esaustive.

Altra considerazione riguarda la variabilità della struttura dei dati che il SIM è chiamato a gestire. La maggior quantità di dati che il SIM è chiamato a ingestione, sia in modo stabile che per esigenze temporanee (es. immagazzinamento di copie di dati provenienti da altri poli federati allo scopo di permettere determinate elaborazioni, copie di archivi definiti strategici, ecc.) che di transito verso i sistemi richiedenti, fanno riferimento a serie di informazioni lette da centraline o layer geografici. **In entrambi questi casi la struttura del dato è ben nota e fissa.**

Sulla quantità dei dati da gestire, nella corrente fase di progettazione preliminare, non è possibile effettuare una stima precisa; essa dipende infatti da vari fattori non definiti a questo tra cui il rapporto tra dati forniti dai Poli Federati e dati residenti direttamente nel RdS, la profondità storica dei dati satellitari utilizzati per elaborazioni effettuate nel SIM che si intende conservare, i dataset forniti da servizi esterni (Poli Federati o fornitori di dati) che saranno considerati "imprescindibili" anche in caso di caduta delle relative comunicazioni con i fornitori e che quindi verranno salvati come area di cache da usare in caso di necessità e il livello di decadimento del dato ritenuto sopportabile per ridurre l'area di storage. Anche senza poter entrare in dettaglio, si può comunque tranquillamente affermare che la mole di dati che sarà presente nel RdS è comunque notevole e quindi richiede uno strumento di gestione particolarmente evoluto.

Le caratteristiche sopra esposte conducono ad identificare in un motore di RDBMS la naturale piattaforma su cui impostare il RdS.

L'utilizzo di un RDBMS di fascia alta per conservare dati ed oggetti permette di ereditare dal kernel del RDBMS adottato tutta una serie di caratteristiche funzionali di indubbio valore. Si pensi per esempio ai meccanismi di sicurezza sui dati, alla possibilità di distribuire, in modo dinamico, i dati

stessi su storage distribuiti, la possibilità di ereditare tutte le caratteristiche di ottimizzazione delle ricerche ed estrazioni di dati, anche per il trattamento di informazioni geografiche, quali indici, indici spaziali, viste materializzate, ecc., i meccanismi di controllo dell'integrità dei dati e dell'integrità referenziale, la disponibilità di un linguaggio universalmente riconosciuto (SQL) come linguaggio di selezione e manipolazione dei dati, la presenza di un linguaggio procedurale embedded nel sistema, il supporto a linguaggi di programmazione standard per interfacciare i programmi applicativi con la base di dati, la flessibilità del modello relazionale, solo per citarne alcune.

L'utilizzo di RDBMS universalmente riconosciuto come una soluzione ottimale anche per la gestione di dati territoriali; questa applicazione ha assunto attualmente uno stato di maturità sia tecnologica che di diffusione, grazie anche alle possibilità tecniche di memorizzare all'interno di tabelle relazionali informazioni quali forma degli oggetti e caratteristiche dei sistemi di proiezione secondo varie modalità.

Nel corso degli anni questo approccio ha pian piano sostituito l'uso di formati specializzati, basati su file system e in genere definiti dai vari produttori di software applicativo, a vantaggio di formati internazionalmente riconosciuti e implementati entro i vari RDBMS, sia industriali (es. Oracle, SQLServer, DB2) che open-source (es. PostgreSQL, MySQL, SQLite).

L'interesse per questo approccio ha portato alla realizzazione di estensioni dei motori dei vari database per accogliere al meglio l'informazione spaziale e dotare il DDL del database e il linguaggio SQL standard di estensioni atte a manipolare i vari tipi di oggetti geografici.

In genere tutti i database relazionali gestiscono questi dati in accordo con le specifiche di definizione dei tipi di dato geografico dettate dell'OGC, rendendo così i dati geografici aperti e disponibili per usi anche molto intensivi.

Per esposto nei paragrafi precedenti, [si ritiene che l'approccio consigliato per la strutturazione del RdS sia basato sull'utilizzo di un RDBMS come contenitore principale di tutti gli oggetti gestiti dal SIM.](#)

Di seguito si riportano le caratteristiche (o equivalenti) minime che il RDBMS prescelto dovrebbero possedere:

- **ARCHITETTURA IDONEA A SUPPORTARE BANCHE DATI DI VARI TERABYTE DI DATI.**
- **VASTA COMMUNITY DI SVILUPPATORI/SUPPORTER.**
- **SUPPORTO A VARI TIPI DI DATO:** elementari (numeri interi, numeri reali, stringhe, valori booleani), strutturati (Matrici, Data e ora, UUID), geometrici (punto, linea poligono, cerchio), documentali (JSON, XML).
- **PRESENZA DI UN POTENTE DDL.**
- **SUPPORTO AL LINGUAGGIO SQL.**
- **SUPPORTO ESTESO AL CONTROLLO DELL'INTEGRITÀ DEI DATI** (costrutti quali UNIQUE, NOT NULL; gestione di chiavi primarie ed esterne; gestione di constraints).
- **ESTENDIBILITÀ:** possibilità di estendere i tipi di dato supportati; utilizzo di *stored procedures* e *stored functions*; supporto a linguaggi procedurali (almeno PL/SQL o simile, Python, Java, C, R); possibilità di connettersi a database esterni.
- **SUPPORTO AI DATI GEOGRAFICI:** DDL per dati geografici, estensione del linguaggio SQL per interagire con dati geografici, supporto a indici spaziali; perfetta integrazione del dato geografico con il resto delle funzionalità messe a disposizione dal RDBMS.
- **SUPPORTO PER LA GESTIONE DEGLI ELEMENTI TESTUALI:** supporto a vari set di caratteri, confronti con o senza distinzione tra maiuscole e minuscole e con o senza distinzione tra accenti, funzioni di ricerca full-text
- **SUPPORTO PER LA GESTIONE DI OGGETTI CON POSSIBILITÀ DI ESTENDERE LE TIPOLOGIE DI DATI SUPPORTATE**
- **POTENTI CAPACITÀ DI OTTIMIZZAZIONE DELLE PERFORMANCE**, quali: supporto a varie tipologie di indici, viste materializzate, sofisticato query planner, uso di tablespaces, gestione di transazioni innestate con possibilità di definire savepoint intermedi, support a tabelle partizionate, Multi-

Version concurrency Control, Indice e query paralleli per l'analisi su grandi moli di dati, compilazione Just-in-time (JIT) del codice, ecc.

- **GESTIONE DELLA SICUREZZA:** supporto a vari tipi di autenticazione (es. GSSAPI, SSPI, LDAP, SCRAM-SHA-256, uso di un certificato); robusto sistema di controllo degli accessi, sicurezza a livello di riga e colonna, autenticazione a più fattori con certificato + un metodo aggiuntivo
- **STRUMENTI DI DISASTER RECOVERY:** tecniche Write-ahead Logging, repliche sincrone e asincrone, Point-in-time-recovery (PITR)

Un limite all'utilizzo di un RDBMS come unico strumento di memorizzazione di dati e oggetti emerge se si esamina la gestione dei dati geografici. Come abbiamo visto in altre parti di questo documento i dati geografici si dividono in due macrocategorie, in funzione del modello utilizzato per la rappresentazione della realtà:

- **VETTORIALI:** in ogni archivio di questo tipo sono contenuti un numero n , variabile da archivio ad archivio, di oggetti territoriali utilizzati per modellare una specifica caratteristica della realtà. La forma sul territorio di ogni oggetto è descritta con una serie di coordinate (bi o tridimensionali) che esaminate in un ordine predefinito disegnano i confini dell'oggetto e, grazie all'uso di coordinate georeferenziate, la sua collocazione nello spazio. Ad ogni oggetto sono poi associati un numero, fisso per ogni specifico archivio, di attributi alfanumerici che ne descrivono le caratteristiche;
- **RASTER:** questi archivi non definiscono dei singoli oggetti ma riportano il fenomeno che rappresentano ad un modello fatto a griglia; ad ogni cella della griglia (pixel) è associato un valore che costituisce la qualità del territorio in corrispondenza di quel preciso pixel per la specifica tematica che l'archivio rappresenta. In pratica il territorio è suddiviso in oggetti quadrati (i pixel) che non hanno un oggetto fisico corrispondente nella realtà da permettono di discretizzare un fenomeno un modello semplice e soprattutto sovrapponibile ad altri della stessa natura, permettendo l'applicazione di una specifica algebra e di conseguenza facilitando analisi statistiche di uno o più fenomeni che influenzano una determinata area.

Si noti che se in una determinata area di superficie A insiste un solo oggetto della categoria di interesse (es. un edificio se stiamo esaminando un archivio vettoriale dell'edificato) l'archivio vettoriale che descrive gli edifici dell'area sarà composto da un solo elemento; lo stesso fenomeno conterrà n elementi (pixel) con n uguale al numero di pixel della dimensione scelta che coprono la superficie A .

Da qui l'osservazione che mentre gli archivi vettoriali sono efficacemente trasposti in tabelle di database questo non è altrettanto vero per gli archivi raster. Esistono delle metodologie per contenere archivi vettoriali in tabelle di database ma questo approccio risulta spesso in un sovraccarico elaborativo e in ritardi nella visualizzazione di tali dati che non sono convenienti.

Un altro aspetto che con viene tenere presente è la necessità di velocizzare le visualizzazioni di archivi raster che, per loro natura, tendono ad essere monolitici. Mentre per i dati vettoriali l'uso di indici spaziali permette di estrarre direttamente dal repository solo gli oggetti che ricadono (o possono ricadere) nell'area da visualizzare, questa tecnica non può essere applicata a dati raster.

Una tecnica di velocizzazione molto usata per archivi raster, e poi estesa anche i dati vettoriali pur se con qualche distinguo, riguarda l'uso di una cache in cui memorizzare visualizzazioni predefinite dei vari layer, ossia un'area di spazio disco su cui vengono memorizzate, suddivise in mattonelle (tile) di dimensione prefissata in fase di creazione della cache, le rappresentazioni preelaborate dell'archivio a varie scale. Un sistema di indici spaziale permette di estrarre le tile di interesse per l'area e la scala di visualizzazione richieste e di fornirle all'applicazione chiedente.

Il distinguo da fare tra dati raster e vettoriali riguarda il rapporto tra immagini nella cache e situazione dell'archivio originale. Infatti mentre gli archivi raster difficilmente vengono aggiornati localmente ma si ricorre a un nuovo prodotto (si pensi a una copertura di ortofoto; non si modifica la singola ortofoto ma si effettua un nuovo volo) questo non vale per gli archivi vettoriali che contenendo singoli oggetti meglio si prestano all'aggiornamento delle singole feature presenti, Nel caso di aggiornamento di un archivio vettoriale il sistema deve prendere in carico la segnalazione della modifica e riprodurre ex-novo le tile che contengono gli oggetti aggiornati.

Quindi per lo storage di dati raster e per quello delle immagini della cache si usa una porzione del file systems.

Questa osservazione, che vale anche per alcune altre tipologie di dato (es. documenti pdf, immagini fotografiche, ecc.) ma con minore evidenza, spinge a preferire un approccio ibrido alla memorizzazione dei dati geografici che prevede che gli archivi vettoriali siano memorizzati in apposite aree di file-system mentre la loro localizzazione e le caratteristiche che ne permettano l'utilizzo applicativo sono descritte entro l'RDBMS in apposite tabelle gestite automaticamente dal sistema. Sempre su file system risiedono cache e archivi di supporto per la gestione. Quindi quando si parla di RSP si deve intendere un insieme integrato e tenuto allineato di database relazionale e file systems.

È a carico del sottosistema INGESTION tenere allineate l'anagrafica degli archivi disponibili (implementata tramite il sistema di metadati) e gli indirizzi fisici delle localizzazioni in cui i dati sono salvati; sarà poi tramite i servizi del sottosistema ANALISI E CONOSCENZA che gli applicativi interrogheranno i vari layer disponibili e ricaveranno la loro posizione fisica nel repository (sia esso un layer vettoriale (quindi memorizzato in tabelle di database), raster (salvato nel file system) oppure l'indirizzo del servizio di cooperazione cartografica a cui saranno disponibili per il consumo.

Un altro aspetto che impatta con la struttura del RdS è la **necessità di dotare il sistema di un motore di analisi predittiva** e della relativa base di big-data. Per l'implementazione di un data-lake idoneo a supportare queste tecniche di analisi è necessario affiancare contenitori di dati strutturati con strumenti che hanno uno schema dinamico quali **i database NoSQL, molto più adatti per la gestione di big data rispetto ai database relazionali**, dove la flessibilità è un requisito importante. I database NoSQL sono scalabili orizzontalmente e possono diventare sempre più grandi e più potenti, se necessario.

Questa componente si affianca alle altre componenti del RdS per fornire quelle funzionalità di analisi e modellistica avanzata che, basandosi sulla grande quantità di dati disponibili permettano ad utenti specializzati di creare modelli e sperimentare nuove analisi predittive di tipo ambientale.

Da quanto sopra esposto **si evince che il RdS deve essere considerato come un unicum di elementi che concorrono a formare il contenitore di tutti gli oggetti messi a disposizione dal sistema** nelle varie forme necessarie al loro utilizzo per le funzionalità previste.

Tale contenitore sarà quindi articolato in un database relazionale idoneo alla gestione di tutte le tipologie di dati e oggetti previsti, dotato di estensione per la gestione dei dati geografici, uno spazio disco, strutturato in modo acconcio a contenere i dati raster e tutti i dati di supporto al loro utilizzo, un sistema di memorizzazione dati idoneo all'implementazione di data lake per l'analisi predittiva (tipicamente database NOSQL o equivalenti).

Di conseguenza **il termine RdS assume in questo documento il significato di "contenitore articolato di dati e oggetti"** a servizio di tutte le funzionalità messe a disposizione degli utenti da parte del SIM.

2.5.3 Sottosistemi specifici

Di seguito la disamina per ognuno dei sottosistemi previsti.

2.5.3.1 INGESTION

2.5.3.1.1 Caratteristiche generali del sottosistema Ingestion

Questo sottosistema ha in carico l'esecuzione e il controllo di tutte le attività di popolamento della banca dati e di quelle di export dei dati verso l'esterno, sia che si tratti di dati che delle altre tipologie di oggetto gestite dal SIM (cfr. § 2.5.2.2 da pag. 61).

I dati in oggetto possono essere:

- **Dati in senso stretto** (vettoriali, raster, dati alfanumerici, ecc.)
- Riferimenti **a servizi di cooperazione applicativa** erogati da sistemi esterni
- **Dati di primaria importanza residenti in altri sistemi**, da usare, automaticamente, come copia di emergenza in caso di inaccessibilità delle fonti primarie

- **Documenti**
- **Dati alfanumerici** organizzati (tabelle, stream di misure)
- **Dati multimediali** (immagini, filmati, registrazioni sonore, ricostruzioni in realtà virtuale e realtà aumentata)
- **Metadati** che descrivono tutti i componenti del sistema (dati, algoritmi, servizi, workflow, applicazioni, funzioni applicative, modelli di report, interfacce utente)

Gli elementi soggetti alle azioni del sottosistema di Ingestion possono provenire da fornitori esterni, da campagne tematiche di aggiornamento di specifiche cartografie, da interazione con sistemi federati, da comunicazioni con sistemi che producono dati in real-time (ad esempio, centraline di monitoraggio), da documentazione tecnica cartacea e successivamente scannerizzata o da altre fonti.

Le operazioni sotto il controllo di questo sottosistema sono in stretta connessione con le responsabilità del “ANALISI E CONOSCENZA” (§ 2.5.3.4 da pag. 76) in quanto ogni elemento e insieme strutturato di elementi deve essere controllato in fase di ingestion e correttamente metadato).

Per rendere più chiara questa informazione esaminiamo un esempio basato sull’ingestion di dati cartografici; tali considerazioni sono riapplicabili, mutatis-mutandis, per altre tipologie di oggetto gestite dal SIM.

Se si schematizza il concetto di dato cartografico, così come deve essere recepito dal sistema, si possono fare le seguenti affermazioni, che la futura implementazione del sistema è chiamata a rendere operative:

- i dati sono organizzati in *Livelli Informativi* omogenei per contenuto e tipologia geometrica; il Livello Informativo è dunque un oggetto che il SIM deve trattare.
- Ogni Livello Informativo è composto da elementi geografici che possono essere soggetti a modifiche nel tempo; le modifiche possono interessare singoli elementi, noti al momento dell’ingestion, oppure essere note solo a livello generale di Livello Informativo (classico esempio è una nuova edizione di una carta tematica che va a sostituire una precedente carta equivalente come tematica). Il sistema deve supportare la storicizzazione dei dati in entrambe queste due accezioni. Una volta effettuato l’ingestion nel RdS, il sistema deve essere in grado di fornire, su richiesta, non solo la versione più aggiornata di un dato Livello Informativo ma anche quello che risulta rappresentare lo stato di fatto a una certa data, definita durante l’uso (vista storica dei dati). In fase di definizione dei metadati relativi, ad ogni layer potrà essere indicato il metodo di storicizzazione da applicare;
- ad ogni Livello Informativo devono essere associati un set di metadati compilati secondo uno standard internazionalmente riconosciuti (es. ISO 19115 per il dato geografico), eventualmente arricchito con informazioni che permettano una più profonda conoscenza del patrimonio informativo disponibile; tali metadati possono essere usati sia come fonte per la selezione dei livelli di interesse, tramite le funzionalità messe a disposizione dal sottosistema “ANALISI E CONOSCENZA” (vedere da pag. 76) sia per conoscere la natura e la genesi di un determinato dato. Il sistema di metadati deve comprendere non solo le informazioni sulla genesi e il livello di aggiornamento del Layer Informativo ma anche tutte le informazioni necessarie per il suo utilizzo corretto in funzione di eventuali policy commerciali restrittive; queste informazioni dovranno essere prese in carico dal sistema di profilazione ad ogni utilizzo per verificarne la correttezza formale. Un’altra importante sezione che dovrà essere aggiunta al set di metadati scelto riguarda la gestione dei meccanismi di recovery in caso di interruzione delle comunicazioni.

In modo equivalente al dato geografico, anche nel caso di dati alfanumerici, multimediali o documentali, una operazione di ingestion avrà a che fare con un dataset organizzato (esempio una tabella) contenente singoli elementi (le righe della tabella). Anche in questo caso un dataset di metadati sarà associato in fase di ingestion alla tabella così da permetterne la descrizione e la tracciabilità.

Il sottosistema deve quindi essere in grado di caricare nel repository in modo controllato oggetti di provenienza esterna, siano essi prodotti con le iniziative legate al SIM o presenti in archivi preesistenti, attualmente non gestiti in modo integrato da altri sistemi federati, che si intenda far entrare nel patrimonio condiviso delle informazioni gestite dal SIM.

Dato che non esiste uno standard unico di memorizzazione degli oggetti trattati dal SIM, il sistema di Ingestion dovrà essere in grado di interpretare i principali formati di dati associati alle tipologie di oggetti previsti; per le specifiche minime dei formati supportati si rimanda al § 4.2-“Tipologie di dati da gestire”.

Oltre a dati residenti su file il sottosistema di Ingestion deve essere in grado di accedere, una volta ricevuti i permessi necessari, anche a database geografici esterni e a servizi di interoperabilità cartografica da cui poter prelevare, con operazioni di sola lettura, i dati relativi ad elementi geografici. Anche in questo caso si faccia riferimento al capitolo “Tipologie di dati da gestire” (pag. 121) per l’elenco dei repository e servizi di interoperabilità supportati.

Tutte le procedure di ingestion devono accertarsi che i dati siano correlati dei relativi metadati, di cui verranno verificati struttura formale e completezza delle informazioni, e provvedere a garantire che la transazione di caricamento dati e relativi metadati giunga a buon fine nella sua completezza.

Una singola operazione di caricamento deve verificare:

- **la presenza dei dati da caricare e la loro correttezza formale:** ciò implica che quanto ricevuto in input sia coerente con il formato dichiarato e contenga, nei singoli campi, dati compatibili con il formato prescelto (es. numeri in campi numerici, date coerenti col calendario, GUID univoci, ecc.);
- **la presenza di metadati completi e coerenti con le informazioni attese;**
- **la correttezza dei dati rispetto a regole** (si veda componente “Verifier” nel prosieguo del documento) che possono essere definite in modo dinamico e assegnate a ciascun dataset in input;
- che **la transazione di caricamento**, attivata dopo il soddisfacimento dei dati proposti per l’input alle regole relative, **sia andata a buon fine** in tutti i suoi componenti.

Una operazione di caricamento può essere scatenata da un comando manuale da parte di un utente che ha in carico la manutenzione di una determinata porzione del repository oppure essere appositamente schedata e attivata automaticamente al verificarsi di determinate condizioni (es. presenza di nuovi dati da caricare, raggiungimento di una determinata data o della scadenza di un determinato periodo di tempo).

Tutte le operazioni che si verificano durante un processo di caricamento devono essere registrate nel sistema generale di log per poter essere sottoposte ad eventuale revisione e verifica.

Per fornire una possibile interpretazione in termini architetturali alle responsabilità del sistema di ingestion nel capitolo seguente verrà proposta una possibile sua scomposizione in microcomponenti, indicando per ciascuna le relative responsabilità applicative.

2.5.3.1.2 Schema generale dei componenti il sottosistema Ingestion

Come detto in precedenza, in questo capitolo si presenta una possibile scomposizione in macro-componenti del sistema di Ingestion utilizzando la descrizione di ciascuno di essi per dettagliare le funzionalità applicative generali del sistema e schematizzare le interazioni tra i vari componenti, così da fornire una traccia su come si possa organizzare il sottosistema in componenti tra loro cooperanti. Questa schematizzazione, che sarà utilizzata anche nella descrizione di alcuni altri sottosistemi che compongono il SIM, permette di descrivere anche come i componenti possano contribuire all’operatività di più sottosistemi diversi, andando a costituire un insieme cooperante di moduli software. In Figura 13 è riportata una possibile organizzazione in macro-componenti del sottosistema “INGESTION”.

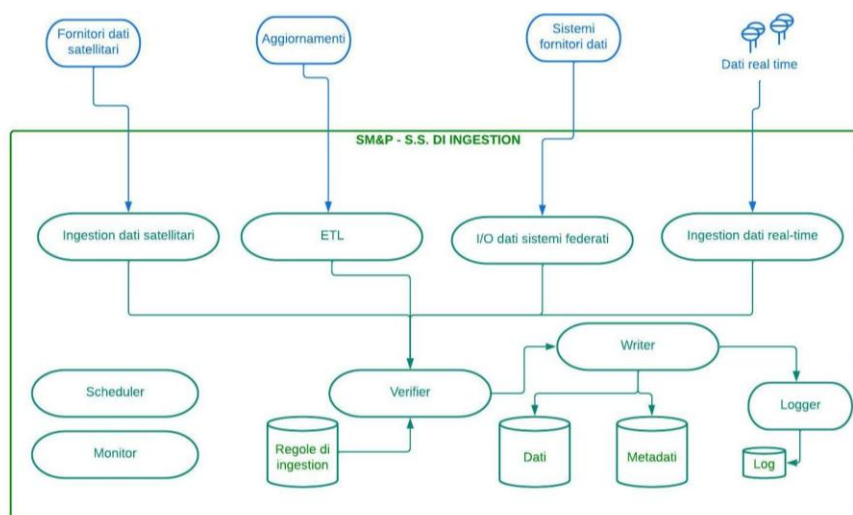


Figura 13 - Schema sottosistema Ingestion

La struttura proposta per il sottosistema “INGESTION” si articola logicamente nei seguenti componenti:

- **VERIFIER:** ha in carico il controllo della validità dei dati e della definizione delle regole su cui tali controlli sono basati
- **WRITER:** ha in carico tutte le funzionalità di scrittura entro il Repository Centrale
- **LOGGER:** ha in carico la scrittura dei file di log e la fornitura dei servizi di gestione di detti file (configurazione, lettura, filtraggio, svecchiamento, ecc.)
- **INGESTION DATI SATELLITARI:** ha in carico l’accesso alle fonti dati satellitari e la fornitura di tali dati verso il repository e/o le fonti esterne che li richiedono
- **INGESTION DATI REAL-TIME:** ha in carico la gestione del traffico dei dati delle centraline di monitoraggio al Repository Centrale
- **ETL:** fornisce le funzionalità di caricamento degli oggetti previsti, con aggiornamento della banca dati dei metadati, e di eventuale storicizzazione degli oggetti pregressi che sono sostituiti da nuove versioni.
- **I/O DATI SISTEMI FEDERATI:** ha in carico la gestione del traffico di dati da e verso i sistemi federati
- **SCHEDULER:** fornisce tutte le funzionalità di definizione di azioni schedulate e della gestione delle loro attività
- **MONITOR:** fornisce tutte le funzionalità di controllo del sistema

Di seguito sono brevemente descritte le caratteristiche di ogni componente sopra elencato.

2.5.3.1.3 Componente Verifier

Questo componente ha in carico tutte le operazioni di verifica di un determinato dataset di informazioni (dati in senso stretto o metadati).

Le operazioni di verifica, indipendentemente che si tratti di dati in senso stretto o metadati, rientrano essenzialmente in due categorie:

- **controlli formali:** sono i controlli che si applicano per verificare la compatibilità del tipo di dato rispetto alla sua natura informativa. Sono quei controlli che si assicurano che, per esempio, in un campo di tipo Data siano presenti caratteri che possano essere riconducibili a una data (anno, mese, giorno, ora, minuti, secondi, frazione di secondo), che un dataset non sia vuoto o malformato
- **controlli sostanziali:** sono quelli che permettono di verificare che il dato contenuto nel dataset in esame sia tra quelli ammissibili.

Per chiarire meglio le tipologie di controlli facciamo un esempio:

il sistema deve esaminare l'attributo "Data di creazione" di un determinato oggetto. Per prima cosa effettuerà un controllo formale sul contenuto dell'attributo. Considererà quindi ammissibili valori quali "21/12/1850", "1/1/2023" o "27/2/2017" mentre indicherà come errori valori quali "duedicembreduemila", "30/2/1980" o "13/13/2001"

Supponiamo che l'attributo contenga "21/12/1850"; se all'attributo fosse associata una regola che indica che le date utili devono essere superiori al giorno "1/1/2000" questo valore sarebbe indicato come errato perché fuori dal range di validità ammesso, se non vi fosse tale regola il valore sarebbe invece considerato valido.

Tra le regole che devono essere disponibili vi sono quelle che verificano la correttezza delle geometrie, secondo le specifiche dell'OGC, e quelle che verificano la compatibilità del formato con cui sono scritte immagini e documenti con l'estensione del file in cui sono memorizzati al momento dell'ingestion.

Come si evince dalle descrizioni sopra riportate, il sistema di Verifier deve fornire almeno i seguenti gruppi di funzionalità:

- lettura della struttura attesa per il dataset in esame
- controllo della congruenza formale dei dati/metadati
- identificazione delle regole di correttezza sostanziale previste per lo specifico dataset in esame e loro applicazione
- definizione (creazione/modifica/cancellazione) di regole di validità e associazione a determinate tipologie di oggetti attesi in input, compreso la messa a disposizione di apposite interfacce utente per la loro creazione e modifica
- dialogo con i componenti chiamanti (es. "Ingestion dati satellitari", "ETL", ecc.) per indicare se i dati hanno superato o meno la verifica-
- dialogo col sistema di scrittura entro il repository di sistema (Writer) per il consolidamento dei dati entro il repository di sistema

2.5.3.1.4 Componente Writer

Il componente Writer accentra su di sé tutte le azioni di scrittura entro il RdS.

Oltre alla scrittura nel repository di oggetti e dei relativi metadati, gestisce in parallelo anche il popolamento del sistema di log che consentono di tenere traccia di tutte le azioni effettuate sul e dal SIM.

In funzione delle diverse tipologie di dati gestiti (geografici, alfanumerici, documentali, multimediali) dovrà essere in grado di specializzare le sue funzioni per essere compatibili con le varianti previste dai vari tipi. Così, per esempio, per le componenti geografiche ammesse dovrà dare supporto sia a dati vettoriali, con le relative specializzazioni geometriche (es. Point, MultiPoint, Curve, MultiCurve, Surface, MultiSurface) che a dati raster con le relative varianti. Nel caso di dati alfanumerici dovrà essere in grado di distinguere e trattare le varie tipologie di dati numerici (interi, interi senza segno, floating, enumerazioni, GUID, ecc.), testuali (stringhe di caratteri a lunghezza fissa o variabile, array, XML, GUID, ecc.), date (con o senza orario, nei vari formati previsti), campi NULL, ecc. per gli elementi documentali dovrà essere in grado di riconoscere se la struttura del documento è compatibile con l'estensione del file che lo contiene

A carico di questo componente sono anche la gestione delle eccezioni derivanti da malfunzionamenti del sistema in modo da garantire sempre la coerenza logica dei dati presenti nel repository di sistema.

2.5.3.1.5 Componente Logger

Come già descritto in precedenza, il SIM deve garantire la possibilità di ricostruire gli usi che vengono fatti dalle varie risorse messe a disposizione. Se dal punto di vista della metrica si potrà appoggiare all'infrastruttura tecnologica su cui sarà dispiegato, un altro aspetto da considerare è il monitoraggio applicativo, ossia gli usi che vengono fatti delle singole funzionalità applicative e dati del sistema da parte degli utenti.

Pertanto, dovrà essere presente un componente in grado di tenere traccia in apposite strutture fisiche (es. tabelle di database) di tutte le azioni effettuate dal sistema e gli utenti che le hanno causate.

Questa possibilità di monitoraggio risulta utile anche in caso di eventuali bug riscontrati nell'uso del sistema per consentire un corretto tracciamento delle operazioni e relativi parametri in gioco, così da fornire al team di manutenzione software ogni informazione necessaria.

Dato che la granularità delle informazioni necessarie può variare nel tempo (di solito è richiesta una maggior granularità nelle fasi iniziali di utilizzo, in quanto più probabile può essere il rilevamento di eventuali errori nel codice software prodotto), tale granularità dovrà essere definibile in modo dinamico. Pertanto, a carico del componente Logger sarà, oltre alla scrittura in appositi registri delle informazioni da tracciare, anche la fornitura di servizi di configurazione del funzionamento delle componenti di registrazione degli eventi, di svecchiamento delle informazioni registrate, di lettura dei log e loro filtraggio e ordinamento, così da fornire al sistema di "" tutte le funzionalità per costruire interfacce utente di gestione, consultazione e statistica delle attività svolte dal sistema.

2.5.3.1.6 Componente Ingestion Dati Satellitari

Una importante componente informativa gestita dal SIM è costituita da dati satellitari, sia originali che elaborati. Questa componente si caratterizza per l'enorme quantità di dati necessari per coprire il territorio nazionale, per la ripetitività temporale con cui tali dati sono prodotti e per essere disponibile principalmente attraverso dei market (siti di accesso alle varie forniture possibili) già attivi o che sono in fase di definizione.

Sarà necessario quindi un accesso standardizzato ai cataloghi dei vari operatori satellitari, ed è necessario un dialogo con chi implementerà i ground segment delle future costellazioni vedi Iride, Shalom, Prisma 2nd generation, affinché si pensi a rendere facilmente fruibile il patrimonio dati che si verrà ad acquisire nel futuro.

Parimenti per quanto riguarda i dati Satellitari commerciali, ogni operatore ha una sua piattaforma di consultazione dei dati di archivio e delle procedure per la programmazione di nuove acquisizioni (i satelliti commerciali acquisiscono solo se c'è un ordine di un cliente), e relativo sistema di order handling.

Di seguito qualche indicazione sulle attuali disponibilità per quanto concerne dati Satellitari Free:

- **ESA COPERNICUS** - Per quanto concerne l'accesso ai dati satellitari Copernicus è disponibile un Open Access Hub che fornisce un accesso completo, gratuito e aperto ai prodotti per gli utenti Sentinel-1, Sentinel-2, Sentinel-3 e Sentinel-5P, a partire dall'In-Orbit Commissioning Review. I dati sono accessibili tramite interfaccia utente grafica (open Hub) che con API Hub tramite l'uso di script
- Altri metodi di accesso ai dati satellitari Copernicus sono i DIAS (Data and Information Access Services), al momento esistono 4 portali Dias: ONDA, Sobloo, CreoDias, Mundi.
- **NASA LANDSAT** - Altra fonte dati Satellitari ottici free di dati a bassa risoluzione, le immagini Landsat della NASA sono disponibili gratuitamente sul sito web dell'USGS con accesso tramite registrazione e download.
- **ACCESSO AI DATI ASI** - Costellazione CosmoSkyMed: l'accesso ai dati della costellazione (attualmente 3 satelliti della 1° generazione + 2 satelliti della 2° generazione) è possibile tramite il portale dell'ASI, che prevede ad un accesso al catalogo di effettuare la richiesta dei dati.

I dati al momento non sono disponibili tramite web services servizi. Esiste un programma routinario di acquisizione sull'Italia chiamato "MapItaly" che acquisisce ogni mese tutto il territorio italiano sia in modalità descending che ascending, sempre con la stessa modalità di acquisizione per collezionare immagini radar ai fini interferometrici, esiste un archivio dal 2010-2011 fino ad oggi, i dati sono Raw, debbono essere processati per ottenere l'elaborazione dei PS (Permanent Scatterer) informazione puntuale di come un dato punto sul terreno (3x3mt) di stia muovendo identificando il suo spostamento con precisione millimetrica.

Data l'enorme quantità di dati in giuoco, il SIM non effettuerà copie dei dati satellitari, portandoli dal market in cui son disponibili al repository del sistema, limitandosi a registrarne la disponibilità e l'indirizzo di accesso al dato, le credenziali necessarie per accedervi, e memorizzando nel repository del sistema i relativi metadati aggiornati.

Il component di ingestion dati satellitari avrà quindi il compito principale di registrare, in modo automatico o semiautomatico, i metadati delle nuove disponibilità, in termini di dati semplici o di prodotti derivati dalla loro elaborazione,

Nello schema in ingresso sopra riportato sono così evidenziate le linee che collegano in input i fornitori di dati satellitari al modulo di Ingestion dei dati satellitari che, a sua volta, avrà in carico, tramite i servizi del Verifier, di controllare la correttezza dei metadati che descrivono ciascuna nuova fornitura e, tramite i servizi del modulo writer, li memorizzi nell'apposita area del Repository di progetto.

In considerazione della caratteristica dei dati satellitari, che verranno acceduti tramite servizi di interoperabilità, senza essere copiati nel repository del sistema, il relativo componente di ingestion avrà anche un'altra funzione fondamentale e cioè assicurarsi che le sorgenti dati restino valide anche con l'andare del tempo. Pertanto, appositi servizi automatici verificheranno, con cadenze programmabili tramite il sottosistema "CONFIGURAZIONE E MONITORAGGIO" (vedere pag. 96), che i riferimenti ai servizi di accesso ai vari dati satellitari siano ancora attivi. Appositi algoritmi permetteranno di identificare indisponibilità temporanee (indicandolo agli utenti) da indisponibilità permanenti (per dismissione del servizio o suo cambio di indirizzo di accesso e/o parametri di autenticazione).

2.5.3.1.7 Componente Ingestion Dati Real-Time

La componente di Ingestion di Dati Real-Time ha in carico il traffico di dati che proverranno da sensori in campo (tipicamente centraline di monitoraggio) e che saranno memorizzati entro il RdS.

Si noti che data la impostazione generale del sistema, che si affianca a sistemi esistenti ma non li sostituisce, consente sia di dirigere il flusso dei dati delle centraline di monitoraggio verso il RdS sia di lasciare i dati nei sistemi dove attualmente vengono memorizzati ed accedervi poi tramite servizi di interoperabilità. In questo secondo caso il procedimento sarebbe simile a quello usato per l'Ingestion dei dati satellitari descritto da pag. 70.

Ovviamente il caricamento nel RdS di dati in tempo pressoché reale richiede una accurata progettazione delle componenti software, con possibilità di bilanciare attentamente i carichi di lavoro e di avere a disposizione significativi spazi di storage fisico.

Si noti che ogni centralina dovrà essere accuratamente georeferenziata sul territorio in modo da poter localizzare, in modo indiretto, tutti i dati ricevuti e garantire la possibilità di fornire sistemi di consultazione geografica e di geostatistica per tutti i dati ricevuti.

2.5.3.1.8 Componente ETL

Come già scritto nei precedenti capitoli, gli oggetti che il SIM è chiamato a gestire sono di varia natura e con caratteristiche peculiari per ciascuna tipologia.

Si tratta quindi di oggetti (dati, documenti, immagini, cartografie, ecc.) organizzati in archivi digitali, memorizzati in uno dei formati descritti nel capitolo "Caratteristiche generali del sottosistema Ingestion" da pag. 65, che dovranno essere caricati nel RdS in vari momenti e con vari controlli.

In questo caso il componente che ha in carico queste operazioni è identificabile in un sistema di ETL.

Tale sistema infatti deve essere un grado, attivato automaticamente oppure su specifiche richieste di un utente abilitato, di prendere in carico gli archivi di input, verificarne la correttezza sia formale che sostanziale, tramite i servizi del Verifier (§ 2.5.3.1.3, da pag. 68), eventualmente effettuare operazioni di trasformazione intermedie (es. sulle geometrie degli oggetti geografici potrà essere necessario effettuare una conversione da un sistema di riferimento geografico ad un altro, effettuare operazioni di riduzione del numero dei punti che le ne descrivono la forma, fondere elementi contigui che rappresentano lo stesso oggetto geografico, ecc.; sugli archivi documentali potrà essere necessaria

una trasformazione in un flusso di byte da inserire in un campo blob; sulle immagini potrebbe essere necessaria fare una conversione di formato per aderire a uno standard interno del SIM).

Per gli archivi geografici, qualora si tratti, come spesso accade, di dover elaborare archivi diversi che rappresentano lo stesso fenomeno geografico su aree diverse, il sottosistema di ETL dovrà essere in grado di lavorare parallelamente gruppi di archivi contigui per ottenere coperture geografiche maggiori che poi, in un processo iterativo, vadano a fondersi fino a unificare tutti gli archivi in una unica copertura nazionale. C'è da osservare come la riunione di più elementi, presenti in archivi diversi, in un unico archivio richiede sia capacità di elaborazione automatica di dati spaziali sia di integrazione tali elaborazioni con funzioni di selezione sugli attributi degli elementi per poter risalire a quali componenti concorrano a formare ogni specifico elemento.

In funzione delle modalità di attivazione, nel caso si verifichino errori nei dati di input il sistema di ETL dovrà essere in grado di produrre elenchi di elementi che non hanno passato le verifiche e caricare i restanti oppure rigettare l'intero dataset producendo un log contenente la descrizione delle ragioni che hanno causato il rifiuto.

2.5.3.1.9 Componente I/O dati sistemi federati

Non tutti i sistemi federati giocano solo il ruolo di consumatori di dati e servizi che il SIM mette a disposizione. Nei casi in cui tali sistemi siano anche fornitori di dati o modelli si possono verificare due casi:

- se i dati possono essere messi a disposizione tramite servizi di interoperabilità che seguono uno degli standard supportati dal sistema (vedere anche "Forte uso di protocolli di interoperabilità", da pag. 13), il SIM userà tali servizi per veicolare i dati esposti dai sistemi federati agli utenti che ne fanno richiesta;
- nel caso in cui il sistema federato non esponga protocolli di interoperabilità standard si dovrà provvedere a realizzare un componente software, specifico per l'architettura di ciascun sistema, che abbia la responsabilità di rendere disponibili le varie tipologie di dati del sistema federato. Le modalità con cui questo possa essere realizzato dipenderanno da sistema a sistema; le linee guida sono essenzialmente due:
 - ◆ estendere il sistema federato con un componente che acceda, in modo controllato e in sola lettura, al suo database ed esponga servizi di interoperabilità standard di cui siano caricati nel RdS i relativi metadati;
 - ◆ oppure realizzare un sistema automatico basato sui componenti di ETL disponibili, in grado di leggere i nuovi elementi dal sistema federato, controllarli e caricarli nel RdS aggiornando anche i relativi metadati.

2.5.3.1.10 Componente Scheduler

Come descritto per i vari componenti del sottosistema Ingestion e successivamente ripreso anche per altri componenti, esistono processi che necessitano di essere attivati automaticamente in funzione di scadenze temporali o di eventi particolari (es. la presenza di nuovi dati che devono essere caricati tramite ETL).

Il componente Scheduler entra in gioco ogni volta sia necessario definire una serie di attività temporizzate, gestendone non solo l'attivazione al momento giusto ma anche assicurandosi che non vi siano sovraccarichi elaborativi, gestendo quindi processi paralleli e code di processi.

Tra le attività soggette a schedulazione vi sono quelle di controllo della raggiungibilità dei link ai dati, dell'esame dei log di sistema (con possibilità di produrre report o grafici riepilogativi in funzione delle varie tipologie di attività o di utente), di gestione di attività di ETL.

Il componente mette inoltre a disposizione un'interfaccia, inglobata nell'interfaccia del componente Monitor descritta in seguito, che consenta di monitorare i processi in atto, di visualizzare il calendario delle attivazioni previste e di definire nuove schedulazioni o modificarne di esistenti.

2.5.3.1.11 Componente Monitor

Questo componente riunisce in un'unica interfaccia con comportamento responsive, tutte le funzionalità di controllo delle attività del sistema, così da garantire ad un utente con ruolo di Amministratore di sistema di sorvegliare le attività in corso e di variare i parametri che regolano il comportamento applicativo del sistema stesso.

Questo componente è trasversale sui vari sottosistemi: per quanto riguarda specificamente il sottosistema Ingestion le funzioni del componente di Monitor saranno finalizzate essenzialmente al controllo delle attività di ETL in corso, alla verifica che i link di accesso ai dati siano correttamente attivi, eventualmente fornendo gli strumenti per intervenire per correggere situazioni di non disponibilità, analisi dei log relativamente alle operazioni di caricamento dati, statistiche sul funzionamento delle centraline di monitoraggio.

2.5.3.2 SERVER GIS

Come già espresso nel presente documento, il RdS può contenere sia i soli metadati di un dataset accessibile da altri sistemi fornitori di dati sia l'insieme completo dati + metadati di altri dataset. Questi ultimi devono essere disponibili per i sistemi federati tramite servizi di interoperabilità; se si tratta di dataset con componente spaziale i servizi dovranno essere resi disponibili secondo i vari standard OGC supportati dal SIM.

Per ottenere quest'ultima funzionalità, ed altre relative alla pubblicazione di mappe cartografiche, il SIM sarà dotato di un componente con la funzione di operare da Server GIS.

Con Server GIS si intende un componente software in grado di connettersi a varie tipologie di dato geografico e di operare su di esso per filtrare ed estrarre dati dalle varie sorgenti e produrre layer geografici da esporre in rete secondo protocolli di interoperabilità.

In pratica una prima funzionalità di un server GIS è quella di esporre servizi che permettono la fornitura a client di mappe o livelli di mappe, graficamente complete o solo i singoli oggetti da disegnare. I servizi rispettano le regole dei vari protocolli standard supportati e garantiscono tutte le possibili ottimizzazioni sia per quanto riguarda l'accesso ai dati che per la loro restituzione.

Come già descritto in "Forte uso di protocolli di interoperabilità" da pag. 13, il SIM si baserà fortemente su protocolli standard O.G.C. che il componente server prescelto dovrà supportare.

Un'altra importante caratteristica del Server GIS dovrà essere la possibilità, diretta o tramite componenti aggiuntivi, di permettere la gestione di livelli di cache di dati geografici così da velocizzare la fornitura di immagini dei layer cartografici sottoposti a questo pre-trattamento.

Il principio che sottende questa funzionalità è il seguente:

- generalmente ad ogni richiesta di rappresentazione di una porzione di territorio il server GIS identifica gli estremi dell'area geografica di interesse, effettua una query sulla sorgente dati da cui estrarre le informazioni richieste (eventualmente sfruttando indici spaziali e alfanumerici presenti nel database di riferimento), ad ogni elemento applica la grafica di riferimento e lo disegna, alla scala richiesta, in una porzione di immagine che poi sarà restituita al richiedente. Se più utenti richiedono la stessa area o aree in parte sovrapposte a questa, il sistema estrarrà n volte gli stessi dati riapplicando la stessa grafica;
- se si attiva una modalità di cache geografica il sistema definisce una serie di scale geografiche di riferimenti e per ciascuna di esse pre-elabora le rappresentazioni relative del singolo layer (o gruppi di layer), suddividendole in tasselli geografici di dimensioni note. Così ad ogni richiesta il sistema verifica la scala di disegno che più si adatta alla richiesta, estrae in modo indicizzato i tasselli che coprono la superficie territoriale richiesta e li spedisce al chiamante, senza necessità né di accedere al database degli elementi geografici per estrarli uno a uno né di applicare a ciascuno di essi la grafica prevista, gestendo poi le collisioni tra elementi grafici il cui disegno può sovrapporsi in parte ad altri

L'uso di livelli con cache velocizza enormemente la risposta a richieste di fornitura di cartografie ma è soggetta a alcuni accorgimenti: se avviene una modifica anche a uno solo degli elementi geografici presenti in un layer, tutti i tasselli (tile) in cui tale elemento ricade o ricadeva devono essere riprocessati per fornire la versione aggiornata del layer. Pertanto, è conveniente per livelli geografici

in cui le modifiche non sono estremamente frequenti ma piuttosto raggruppabili in momenti specifici, così da evitare continue rielaborazioni di tile geografiche.

2.5.3.3 ESPOSITORE DI SERVIZI

Nella progettazione di un sistema che prevede un numero importante di utilizzatori e di sistemi integrati l'esposizione dei servizi costituisce un aspetto cruciale sia in termini di funzionamento del sistema stesso che di sicurezza.

Per il progetto in esame una esposizione diretta dei servizi sia pure mediata tramite apparati infrastrutturali non è adeguata e sufficientemente sicura. Per questo motivo è necessario disporre di una soluzione di API Management.

Con *API Management* (cfr. § 2.4.4) si intendono i processi di distribuzione, controllo e analisi delle API che mettono in connessione applicazioni, interne ed esterne, con gli oggetti (dati, modelli, workflow, applicazioni) gestiti nel sistema. Lo sviluppo rapido di componenti applicativi capaci di soddisfare nuove esigenze, approccio noto anche come sviluppo applicativo cloud-native, si fonda essenzialmente su microservizi e API.

Le soluzioni di API Management costituiscono quindi l'elemento abilitante per arricchire e personalizzare l'interazione tra le applicazioni che richiedono l'accesso ad API e servizi di business che espongono le informazioni fruibili dalle diverse applicazioni.

L'introduzione di un layer di astrazione tra i servizi che espongono funzionalità (API Providers) e le applicazioni che li consumano (API Consumers) semplificano gli sviluppi e favoriscono il disaccoppiamento tra i due livelli.

Attraverso un API Manager si potrà centralizzare l'entry point per le chiamate ai diversi servizi, applicare politiche di accesso efficienti in termini di numero di richieste, monitorare le risorse utilizzate, tracciare le chiamate dei fruitori delle API e gestire gli opportuni livelli di sicurezza rispetto all'accesso ai servizi stessi.

Per quanto riguarda la gestione del traffico di richieste è opportuno che la soluzione consenta di regolare il throttling quale processo di limitazione del numero di richieste API (rispetto alla risorsa) che si possono gestire in un certo periodo e il *rate limiting* quale processo di controllo della frequenza delle richieste (rispetto all'utenza) effettuate da un utente o sistema esterno.

La soluzione di API Manager proposta dovrà gestire i seguenti aspetti:

- **SIUREZZA:** per garantire l'accesso soltanto agli utenti/sistemi autorizzati e accreditati evitando l'uso improprio delle risorse protette attraverso framework standard;
- **TRAFFICO:** per gestire in maniera puntuale e dinamica le performance di ciascuna API con limitazione del traffico in ingresso (throttling), l'applicazione di politiche di accesso diversificate in base sistema chiamante (*rate limiting*) e opportune regole di routing e cache dei messaggi. Dovrà gestire inoltre il filtraggio del traffico in ottica di identificazione e neutralizzazione di eventuali minacce rilevate;
- **CICLO DI VITA DELLE API:** supportare l'esposizione e la differenziazione delle API pubblicate nelle diverse fasi di sviluppo, in test, in produzione e in dismissione, con versionamento. Questa funzionalità consente di garantire la coerenza di differenti versioni dell'API che, nel corso del tempo, potranno essere utilizzate da diverse tipologie di utenti e sistemi, con diversi gradi di maturità;
- **AUDIT E ANALISI:** tracciamento attività e statistiche di utilizzo.

La soluzione di API Manager dovrà essere corredata di strumenti e componenti a supporto delle diverse attività:

- **API STORE:** area dedicata a sviluppatori interni o di terze parti che intendono integrare le API nelle loro applicazioni verticali (es. sistemi federati). Essa dovrà ospitare anche la documentazione di supporto e gli strumenti di comunicazione, di condivisione e di monitoraggio delle API utilizzate;

- **API PUBLISHER**, tool che permette agli API Providers di creare e pubblicare le API. Nel Publisher si definiranno tutti gli aspetti di configurazione dell'API, compresi endpoint dei servizi di back-end e politiche di throttling e rate limiting;
- **SECURITY**, componente che ha il compito di gestire le questioni relative alla sicurezza e l'archiviazione di chiavi e certificati. Tutte le richieste di generazione di nuovi access token sono gestite da questo componente che effettua la validazione di tutti i parametri inviati nella richiesta;
- **ADMINISTRATION**, componente che ha il compito di gestire il ciclo di vita e il versionamento delle API;
- **API GATEWAY**, componente che espone i servizi messi a disposizione dall'intero sistema in maniera sicura, facilmente fruibile e controllata. Dal punto di vista funzionale, l'API Gateway, riceve le richieste per accedere alle API ed attua le politiche di controllo di accessi attraverso l'**Access Manager** instradando le richieste verso i sistemi di back-end. Inoltre, dovrà regolare il traffico di ciascuna API attraverso il **Traffic Manager** secondo le regole definite in fase di pubblicazione dell'API e in fase di sottoscrizione alla stessa elaborando le politiche di throttling in real time, incluse le politiche di rate limiting delle chiamate alle API;
- **ANALYTICS**, componente che raccoglie le informazioni di utilizzo delle API consentendo l'elaborazione di statistiche e analisi degli accessi e dell'impegno delle risorse.

In Figura 14 è illustrato uno schema che rappresenta le componenti elencate ed evidenzia il loro ruolo nell'accesso ai servizi da parte delle applicazioni.

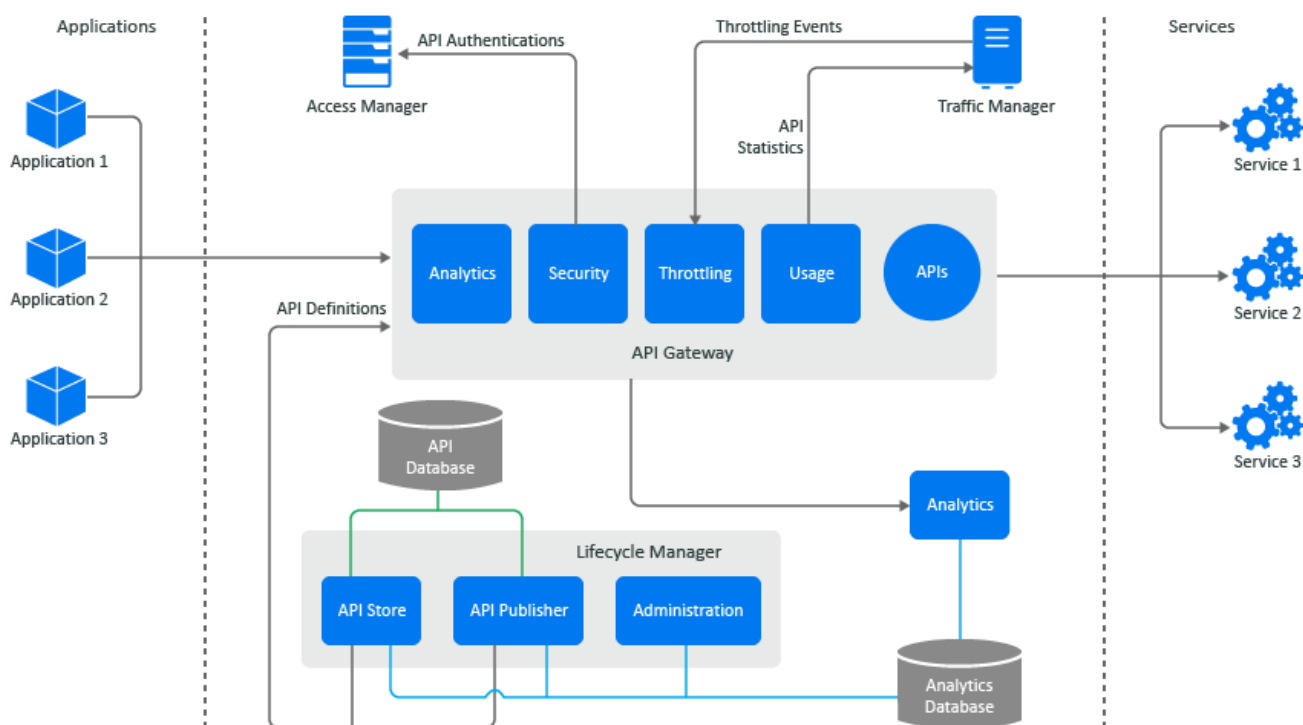


Figura 14 - Schema Espositore dei Servizi

Riguardo alla sicurezza è preferibile che la soluzione supporti protocolli e framework standard come, ad esempio, Open Authorization 2 (OAuth2) autorizzando gli utenti e i sistemi alla fruizione delle API senza lo scambio esplicito di credenziali.

I vantaggi offerti da tali protocolli derivano dalla possibilità di avere un accesso in autenticazione mediante generazione di un token di autorizzazione con un contesto e una validità prefissati.

Rispetto agli strumenti di analisi occorre considerare almeno i seguenti obiettivi prestazionali chiave:

- **AFFIDABILITÀ**: rappresenta la disponibilità dell'API in generale. Una metrica utile per misurare questo valore è il tempo di inattività. Un'altra metrica utile è la quota, che definisce il numero di chiamate che uno sviluppatore può effettuare all'API entro un determinato intervallo di tempo.

Definendo una quota, l'API viene protetta dall'uso improprio, e la sua gestione risulta più prevedibile;

- **FLESSIBILITÀ:** rappresenta le opzioni offerte in fase di definizione e pubblicazione delle API. Ad esempio, un API non correttamente versionata comporta che gli utilizzatori siano allineati all'effettiva implementazione offerta;
- **QUALITÀ:** misura la coerenza della conformità del comportamento dell'API alle aspettative degli utilizzatori;
- **VELOCITÀ:** può essere misurata in termini di latenza d'accesso e velocità effettiva e può essere influenzata da processi di controllo del traffico quali il throttling o il caching;
- **COSTO:** serve a misurare l'effettivo utilizzo delle risorse nella fruizione dell'API da parte delle applicazioni interne o esterne.

2.5.3.4 ANALISI E CONOSCENZA

2.5.3.4.1 Caratteristiche generali del sottosistema Analisi e Conoscenza

Il SIM metterà a disposizione degli utenti una grossa mole di informazioni, organizzate in varie tipologie (dati, modelli, workflow, applicazioni) e versioni. Questo lo renderà strumento di assoluto valore nel panorama dei sistemi informativi territoriali nazionali.

Questa ricchezza rischia però di rappresentare anche un ostacolo al corretto utilizzo del sistema in quanto l'utente rischia di non riuscire a distinguere, nella grande massa di sorgenti e tipologie di oggetti disponibili, quelli più adatti alle operazioni che deve svolgere in un dato momento.

È quindi assolutamente necessario che il SIM metta a disposizione strumenti adatti all'individuazione dei livelli informativi e degli oggetti più adatti alle necessità del singolo utente e di facile e rapido utilizzo.

Questo compito è svolto dal sottosistema Analisi e Conoscenza che [fornisce una serie di servizi di navigazione, consultazione e selezione di livelli informativi, modelli di calcolo, workflow e applicazioni a partire dai metadati](#) che, come già più volte precisato, affiancano ciascun oggetto disponibile, direttamente o tramite accesso a servizi esterni, agli utenti del SIM.

Il sottosistema Analisi e Conoscenza per ottenere il suo scopo fa largo uso di ontologie. In informatica una ontologia è un modello di rappresentazione formale della realtà e della conoscenza. Tramite una apposita struttura di dati permette di descrivere concetto ed oggetti in un determinato dominio della conoscenza e di esplicitare le relazioni che tra essi intercorrono.

Pertanto, i metadati presenti nel SIM sono corredati di opportune ontologie atte a valorizzare le specificità e le relazioni semantiche delle fonti.

Come in disegno tridimensionale se si cambia il punto di vista oggetti che prima apparivano lontani ora sono vicini e viceversa, attraverso l'utilizzo di diverse ontologie si possono osservare i metadati con varie angolazioni per mettere in evidenza gli aspetti che in quel momento ci interessano.

Per valorizzare i metadati si devono scegliere delle ontologie adatte, possono essere riprese dai vari enti che si occupano di ambiente (ISPRA, CNR, ecc.) oppure si può costruire una o più ontologie specifiche per il sistema.

Il processo di costruzione di una ontologia si sviluppa attraverso un'analisi anche iterativa dei domini di conoscenza per definire classi, attributi, gerarchie e relazioni che danno significato alla struttura.

Diversamente se si sceglie di riutilizzare un'ontologia esistente, bisogna rispettare le raccomandazioni del documento pubblicato dall'AgID "LINEE GUIDA PER L'INTEROPERABILITÀ SEMANTICA ATTRAVERSO I LINKED OPEN DATA" di cui riportiamo di seguito alcuni punti:

- **R5:** Utilizzare chiavi naturali, ove possibile, per la creazione degli URI, evitando di usare valori di tipo posizionale all'interno di un documento o di una base di dati.
- **R6:** Definire ontologie, a livello di servizio o a livello di singola base di dati, per i diversi dataset che si vogliono pubblicare.
- **R7:** Utilizzare RDFS e OWL per la definizione delle ontologie.

- **R8:** Sviluppare nuove ontologie solo se strettamente necessario, privilegiando invece l'adozione di ontologie e vocabolari condivisi e largamente utilizzati a livello nazionale, europeo e internazionale.
- **R9:** Evitare di definire ontologie estese che mirino a modellare in modo "monolitico" tutte le tipologie di informazioni che caratterizzano i dati gestiti dalla PA, privilegiando una costruzione incrementale e modulare.
- **R10:** Identificare pattern di modellazione semplici nella formalizzazione dell'ontologia.
- **R11:** Preferire l'allineamento tra ontologie per armonizzare le informazioni gestite in diverse basi di dati, facilitando così la loro gestione nel tempo.
- **R12:** Rendere univoci, mediante l'aggiunta di opportuni vincoli, elementi dell'ontologia che evidenzino ambiguità nel dominio di riferimento.

Oltre all'uso di ontologie, **SIM è dotato di un motore di ricerca semantica aumentata** che consente di migliorare l'accuratezza della ricerca dei livelli informativi interpretando gli intenti dell'utente e il significato contestuale delle parole utilizzate per la ricerca al fine di generare estrazioni di livelli informativi più aderenti alle esigenze dell'utilizzatore.

Il sottosistema in oggetto mette quindi a disposizione un framework software che metterà a disposizione servizi di navigazione dei metadati e di selezione, anche iterativa, di quelli che più si avvicinano alle esigenze informative dell'utente, permettendogli infine di scegliere il livello, o i livelli, informativo/i richiesti. Una volta effettuata la scelta, il sottosistema Analisi e Conoscenza identificherà il servizio che fornisce tali dati e lo passerà al sistema chiamante perché ne faccia uso.

Sempre a carico del sottosistema Analisi e Conoscenza sono la visualizzazione, tramite apposite interfacce, dell'insieme dei metadati e le varie funzioni di editing sui metadati stessi. Dialogando inoltre con il sistema di reportistica del SIM potrà realizzare report e statistiche sul contenuto dei metadati e ontologie relative.

Come già fatto per il sottosistema Ingestion, si presenta nel prossimo capitolo una possibile schematizzazione dei macro-componenti il sottosistema Analisi e Conoscenza da usare come esempio per comprendere i flussi operativi riguardanti le attività principali di tale sottosistema.

2.5.3.4.2 Schema generale dei componenti il sottosistema Analisi e Conoscenza

In Figura 15 si riporta uno dei possibili schemi di scomposizione del sottosistema in oggetto in macro-componenti; come già detto per schemi analoghi, si tratta di una delle possibili schematizzazioni, qui riportata a scopo esemplificativo delle responsabilità del sottosistema e delle sue funzionalità principali.

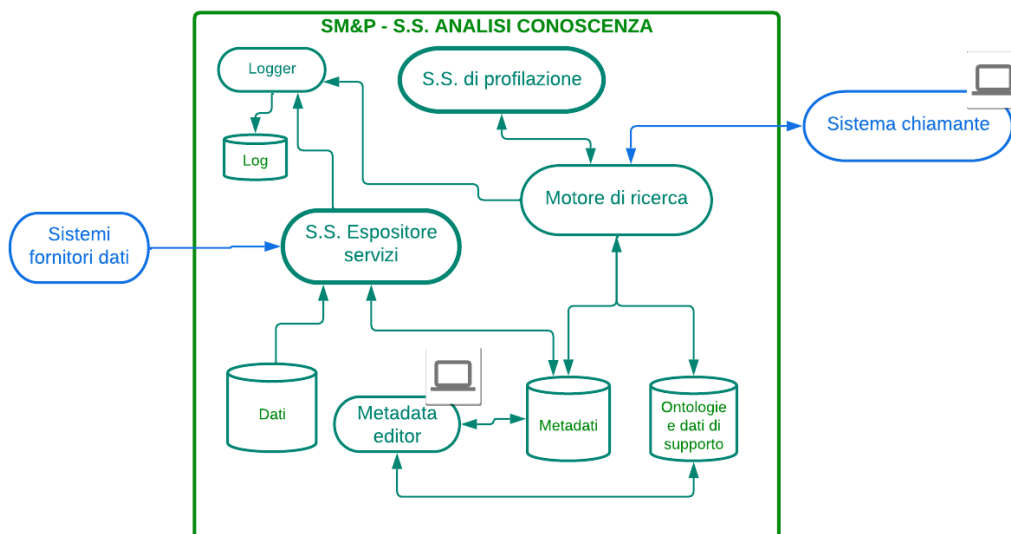


Figura 15 - Schema sottosistema Analisi e Conoscenza

La struttura proposta per il sottosistema “ANALISI E CONOSCENZA” si articola logicamente nei seguenti componenti:

Metadata editor: mette a disposizione tutti i servizi e le funzioni di accesso e modifica dei metadati e delle relative ontologie

Motore di ricerca: mette a disposizione tutti i servizi e le funzioni di accesso, estrazione, filtro, ricerca entro il sistema dei metadati e relative ontologie

Logger: come già visto in altri schemi ha in carico la scrittura dei log di sistema

Sono inoltre coinvolti nei processi che dipendono dal sottosistema “ANALISI E CONOSCENZA” anche il sottosistema “PROFILAZIONE”, in quanto tutte le operazioni sui dati saranno soggette alle regole di profilazione dell’utente che opera, ed il sottosistema “ESPOSITORE DI SERVIZI” in quanto i dati associati ai metadati selezionati dovranno poi essere messi a disposizione del sistema chiamante se vuole accedere dai Metadati ai dati stessi.

Senza voler entrare nel dettaglio applicativo, facciamo un esempio di utilizzo dei servizi del sottosistema Analisi e conoscenza sfruttando lo schema sopra riportato.

L’utente di un sistema federato necessita di accedere a una determinata categoria di dati geografici, per esempio una copertura di ortofoto, da utilizzare nel suo visualizzatore cartografico che supporta la cooperazione cartografica standard O.G.C. ed in particolare il protocollo WMS.

Si collega quindi ai servizi del S.S: Analisi e Conoscenza ed accede al suo motore di ricerca indicando il termine generale “Cartografia di sfondo”.

Il Motore di ricerca verifica quali strati sono accessibili al profilo con cui l’utente è classificato (vedere anche sottosistema “PROFILAZIONE” da pag. 94) e tra questi estrae i metadati di quelli che rientrano nella categoria “Cartografia di sfondo”. Poi presenta una interfaccia in cui sono elencate le descrizioni sintetiche di tali layer e strumenti per accedere all’insieme dei metadati a cui si riferiscono.

A questo punto l’utente può scegliere direttamente l’Ortofoto di interesse, eventualmente aiutandosi con i metadati associati oppure imporre una nuova ricerca nel sottoinsieme estratto, sia su alcuni metadati specifici (es. data aggiornamento) oppure tramite un più generale strumento di ricerca full text sui metadati.

Una volta identificato il layer desiderato, l’utente ne conferma la scelta. Il motore di ricerca passa al sottosistema Espositore servizi l’indicatore del servizio di interoperabilità associato al layer prescelto e lo comunica al sistema chiamante dopo averne verificato con il sistema fornitore del dato la sua disponibilità.

Tutti i passi sopra descritti sono stati nel frattempo registrati nel sistema di log tramite i servizi messi a disposizione dal componente *Logger*.

Un altro esempio di richiesta al Motore di ricerca può non richiedere interazione; si immagini per esempio una richiesta in cui al motore di ricerca arrivino i seguenti requisiti “Ortofoto”, area compresa tra P1x, P1y, P2x, P2y (con P1 e P2 estremi dell’area di interesse), “ultima versione disponibile”. In questo caso il motore di ricerca ha tutte le informazioni per identificare la copertura di ortofoto necessaria e ritornare al chiamante l’URL del servizio in grado di fornirla.

Come si può ben immaginare uno dei problemi che restano aperti riguarda l’integrazione dei servizi del sottosistema Analisi e Conoscenza con i sistemi chiamanti.

Un primo distinguo va fatto sulla natura del sistema chiamante; infatti, potrebbe essere una applicazione verticale realizzata entro il SIM, e in questo caso l’integrazione sarebbe nativa; nel caso invece di tratti di un sistema federato le opzioni possibili sono diverse, tra cui possiamo citare le due estreme (una con integrazione alta e una con livello di integrazione minimo).

Nel primo caso, si interviene sul sw del sistema federato integrando il componente Motore di ricerca e la sua interfaccia utente, scrivendo inoltre una funzione che associ al sistema GIS in uso i vari servizi selezionati. L’effort richiesto per questa integrazione può variare sensibilmente in funzione dell’architettura nativa del sistema federato ma garantisce un uso senza soluzione di continuità tra il motore di ricerca e le funzioni del sistema federato esteso con queste nuove possibilità applicative.

In alternativa si può realizzare, con i componenti sw messi a disposizione dal SIM, una piccola applicazione verticale, da lanciare dal sistema federato e che scriva nel repository dei dati disponibili le indicazioni di utilizzo dei layer selezionati.

Altre modalità di integrazione intermedie possono essere rese operative al momento della realizzazione del sistema esaminando in dettaglio i sistemi che saranno effettivamente rientrati nella federazione provvista dal progetto.

Si noti il ruolo centrale che il sistema di metadati gioca nel disegno generale del SIM; essi sono gestiti essenzialmente tramite i servizi del sottosistema Ingestion e derivati dalle informazioni che arrivano dai sistemi fornitori di dati oppure dalle attività di ETL di dati esistenti. È possibile che in certi casi non tutti i campi previsti dallo schema di metadati adottato siano popolabili automaticamente; in questo caso, i gestori del sistema possono utilizzare i servizi del motore di ricerca per identificare quali necessitino di un popolamento manuale e quelli dell'editor di metadati per completarne la compilazione.

2.5.3.5 GIS

Un sistema informativo che si propone gli obiettivi del SIM non può fare a meno di dati geografici e nemmeno di funzionalità GIS, sotto varie forme.

Nel nostro disegno architettuale esemplificativo tutte le funzionalità di base che impattano con l'elaborazione geografica rientrano nel dominio del sottosistema GIS.

Si noti che molti dei dati geografici arriveranno già preelaborati dai fornitori di servizi ma in altre situazioni deve essere possibile per gli utenti del SIM una gestione quanto più estesa possibile.

Tal sottosistema fornirà quindi funzioni di:

- composizione di mappe
- tematizzazione di layer geografici
- produzione di stampe cartografiche
- servizi di riproiezione dati geografici
- messa a disposizione di funzionalità di elaborazione dati per i workflow
- supporto alla business continuity per servizi di cooperazione cartografica
- messa a disposizione di un framework per la visualizzazione e consultazione di dati geografici bi e tridimensionali
- servizi di gestione della banca dati geografica

Esaminiamo adesso le responsabilità di ciascuno delle aree applicative sopra descritte.

2.5.3.5.1 Composizione di mappe

La Mappa è il paradigma tipico per la presentazione e la gestione di dati geografici. Composta da più layer sovrapposti, ciascuno relativo a uno specifico dominio del problema, permette all'utente di visualizzare la distribuzione dei fenomeni indagati.

Si ricordi che una delle caratteristiche tipiche dei sistemi GIS è il totale disaccoppiamento tra il dato in origine e l'uso che del dato si fa una fase di rappresentazione; pertanto, il sottosistema GIS dovrà fornire tutte le funzionalità necessarie per gestire entrambi questi aspetti.

Il sottosistema GIS prevede un sistema interattivo per la composizione di mappe, scegliendo i dati propri della mappa (area massima di rappresentazione, sistema di proiezione con cui visualizzare i dati, unità di misura per i servizi di misurazione e consultazione caratteristiche geometriche, ecc.) e i servizi di interoperabilità cartografica che la compongono (compreso range di scale di visibilità, filtri sui dati, livello di trasparenza, selezionabilità degli oggetti contenuti e quant'altro necessario per definirne l'uso entro la mappa).

La definizione di ogni mappa così composta e i relativi metadati è salvata in un apposito repository in cui sono contenuti sia le definizioni dei layer disponibili nel sistema, sia quelle delle mappe già complete. Apposite funzioni di gestione permetteranno il preview delle mappe, la consultazione dei

layer disponibili per la loro composizione, la tematizzazione dei layer (quando compatibile con le modalità di esposizione dei dati del layer da parte del servizio che li espone).

Le mappe così composte potranno essere fruite dai componenti il framework GIS del SIM (vedere "Framework per consultazione e editing di dati geografici" nel prosieguo del documento) su cui si basano anche le applicazioni verticali ("APPLICATIVI", da pag. 354) o essere utilizzate dal sistema di reportistica (vedere anche "Caratteristiche generali del sottosistema Reportistica" da pag. 90).

2.5.3.5.2 Tematizzazione di layer geografici

Un tipo particolare di report è costituito dalle mappe tematiche; tali mappe sono composte da una serie di strati informativi di cui uno o più di essi viene disegnato seguendo delle specifiche regole che differenziano i singoli oggetti presenti nel layer in base alle loro caratteristiche alfanumeriche e/o geometriche.

Una interfaccia cartografica interattiva consentirà di tematizzare i dati forniti da un servizio di interoperabilità cartografica, con le limitazioni insite in alcuni protocolli e nei fornitori di servizi esterni.

Tematizzazioni potranno avvenire secondo le classiche modalità quali: a simbolo unico, per classi di valori, per categorizzazione statistica, ecc.

Un layer così tematizzato diventa una nuova sorgente dati da poter essere consultata e inserita all'interno di mappe o report classici, come quelli descritti successivamente.

Si noti che un layer tematico può essere salvato in forma dinamica o statica. Nel primo caso vengono salvati nell'anagrafica dei layer disponibili i riferimenti alle regole e alla sorgente dati; ogni volta che si utilizza il layer così tematizzato vengono esaminati i dati correnti e riapplicate su di loro le regole di disegno definite per quella specifica tematizzazione. Ne risulta che se lo stesso layer viene esaminato in tempi diversi e nell'intervallo di tempo tra le due produzioni i dati esaminati sono stati soggetto a modifiche anche il risultato della seconda visualizzazione del layer risulterà modificata.

Una seconda possibilità di tematizzazione che dovrà essere resa possibile riguarda la produzione di tematizzazioni statiche. In questo caso i dati utilizzati vengono duplicati per consentire la riproduzione dello stesso livello tematico in tempi diversi senza che avvengano modifiche al risultato.

In entrambi i casi ai layer tematici salvati dovranno essere associati i relativi metadati.

2.5.3.5.3 Produzione di stampe cartografiche

Anche se la consultazione interattiva con mezzi informatici è ormai la modalità più utilizzata di accedere a informazioni territoriali, vi è spesso la necessità di produrre elaborati cartografici sotto forma di cartografia, dotando quindi la rappresentazione di una certa area geografica di cornice, legenda, simboli che rappresentano la scala di rappresentazione e l'orientamento dei punti cardinali, nonché logo e scritte esplicative di vario tipo. Tali prodotti devono essere realizzati in formato digitale per poter poi essere stampati successivamente o inseriti all'interno di pubblicazioni e documenti testuali.

SIM deve fornire capacità di produzione di stampe cartografiche attraverso due passaggi:

- creazione interattiva di layout di stampa, contenenti la definizione della struttura generale della stampa, comprensiva di cornice, legenda, simboli ed abbellimenti vari
- produzione del file di stampa ottenuto unendo un layout alla definizione dell'area da inserire all'interno del layout

Dato che le stampe cartografiche possono essere particolarmente impegnative dal punto di vista delle risorse di calcolo, il sistema deve comprendere un meccanismo di gestione delle code di stampa che impedisca un eccessivo sovraccarico dei server nel caso di molte richieste contemporanee.

La Figura 16 schematizza una possibile soluzione a macro-componenti per la produzione di stampe cartografiche.

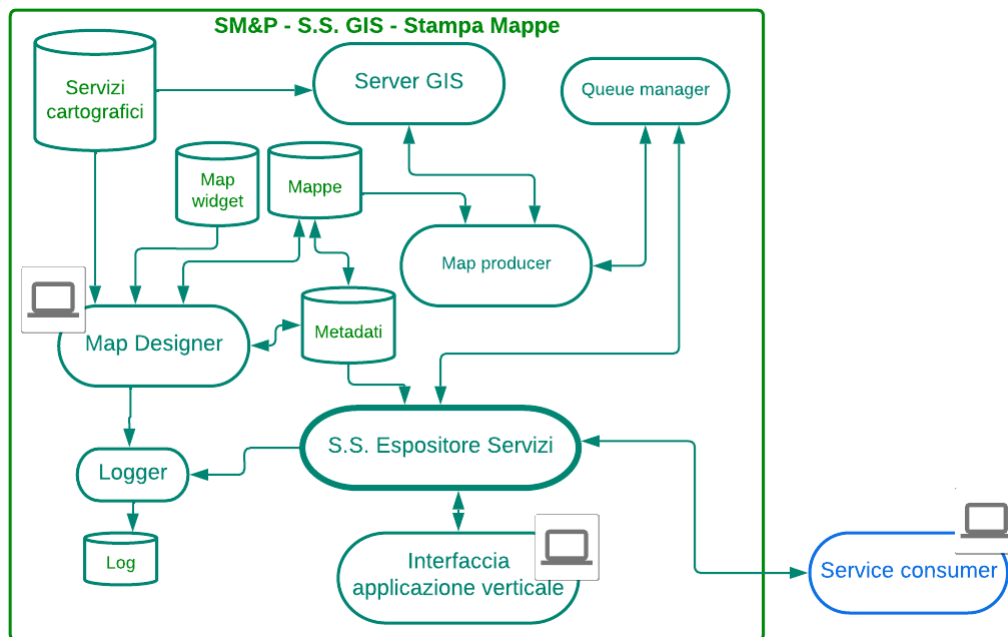


Figura 16 - Schema componenti stampa mappe

Il componente Map Designer mette a disposizione dell'utente abilitato una interfaccia interattiva per il disegno assistito di un layout, utilizzando vari widget che permettano di posizionare sull'area di lavoro (di dimensione scelta dall'utente tra i vari formati standard (es. A0, A1, A2, ...)) l'area di rappresentazione della cartografia, la posizione di una eventuale legenda, immagini, simboli, scritte fisse e variabili (es. le coordinate dei vertici dell'area rappresentata) e quant'altro necessario per la composizione di una stampa cartografica professionale.

Una volta finito di comporre il layout questo sarà salvato, insieme ai relativi metadati, in un'area di memorizzazione del RdS.

Il processo di produzione di una stampa, che può avvenire da una applicazione interna al SIM oppure da un polo federato tramite l'invocazione di un apposito servizio, avviene con scelta tramite i suoi metadati, del layout da usare, la definizione della mappa (o delle mappe nel caso il layout preveda più aree di visualizzazione della cartografia, per esempio per confrontare due aree o due situazioni a tempi diversi, da utilizzare), e le caratteristiche con cui la mappa (o le mappe) deve essere inserita all'interno dell'area del layout destinata alla cartografia (centro e scala di rappresentazione oppure limiti dell'area da inserire nel layout); viene anche indicato il formato del file di output ottenuto. Tutte queste informazioni sono passate al componente Map Producer che ha in carico di produrre, in funzione delle indicazioni ricevute, il file grafico contenente la stampa desiderata. Per evitare sovraccarichi di lavoro, la produzione delle mappe è gestita da un sistema di code che mettono in produzione le varie stampe in funzione del numero di thread paralleli disponibili per questa attività.

Lo stesso meccanismo può essere invocato per l'export di mappe nei formati supportati (es. jpeg, png, tiff, con o senza georeferenziazione)

2.5.3.5.4 Servizi di riproiezione dati geografici

Il SIM deve fornire servizi per la riproiezione di dati geografici, siano essi in formato vettoriale che raster, tra i vari sistemi di riferimento geografico. Questo sia per fornire alle funzioni dei sistemi federati che necessitino di input cartografici i dati nel sistema di riferimento desiderato sia per poter produrre elaborazioni tra livelli cartografici disponibili in sistemi di riferimento e/o unità di misura diversi.

2.5.3.5.5 Messa a disposizione di funzionalità di elaborazione dati per i workflow

Una delle caratteristiche applicative del SIM è quella di poter definire dei processi elaborativi (workflow) da attivare on demand da parte di vari utenti.

Per poter definire un workflow è necessario descrivere il percorso fatto da passi elaborativi sequenziali, con eventuali biforcazioni in funzione dei risultati dell'elaborazione precedente.

Le funzioni di elaborazione che possono costituire un passo di workflow saranno scelte tra una serie resa disponibile all'interno del SIM. Ogni funzione, che prevederà una serie di input (obbligatori o facoltativi) e output, oltre a comunicare al motore di workflow i suoi stati intermedi e l'esito finale dell'elaborazione effettuata, sarà progettata in modo da poter essere gestita attraverso l'interfaccia di definizione di workflow citata nel capitolo "Caratteristiche generali del sottosistema Workflow" da pag.84.

Senza voler essere esaustivi, la definizione esatta delle funzioni verrà fatta in fase di progettazione di dettaglio, si elencano nella tabella seguente una serie di gruppi di funzioni riunite in base alle loro caratteristiche generali, citando alcuni esempi delle funzionalità attese:

GRUPPO	ESEMPI DI FUNZIONI CONTENUTE
Analisi di rete:	area da servire, percorso più breve,
Conversioni di formato e proiezione	assegna proiezione, estrai proiezione, estrai BBOX, riproietta, export in vari formati
Creazione layer	crea layer vettoriale, crea raster
Elaborazioni su tabelle di database	aggiungi campo, popola campo per calcolo, crea indice unico, rinomina campo,
Elaborazioni su più layer vettoriali	clip, merge, buffer, calcolo intersezioni, calcolo sovrapposizione, calcola distanza, linee per poligono
Elaborazioni su singolo layer vettoriale	calcolo centroidi, converti da multi a single part, estrai vertici, calcolo minima geometria, calcolo involuppo degli elementi, trasla elementi, dissolvi, crea triangolazione di Delaunay, calcolo poligoni di Voronoi, crea statistiche
Elaborazione su dati raster	calcola DTM, crea curve di livello, crea poligoni curve di livello, calcola pendenza, calcola esposizione, calcola ombreggiature, calcola distanza, setaccia, ritaglia raster, crea curve ipsometriche, applica logiche fuzzy
Selezioni	estrai per distanza, estrai per espressione, estrai per posizione (tocca, sovrappone, interseca, ecc)
Validazione e riparazione dati	verifica correttezza formale, scambia X e Y, ripara geometrie
Funzioni di geostatistica	Calcola matrice delle distanze, analisi di prossimità, funzioni di analisi statistica sui campi, analisi statistica sulle geometrie vettoriali, analisi statistiche su raster

Figura 17 - Esempio di funzioni GIS disponibili

Come già detto, le funzioni messe a disposizione sono da intendersi come mattoni di un flusso di lavoro, da inserire al posto di ogni step: devono essere riunite in una apposita libreria da cui poter essere prelevate interattivamente e messe in congiunzione con altre per definire il flusso di lavoro.

L'architettura di dettaglio proposta dovrà garantire la possibilità di utilizzare le componenti GIS sia per la composizione di workflow che per la realizzazione di applicazioni verticali del SIM.

2.5.3.5.6 Supporto alla business continuity per servizi di cooperazione cartografica

L'utilizzo di servizi di cooperazione cartografica per accedere a livelli informativi può presentare alcuni inconvenienti in caso di indisponibilità, momentanea o definitiva, dei servizi invocati, come meglio descritto nel capitolo "Recovery in caso di indisponibilità dei dati" da pag. 127.

Il sistema GIS mette a disposizione tutti i meccanismi per la gestione automatica delle copie di sicurezza dei layer ritenuti critici (layer che devono essere disponibili anche in caso di malfunzionamenti del servizio erogatore) e di swap tra servizio ufficiale e servizio che mette momentaneamente a disposizione la copia di sicurezza.

2.5.3.5.7 Framework per consultazione e editing di dati geografici

Il SIM prevede la possibilità di realizzare applicativi verticali geografiche da utilizzare o come utility nella gestione del sistema (es. strumento di vestizione dei layer descritto in "Tematizzazione di layer

geografici” da pag. 80) sia come strumenti da affiancare ai vari sistemi federati e da mettere a disposizione dei vari stakeholder o come applicativi verticali veri e propri.

Per permettere una efficiente produzione di tali applicativi il SIM dovrà mettere a disposizione un framework applicativo, compatibile con le linee guida dell’infrastruttura ospitante, su cui andare a realizzare quanto richiesto.

Il framework in esame, realizzato in un’ottica a componenti, dovrà essere specializzato alla gestione dei principali problemi tipici delle applicazioni di informatica territoriale. Tra le caratteristiche attese:

- programmabilità in linguaggi standard
- compatibilità con l’infrastruttura cloud di dispiegamento del sistema
- compatibilità con i principali framework di sviluppo (es. AngularJS, React, ecc.)
- messa a disposizione di una cornice generale per la realizzazione di applicazioni WebGIS con forte dinamicità dell’interazione utente sistema senza necessità di installare lato client alcun componente. Questo implica non solo la possibilità tecnologica di inglobare componenti del framework in applicazioni web standard ma anche la compatibilità con tecniche di gestione multithread delle elaborazioni, supporto dei paradigmi OGC per quanto riguarda l’interoperabilità cartografica, disponibilità di meccanismi nativi per il controllo degli eventi generati da un componente garantendo un aggiornamento automatico delle varie sezioni dell’interfaccia (es. se si interagisce con la Legenda cartografica per spegnere un livello il segnale deve trasmettersi agli oggetti mappa presenti nell’interfaccia
- disponibilità di un generico oggetto Mappa, anche con istanze multiple sulla singola applicazione, con strumenti di sincronizzazione delle mappe secondo varie modalità. La mappa deve poter gestire dati bi e tridimensionali
- supporto alla visualizzazione ed editing dei principali formati GIS compreso quelli supportati dal RdS.
- disponibilità di strumenti generali per l’interrogazione dei singoli oggetti e per la loro visualizzazione (zoom, pan, tilt, ecc.)
- supporto per graficizzazione di interi layer o singoli elementi
- configurabilità di regole di visibilità dei singoli strumenti GIS in funzione della profilazione utente

Le caratteristiche sopra descritte dovranno essere fornite in modo ottimizzato attraverso la messa a disposizione di un insieme di componenti elementari, widget e/o librerie, che si compongano, come in una piramide, in elementi complessi che a loro volta si possano comporre tra loro per dare origine a componenti ancora più complessi. Via via che si sale nella piramide l’utente vede nascosti i meccanismi di base trovando a disposizione metodi generali di elaborazione senza doversi preoccupare dei dettagli implementativi dei singoli passi di lavoro. In questo modo l’utilizzatore del framework che costituisce il software cartografico può scegliere a che livello rientrano i componenti a lui necessari. Può quindi utilizzare una semplice routine di disegno di un elemento singolo, quella di disegno di un determinato layer oppure l’oggetto mappa già completo. Lo sforzo dei progettisti sarà incentrato nel definire questa gerarchia di elementi pronti per essere usati e nel dettare le linee guida di integrazione della componente cartografica entro altri sistemi.

La figura seguente schematizza questa composizione di oggetti via via sempre più complessi. Le frecce che escono da alcuni dei componenti rappresentano le interfacce di programmazione (come si vede non tutti sono pilotabili dall’esterno, specie i componenti atomici).

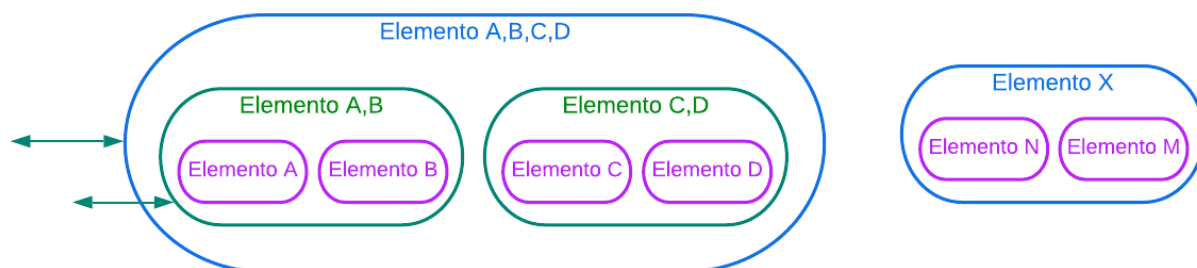


Figura 18 - Schema di composizione di oggetti:

Per capire meglio lo schema precedente si immagini che Elemento A sia un oggetto per disegnare e Elemento B sia un oggetto che legge i dati geografici dal database. Appositamente composti possono costruire l'oggetto Elemento A.B che rappresenta un layer sulla mappa; tramite una interfaccia software questo layer può essere usato per fornire i dati a una applicazione esterna oppure andare, insieme ad altri elementi, a costituire Elemento A.B C D che potrebbe essere una legenda cartografica usata per disegnare una mappa. Anche quest'ultimo oggetto può dialogare con applicativi esterni per accendere/spegnere i livelli ad essa appartenenti o pilotare altre operazioni.

Senza entrare in dettagli tecnici, che saranno demandati ai documenti di analisi, si fornisce un'idea dei servizi forniti e delle modalità di utilizzo. Come abbiamo schematizzato in Figura 18, gli elementi del framework cartografico possono essere composti tra loro per raggiungere un determinato obiettivo.

A vari livelli di composizione il framework dovrà esporre dei metodi e dei meccanismi di ricezione di eventi in modo da inserire nell'applicazione dei comportamenti già stabilizzati.

Per esempio potrebbero essere disponibili, insieme al framework, dei metodi di creazione di una mappa standard (es. `SIM.createStdMap(XXX, ...)`) o una area di mappa su cui caricare determinati layer (`myMap= SIM.createMap(yyy,...)` ; `myMap.loadLayers(myLayersCollection)`). Sarà possibile ricavare informazioni dalla mappa o riferimenti ad oggetti contenuti (es. `myToc=myMap.GetTOC()`), pilotare gli oggetti contenuti (es. `myMap.GetTOC.GetLayer(1).SetVisibility(true)` per rendere visibile il primo layer nella legenda, ecc.. Gli oggetti esporranno eventi per avvertire il resto del software, lato client, di condizioni particolari (es. sono cambiati gli elementi selezionati interattivamente).

Il framework metterà a disposizione sia classi elementari che classi evolute, ossia oggetti che già compiono azioni complete quali: crea mappa., aggiungi livello, cerca ed evidenzia, spegni/accendi layer. Tutta una serie di azioni saranno già inglobate negli oggetti evoluti per cui, per esempio, creando una mappa standard (operazione che dovrà essere fattibile con poche righe di codice) l'applicazione eredita anche tutti i meccanismi di zoom, pan sulla mappa; creando un oggetto Legenda (TOC: Table Of Contents) si riceveranno senza scrivere altro codice anche tutti i meccanismi di accensione/spegnimento interattivo dei layer, spostamento in avanti o indietro dei layer rispetto alla pila dei layer che compongono la cartografia, meccanismi di trasparenza dei layer, di visualizzazione/modifica del range di visibilità ecc. I meccanismi saranno gli stessi per ogni utilizzo e quindi di genererà anche uno standard di interazione tra gli utenti del SIM.

2.5.3.5.8 Servizi di gestione della banca dati geografica

Sempre a carico del sottosistema GIS sono tutte le attività di produzione e allineamento delle infrastrutture di supporto all'aumento delle performance in visualizzazione dei dati geografici.

In particolare, è questo sottosistema che deve garantire il corretto allineamento tra archivi geografici, siano essi layer espressi in forma vettoriale o raster, e le strutture di cache per l'aumento delle performance in fase di visualizzazione dei singoli layer.

La creazione delle cache per i layer a cui è stato deciso di associare questa tecnica di ottimizzazione della presentazione avverrà automaticamente in fase di ingestione; opportuni meccanismi di invalidazione di porzioni della cache saranno disponibili per i layer aggiornati con gli strumenti di editing messi a disposizione dal SIM.

2.5.3.6 WORKFLOW

2.5.3.6.1 Caratteristiche generali del sottosistema Workflow

Una delle esigenze che ricorre nell'uso di dati territoriali è la necessità di effettuare una serie ricorrente di elaborazioni per ottenere un determinato risultato, sia esso la valorizzazione di un parametro oppure la produzione di un archivio di dati territoriali derivato. La sequenza delle

operazioni può essere oggetto di varianti in funzione dei risultati intermedi ottenuti e può interessare una o più delle tipologie di dato gestite dal SIM.

Per migliorare l'efficienza della produzione, mantenendo flussi di lavoro standardizzati, centralizzati e ripetibili in tutta l'organizzazione, nonché per ridurre errori e inefficienze e risparmiare tempo, si adottano in questi casi dei workflow standardizzati, talvolta semplicemente definiti con procedure aziendali descrittive altre volte come procedure software che inglobano chiamate a funzioni di elaborazione o definizione dei flussi da seguire.

Un workflow (flusso di lavoro) è un modello di attività che, utilizza in un'organizzazione sistematica, di risorse, ruoli definiti e flussi di elaborazioni e informazioni, in un processo di lavoro che può essere documentato e appreso. I workflow sono quindi progettati per ottenere elaborazioni di un qualche tipo, come la classificazione di dati satellitari, la verifica degli scostamenti di un flusso di dati da flussi precedenti, il calcolo ripetitivo di KPI, l'intersezione di due livelli poligonali per ottenere una carta che ne cumuli le informazioni, l'esecuzione di un modello predittivo, ecc. Tipico utilizzo di un workflow è la definizione di un modello di calcolo che deve essere ripetuto, in tempi o con input diversi, oppure un processo di normalizzazione di dati per renderli compatibili con uno specifico uso.

Il SIM ha, tra i suoi scopi, quello di **standardizzare e diffondere non solo i dati e modelli di simulazione** per il monitoraggio ma anche promuovere una standardizzazione dei processi e una loro formalizzazione entro flussi di lavoro informatizzati. Pertanto, tra gli oggetti che deve mettere a comune tra i vari stakeholder vi sono anche flussi di calcolo strutturati, sia su dati geografici che su attributi alfanumerici, organizzabili in flussi di lavoro richiamabili da remoto.

Si tenga presente che i flussi di lavoro che interessano fenomeni territoriali in genere comportano molti passaggi; con ogni passaggio che genera un output intermedio che viene utilizzato dal passaggio successivo. Se si intende ripetere il flusso modificando i parametri o dati di input si rischia di dover rilanciare molte elaborazioni con il rischio di effettuare errori nella sequenza o nella fornitura degli input.

L'idea che sta dietro al sottosistema Workflow è quella di mettere a disposizione un **modellatore grafico** integrato con cui definire in modo intuitivo il flusso di lavoro desiderarlo e **un ambiente di esecuzione** di tale workflow, anche ripetuto nel tempo, attraverso la chiamata a un singolo servizio, senza dover preoccuparsi di ricordare la sequenza delle varie operazioni che sono necessarie per raggiungere un determinato risultato.

Il sottosistema WORKFLOW fornisce quindi supporto in due diversi momenti: prima in fase di disegno del flusso di lavoro e poi in fase di esecuzione dello stesso.

2.5.3.6.1.1 Disegno di un workflow

SIM mette a disposizione un ambiente grafico in cui è possibile comporre interattivamente i vari passi che compongono un flusso di lavoro. Ogni passo è costituito da una funzione di elaborazione o da un nodo decisionale o un nodo di parallelizzazione (ossia un nodo da cui si dipartono due percorsi elaborativi indipendenti che corrono parallelamente e che si possono riunire in una fase successiva oppure portare a compimento la produzione di output distinti).

Per la definizione di un nuovo workflow, l'utente inizializza l'interfaccia grafica, componendo i metadati da associare al flusso di lavoro che si intende definire. Poi sceglie da una collezione di "modelli di fase" quello che costituisce il primo passo del workflow, poi ne aggiunge altri costituendo una catena di passi che rappresentano il flusso di azioni che si intende definire.

I modelli di fase (step) sono passaggi preconfigurati progettati per eseguire vari tipi di azioni durante l'esecuzione di un processo, ad esempio aprire un layer, eseguire uno strumento di calcolo statistico, porre una domanda e così via. Ogni step contiene un nome preconfigurato e valori predefiniti per le proprietà, le opzioni e lo stile del passaggio. Quando uno step viene aggiunto a un diagramma di flusso di lavoro, diventa un passaggio univoco nel flusso di lavoro e i suoi valori predefiniti possono essere personalizzati secondo necessità.

Ogni passo del workflow necessita di uno o più input e produce uno o più output; l'utente può definire ciascun input in vario modo:

- assegnandogli un valore fisso

- assegnandogli un valore da valorizzare a run-time (es. la data al momento dell'esecuzione)
- indicando che verrà chiesto interattivamente all'utente ogni volta che il passo deve essere effettuato
- indicando che è costituito dall'output di uno dei passi precedenti.

I legami output-input descrivono la sequenza delle elaborazioni, mentre l'inserimento di opportuni nodi permette l'effettuazione, automatica o interattiva, di decisioni relative al flusso.

Qualora sia necessario, il workflow può essere ramificato in due o più sotto-flussi che producono risultati diversi oppure che sono destinati a rincontrarsi per fornire input a un nodo successivo.

Come abbiamo detto, il flusso è essere suddiviso in passi procedurali, ciascuno costituito da un elemento elaborativo o di decisione. Per esempio, un elemento elaborativo può essere costituito da una funzione di intersezione tra i poligoni presenti in due diversi livelli geografici, un criterio di selezione da utilizzare per filtrare gli elementi di una tabella di dati, la verifica della presenza di errori formali in un dataset, la fusione di due tabelle da dati alfanumerici, l'esecuzione di un modello di simulazione, il calcolo di una statistica su dati tabellari, ecc.; un elemento di decisione può essere un passo che dice che se il risultato del passo precedente ha dato errore si interrompe il workflow altrimenti si procede con la successiva elaborazione.

Se ci astraiano dal contesto, possiamo dire che un passo elaborativo applica una logica a partire da una serie di input e ritorna una serie di output attesi e un eventuale esito dell'operazione, che può essere di successo o meno.

Una volta terminata la definizione di un workflow, questo viene salvato, insieme ai relativi metadati, nel RdS.

2.5.3.6.1.2 Esecuzione di un workflow

Un workflow è trattato all'interno del SIM come uno degli oggetti che vengono messi a disposizione degli utenti. Pertanto, può essere consultato tramite i relativi metadati, selezionato ed invocato tramite un protocollo di interoperabilità (es. WPS) oppure schedulato per essere attivato a determinate scadenze o all'accadere di determinati eventi (es. il caricamento di nuovi dati).

Il motore di esecuzione del workflow di SIM opera in due modalità:

- debug
- produzione

Nel primo caso è disponibile, dall'interfaccia di disegno del workflow, la possibilità di eseguirlo passo passo, per verificare la correttezza delle istruzioni e i risultati. Ad ogni passo l'utente può consultare i valori e dati prodotti ed interromperne l'esecuzione qualora riscontri delle anomalie rispetto a quanto atteso. Si tratta di una modalità in genere utilizzata dallo stesso ideatore del workflow e non ha ottimizzazioni legate all'uso delle risorse ma piuttosto è finalizzata a tracciare ogni aspetto del flusso e delle elaborazioni effettuate.

In produzione sono disponibili più modalità di attivazione del processo:

- per selezione del workflow dalle funzionalità messe a disposizione dal sottosistema "ANALISI E CONOSCENZA" (cap.2.5.3.4, pag. 76)
- per chiamata di un servizio di interoperabilità su richiesta dell'utente
- per attivazione schedulata

In tutti i casi il motore di esecuzione estrae dal flusso i parametri che devono essere forniti al processo di lavoro; nei primi due casi permette di inserirli da una interfaccia guidata mentre per l'attivazione schedulata è necessario che tutti i parametri siano desumibili senza l'intervento dell'operatore (l'attivazione o meno in modo schedulato è desumibile dai metadati associati al workflow)

Durante l'esecuzione è possibile tracciare il procedere nel processo tramite il componente Logger descritto in precedenza e visualizzarne gli stati tramite il sottosistema "CONFIGURAZIONE E MONITORAGGIO" (§ 2.5.3.12, pag. 96)

In considerazione del tempo, anche significativo, che può essere necessario per il completamento di un workflow, il sistema riceve messaggio sullo stato dell'operazione che può trasmettere al chiamante.

Sempre in previsione dell'ammontare di tempo e risorse di calcolo che possono essere necessarie per il completamento di un flusso di lavoro, il sistema mette a disposizione un **meccanismo di gestione di elaborazioni parallele** che consente di sfruttare al meglio le risorse di calcolo disponibili nell'ambiente di cloud in cui il SIM sarà reso operativo.

I risultati possono essere memorizzati in aree temporanee per un utilizzo sporadico oppure entrare nel Rds.

2.5.3.6.2 Schema generale dei componenti il sottosistema Workflow

In questo capitolo di presenta una possibile scomposizione in macro-componenti del sistema di Workflow utilizzando la descrizione di ciascuno di essi per dettagliare le funzionalità applicative genarli del sistema e schematizzare le interazioni tra i vari componenti, così da fornire una traccia su come si possa organizzare il sottosistema in componenti tra loro cooperanti.

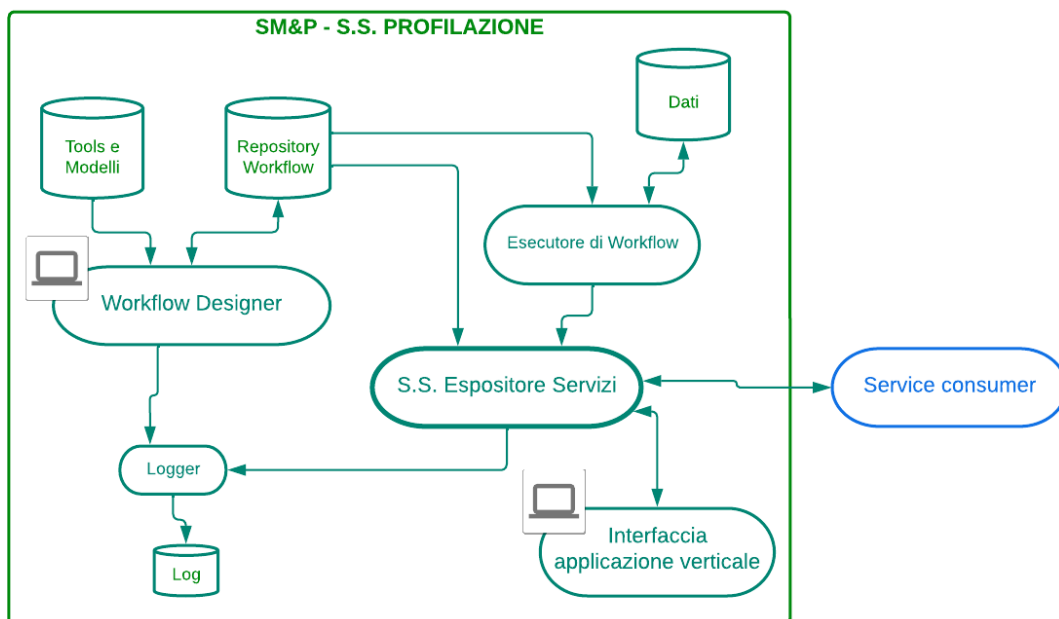


Figura 19 - Schema sottosistema Workflow

Per permettere a utenti abilitati di definire dei workflow e renderli poi utilizzabili come servizi ai vari stakeholder, sempre seguendo le regole generali di profilazione del SIM, sono disponibili due ambienti software; il primo (Workflow Designer), specifico, mette a disposizione un ambiente interattivo su cui disegnare il workflow come composizione di strumenti di calcolo (Tools) o algoritmi presenti all'interno del sistema, mentre il secondo è un Esecutore dei vari passi previsti dal workflow scelto che implementa il flusso di lavoro per i vari consumatori, siano essi applicazioni verticali costituite con le risorse sw del SIM sia sistemi federati che potranno accedere alle risorse di calcolo del SIM.

Per comprendere le funzioni del Workflow Designer si deve partire da una serie di dotazioni di base che costituiscono gli strumenti con cui comporre il workflow.

Il sistema disporrà infatti di una collezione di tools di calcolo che mettono a disposizione una serie di funzioni di elaborazione sia su dati geografici che su tabelle alfanumeriche: tali strumenti saranno i mattoni elementari su cui comporre il workflow.

Per comprendere questo approccio si può far riferimento a vari strumenti GIS quali il Processing Modeler di qGIS o l'ArcGIS WorkFlow Manager tanto per citare due dei più diffusi.

I tools, organizzabili in gruppi in funzione della tipologia di dati su cui operano, necessiteranno tipicamente di input e forniranno degli output. Il Workflow designer permette di istanziare una lavagna di disegno del workflow e, con appositi strumenti interattivi, definire il workflow trascinando sulla

lavagna i tools di interesse, definendo per ciascuno di essi gli input previsti che potranno essere fissi (es. un determinato livello cartografico di riferimento) oppure variabili in base alle esigenze della singola elaborazione. Gli output di un tool possono essere utilizzati come input del successivo passo elaborativo.

Gli strumenti di disegno del workflow tengono traccia degli input variabili per poterli richiedere al momento dell'attivazione.

Il Designer è in grado di creare workflow ex-novo, oppure derivarli da uno esistente modificandolo; potrà inoltre modificare un workflow esistente per renderlo compatibile con nuove esigenze che dovessero emergere. Apposite regole di visibilità di default permettono al creatore di un workflow di renderlo visibile solo a sé stesso, agli appartenenti ai gruppi in cui è inserito oppure a tutti. Modifiche più granulari sulla visibilità possono essere effettuate con i servizi del sottosistema Profilazione.

Una volta memorizzato nel RdS un workflow può essere esposto come un servizio standard (per esempio il WPS proposto dall'OGC), visibile solo agli utenti per cui è stato reso disponibile.

Venendo esposti come servizi i workflow possono essere monitorati con gli strumenti del sottosistema "ESPOSITORE DI SERVIZI" e con la piattaforma di cloud adottata per il deploy del SIM.

NOTA SUI TOOL DISPONIBILI

I tool che sono resi disponibili coprono le principali esigenze di trattamento di elementi geografici e dati alfanumerici ad essi associati; per aggiungere altre elaborazioni derivanti da modelli specifici è resa disponibile una specifica tecnica per aggiungere tali modelli al set di tool disponibili rendendo così il motore di workflow sempre più ricco di potenzialità. In una prima fase di realizzazione di prevede che gli strumenti e i modelli disponibili saranno quelli presenti nel SIM senza possibilità di accedere a funzioni esterne.

2.5.3.7 MODELLISTICA

Questo sottosistema contiene gli strumenti atti a permettere agli utenti abilitati lo sviluppo di procedure di stima e previsione di variabili di interesse, in particolare basate su modelli di intelligenza artificiale. A tale scopo esso consente l'esecuzione delle tipiche fasi necessarie per la progettazione di un modello di IA riportate nella figura sottostante.

Per la realizzazione delle varie fasi, è possibile far riferimento ad ambienti di sviluppo e progettazione "open" già esistenti (per esempio Google Colaboratory), che consentono di definire particolari modelli di IA e di addestrarli su insiemi generati in precedenza. In questo contesto, proprio per le fasi addestramento e validazione del modello IA, è prevista la possibilità di creare repository dati, ciascuno relativo a uno specifico parametro di interesse, e contenenti, oltre al valore del parametro, informazioni ancillari riguardanti per lo meno l'unità di misura del valore del parametro, il tempo di acquisizione, la posizione geografica.

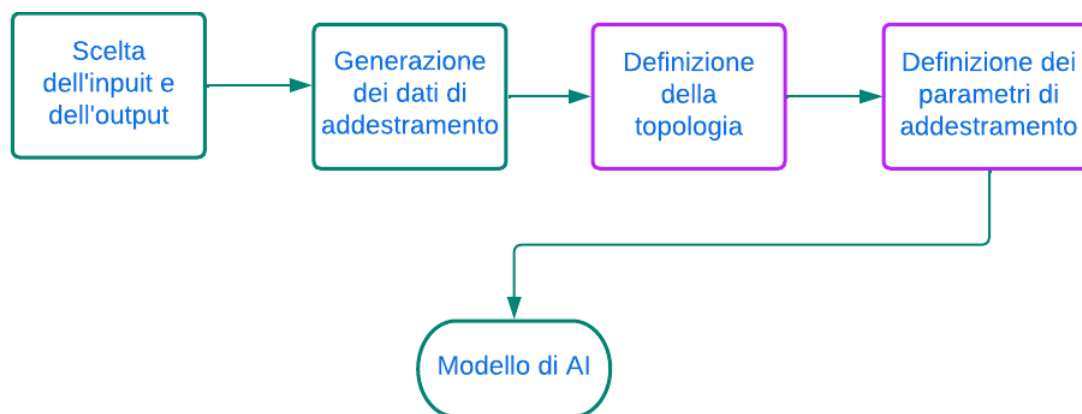


Figura 20 - Fasi di predisposizione di un modello di Intelligenza Artificiale

Il sottosistema “MODELLISTICA” fornisce supporto per tutte quelle attività di ricerca applicata basata su AI. Per una maggior comprensione delle funzionalità che questo sottosistema mette a disposizione si rimanda al capitolo “Modelli di Machine/Deep Learning” (pag. 141).

Oltre ai modelli di IA sviluppati per specifiche esigenze di monitoraggio ambientale nelle fasi di progettazione di dettaglio andrà esaminata anche la possibilità di sfruttare alcuni servizi di IA di uso orizzontale che possono svolgere il ruolo di strumenti di ausilio estremamente promettenti e che sono forniti come servizi da società esterne.

Tra questi si possono citare, in modo non esaustivo, servizi di:

- **Chatbot:** per la trasformazione di testi in una conversazione reale, consentendo di creare applicazioni interattive che si interfacciano agli utenti tramite funzionalità vocali.
- **NLP:** elaborazione del linguaggio naturale che utilizza tecniche di machine learning per identificare informazioni e relazioni in un testo.
- **Pattern recognition:** tecnologia di deep-learning per l'analisi di immagini e video. Con queste tecniche è possibile identificare oggetti, persone, testo, scenari e attività in immagini e video e riconoscere i contenuti inappropriati.
- **Trascrizione:** per trasformare registrazioni vocali o interazioni dirette con l'utente in testo tramite tecniche di ASR (*Automatic Speech Recognition*).
- **Traduzione automatica:** basati su tecniche di reti neurali per ottenere traduzioni dalle principali lingue di alta qualità.

La modellistica è una attività che richiede una continua attività di affinamento e apprendimento; quindi, anche se il progetto in oggetto non ha tra i suoi scopi quello della ricerca scientifica, è necessario che il SIM dia supporto, con il suo sottosistema di MODELLISTICA, a tutti i passi necessari che possono essere così riassunti:

- **Definizione del target:** definizione dei confini di analisi, prototipazione concettuale della proposta di sviluppo, individuazione degli obiettivi di performance che si intendono raggiungere
- **Selezione delle fonti di dati,** necessarie all'addestramento e al funzionamento del modello di intelligenza artificiale.
- **Valutazione delle esigenze di calcolo:** identificazione dell'eventuale hardware sul quale il modello sarà eseguito e di tutti quei dispositivi che ne possano garantire la corretta interazione con l'ambiente.
- **Caricamento e pulizia dei dati:** attività che raggruppa acquisizione, pulizia, validazione dei dati e la loro messa in relazione; attività che va a costituire una fonte di dati attendibile necessaria per alimentare il modello;
- **Selezione del modello** di IA: in funzione degli obiettivi, dei dati disponibili e dei vincoli progettuali, e sua eventuale personalizzazione del modello di intelligenza artificiale.
- **Addestramento e test.** Attività tipiche di addestramento del modello e test dei risultati.
- **Rilascio e integrazione** della soluzione con i componenti del SIM per la fruizione da parte degli utenti e dei Poli Federati.
- **Apprendimento continuo e ciclo di assestamento** perché caratteristica peculiare delle applicazioni di IA, connessa alla loro stessa natura, è la loro capacità di adattarsi ai cambiamenti dell'ambiente nel quale sono poste ad operare, grazie all'utilizzo di nuovi dati provenienti dalle fonti selezionate e integrate in precedenza. Questa capacità necessita di un monitoraggio costante della validità del modello sulla base dei nuovi dati che lo vanno ad alimentare e che potrebbero avere implicazioni non considerate nella fase iniziale.

2.5.3.8 GEOCODING

Molti degli stakeholder del SIM lavorano sul campo e possono avere la necessità di utilizzare non solo le coordinate geografiche per localizzare un punto del territorio nazionale ma anche di utilizzare i più mnemonici e comunemente usati indirizzi postali.

L'operazione di ottenere una coppia di coordinate (latitudine e Longitudine) a partire da un indirizzo viene denominata "**Geocoding**" mentre l'operazione inversa, che da una coppia di coordinate permette di risalire all'indirizzo più vicino (e di sapere il grado di approssimazione che questa informazione contiene) viene detto "**Reverse Geocoding**".

Tra i servizi che il SIM mette a disposizione dei suoi utenti sono quindi questi due servizi di trattamento della corrispondenza Indirizzo – Punto geografico e viceversa.

I servizi di geocoding in senso generale sono servizi che presentano una serie di problemi che devono essere valutati prima di scegliere le modalità implementative di questo sottosistema. Una prima problematica è data dalla capacità dell'algoritmo che prende in carico l'indirizzo fornito sotto forma di stringa testuale di scomporla nelle componenti informative che costituiscono, in modo gerarchico, l'indirizzo; quindi: Provincia, Comune ed eventuale agglomerato abitativo di riferimento (es. frazione), via/piazza o simili, numero civico, eventuale esponente e/o tipo. Una volta effettuata questa elaborazione si effettua una ricerca in una banca dati geografica contenente la localizzazione di tutti gli indirizzi noti. In assenza di questa si ricorre ad elaborazioni di approssimazione basandosi sulla conoscenza dei civici estremi di ciascuna tratta stradale contenuta in un grafo appositamente strutturato.

Come si vede due sono le problematiche che appaiono: complessità dell'algoritmo di interpretazione e la necessità di avere nella banca dati del SIM un grafo stradale aggiornato e/o una banca dati geografica dei numeri civici nazionali aggiornati.

Questi due aspetti possono essere piuttosto delicati, soprattutto per quanto riguarda l'aggiornamento della banca dati dei civici. Esistendo in commercio vari servizi di geocoding commerciali sarà necessario in fase di realizzazione del SIM effettuare una comparazione per decidere se sviluppare internamente l'intero sottosistema di geocoding o utilizzare, parzialmente, un sistema commerciale, integrandone le chiamate con la componente di esposizione, secondo le regole di sicurezza e l'architettura scelta per il sistema, che si farà carico del dialogo con i sistemi federati.

2.5.3.9 REPORTISTICA

2.5.3.9.1 Caratteristiche generali del sottosistema Reportistica

Una delle funzionalità essenziale in un sistema informativo è la capacità di produrre vari tipi di report per elencare o sintetizzare le informazioni prodotte.

Nel SIM è previsto un vero e proprio sottosistema (il sottosistema "REPORTISTICA" qui descritto), integrato con il resto dei componenti software, che avrà in carico sia la definizione dei modelli di report da realizzare sia la loro esecuzione su richiesta.

Grazie ad un componente che permette la composizione grafica del layout (Report Designer) sarà possibile definire la struttura di un report scegliendo tra alcune tipologie generali, sotto descritte, e definendone il layout generale in termini di dimensione e orientamento pagina, nonché abbellirlo con scritte fisse, riferimenti alla data e ora della produzione del report, immagini e scritte fisse o ricavate da valori di input richiesti al momento della produzione del report.

Le tipologie di report che dovranno essere disponibili sono di vario tipo; di seguito si elencano le principali che il sottosistema dovrà mettere a disposizione:

- **A TABELLE:** visualizza i dati di un dataset in celle organizzate in righe e colonne utilizzando una tabella o vista del repository di dati una matrice. Mette a disposizione funzionalità specifiche per organizzare i dati in base ai valori di una o più colonne, come raggruppamento, ordinamento, totali a rottura di codice; permette inoltre di ripetere le intestazioni all'inizio di ogni pagina per rendere il report più leggibile
- **GRAFICI:** un report a grafici rappresenta graficamente i dati tramite un grafico, da scegliere tra una gamma predefinita (es. a colonne, linee, torta, barre, area, dispersione, radar, radiale, istogramma, combinato, ecc.)
- **MULTICOLONNA:** questo tipo di report visualizza i dati su più colonne adiacenti come in un giornale.

Inoltre, nei report si potranno inserire delle **sezioni specifiche** tra cui:

- **MAPPE:** utilizzando i servizi messi a disposizione dal sottosistema GIS sarà possibile inserire mappe tematiche, definendo la mappa da inserire e l'area di interesse da visualizzare (o il suo centro geografico e la scala di rappresentazione) nonché eventualmente la relativa legenda dei vari layer rappresentati sulla mappa.
- **SOTTOREPORT:** un sottoreport non è altro che un report figlio o qualsiasi altro report inserito all'interno del corpo di un report principale. E' così possibile creare report side-by-side e master-detail passando i valori dei parametri dal report padre a quello figlio.

2.5.3.9.2 Schema generale dei componenti il sottosistema Reportistica

Come per altri sottosistemi che compongono il SIM, viene qui di seguito riportata una possibile scomposizione funzionale del sottosistema in macro-componenti software, descrivendo le responsabilità in carico a ciascuno di essi. Come già detto per altri schemi analoghi, non si tratta di una strutturazione obbligatoria in fase di realizzazione ma serve per meglio esprimere i requisiti che questo sottosistema deve soddisfare al momento della sua realizzazione. La definizione del dettaglio architetturale finale è lasciata alla successiva fase di progettazione di dettaglio che sarà in carico ai realizzatori del sistema.

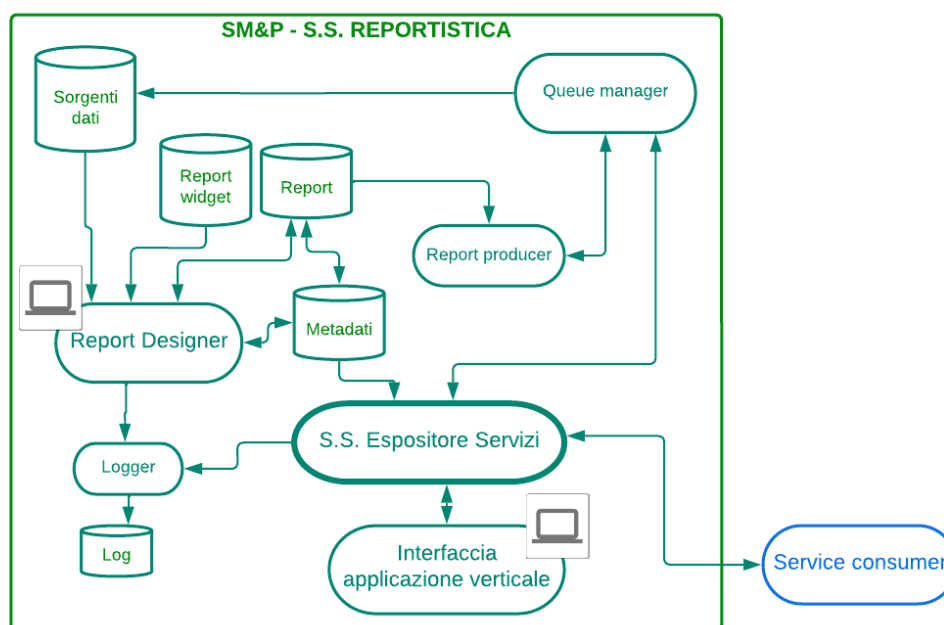


Figura 21 - Schema sottosistema Reportistica

La vita di un report parte dalla sua progettazione. A tale scopo verranno utilizzate le funzionalità messe a disposizione dal componente "Report Designer" che permette di definire il layout di un nuovo report in modo grafico interattivo, componendolo su una lavagna virtuale. E' così possibile, utilizzando i widget, le informazioni sulle sorgenti di dati e i modelli di report presenti nell'anagrafica dei report, definire tutte le caratteristiche di un nuovo report, o di una nuova versione di un report esistente. Il report così definito verrà memorizzato in una apposita banca dati (anagrafica dei report) individuandolo con i relativi metadati. I metadati sono utilizzati anche per permettere la scelta di un eventuale report esistente da modificare/duplicare.

Una volta definito, un report può essere utilizzato per la produzione del relativo risultato invocando i servizi del sottosistema Espositore Servizi che, con l'ausilio del sistema di metadati, permette all'utente, sia esso di una applicazione di un sistema federato o di una applicazione verticale realizzata entro il SIM, di scegliere quale prodotto realizzare, fornendo gli eventuali parametri in input previsti dal modello di report prescelto.

La produzione di report, specie se coinvolgono dati geografici e la loro graficizzazione o comunque grandi moli di dati da elaborare per raggiungere il layout desiderato, richiedono il consumo di notevoli risorse di calcolo e di accesso ai dati. Trattandosi di attività la cui richiesta non è predicibile a priori è

necessario evitare la necessità che il sistema chiamante debba restare connesso in attesa del risultato; tantomeno si può ragionevolmente pensare che tali attività debbano essere processate in contemporanea. Pertanto, sarà necessario che il sottosistema Report sia dotato di logiche di gestione di code di richieste e di meccanismi di invio al chiamante del report prodotto (che può avere anche dimensioni significative); queste logiche sono riunite nel nostro schema sotto un componente denominato “*Queue manager*”.

Quindi riassumendo il flusso della produzione di un report: l'utente tramite il suo software applicativo invoca i servizi di reportistica gestiti dal gestore dei servizi; tramite l'interazione con tali servizi l'utente seleziona, basandosi sui metadati dei report disponibili, il report desiderato, se richiesto definisce i parametri da fornire per il completamento del report e conferma la richiesta. Il controllo passa allora al “Report producer” che, interagendo col “Queue manager”, si attiva al momento giusto, estrae e formatta i dati disponibili producendo il documento desiderato che viene inviato al chiamante sempre passando per il gestore dei servizi del SIM.

2.5.3.10 GESTIONE INTERFACCE UTENTE

Uno degli aspetti più sfidanti nella progettazione del SIM come sistema integrato in una galassia di Poli Federati costituiti dai sistemi degli utenti che con esso si relazioneranno, riguarda la possibilità di integrare i sistemi esistenti con i nuovi servizi messi a disposizione dal SIM.

Oltre ai servizi dati e di elaborazione, il SIM fornisce anche servizi che espongono interfacce utente. Questa capacità è pensata per favorire l'integrazione con i sistemi federati per quelle funzionalità generali messe a disposizione dal sistema e che necessitano di interazione con l'utente.

Senza voler entrare nei dettagli implementativi, che possono essere vari, occorre qui sottolineare l'esigenza a cui il sottosistema “GESTIONE INTERFACCE UTENTE” deve rispondere.

Il problema riguarda la possibilità di fornire componenti software dotati di interfaccia utente che possano essere facilmente richiamati/inglobati entro i sistemi federati, con un impatto minimo riguardo le modifiche da implementare.

Le funzionalità da implementare lato SIM si suddividono in due ambiti:

- il popolamento di una libreria delle interfacce da rendere disponibili
- il meccanismo di integrazione con i sistemi federati

A questo punto occorre fare una precisazione riguardo al termine “Interfaccia” usato in questo contesto. Con tale termine si intende riferirsi a un insieme di elementi che costituiscono un componente, richiamabile tramite un servizio standard esposto dal SIM, che fornisce in modo visuale delle possibilità di interazione con l'utente connesso a un sistema e tutte le logiche operative che stanno dietro all'interfaccia stessa.

A titolo di esempio, si può prendere la necessità di un sistema federato di interrogare i servizi messi a disposizione dal sottosistema “ANALISI E CONOSCENZA” per ricavare l'elenco dei servizi che espongono un determinato livello informativo che corrisponde alle caratteristiche di essere una ortofoto più recente possibile e ottenerne le caratteristiche.

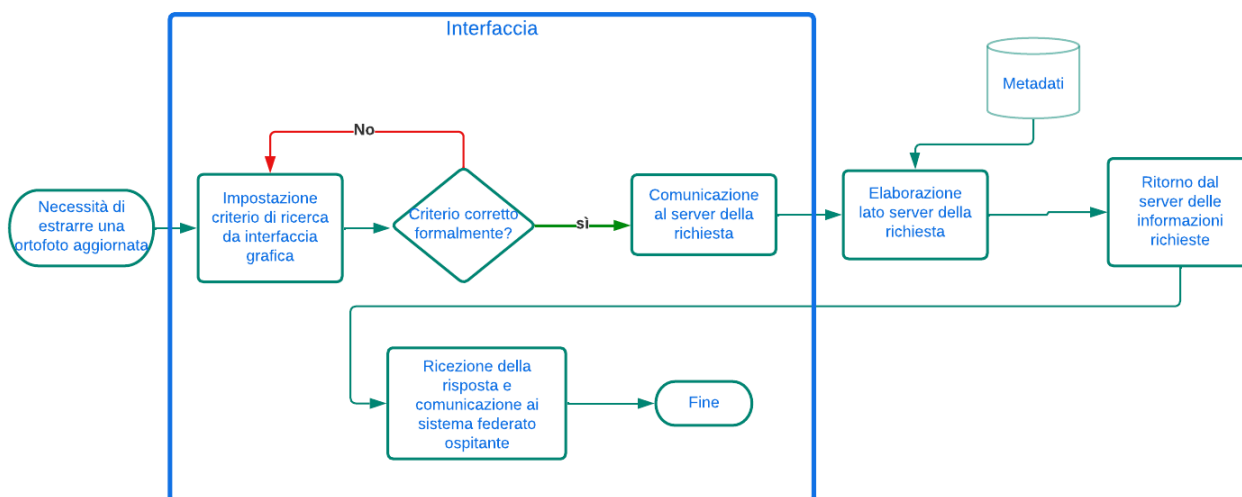


Figura 22 - Schema esempio di funzionamento interazione Interfaccia-Server

Il processo è schematizzato in Figura 22: al sorgere di una esigenza il sistema che intende utilizzare una Interfaccia del SIM deve poter istanziare l'oggetto Interfaccia di interesse (il meccanismo di identificazione dell'oggetto idoneo all'esigenza può essere più o meno dinamico in funzione delle caratteristiche del sistema chiamante; in questo schema si considera già noto l'oggetto da istanziare).

Una volta istanziato l'oggetto, questo ha in carico:

- tutte le logiche di pre-popolamento dei widget presenti recuperandoli dal server (ad esempio, liste a discesa);
- l'interazione con l'utente (visualizzazione di una finestra di presentazione widget di interfaccia);
- gestione delle logiche di funzionamento dei widget;
- controllo di congruenza di quanto inserito rispetto alle aspettative del servizio server che dovrà essere chiamato.

Terminata l'impostazione dei parametri richiesti, sarà a carico dell'oggetto Interfaccia invocare il servizio (o in alcuni casi i servizi) esposti dal server necessarie per il compimento dell'azione.

Nel caso in esempio, l'interfaccia potrebbe esporre due elementi di input e cioè: una casella di testo in cui digitare in linguaggio naturale la richiesta (es. "ortofoto a colori") e una listbox da cui impostare la specificazione "più recente". Ovviamente le possibilità di comporre la richiesta potrebbero essere varie, per esempio si potrebbe inserire la specificazione "più recente" entro la casella di impostazione del criterio di ricerca in linguaggio naturale.

Una volta terminata l'interazione con l'interfaccia (tipicamente quando l'utente preme il pulsante "OK"), il sistema di gestione delle interfacce permette il dialogo con il server e la ricezione di eventuali suoi output; un meccanismo di eventi garantisce la comunicazione tra l'interfaccia e altre componenti del sistema ospitante.

2.5.3.10.1 Schema generale dei componenti il sottosistema Gestione Interfacce Utente

Il sottosistema può essere schematizzato come in Figura 23:

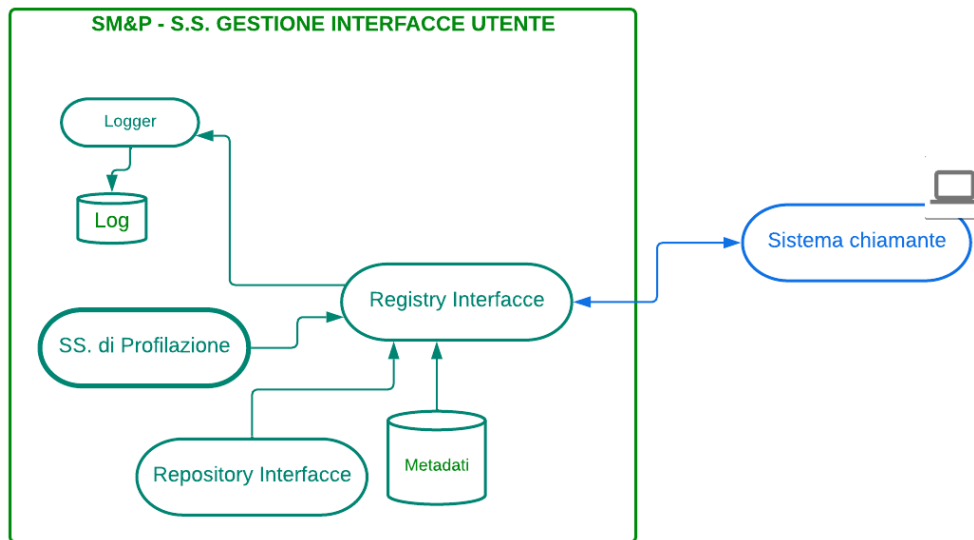


Figura 23 - Schema sottosistema Gestione Interfacce Utente

Un Registry di Interfacce espone le caratteristiche di ogni Interfaccia Utente che può essere invocata da un sistema federato; a tale registry si interfaccia il sistema chiamante per istanziare l'interfaccia desiderata e tutti i suoi componenti. Compito del registry il recuperare l'interfaccia ed i suoi componenti, quindi interfaccia e grafica e logica applicativa, e inviarla al chiamante. Per il recupero e la composizione dell'interfaccia il registry si appoggia su opportuni metadati che descrivono le caratteristiche dell'interfaccia e su un repository specializzato che le contiene.

Ovviamente tutto il meccanismo di richiesta di istanziazione dell'interfaccia desiderata è sotto il controllo del sistema di profilazione che ha il compito di verificare se la richiesta arriva da un utente che ha accesso all'interfaccia desiderata e ne regola anche la quantità dei dati eventualmente usati per caricare i widget presenti nell'interfaccia con valori ammessi per quel determinato utente. Per esempio, se una interfaccia esponesse una lista con la scelta del Comuni su cui effettuare una data operazione, tale lista sarebbe riempita con i nomi dei soli <comuni su cui l'utente può operare.

Anche in questo caso, come in tutti i sottosistemi descritti in questo documento, ogni operazione fatta per la richiesta ed utilizzo dell'interfaccia viene memorizzata dal sistema di Log.

Per chiarezza di esposizione nello schema non è rappresentata l'interazione tra interfaccia istanziata e il RdS e tra Interfaccia e sistema federato che la invoca (per esempio non è schematizzato il recupero degli eventi emessi dall'interfaccia e recuperati dal sistema esterno) viste le molteplici interazioni che possono avvenire tra questi componenti in funzione delle caratteristiche applicative dell'interfaccia scelta e la struttura del sistema chiamante.

2.5.3.11 PROFILAZIONE

Tutti gli oggetti messi a disposizione dal SIM saranno oggetti a una rigida politica di controllo degli accessi e dell'usabilità da parte dei singoli utenti.

Questo significa che ogni applicazione verticale, funzione applicativa, o gruppo di funzioni applicative, algoritmo, workflow e livello di dati potrà essere o meno accessibile ed utilizzabile da ciascun utente.

La profilazione sui dati geografici deve potersi spingere a definire quale area è accessibile o meno a un dato gruppo di utenti.

I paradigmi che vengono di solito usati per la profilazione degli utenti in un sistema sono vari e la scelta finale dovrà essere fatta in fase di progettazione di dettaglio. Un approccio vicino a quello richiesto per il SIM potrebbe essere quello che prevede, da un lato un dizionario con tutti gli oggetti elementari presenti nel sistema, dall'altro l'elenco degli utenti ammessi, a qualsiasi titolo, all'uso del sistema e, nel mezzo, una serie di contenitori logici che consentano di aggruppare gli utenti per

attività comune (Profilo) e gli oggetti elementari in altri gruppi (Ruoli) e gestire una serie di relazioni che intersechino i vari contenitori in modo che dato un utente sia chiaro a quali profili appartiene e da questi di quale gruppi di oggetti e poi singoli elementi può esser ritenuto utilizzatore. Per la profilazione geografica si può utilizzare il concetto di filtro alfanumerico o spaziale da applicare a ogni sorgente dati per suddividerla in sottodomini da utilizzare per limitare gli accessi a determinate aree. Come per altri Sottosistemi si è qui riportato uno schema utile per sintetizzare il ruolo del sottosistema Profilazione entro il SIM e proporre, in modo assolutamente non prescrittivo, una possibile architettura in macro-componenti.

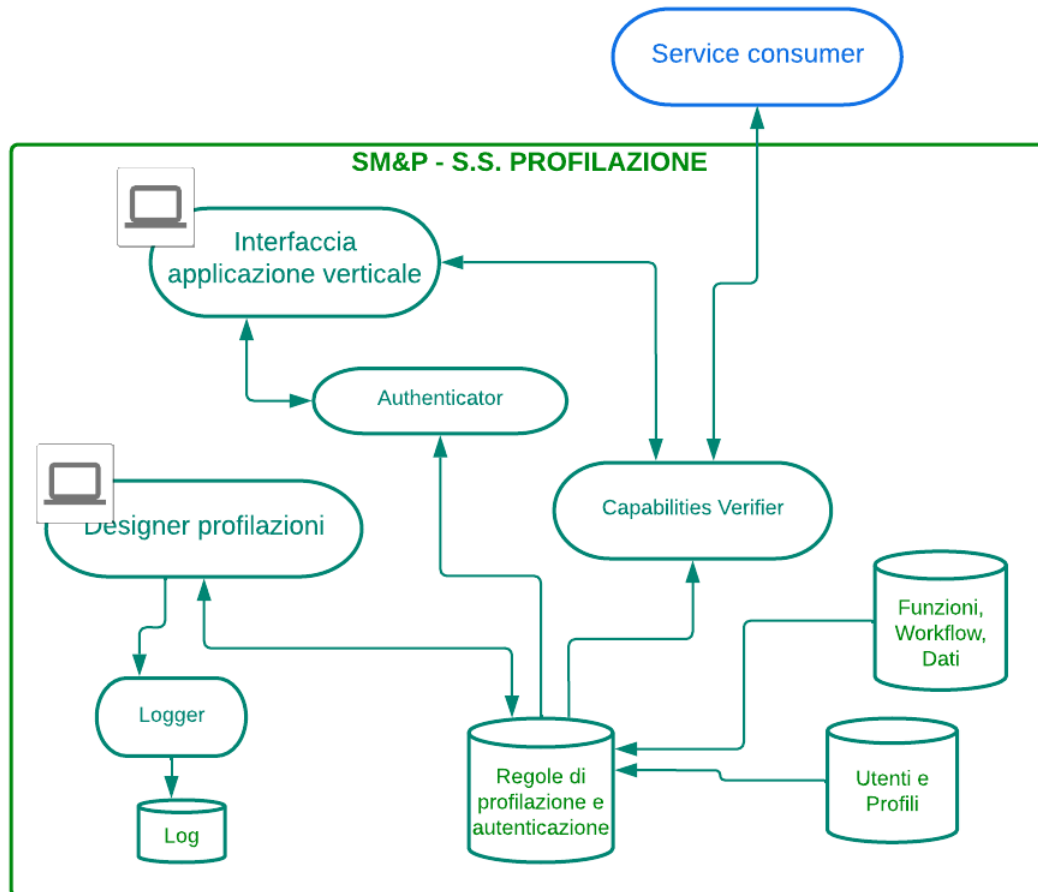


Figura 24 - Schema sottosistema Profilazione

I componenti software essenziali di questo sottosistema sono l'Authenticator, il Capabilities Verifier e il Designer Profilazioni.

L'**AUTHENTICATOR** soprintende alle politiche di autenticazione degli utenti per quanto riguarda gli applicativi verticali forniti dal SIM (per accessi ai servizi da parte di utenti esterni la responsabilità dell'autenticazione risiede nelle funzioni del sistema chiamante).

Il **CAPABILITIES VERIFIER** ha in carico la verifica delle capacità operative dell'utente connesso, sia esso un utente di una applicazione verticale realizzata con i componenti software messi a disposizione dal SIM che da un consumatore esterno di risorse (es. un sistema esterno che chiede di accedere a un algoritmo messo a disposizione dal SIM. Il compito del Verifier è quello di esporre servizi che, ricevendo in input le credenziali dell'utente connesso, siano in grado di svolgere due compiti principali:

- dati le credenziali di un utente e i riferimenti a un oggetto messo a disposizione dal sistema ritornare un valore che indica se l'oggetto è disponibile per l'utente esplorando i dati di profilazione del sistema

- date le credenziali di un utente ed un eventuale codice di tipologia di oggetti (es. funzioni, dati, workflow) ritorna tutti gli oggetti del tipo indicato che sono disponibili per l'uso da parte dell'utente indicato

Questi due servizi di base possono essere usati per verificare le capacità operative di ciascun utente (sia che acceda da applicazioni verticali messe a disposizione dal sistema sia che acceda da sistemi federati) e regolare automaticamente la composizione delle interfacce utente che così potranno mostrare solo funzioni e dati a cui l'utente è abilitato ad accedere.

Come abbiamo detto deve essere possibile definire la profilazione degli utenti del SIM in modo estremamente granulare e persistente; è quindi necessario che il SIM preveda un'area nel RdS per la memorizzazione di tutte le informazioni di profilazione.

È necessario, inoltre, che il sistema metta a disposizione un modulo di gestione di tutte le informazioni necessarie alla definizione degli utenti e delle loro capacità di utilizzo. Tale modulo, denominato Designer Profilazioni, deve consentire tramite una interfaccia grafica di definire tutti gli elementi che concorrono alla profilazione degli utenti e le relazioni tra di essi. Sarà così possibile definire all'interno del sistema di profilazione ogni nuovo utente, gruppi di utenti che hanno le stesse capacità operative, gruppi di funzioni elementari, relazioni che regolano il rapporto tra gruppi di utenti e le funzioni elementari utilizzabili oppure i dati che vengono resi loro disponibili dal sistema. In considerazione del numero elevato di utenti e di oggetti interni al sistema che dovranno essere gestiti, il sistema di profilazione deve mettere a disposizione strumenti per la ricerca rapida e il filtraggio degli elementi così da presentare nell'interfaccia utente solo oggetti di interesse; azioni di drag and drop consentiranno di popolare i vari contenitori con gli oggetti di interesse e di correlare contenitori tra loro. Per esempio, sarà possibile definire gruppi di funzioni selezionandole dall'elenco delle funzioni rese disponibili dal sistema e trascinandole dentro il contenitore che rappresenta il gruppo e, successivamente associarle a un determinato gruppo di utenti su cui si sta operando.

Funzioni di reportistica permettono di evidenziare elementi che non sono stati assegnati a ciascun gruppo o, al contrario, gruppi di utenti che non hanno assegnato alcuna capacità operativa.

Il sistema di profilazione ha in carico anche la definizione di utenti anonimi, ossia utenti che rappresentano un generico accesso senza credenziali.

Sempre a carico del sistema di profilazione è anche la definizione per ciascun utente delle credenziali di accesso e della tipologia di autenticazione prevista tra le varie supportate dal sistema.

Come per le altre componenti del sistema, tutte le azioni sono registrate in appositi log; nello schema sotto riportato si è evidenziato solo la relazione tra il designer delle profilazioni e il sistema di registrazione dei log in quanto si è voluto sottolineare l'importanza di tenere sotto controllo le operazioni di abilitazione e chi le ha autorizzate, visto che il sistema conterrà anche dati sensibili o comunque non accessibili a tutti gli utenti ma solo a categorie specificatamente autorizzate al loro uso.

Nello schema si è voluto evidenziare anche la presenza di specifiche regole di profilazione, persistenti, che andranno a costituire un vero e proprio database delle autorizzazioni; tali autorizzazioni metteranno in relazione le informazioni associate agli utenti e alla loro organizzazione con gli oggetti gestiti dal sistema che si è voluto evidenziare con la dizione, non esaustiva "funzioni, workflow, dati".

È doveroso qui sottolineare come le funzioni del sistema di profilazione non esauriscono tutta la problematica della sicurezza del sistema; appositi accorgimenti a livello di infrastruttura e di protocolli di sicurezza sono garantiti dal SIM al fine di assicurare la massima protezione contro accessi indesiderati o attività fraudolente a danno del sistema e dei suoi utilizzatori.

2.5.3.12 CONFIGURAZIONE E MONITORAGGIO

Un apposito sottosistema ("CONFIGURAZIONE E MONITORAGGIO") e relativa interfaccia utente dovrà essere destinato alla configurazione e al controllo del sistema durante le sue fasi di operatività.

Dal punto di vista della configurazione, dovrà essere possibile definire i parametri che regolano il deploy delle risorse fisiche (software, banca dati. ecc.), il comportamento di alcune funzionalità

generali (si pensi per esempio al settaggio della granularità delle informazioni che devono essere scritte nei log).

Un altro aspetto significativo è dato dall'assegnazione delle risorse di calcolo e storage disponibili alle varie funzionalità nonché il controllo dell'utilizzo di tali risorse.

Trattandosi di un sistema pensato per essere esercito in un cloud, molte di queste funzionalità di monitoraggio e configurazione verranno realizzate con gli strumenti nativi del cloud prescelto. Altre invece sono a carico del sottosistema Configurazione e Monitoraggio in quanto specifiche della componente applicativa. Per queste ultime attività abbiamo già citato il componente di Monitor (es. "Componente Monitor" a pag. 73) apparso in diversi schemi di strutturazione dei sottosistemi, che ha in carico la scrittura dei log di utilizzo applicativo.

Un aspetto particolare riguarda invece il monitoraggio della disponibilità dei servizi di cooperazione cartografica e la segnalazione di eventuali indisponibilità temporanee così che il sistema GIS possa mettere in atto le operazioni di recovery nel caso si tratti di layer critici o di semplice segnalazione per altri livelli informativi.

2.6 Una vista d'insieme delle caratteristiche del SIM

Il sistema è visto come un nodo, centrale, di una costellazione di sistemi cooperanti che possono condividere informazioni e a cui il sistema stesso fornisce non solo **DATI**, comunque acceduti, ma anche **SERVIZI**, in varie modalità, ed **INTERFACCE UTENTE** di accesso alle funzioni qualora richiesto.

I dati sono raccolti in un modo strutturato entro un repository centrale (RdS), sia sotto forma di dato che di indirizzo di servizi di interoperabilità esposti in modo standard da cui i dati vengono erogati.

I servizi sono consumabili sia in modalità "as a service", "as a tool" e come componenti atomici di workflow. I servizi consumabili *as a service* permettono di sfruttare sia la logica algoritmica che i dati del sistema, quindi si configurano come una black-box che riceve in input solo parametri (valori od oggetti geografici) e ritorna il risultato atteso. I servizi in modalità *as a tool* permettono di sfruttare la sola componente algoritmica, mentre la componente dati, anche qualora fornita dal sistema, deve essere specificata dal chiamante che può usare sia dati propri che quelli acceduti tramite il sistema. I servizi possono essere visti anche come componenti di un flusso di elaborazioni, definibile attraverso un apposito strumento di disegno che permette di comporre interattivamente un workflow articolato di servizi e funzioni elementari di trattamento dati, per ottenere un flusso di lavoro standardizzato, salvato nel repository e replicabile ogni volta che ve ne sia la necessità.

In linea di principio i dati non vengono spostati dai repository dei sistemi che li originano ma sono acceduti tramite servizi di interoperabilità; può far eccezione una parte di informazioni ritenuta fondamentale che può essere salvata in un ambiente di cache per garantirne la disponibilità in caso di malfunzionamenti o non raggiungibilità dei sistemi che li generano.

Dato che il sistema in progetto mette particolare enfasi nella raccolta e gestione dei dati da rendere poi disponibili per le varie attività di monitoraggio e previsione, una componente essenziale è costituita da tutte le funzionalità di caricamento dei dati, o dei riferimenti ai servizi di fornitura dati, che devono garantire sia l'accesso a dati forniti in interoperabilità che il caricamento fisico di dati provenienti da campagne di rilevamento e produzione di cartografia tematica. Tutti i dati dovranno essere associati ai relativi metadati, gestiti tramite un sottosistema che metta a disposizione funzionalità avanzate di ricerca e consultazione e scelta delle informazioni più adatte alla bisogna. Le funzioni di caricamento dati o di accesso a fonti dati esterne devono tenere allineati in maniera rigorosa dati e metadati che li rappresentano; devono inoltre fornire tutti gli strumenti per una storicizzazione delle informazioni, sia sotto forma di storia delle singole variazioni a cui un dato oggetto è stato sottoposto sia come creazione di nuove versioni di un dato strato informativo che va a sostituire un equivalente strato esistente.

I servizi messi a disposizione dal SIM saranno esposti secondo modalità standard; quindi, potranno essere integrati nei sistemi esistenti con pochi interventi di adattamento. Per quelle organizzazioni che non dispongono di sistemi informativi avanzati o che vogliono utilizzare, per specifiche attività, le potenzialità rese disponibili dal SIM senza intervenire sui sistemi esistenti, il SIM metterà a disposizione un ambiente interattivo di composizione di interfacce utente che andranno a formare

applicazioni verticali; le applicazioni verticali seguono delle regole generali di utilizzo che garantiscono le logiche di usabilità e sicurezza previste dal sistema.

2.7 Analisi di impatto – confronto SIM vs altri scenari realizzativi

Come richiesto dal [Capitolato di Gara](#) si è provveduto a confrontare queste scelte con possibili alternative, evidenziando la ragione della scelta effettuata. Invece che limitarsi a un confronto tra il SIM e una proposta alternativa si è preferito entrare nel dettaglio delle singole scelte progettuali confrontandole con altre possibili, producendo un documento di impatto che confronta il progetto del SIM con “n” possibili varianti.

Ricordiamo che le principali linee guida definite riguardano i seguenti aspetti:

- Attore in una federazione di sistemi
- Organizzato per moduli cooperanti
- Sistema nativo per Cloud
- Basato su componenti software Open-source
- Forte uso di protocolli di interoperabilità
- Banca dati distribuita
- Scelta degli oggetti attraverso un potente motore di indagine sui metadati
- Profilazione granulare
- Tracciamento di dettaglio delle operazioni
- Produttore di livelli cartografici fruibili in interoperabilità std O.G.C.

Per ciascuna delle scelte effettuate esaminiamo adesso possibili alternative e perché sono state scartate.

2.7.1 Attore in una federazione di sistemi: opzioni alternative

L'alternativa alla progettazione di un sistema di servizio in una galassia di sistemi federati era quella di progettare un sistema unico, centrale, che concentrasse in sé tutti i dati disponibili, e le loro modalità di aggiornamento ed estensione, e le funzionalità applicative.

Questa scelta è stata scartata per una serie di motivi di cui si elencano qui i principali:

- **Spreco di risorse:** rifare sistemi esistenti e funzionanti, frutto di anni di analisi e lavoro dei vari stakeholder, avrebbe comportato uno spreco di risorse economiche e di tempo, nonché il rischio di non riuscire a replicare in modo corretto, in una nuova architettura, tutte le innumerevoli funzionalità rese disponibili ad oggi dai sistemi
- **Necessità di comprendere in dettaglio tutte le logiche di funzionamento** di tutte le funzioni disponibili in ciascun sistema esistente per poterla riscrivere nella nuova architettura.
- **Impossibilità di inserire nel sistema algoritmi proprietari** presenti in applicazioni industriali utilizzate da alcuni stakeholder
- **Difficoltà di adattamento degli utenti:** un nuovo sistema avrebbe avuto interfacce diverse, anche se funzionalmente equivalenti, causando la necessità da parte degli utenti di riappropriarsi della loro capacità di interazione col sistema con sforzi e tempi significativi
- **Importo del progetto:** il costo di una reingegnerizzazione e centralizzazione di tutti i sistemi federati sarebbe stato sicuramente molto alto, tanto da mettere a rischio la fattibilità dal punto di vista economico
- **Tempi di progetto:** i tempi dettati dall'UE per il progetto seguono quelli del PNRR e pertanto sono in questo caso estremamente stringenti. L'analisi di dettaglio e la successiva reingegnerizzazione non sarebbero stati compatibili con i *constraint* temporali imposti al progetto di realizzazione del SIM

Un'altra ipotesi poteva essere quella di realizzare un sistema che fornisse, in modalità web, ai vari stakeholder le funzionalità aggiuntive richieste, lasciando inalterati i sistemi esistenti.

Questa scelta non sarebbe stata applicabile per molti fabbisogni emersi, che richiedono una stretta collaborazione tra funzionalità esistenti e, per esempio, nuovi dati; inoltre avrebbe causato un aumento della complessità nell'utilizzo dei sistemi e difficoltà da parte degli utenti nell'accettare le nuove componenti realizzate.

2.7.2 Organizzato per moduli cooperanti: opzioni alternative

Il contrattare allo sviluppo per componenti è uno sviluppo di sistemi monolitici, in cui non vi è una netta suddivisione tra strato di business e strato di presentazione e in cui tutto il software è impacchettato in un unico ambiente. Questo approccio richiede interventi distribuiti su varie parti del codice (non chiaramente identificabili) ad ogni modifica di comportamento necessaria per mantenere aggiornato il sistema alle nuove esigenze, rende particolarmente difficile la suddivisione dei task tra gli sviluppatori e il controllo sia degli avanzamenti della produzione che, soprattutto, degli errori di regressione del software, introdotti a causa di modifiche fatte in qualche parte del codice.

Questo tipo di programmazione è tipica di linguaggi poco evoluti e di un approccio non orientato al codice aperto e alla condivisione di risorse tra sistemi o all'interno di uno stesso sistema in parti che implementano funzionalità diverse. Comporta forti inefficienze sia nella produzione che nella gestione delle correzioni ed evoluzioni successive del software.

2.7.3 Sistema nativo per Cloud: opzioni alternative

Il cloud computing fa da contraltare ai classici sistemi a risorse fisse, in cui ogni sottosistema ha associato una sua struttura fisica. Questo comporta il dover dimensionare ogni sottosistema con una dotazione che copra la richiesta massima in termini di prestazioni richieste e conseguenti infrastrutture di calcolo di ogni sottosistema. Questo porta a un dimensionamento spesso eccessivo oppure, al contrario, che non è in grado di rispondere efficacemente a un eventuale picco straordinario di richieste.

Per altre considerazioni sull'uso di una architettura cloud si veda § 2.1 a pag. 8.

2.7.4 Basato su componenti software Open-Source: opzioni alternative

Alternativa all'uso di componenti open-source è l'adozione di software industriale, prodotto da una singola azienda e venduto in licenza d'uso non esclusiva.

Questo approccio può sembrare più semplice, in quanto consente di ereditare una struttura software esistente e logiche di produzione industriale che dovrebbero garantire qualità e retrocompatibilità delle versioni. In realtà, vi sono molti casi in cui questi assunti si sono rivelati non corretti; per rispondere ai trend tecnologici sempre più soggetti a rapidi cambiamenti, si assiste alla comparsa di rotture di compatibilità col pregresso e alla presenza di bug software che vengono corretti solo con il rilascio di versioni successive, soggette a una rigida pianificazione temporale da parte delle case produttrici.

Le differenze per noi sostanziali che hanno determinato una scelta verso il paradigma dell'open-source riguardano essenzialmente due aspetti:

- la necessità di poter intervenire, a qualunque livello di profondità, per modificare il codice sorgente laddove si verificano dei malfunzionamenti, senza dover aspettare la pianificazione di rilasci di patch del software che correggano malfunzionamenti o incompatibilità tra componenti. Questo è possibile solo se si ha a disposizione l'accesso a tutto il codice sorgente dei vari moduli utilizzati, cosa che non è possibile ottenere con il software industriale, che viene licenziato solo come componente eseguibile senza disponibilità del codice sorgente
- il pericolo di incorrere nel cosiddetto vendor-lock, ossia la necessità di continuare a fornirsi di un unico fornitore per quel determinato componente. Questo implica di dover sottostare a politiche economiche che possono variare nel tempo, magari diventando particolarmente svantaggiose per il cliente, e a politiche industriali che possono determinare ritardi nell'implementazione di correzioni, nella mancanza di funzionalità che non sono di uso sufficientemente generale per essere inserite in una nuova release ma che farebbero particolarmente comodo per la realizzazione in progetto.

In considerazione con la diffusione di sistemi della PA basata su software industriale, **SIM garantisce l'interoperabilità anche con sistemi basati su software COTS** grazie al paradigma della cooperazione applicativa.

2.7.5 Forte uso di protocolli di interoperabilità: opzioni alternative

Un approccio alternativo a quello basato su protocolli di interoperabilità standard poteva essere quello di far accedere direttamente i vari sistemi federati alle risorse presenti entro il RdS (vedi § 2.5.2.2, pag. 61). Questo comporterebbe una serie di problematiche sia di sicurezza (far accedere direttamente al repository del SIM viola ogni regola di sicurezza informatica) che di possibilità di utilizzo degli oggetti messi a disposizione dal sistema. Senza entrare in dettagli tecnici si pensi per esempio al caso in cui si dia accesso a una tabella di database per estrarre gli elementi (dati, oggetti) desiderati. Il sistema chiamante si troverebbe nella difficoltà per:

- identificare la localizzazione della tabella entro il DB
- implementare una strategia di estrazione dei soli dati che ricadono nell'insieme di interesse e trasferirli sul sistema chiamante, specifica per ciascun database e per ciascuna tipologia di dato da trattare
- implementare strategie di comprensione delle informazioni estratte analizzando i metadati presenti nel SIM (anch'essi acceduti direttamente e quindi con le stesse problematiche sopra descritte)
- supportare con le proprie risorse di calcolo tutte le operazioni sopra descritte

Se poi sono da estrarre dati geografici, attività frequente in un sistema che ha come missione il controllo del territorio, si andrebbe incontro anche ad altre problematiche, tra cui la necessità di conoscere le vestizioni grafiche da apportare a ciascun elemento per la sua visualizzazione ed essere in grado di riprodurle secondo le specifiche dettate per quello specifico strato informativo (non tutti i sistemi GIS possono avere le stesse potenzialità di graficizzazione delle informazioni)

D'altra parte, anche un approccio basato su servizi di interoperabilità che non supporti protocolli standard, diffusi e documentati da un ente di riferimento, causerebbe la necessità di implementare strati di traduzione da un sistema all'altro con conseguente aumento dell'effort di realizzazione, difficoltà di manutenzione nel tempo e aumento delle risorse di calcolo necessarie a realizzare una specifica operazione di fornitura di dati a un sistema federato.

2.7.6 Banca dati distribuita: opzioni alternative

In alternativa alla progettazione di una banca dati distribuita in cui nel repository del SIM risiedano sia dati che indirizzi a servizi esterni fornitori di dati, poteva essere scelto di accentrare nella banca dati del SIM tutti i dati da fornire ai vari utenti del sistema. Questo però avrebbe avuto le seguenti controindicazioni:

- necessità di trasferire una mole di dati enorme dai vari sistemi produttori al sistema centrale. Questo comporterebbe i seguenti inconvenienti:
 - ♦ una costante occupazione di banda di connettività per trasferire dati che potrebbero non essere utilizzati prima del trasferimento successivo (quindi spreco di risorse). Si pensi al caso di due trasmissioni di un certo dataset pianificate una al tempo T^1 e la successiva al tempo T^2 ; se il dataset venisse utilizzato solo a un tempo T^3 posteriore a T^2 , tutto il traffico dati prodotto con la prima trasmissione risulterebbe inutile;
 - ♦ il rischio di usare dati non aggiornati. Infatti, se si pianificano due trasmissioni di un certo dataset, una al tempo T^1 e la successiva al tempo T^3 e il dato viene aggiornato nel sistema padre ad un tempo T^2 , con T^2 compreso tra T^1 e T^3 , gli utenti del SIM che utilizzassero il dato in un tempo compreso tra T^2 e T^3 accederebbero a una versione non più aggiornata delle informazioni disponibili;
 - ♦ la necessità di occupare uno storage enorme per memorizzare dati già disponibili in altri sistemi federati o di fornitori di dati. I dati territoriali occupano spesso uno spazio disco

estremamente significativo; ogni duplicazione, specie per quanto riguarda dati cartografici non vettoriali, comporterebbe uno spreco di risorse hardware non indifferente e ingiustificato alla luce dei nuovi protocolli di comunicazione ormai utilizzati da tutti i sistemi informativi territoriali avanzati. La dimensione dello spazio occupato diventerebbe particolarmente significativa qualora si intendesse mantenere serie storiche dei dati;

- necessità di implementare componenti software per gestire gli scambi tra sistemi in modo automatico ed ottimizzato (riducendo o eliminando trasferimenti inutili e gestendo la riprova di trasferimenti bloccatisi per cadute di connettività o sovraccarico dei server);
- necessità di implementare politiche automatiche di svecchiamento della banca dati per evitare una crescita incontrollata dello spazio necessario.

Di contro si potrebbe obiettare che una banca dati distribuita richiede una forte dipendenza dalla capacità dei sistemi che forniscono i dati tramite protocolli di interoperabilità di essere attivi 24/365 mentre una banca dati centralizzata può far affidamento sulle capacità del sistema di SIM di essere in grado di fornire i suoi servizi in continuità operativa. A questo possibile problema si può ovviare predisponendo, oltre a un sistema di watchdog che sia in grado di rilevare indisponibilità dei servizi di fornitura dati esterni, di un livello di cache che duplichi solo alcuni dati, particolarmente utili in caso di emergenze, garantendo in particolari situazioni di emergenza uno switch automatico del reperimento dei dati dal sistema esterno allo strato di cache. La cache verrebbe aggiornata nei tempi di minor uso del sistema e ripulita all'arrivo della nuova versione dei dati, in modo da rendere lo spazio disco necessario il minore possibile.

Riteniamo quindi che la scelta di basare il SIM su una banca dati distribuita, con una minima parte di ridondanza dei dati (strato di cache dei dati fondamentali), con un sistema di metadati generali che raccolga tutte le informazioni sui dati comunque disponibili, affiancata da un efficace sistema di analisi dei metadati stessi (vedere "Scelta degli oggetti tramite un potente motore di indagine sui metadati" a pag. 17) per la consultazione delle fonti disponibili, sia il modo migliore per costruire la base informativa necessaria per i compiti che il costruendo SIM di propone di svolgere.

2.7.7 Scelta degli oggetti tramite un potente motore di indagine sui metadati: opzioni alternative

In alternativa all'opzione scelta, sarebbe stato possibile definire delle viste standard sui dati, statiche (per esempio una composizione di strati informativi precostituita e fissa nel tempo), da utilizzare nei vari applicativi e definire delle interfacce fisse da cui accedere ai modelli previsionali e agli altri oggetti che il SIM mette a disposizione.

Questa soluzione è utile in un'ottica di applicazioni statiche e definizione a priori del contenuto finale della banca dati del sistema e delle applicazioni che su di esso si appoggiano. Ma il SIM ha una prospettiva diversa, in quanto di propone di affiancare i sistemi esistenti lungo tutto il loro cammino nel tempo, fornendo un supporto dinamico e assorbendo di volta in volta dati, modelli e funzionalità applicative avanzate che via via saranno resi disponibili dai produttori di dati e applicazioni nonché dal mondo della ricerca una volta che si renderanno disponibili soluzioni innovative ma consolidate. Quindi l'approccio statico all'uso dei dati e dei modelli è da scartare.

Un altro approccio poteva essere quello che metteva a disposizione dei cataloghi, dinamicamente popolati, di dati tramite una vista "piatta"; in questo caso l'utente avrebbe potuto scegliere da una lista di strati informativi quello di interesse, magari usufruendo di strumenti di ricerca full-text del titolo o di ordinamento della lista dei dati.

Questo secondo approccio, applicabile ai dati, soddisferebbe la necessità di presentare tutto il patrimonio informativo disponibile, con i suoi aggiornamenti nel tempo, ma sarebbe comunque insufficiente a permettere una facile identificazione delle informazioni utili, essendo estremamente scomodo gestire liste con un gran numero di elementi e senza la possibilità di indagare in dettaglio, e usare come chiavi di selezione, le caratteristiche di produzione, qualità in senso lato e aggiornamento di ciascuna delle fonti di informazioni disponibili, possibilità che invece sono disponibili nell'approccio proposto e descritto in precedenza. Inoltre, non permetterebbe di sfruttare la

capacità di correlazione tra oggetti e comprensione dei desideri dell'utente che sono invece disponibili con un sistema di indagine avanzato come quello proposto.

2.7.8 Profilazione granulare: opzioni alternative

Le opzioni oltre a quella prescelta per la gestione degli utenti possono riassumersi in due approcci; il primo che prevede che tutti gli utenti abbiano accesso a tutte le risorse del sistema mentre il secondo che richiede la definizione di pochi profili utente fissi (es. utenti in sola lettura, utenti in lettura e scrittura) senza arrivare ad una granularità spinta che permetta di definire quali funzioni di lettura o di scrittura siano ammesse per un dato utente e senza segmentare gli accessi per area geografica.

Considerata la quantità degli stakeholder che il sistema si propone di servire, la diversità delle loro operatività e, soprattutto, il livello di riservatezza che alcuni dati rivestono, si è ritenuto queste due alternative insufficienti per garantire i livelli di servizio attesi.

Inoltre, la dinamicità delle informazioni disponibili nel tempo e dei modelli e tecniche di indagine ambientale rende necessario un sistema di profilazione altrettanto dinamico, in grado di adattarsi al variare del paradigma di controllo del territorio e di previsione atteso.

2.7.9 Tracciamento di dettaglio delle operazioni: opzioni alternative

L'alternativa alla scelta fatta poteva essere quella di non tenere traccia automatica delle operazioni effettuate, semplificando la realizzazione del software che costituisce la base informatica del sistema ma rinunciando al contempo a collezionare informazioni di dettaglio sull'uso del sistema e di conseguenza privandosi della possibilità di effettuare un monitoraggio di dettaglio di chi e come il sistema venga utilizzato e delle risposte che il sistema stesso produce in termini di velocità, affidabilità e sicurezza.

Si tenga presente che oltre alla necessità di sicurezza del sistema (che si appoggia sulle caratteristiche dell'infrastruttura di deploy prescelta, un attento controllo degli utilizzi del sistema è fondamentale per effettuare operazioni di tuning del sistema, di scelta sulle future ottimizzazioni del sistema in corso di manutenzione, di controllo del consumo di eventuali servizi a pagamento forniti da aziende esterne o anche per controllare l'avvicinarsi a quote di uso che potrebbero fare scattare delle limitazioni nel servizio esterno invocato (in funzione di eventuali politiche di accordo con altri enti/istituzioni o fornitori esterni).

2.7.10 Produttore di livelli cartografici fruibili in interoperabilità std O.G.C.: le opzioni alternative

Alternative alla scelta di rendere il SIM autonomo nella produzione ed esposizione di livelli informativi cartografici secondo protocolli standard, potevano essere o l'adozione di un server cartografico industriale, scelta che andrebbe contro a quanto già descritto nel capitolo "Basato su componenti software Open-Source" (da pag. 12) e abbracciare l'uso di protocolli nativi di tale sistema, in contrasto con quanto descritto nel capitolo "Forte uso di protocolli di interoperabilità" (da pag. 13).

La rinuncia a installare un server cartografico nel SIM implicherebbe demandare tutta la pubblicazione di livelli cartografici ai sistemi federati, eliminando la possibilità di memorizzare dati cartografici nel repository del SIM, sia nativi che come cache di dati prioritari da usare in caso di emergenza.

Si noti che questa problematica è particolarmente sentita nella componente di dati cartografici, in quanto richiedono un passaggio intermedio tra la lettura e la fruizione; per esplicitare questo concetto prendiamo ad esempio tre tipologie di accesso ai dati:

1. nel primo caso si esamini la necessità di accedere a dati di una centralina per effettuare calcoli statistici sui dati ricevuti in un determinato periodo
2. nel secondo caso di esamini il caso della produzione di un report ottenuto a partire da un template che prevede la presenza di una tabella di dati e di un grafico che li sintetizzi
3. nel terzo caso l'utente necessita di visualizzare sulla mappa un layer di uso del suolo

Nel caso 1. il polo federato dovrebbe accedere, con i problemi descritti al § 2.7.5 (pag. 100), alla tabella che contiene i dati della centralina applicando un filtro per il periodo temporale di interesse. I

dati letti sono passati direttamente alla routine di calcolo statistico presente sul sistema del polo federato chiamante senza alcuna trasformazione di dati.

Nel caso 2., il sistema chiamante dovrebbe accedere, con i problemi descritti al § 2.7.5 (pag. 100), al repository dei modelli di stampa, interpretarli (quindi con un componente software da inserire in ciascun polo federato) comprendendo quali informazioni leggere direttamente nel RdS (cioè un grafico e una tabella di dati su cui fare sintesi), successivamente leggere i dati e produrre il grafico (di cui deve aver letto le caratteristiche compositive nel layout), quindi assemblare il pdf finale. Si noti che in questo caso vi è una parte di lettura dati senza modifiche e una produzione di un elaborato di cui si devono conoscere le regole. Dato che gli oggetti fruibili sono di molte tipologie (§ 2.5.2.2 a pag. 61) qui il problema non si risolve con il dotare il SIM di un sottosistema specifico ma dotando i poli federati di svariati sistemi ad hoc.

Nel caso 3., di visualizzazione di un layer cartografico, se non si dota il sistema di un server GIS e di conseguenza di una algoritmica applicativa finalizzata alla produzione di un layer di mappa, si andrebbe incontro ai seguenti problemi. Accedere alla tabella di dati che contiene gli elementi geografici che compongono il layer, derivare dai metadati del SIM le informazioni su tipologia geometrica di riferimento (gli oggetti sono di tipo punto, linea, poligono, linea composta, multipoligono, arco, ecc. ?), leggere il sistema di proiezione in cui le coordinate sono state scritte, confrontarla con quella desiderata in output), effettuare, se necessario, le dovute conversioni del sistema di proiezione, ricavare da altri metadati le regole di visualizzazione, convertire i dati in segni grafici ed avere finalmente il disegno del layer. Tutte le operazioni richiedono vari accessi e si basano sulla capacità del software residente nel polo federato di graficizzare gli oggetti geografici correttamente (non è detto che tutti i sistemi siano in grado di riprodurre le grafiche nel modo richiesto). Tutto questo percorso di letture, interpretazioni ed elaborazioni, viene bypassato installando un server GIS che ha in carico la ricezione, via protocollo di interoperabilità, la richiesta dell'area geografica di interesse e del layer da produrre, si fa carico della gestione della estrazione ottimizzata degli elementi geografici e della loro graficizzazione in funzione delle regole stabilite, e della fornitura dell'immagine geografica al sistema federato chiamante.

Il caso 2. non si risolve con un solo sottosistema installato nel SIM come per la cartografia, ma necessita di software specializzato che produca l'oggetto richiesto e lo esponga come servizio ai sistemi federati. Ecco perché l'architettura applicativa del SIM prevede sottosistemi specializzati e cooperanti.

In ogni caso la scelta di un sistema che esponga i suoi oggetti (dati, modelli, algoritmi, ecc.) secondo il paradigma della cooperazione applicativa è al giorno d'oggi l'unica scelta ragionevole per implementare un sistema che sia realmente integrato con gli ambienti operativi degli stakeholder e fornisca i servizi attesi in modo innovativo e flessibile.

3 CASI D'USO

3.1 Verticale 1 - Monitoraggio instabilità idrogeologica - Caso d'Uso

L'Italia è un paese a elevato rischio idrogeologico. Le frane e le alluvioni sono le calamità naturali che si ripetono con maggior frequenza e causano, dopo i terremoti, il maggior numero di vittime e di danni. Alcuni dati al riguardo:

- Solo negli ultimi dieci anni sono stati spesi oltre 3,5 Miliardi di euro con Ordinanze di Protezione Civile per far fronte a eventi idrogeologici (Fonte: Dipartimento della Protezione Civile, 2013).
- Complessivamente, le aree ad alta criticità idrogeologica da frana e alluvione sul territorio italiano risultano pari a 29.517 km² secondo quanto riportato nel documento "Il rischio idrogeologico in Italia" redatto dal MATTM nel 2008 utilizzando i dati contenuti nei Piani di Assetto Idrogeologico (PAI) predisposti dalle Autorità di Bacino.
- Dal rapporto ISPRA 2021 risulta che il 18,4% (55.609 km²) del territorio nazionale è classificato a pericolosità frane elevata, molto elevata e/o a pericolosità idraulica media (tempo di ritorno tra 100 e 200 anni).
- Complessivamente, il 93,9% dei comuni italiani (7.423) è a rischio per frane, alluvioni e/o erosione costiera. 1,3 milioni di abitanti sono a rischio frane (13% giovani con età < 15 anni, 64% adulti tra 15 e 64 anni e 23% anziani con età > 64 anni) e 6,8 milioni di abitanti a rischio alluvioni. Le regioni con i valori più elevati di popolazione a rischio frane e alluvioni sono Emilia-Romagna, Toscana, Campania, Veneto, Lombardia, e Liguria. Le famiglie a rischio sono quasi 548.000 per frane e oltre 2,9 milioni per alluvioni. Su un totale di oltre 14,5 milioni di edifici, quelli ubicati in aree a pericolosità da frana elevata e molto elevata sono oltre 565.000 (3,9%), quelli ubicati in aree inondabili nello scenario medio sono oltre 1,5 milioni (10,7%).

Gli obiettivi tendenziali al fine di mitigare il dissesto idrogeologico possono essere delineati come segue:

- **Protezione del territorio e riduzione del dissesto idrogeologico**
 - ♦ Misure e interventi a carattere estensivo finalizzati alla riduzione dell'erosione del suolo e dei fenomeni franosi superficiali, all'aumento dei tempi di corrivazione con riduzione dei colmi di piena e degli eventi alluvionali, alla riduzione della quantità di sedimento immessa nel reticolo idrografico e dell'interrimento degli invasi artificiali.
- **Conservazione della risorsa suolo, della naturalità e biodiversità del territorio**
 - ♦ Mantenimento delle superfici coltivate, riduzione dell'erosione e dalla perdita di sostanza organica con conseguente miglioramento della fertilità dei suoli e diminuzione dell'uso di fertilizzanti, erbicidi e antiparassitari; supporto e conservazione delle aree agricole ad alto valore naturalistico (HNVF); riqualificazione degli ecosistemi degradati tramite la conservazione ed il potenziamento dei corridoi ecologici e degli ecotoni.
 - ♦ Mantenimento della copertura forestale in buono stato di efficienza ecologica; aumento dell'efficacia dei boschi sul controllo dell'idrologia superficiale e dell'erosione dei versanti, tramite il mantenimento e l'incentivazione della gestione attiva dei soprassuoli forestali.
- **Supporto alla riduzione delle emissioni di gas serra e alla mitigazione dei cambiamenti climatici mediante l'incremento dell'assorbimento di CO₂**
 - ♦ Miglioramento della struttura e funzionalità dei boschi, valorizzando il contributo forestale al ciclo del carbonio, mantenendo attive le pratiche colturali e recuperando i turni di gestione, valorizzando anche le aree marginali e a macchiatico negativo.
 - ♦ Diffusione di suoli integri e/o inerbiti, con presenza di siepi e filari arborei, fasce vegetazionali lungo i corsi d'acqua, mantenimento della sostanza organica nei suoli, sviluppo dell'agricoltura conservativa.

La frequenza di episodi di dissesto idrogeologico impone una politica di previsione e prevenzione non più incentrata sulla riparazione dei danni e sull'erogazione di provvidenze, ma sull'individuazione delle condizioni di rischio e sull'adozione di interventi per la sua riduzione.

Provvedimenti normativi hanno imposto la perimetrazione delle aree a rischio, e si è sviluppato un sistema di allertamento e sorveglianza dei fenomeni che, assieme a un'adeguata pianificazione comunale di protezione civile, rappresenta una risorsa fondamentale per la mitigazione del rischio, dove non si possa intervenire con misure strutturali.

Nei processi di previsione, monitoraggio e pianificazione riguardanti l'instabilità idrogeologica sono coinvolti diversi attori, enti territoriali, soggetti operativi che partecipano con diverso grado di responsabilità e operatività.

In tale ottica il Sistema Integrato di Monitoraggio e Previsione si pone come strumento di rilievo per il supporto alle attività ordinarie e straordinarie che i diversi attori svolgono quotidianamente.

Il SIM permette un'integrazione delle informazioni attualmente presenti raccolte, elaborate e gestite dai vari enti nonché una loro fruizione in un contesto integrato mettendo a disposizione diversi strumenti operativi per la loro elaborazione ed analisi, dagli algoritmi di geoprocessing ai modelli previsionali di machine e deep learning.

Il sistema metterà a disposizione tutti i dati provenienti dalle diverse reti di monitoraggio in situ, dalle reti di rilevazione dei movimenti franosi, alle reti termo-pluviometriche, dalle reti di fulminazione alle reti gravimetriche.

In tale contesto il sistema si profilerà non solo come dispensatore di dati ma anche, e soprattutto, come "accumulatore" in modo da alimentare le banche dati con serie storiche utili per l'addestramento e la validazione dei più moderni modelli di machine/deep learning.

A titolo esemplificativo, di seguito, si riporta un caso d'uso che ha come oggetto l'attività di previsione e monitoraggio della propagazione delle piene. Difatti, in tale contesto, i sistemi di previsione e controllo delle alluvioni consentono la raccolta di informazioni relative alle condizioni dei fiumi e alle precipitazioni, cioè di tutti quei fenomeni che ne influenzano direttamente lo stato. Studiando l'evoluzione che hanno avuto gli eventi passati e grazie all'applicazione di modelli previsionali, è possibile individuare alcuni potenziali scenari di rischio e avere quindi un valido supporto informativo per la corretta gestione e laminazione della piena e degli eventuali allertamenti.

Il monitoraggio dei parametri che concorrono alla predisposizione, innesco ed evoluzione di processi naturali, quali le alluvioni, assume un ruolo determinante nell'acquisizione degli elementi necessari al controllo delle piene e alla riduzione del rischio. Il monitoraggio di aree soggette a fenomeni alluvionali consente da un lato un incremento delle conoscenze per la definizione di modelli idraulici di evoluzione dei fenomeni, dall'altro la messa a punto di sistemi di controllo per la mitigazione del rischio sulla base dell'individuazione di soglie di allarme. Tale attività fornisce un contributo alla elaborazione di strategie a scala locale e regionale per la gestione del rischio naturale, in aree intensamente abitate o laddove sono presenti infrastrutture importanti.

Il monitoraggio di aree soggette ad alluvioni può avere diverse finalità:

- Il **monitoraggio conoscitivo** è finalizzato a raccogliere dati per la pianificazione idraulica del territorio e per l'affinamento delle operazioni di gestione delle emergenze.
- Il **monitoraggio con finalità di *early warning*** o allertamento è teso ad identificare in tempo reale la variazione e la dinamica dei fenomeni idraulici

Sia le attività del monitoraggio conoscitivo che quelle finalizzate all'early warning si sviluppano a partire dai dati di base relativi alle caratteristiche idrologiche del bacino idrografico.

Un ruolo fondamentale risulta essere quello dei rilievi morfologici. I sistemi **LiDAR**, e più in generale tutti quelli che sono in grado di acquisire modelli digitali del terreno, possono essere impiegati nel campo del monitoraggio delle piene per una valutazione delle aree potenzialmente inondabili.

I **Piani stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI)** contengono previsioni di scenari di potenziale allagamento che costituiscono il quadro di riferimento per il sistema di monitoraggio. Tali dati saranno resi fruibili integrando la **piattaforma nazionale IdroGEO** sul dissesto idrogeologico in Italia, un applicativo multilingua, multidevice, open source e open data per la gestione, la consultazione, la

condivisione e il download dei dati delle mosaicature nazionali di pericolosità per frane e alluvioni e degli indicatori di rischio.

Per le analisi idrologiche saranno integrati nel SIM alcuni sistemi che dovranno supportare le attività di monitoraggio dei fenomeni alluvionali:

- **Progetto Annali:** contenuto integrale degli Annali Idrologici storici pubblicati da tutti gli Uffici (o Compartimenti) Idrografici periferici del SIM.
- **HIS CENTRAL:** il portale fornisce l'accesso alle osservazioni idrologiche in Italia, comunemente pubblicate come Annali idrologici. In particolare, per le osservazioni in situ, fornisce ulteriori capacità operative, quali un registro nazionale di servizio dati, catalogati utilizzando le norme e le procedure della Geospatial Consortium e l'Organizzazione meteorologica mondiale. Le interfacce pubblicate sul portale permettono di recuperare i dati idrologici regionali direttamente dai fornitori.

Altri dati di base integrati nel SIM che possono supportare le attività di monitoraggio dei fenomeni alluvionali sono quelli del Database di Sintesi Nazionale, un database geografico a copertura nazionale a scala nominale 1:10000 derivato a partire dai dati territoriali regionali disponibili, integrati e armonizzati con altre fonti di dati, attualmente è l'unico database geotopocartografico sviluppato su tutto il territorio nazionale senza soluzione di continuità normalizzato e omogeneizzato.

Attraverso il monitoraggio in tempo reale avviene l'insieme delle operazioni di raccolta ed analisi dei dati idrometeorologici. Per ognuna delle stazioni idrometeorologiche presenti sul territorio esistono delle soglie di allarme, suddivise in funzione della pericolosità di esondazione. I dati saranno raccolti, gestiti ed elaborati da un centro di calcolo dotato di un modello per la previsione delle piene, il quale, sulla base dei dati in arrivo dalle stazioni, elabora previsioni sull'evoluzione temporale dei fenomeni. Per quanto riguarda le misurazioni idro-meteo-pluviometriche, il SIM metterà a disposizione degli stakeholders nei seguenti gruppi di misurazione:

- **Misure idro-pluviometriche fornite dai Servizi Idrologici Regionali:** i Servizi Idrologici Regionali che svolgono le funzioni degli uffici compartimentali del soppresso SIMN nonché quelle di Centri Funzionali (CF) di Protezione Civile.
- **Rete Radar:** il progetto della rete radar su scala nazionale, sviluppato e gestito dal Dipartimento della protezione civile, ha l'obiettivo di garantire una migliore capacità di monitoraggio dei fenomeni atmosferici su scala nazionale integrando le osservazioni radar sia con quelle satellitari, che forniscono informazioni relative alla copertura nuvolosa, sia con i sensori pluviometrici, che registrano dati di carattere puntuale, spesso poco rappresentativi di un intero bacino idrografico.
- **MISTRAL:** è un'applicazione che fornisce dati meteorologici osservati su località italiane.

Il SIM provvederà inoltre a mettere a disposizione una serie di modelli e strumenti per le misurazioni meteo-pluviometriche:

- **Modellistica previsionale meteo-climatica.**
- **ANÁBASI**, uno strumento sviluppato da ISPRA per la caratterizzazione delle serie idrologiche.
- **IDRAIM**, un sistema di valutazione idromorfologica, analisi e monitoraggio dei corsi d'acqua, sviluppato da ISPRA, che fornisce strumenti operativi, tra i quali l'Indice di Qualità Morfologica e il sistema SUM per il rilevamento e la classificazione delle unità morfologiche dei corsi d'acqua.
- **BIGBANG**, sviluppato da ISPRA, è una procedura automatica in ambiente GIS, per la stima delle componenti del bilancio idrologico a scala mensile e per il territorio nazionale.
- **FLOOD-PROOFS**, uno strumento attualmente in uso dal DPC a supporto della modellistica idrologica e idraulica per la previsione delle piene.

Supporta il responsabile di sala nella fase di previsione di un evento di piena fornendo una stima della probabilità di superamento di livelli critici nelle sezioni di riferimento lungo i bacini nazionali. Il sistema utilizza le osservazioni meteorologiche disponibili e le previsioni quantitative per determinare la portata; è in grado di modellare l'effetto della neve e la presenza di infrastrutture di tipo idraulico (dighe e prese ad acqua fluente).

Il SIM provvederà inoltre a mettere a disposizione una serie di modelli idrologici in grado di ricostruire le onde di piena in tempo reale attraverso le informazioni sugli apporti meteorici misurati e previsti, rappresentando i vari fenomeni idrologici con particolare riferimento alla stima dei valori di portata al colmo nelle sezioni di chiusura e alla quantificazione dei volumi di deflusso.

I modelli saranno verificati e calibrati utilizzando le intere serie degli eventi osservati fornite, avendo cura di riprodurre sia le piene eccezionali che quelle ordinarie

Il SIM provvederà inoltre a mettere a disposizione una serie di modelli idraulici in grado di verificare la capacità di deflusso dei corsi d'acqua e valutare le aree soggette a possibile allagamento.

La schematizzazione geometrica, basata sui rilievi disponibili al momento della realizzazione del sistema, dovrà essere aggiornata sulla base dei rilievi topografici più recenti messi a disposizione dalle Autorità di Bacino, dalle Regioni e dai Consorzi di Bonifica. Laddove sia necessaria una descrizione più dettagliata e/o i rilievi siano carenti per descrivere la geometria, devono essere utilizzate le informazioni derivanti dal DTM o, in mancanza di esso le sezioni devono essere ricostruite tramite interpolazione, comunque guidata rispetto alla geometria planimetricamente visibile mediante ortofoto e/o carte tecniche recenti.

La descrizione geometrica deve comprendere tutti i manufatti idraulici e le opere interferenti rilevati (in particolare gli organi di manovra delle casse d'espansione).

Nella modellazione idraulica devono essere opportunamente rappresentati i flussi golenali, le aree di espansione/laminazione, le opere di sistemazione fluviale, le opere interferenti (attraversamenti, opere trasversali), quelle finalizzate alla stabilizzazione del fondo e ogni altra struttura che possa determinare modifiche o alterazioni del naturale deflusso del corso d'acqua.

Nell'utilizzo in tempo reale del sistema deve essere possibile tener conto, attraverso procedure di semplice e rapida applicazione, degli interventi per la gestione dell'evento di piena (controllo e regolazione del deflusso e dei volumi nelle aree di espansione e laminazione, manovre su organi di controllo, ecc.) e di situazioni di criticità osservate o previste (parziale occlusione delle luci di ponti o di altre sezioni critiche, rotte o sormonti arginali in punti critici).

Il SIM provvederà inoltre a mettere a disposizione modelli stocastici in grado di valutare gli effetti del cambiamento climatico e territoriale sulle precipitazioni estreme, portate di piena e idrogrammi di piena.

Il SIM metterà a disposizione degli stakeholders le informazioni relative a elementi esposti particolarmente sensibili quali beni storico-culturali e paesaggistici, integrando i seguenti sistemi:

- **[SECURART](#)**: il sistema SecurArt si articola in due sezioni, la prima denominata 'sicurezza delle sedi e dei luoghi della cultura' raccoglie le informazioni relative al patrimonio immobiliare del MiC, la seconda, denominata 'eventi emergenziali', è invece dedicata alla gestione delle attività emergenziali, in coerenza con le procedure e gli strumenti predisposti dalla Direttiva del 23 aprile 2015.
- **[Sistema Informativo Carta del Rischio](#)**: il sistema informativo Carta del Rischio calcola in via speditiva il rischio di perdita e logoramento del patrimonio culturale distribuito su un dato territorio, utile per individuare risorse e priorità d'intervento.
- **[Sistema Informativo Territoriale Ambientale e Paesaggistico](#)**: il SITAP è il sistema Web-GIS della Direzione generale per il paesaggio, le belle arti, l'architettura e l'arte contemporanea finalizzato alla gestione, consultazione e condivisione delle informazioni relative alle aree vincolate ai sensi della vigente normativa in materia di tutela paesaggistica.

Il SIM metterà a disposizione degli stakeholders le informazioni relative a grandi infrastrutture particolarmente sensibili, integrando i seguenti sistemi:

- **[Sistema Monitoraggio Grandi Dighe](#)**: i parametri di monitoraggio sono il livello di invaso, il corrispondente volume di invaso e le portate scaricate. Sono richieste anche le portate di adduzione all'invaso (bacini allacciati) e derivata nei casi in cui esse siano significative ai fini della ricostruzione degli eventi di piena. Le misure acquisite in diga sono trasmesse con cadenza giornaliera in condizioni ordinarie, ma è prevista una frequenza di trasmissione maggiore da adottarsi in condizioni di allertamento.

Analizzando il quadro delle attività legate al monitoraggio conoscitivo, le principali fonti informative sono costituite dai dati satellitari e dai rilievi Lidar. Tali dati, unitamente al vasto repertorio di modelli idraulici ed idrologici, consentiranno l'aggiornamento dell'inventario delle aree inondabili. Gli aggiornamenti degli inventari consentono ai Distretti Idrografici di perimetrare più accuratamente gli ambiti di pericolosità, mentre archivi su beni culturali e infrastrutture consentiranno di definire accuratamente le caratteristiche dei beni potenzialmente esposti (Figura 25).

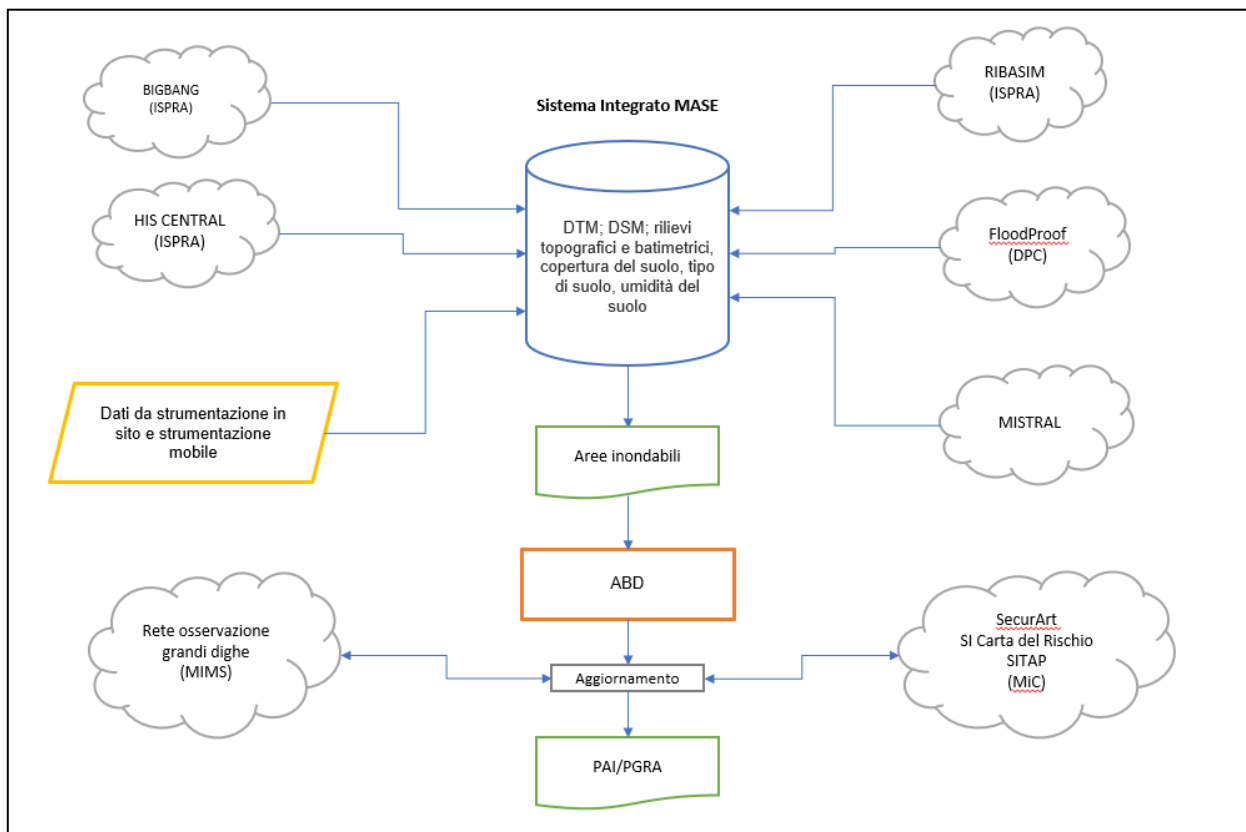


Figura 25 - Supporto per monitoraggio conoscitivo

Analizzando il quadro delle attività legate al monitoraggio con finalità di early warning, esse ruotano intorno al Dipartimento di Protezione Civile che diventerà il destinatario di informazioni relative ai fenomeni idraulici, all'intensità prevista per i fenomeni meteo, alle caratteristiche di elementi territoriali di interesse strategico (Figura 26).

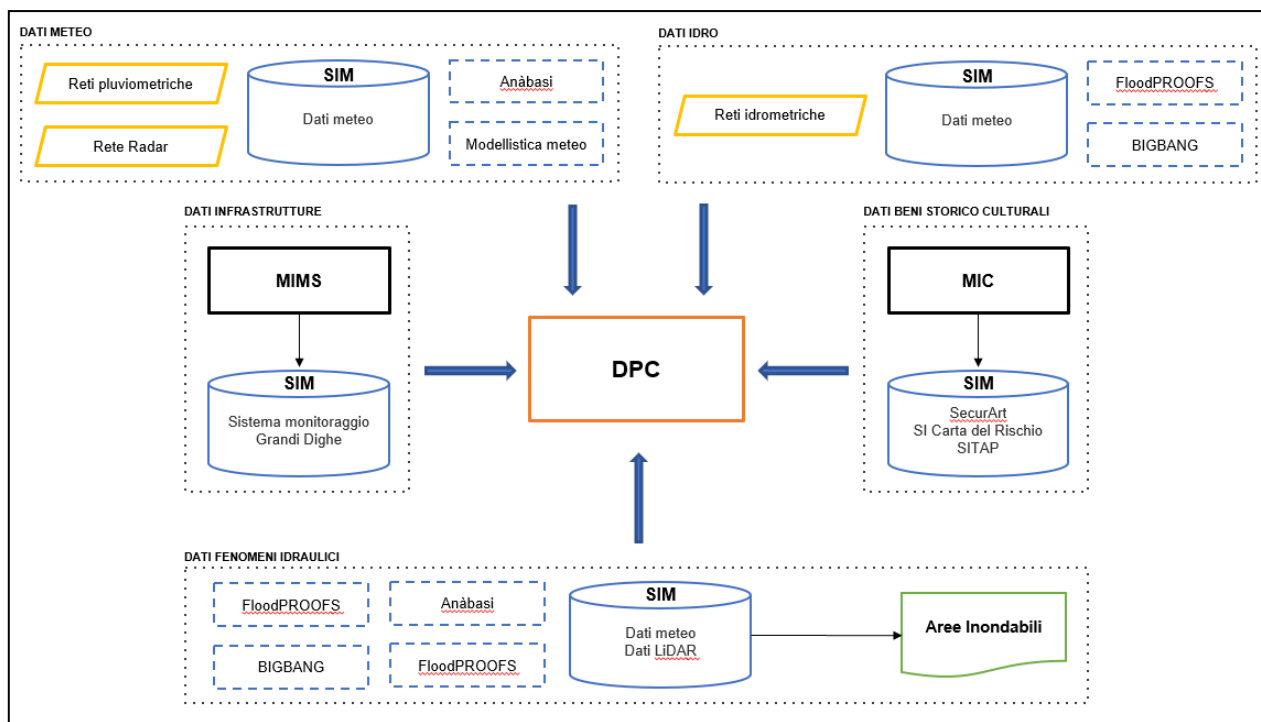


Figura 26 - Supporto per monitoraggio a fini di allertamento

3.2 Verticale 2 - Agricoltura di precisione - Caso d'Uso

Gli eventi meteorologici estremi sono oggi tra i più importanti rischi che incidono sulla gestione dei sistemi agricoli. In particolare, quelli legati all'acqua, come la siccità, le forti piogge e le inondazioni, determinano forti fluttuazioni nella produzione agricola, influenzando così la stabilità economica degli agricoltori. Negli ultimi decenni, come conseguenza del cambiamento climatico, questi eventi stanno aumentando di numero, durata e intensità.

Da ormai una decade, si registra il progressivo e costante aumento della temperatura media, con annate via via più calde registrate dall'Organizzazione Meteorologica Mondiale. In questo contesto, risulta ad oggi una prioritaria assoluta l'ottima ed efficiente gestione delle risorse naturali (acqua e suolo in primo luogo), raggiungibile attraverso la promozione di tecniche e pratiche di agricoltura di precisione ai fini di una maggior resilienza ai cambiamenti climatici, mantenendo alto il livello di produzione ma riducendo contemporaneamente l'impatto sulle risorse naturali disponibili.

Nel quadro generale appena descritto è possibile individuare ambiti di ricerca e strumenti tecnologici efficienti per fronteggiare e mitigare l'impatto dei cambiamenti climatici sulla pratica agricola. In questo senso, i sistemi di telerilevamento ad oggi disponibili permettono il monitoraggio della gran parte dei parametri sensibili e maggiormente indicativi dello stato delle colture aprendo alla possibilità di una puntuale pianificazione agricola. Da un lato, possiamo contare su una serie di osservazione su larga scala e spazializzate fornite dai sensori satellitari, la cui evoluzione costante nel tempo ha portato ad offrire performance in grado di soddisfare buona parte delle necessità informative espresse dagli operatori del settore. Dall'altra, è necessario disporre contemporaneamente di sensoristica in campo, reti sul territorio nazionale, in grado sia di integrare il volume informativo prodotto da satellite che, ancor più importante, validare e calibrare le misure da remoto offrendo un accurato riferimento di altissimo valore.

L'agricoltura di precisione non può prescindere dalla disponibilità di queste due tipologie di sorgenti informative, esigenza colta dalle istituzioni che tramite piani di investimento su scala nazionale si apprestano a dotare il paese di sistema di monitoraggio completo. Attraverso l'iniziativa "Piano Nazionale di Osservazione della Terra" (PNOT) verranno messi in orbita sensori su piattaforma satellitare (Costellazione IRIDE) in grado di offrire osservazione su larga scala ad alta risoluzione i cui prodotti, nello specifico quelli relativi alle esigenze espresse per le applicazioni di agricoltura di precisione, saranno integrati e disponibili anche all'interno del SIM.

In particolare, l'agrometeorologia, che studia le interazioni dei fattori meteorologici ed idrologici con l'ecosistema agrario-forestale e con l'agricoltura, intesa in un senso più ampio, assume un ruolo sempre più rilevante nella pianificazione agricola. Il monitoraggio e la previsione delle condizioni meteorologiche negli ambienti agricoli sono infatti indispensabili per orientare le scelte produttive e le operazioni colturali. L'attuazione di tecniche agricole sempre più rispettose dell'ambiente non può non avvalersi degli strumenti offerti dalla modellistica agronomica, che a sua volta necessita di informazioni agrometeorologiche.

Il ruolo fondamentale dell'agrometeorologia è stato anche sottolineato dal Piano d'Azione Nazionale per l'uso dei prodotti fitosanitari (PAN), approvato con DM 22/01/2014 in attuazione della Direttiva europea 2009/128/CE del 21 ottobre 2009 che istituisce un quadro comunitario per l'uso sostenibile dei prodotti fitosanitari. L'uso sostenibile dei prodotti fitosanitari ai fini della salvaguardia di utilizzatori, consumatori, cittadini, habitat, specie e risorse naturali è una delle priorità della Politica di sviluppo rurale. L'agrometeorologia, negli ultimi anni sta dando un ulteriore importante impulso alla conoscenza analitica della problematica, offrendo, grazie al recente sviluppo tecnologico nel campo dell'informatica e della telematica, soluzioni innovative nell'impostazione delle strategie di difesa, attraverso l'impiego di nuovi e più attendibili modelli di simulazione legati anche a nuove metodiche e tecniche di monitoraggio in campo.

Dalle interazioni avute con gli stakeholders (CREA, Regioni, ItaliaMeteo) invitati ai tavoli tecnici relativi a questo verticale, è emersa chiara la necessità di disporre di informazioni agrometeorologiche da sensoristica di ultima generazione ed installata sul territorio nazionale con l'obiettivo di raggiungere una densità media minima di 1 stazione agrometeorologica ogni 120.000 ha di SAU (Superficie Agricola Utilizzata). Sono state individuate e dettagliate le dotazioni minime e le aree agricole di interesse dove installare o ripristinare le stazioni agrometeorologiche afferenti alla Rete Agrometeo Nazionale e alle reti regionali, la cui descrizione di dettaglio è riportata nel § 6.5.1.2. Contestualmente, è stata esposta anche la necessità di un servizio in grado di fornire il consiglio fertirriguo, in ottica della massimizzazione della produzione del campo connessa all'ottimizzazione nella gestione delle risorse (acqua e fertilizzanti), in risposta alla quale è stato individuato il servizio IRRIFRAME che verrà reso disponibile all'interno del SIM come sistema federato (§ 7.2), sviluppato dal Canale Emiliano Romagnolo (CER) e operativo su scala nazionale.

Dal punto di vista funzionale, sono stati individuati i requisiti minimi necessari del SIM nell'ottica di garantire un'adeguata esperienza lato utente di esplorazione ed utilizzo del dato (tramite Graphical User Interface (GUI) e tools di gestione ad hoc) ma anche la gestione ottimale dei flussi operativi / informativi secondo gli standard qualitativi ed i protocolli allo stato dell'arte (§ 2). Questi ultimi aspetti relativi alla SIM vengono esemplificati in forma schematica tramite l'ipotesi di due casi di uso di riferimento: la richiesta dati dalla Rete Agrometeo Nazionale (§ 8.5.2.1) e la richiesta del consiglio fertirriguo dal sistema federato IRRIFRAME (§ 8.5.2.2).

3.3 Verticale 3 - Monitoraggio inquinamento marino e litorale - Caso d'Uso

Lo scenario riportato di seguito descritto esemplifica le problematiche di monitoraggio inquinamento marino e litorale a cui il SIM darà risposta. Si noti che altre attività inerenti a tale monitoraggio sono di pertinenza del progetto MER che segue un'altra linea di finanziamento.

SCENARIO

Il 7 ottobre 2026, di primo mattino, la nave passeggeri XXX, entra in collisione con la nave portacontainer YYY in acque internazionali, a circa 16 miglia dalla punta settentrionale della Sardegna. La collisione causa una enorme fuoriuscita di petrolio dal serbatoio di una delle navi coinvolte, stimato in circa 900 t, in acque di grande valore ecosistemico. La prima risposta al disastro è quella di mobilitare tutte le risorse disponibili per mitigare l'impatto della fuoriuscita di petrolio. Tuttavia, la complessità comportamentale del petrolio in condizioni meteo-oceanografiche mutevoli, la scarsità di dati osservazionali (e.g. immagini satellitari, rilievi aereo-navali), il ritardo nella trasmissione dei dati e nell'utilizzare modelli previsionali di oil-spill drift possono compromettere le operazioni di risposta all'emergenza da parte degli enti coinvolti. Il sistema integrato è in grado di

colmare i gap esistenti e fornire dei tool operativi per agevolare l'intervento da parte degli enti coinvolti.



Figura 27 - Simulazione localizzazione incidente di oil-spill

RISPOSTA DEL SISTEMA INTEGRATO

In questo caso il sistema è in grado di utilizzare i dati satellitari provenienti dalle varie missioni partners (i.e. [Copernicus Sentinel](#), [IRIDE](#)) per avere una prima stima della dimensione areale dello sversamento e fornire un messaggio di allerta a tutti gli enti che saranno coinvolti nelle fasi operative di gestione dell'emergenza (e.g. Guardia Costiera, Protezione Civile, Mase) e gli enti per il supporto tecnico-scientifico (e.g. ISPRA, ENEA, CNR). In particolare, grazie alle costellazioni SAR di ultima generazione, è possibile ottenere almeno un'immagine ad alta risoluzione giornaliera per monitorare l'evoluzione dello sversamento (CU.V3.1).

Ricevuta la notifica, la Guardia Costiera invia mezzi aereo-navali per acquisire altri dati e monitorare lo sversamento. In particolare, ha in dotazione un sensore radar (SLAR) da aereo e può trasmettere i dati in tempo reale tramite connessione satellitare. I dati sono quindi direttamente disponibili nel sistema per le analisi. La serie temporale di immagini satellitari e i dati acquisiti dalla Guardia Costiera sono utilizzati per raffinare e calibrare i modelli previsionali per la valutazione degli scenari di rischio.

I dati satellitari corrispondenti all'immagine SAR vengono processati in modo da avere un'area georiferita che costituisce una prima condizione iniziale, da cui avviare il sistema di previsione di evoluzione dello sversamento. Subito il sistema va a cercare la disponibilità, attraverso i sistemi federati rappresentati da Italia Meteo e dagli Enti Meteo definiti dal D.P.R. 186 del 15 ottobre 2020 (tra cui ISPRA-SNPA, CNR, CMCC), la disponibilità di dati meteorologici, meteomarini e di circolazione marina alla più alta risoluzione possibile per l'area in esame, avendo anche la disponibilità - come dati di backup - di altri dati quali il servizio marino di Copernicus.

Viene quindi effettuata una prima simulazione, per prevedere la potenziale evoluzione dello sversamento, su una finestra temporale che va da 1 a 10 giorni. Nel frattempo, l'arrivo dei mezzi di soccorso e delle unità antinquinamento è stato programmato per contenere lo sversamento della macchia tramite vari sistemi quali barriere antinquinamento e, ove possibile, tramite il pompaggio del carburante dei serbatoi.

Le simulazioni vengono realizzate in corrispondenza di tutti i vari tipi di forzante meteomarina e di circolazione disponibili (ensemble multimodello), replicando inoltre la simulazione anche inserendo diversi parametri relativi allo sversamento, quali la qualità del materiale sversato, la presenza di uno sversamento continuo dal serbatoio perforato, o il suo contenimento. In totale vengono realizzate 30 possibili simulazioni che danno risultati non pienamente concordi, ma indicativi di una potenziale evoluzione della macchia in direzione nord-est (verso il mare aperto), per i primi due-tre giorni, mentre alcune simulazioni prevedono un'ulteriore evoluzione della simulazione che riporterebbe la massa principale del petrolio sversato verso la costa nord-orientale della Sardegna. Inoltre, tramite

l'applicativo CU-V3.5 sono messi a disposizione dati meteorologici e oceanografici storici (da dati di reanalisi o hindcast) per eseguire simulazioni stocastiche e quindi per identificare le aree geografiche più o meno probabili di essere colpite. A queste simulazioni sono associate mappe di rischio come combinazione tra danno (prodotto tra esposizione e vulnerabilità) e pericolosità (hazard), con cui sono state identificate alcune aree costiere che vengono allertate in modo prioritario ai fini della predisposizione delle misure necessarie a evitare o, al limite, ridurre l'impatto di un possibile spiaggiamento di idrocarburi.

A partire dal giorno successivo viene comunicato dalla Guardia Costiera che la fuoriuscita di carburante dalla nave è terminata. Da una successiva immagine SAR, confermata anche dal rilievo svolto dalla Guardia Costiera, il materiale sversato occupa un'area di circa 15 kmq, con una forma allungata verso Est. Quindi il modello di previsione viene reinizializzato, e forzato con le condizioni meteomarine e di circolazione più recenti, che confermano una potenziale evoluzione dello sversamento con una maggiore probabilità verso nord nei prossimi due giorni, per poi ritornare verso sud e quindi potenzialmente investire un ampio tratto della costa nord-orientale della Sardegna entro 5-6 giorni.

Il terzo giorno, le osservazioni satellitari e quelle ottenute dai rilievi della Guardia Costiera confermano lo scenario che vedeva la macchia cessare la propagazione verso Nord e seguire il giro della corrente prevalente che segue un ramo discente verso la costa nord-orientale della Sardegna. Nel frattempo, vengono anche fornite osservazioni distinte dal Centro regionale di risposta alle emergenze per la contaminazione marina nel Mar Mediterraneo (REMPEC). Le simulazioni che si sono rivelate più affidabili, nel confronto tra dati osservati e simulazioni, anche come sincronizzazione sui tempi di spostamento e dispersione, confermano l'impatto della macchia sulla costa entro i prossimi 5 giorni, pur con un'incertezza legata soprattutto al vento che potrebbe favorire lo spiaggiamento.

Nei giorni successivi, il confronto tra tutte le simulazioni, ogni giorno re-inizializzate, conferma lo scenario più probabile previsto, pur con un ritardo di due giorni sulle previsioni del secondo giorno. A distanza di una settimana dall'evento, gran parte della macchia che nel frattempo, non era stata dispersa né evaporata, si spiaggia in un'area leggermente più a sud di quanto previsto, anche a causa dell'ingresso di un intenso flusso di vento orientale, sulle spiagge a Nord di San Giovanni.

Tuttavia, l'efficacia dei mezzi di rilevamento e l'affidabilità complessiva del sistema di previsione ha permesso di accompagnare l'evoluzione giorno per giorno, e quindi anche di supportare la messa in opera dei dispositivi antinquinamento che nel frattempo sono stati opportunamente disposti, in modo da evitare le conseguenze più pesanti dello sversamento per coste di intrinseco valore turistico ed ecosistemico.

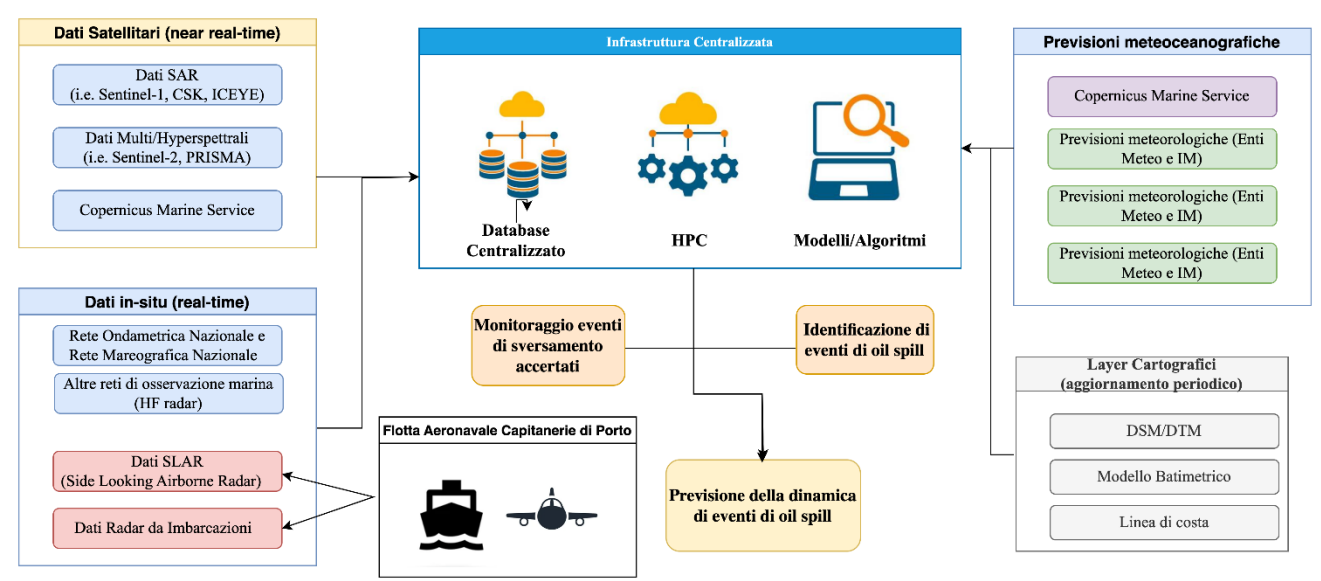


Figura 28 - Modello di flusso dati per monitoraggio marino proposto

3.4 Verticale 4 - Identificazione di illeciti ambientali - Casi d'Uso

Gli illeciti ambientali abbracciano un'ampia casistica di attività, azioni o omissioni illegali che nuocciono o creano un pericolo per l'ambiente determinando l'insorgere di responsabilità in capo all'autore.

La normativa non delinea un quadro di interventi unitario e replicabile poiché gli ambiti di applicazione spaziano sia in riferimento alle molteplici tematiche afferenti il tema, sia in riferimento ai profili di responsabilità che possono declinarsi in capo al responsabile.

Per l'identificazione e il contrasto di attività ed eventi classificabili come illeciti ambientali è indispensabile il concorso dei vari livelli istituzionali che, a seconda dello specifico profilo di operatività, agiscono su specifici segmenti di processo con azioni volte a:

- promuovere il rispetto della legge e prevenire i reati e le violazioni;
- condurre attività ispettive nell'ambito delle funzioni di controllo ambientale
- condurre indagini con riferimenti a notizie di reati e violazioni;
- reagire a reati e violazioni per mezzo di azioni coercitive e del recupero, del tributo speciale per il deposito in discarica dei rifiuti solidi (cd. "ecotassa").

È stato quindi necessario identificare i diversi livelli di governo coinvolti nella tutela dell'interesse ambientale, e preposti all'esercizio dei poteri autorizzatori e di controllo, tenendo in considerazione sia gli specifici segmenti di processo che tali soggetti servono, sia le relazioni intercorrenti tra gli stessi livelli.

Il sistema di Monitoraggio ha preso a riferimento alcuni ambiti di attività specifici, assumendo un modello operativo comune che consentisse di arrivare a definire funzionalità, condivisione di dati e dotazioni specifiche da rendere disponibili, per assicurare, attraverso apposite applicazioni verticali, la piena operatività dei soggetti interessati.

Il modello operativo assunto a riferimento per la definizione delle applicazioni verticali è articolato secondo le cinque fasi di seguito descritte in termini generali:

1. Definizione dei requisiti informativi
2. Identificazione dei gap informativi
3. Elaborazione dei requisiti di raccolta
4. Analisi dei dati raccolti e risposta ai gap informativi
5. Assemblaggio dei prodotti e risposta ai requisiti informativi

È previsto che il SIM fornisca un supporto informativo a sostegno delle fasi da 1 a 4 precedenti, le quali richiedono la disponibilità e la elaborazione di fonti informative in generale eterogenee e che richiedono quindi di essere integrate.

Al fine di permettere l'interazione degli utenti del Sistema con le funzionalità create, il SIM metterà a disposizione degli utenti interfacce grafiche per rendere fruibili tutte le risorse disponibili del sistema (dati, funzioni, applicazioni, risorse di calcolo, ecc.). In particolare, per la gestione di dati geografici, è previsto il sottosistema GIS ampiamente descritto al § 2.5.3.5, che abilita una serie di funzioni atte a gestire la visualizzazione e l'elaborazione di dati geografici

Il SIM garantisce inoltre l'interoperabilità e l'integrazione dei dati provenienti dalle diverse fonti e rese disponibili secondo diverse modalità, come meglio descritti al § 4.4.4 - "Verticale 4 - Identificazione di illeciti ambientali - Banche dati" (da pag. 133).

Il Sistema di monitoraggio potrà infine permettere la gestione di tutti gli elementi inerenti a un evento o una singola attività investigativa di interesse secondo un modello di gestione organizzato in fascicoli, il cui contenuto sintetizza le azioni, gli eventi temporali e riferenzia i dati di interesse.

Gli applicativi, che dovranno essere resi disponibili dal SIM tenendo conto del modello operativo adottato e tenendo conto delle possibili modalità di interazione degli utenti con il sistema di monitoraggio, sono i seguenti:

1. [mappatura di copertura del suolo](#);

2. consumo di suolo;
3. previsione aree soggette a bruciatura delle stoppie;
4. monitoraggio aree forestali colpite da avversità abiotiche/biotiche;
5. *smart forest enviromental monitoring*;
6. abusivismo edilizio;
7. gestione illecita dei rifiuti;
8. analisi immagini multispettrali;

La descrizione analitica degli obiettivi e delle funzionalità dei diversi applicativi è presente nel § 8.5.4 (da pag. 394).

3.5 Verticale 5 - Supporto alle emergenze (disastri naturali) - Caso d'Uso

IL RUOLO DEGLI SCENARI NEL SUPPORTO ALLA GESTIONE DELLE EMERGENZE

Nel sistema di protezione civile il tema della definizione, modellazione, validazione e utilizzo di scenari di riferimento e di modelli di rischio per i diversi rischi (naturali e antropici), è di particolare rilievo in tutte le fasi del ciclo di gestione del rischio.

Relativamente alle diverse finalità assunte dal Servizio nazionale di protezione civile (previsione, prevenzione, pianificazione, allertamento, gestione delle emergenze, superamento delle emergenze) gli scenari assumono specifici contenuti e denominazioni, benché non si rintracci nella norma o nella prassi una definizione univoca e strutturata degli stessi. Nella prassi corrente è possibile individuare, all'interno dei diversi contesti di protezione civile, riferimenti a scenari d'evento e d'impatto, scenari di rischio, scenari di danno ecc.

A proposito degli scenari e del loro uso all'interno del complessivo sistema di protezione civile occorre considerare, in linea generale, che il rischio è un concetto probabilistico caratterizzato da una forte e marcata incertezza, e quindi la modellazione del comportamento di un potenziale evento calamitoso e della possibilità che esso coinvolga elementi vulnerabili generando un danno è affetta da livelli di approssimazione che è necessario valutare in relazione allo scopo per cui lo scenario è costruito.

Una attenzione specifica va posta in particolare sulla natura degli eventi potenzialmente dannosi, poiché la maggior parte di essi possono essere definiti di tipo non prevedibile (come, ad esempio, gli eventi di tipo antropico o di tipo meteorologico estremo), e quindi non caratterizzabili nello spazio e nel tempo in funzione di eventi precursori.

Nonostante tali profili di incertezza, è tuttavia condivisa la valutazione sulla utilità di disporre, per tutte le tipologie di evento e in particolare per la fase di gestione delle emergenze, di scenari che orientino la operatività del sistema di protezione civile. Ciò è tanto più vero quando ci si riferisca agli eventi non prevedibili, per i quali non si dispone di un quadro strutturato di conoscenza da porre a base delle scelte di intervento.

Nell'economia della presente analisi si assumono, per identificare gli scenari di riferimento, le seguenti specificazioni.

SCENARIO DI EVENTO:

Descrizione spaziale della configurazione dell'evento atteso e, ove possibile, della sua potenziale evoluzione. Il grado di dettaglio dello scenario è strettamente correlato ai limiti intrinseci imposti dalla conoscenza e dalla prevedibilità del fenomeno di riferimento, alla disponibilità di modelli per la simulazione dell'accadimento, alla disponibilità dei dati di base necessari alla implementazione dei modelli. In reazione al grado di prevedibilità del fenomeno, ovvero alla diponibilità ed all'attendibilità dei precursori di evento, lo scenario di evento rappresenta un utile supporto informativo (in prossimità dell'accadimento) per la gestione delle emergenze.

SISTEMA DELLE VULNERABILITÀ:

Documenta la distribuzione e le caratteristiche di tutti gli elementi territoriali "fissi" che possono essere considerati invariati rispetto alla valutazione del rischio. Gli elementi rappresentati nel

“sistema delle vulnerabilità” devono essere qualificati, oltre che dal punto di vista tipologico e dimensionale, anche dal punto di vista di alcune delle loro caratteristiche intrinseche in maniera funzionale alla esigenza di valutazione della loro vulnerabilità in relazione ad un dato evento.

Questo quadro informativo deve essere redatto a prescindere dalla preliminare delimitazione degli areali di pericolosità poiché, stante la incertezza insita nella determinazione degli scenari di pericolo, la disponibilità di una simile informazione consente la valutazione dei danni potenziali anche in ambiti territoriali diversi da quelli assunti nella costruzione degli scenari di rischio.

SCENARIO DI RISCHIO:

Costruito sulla base della modellazione degli areali di evento e sulla intersezione di tali scenari con il sistema della vulnerabilità, lo scenario di rischio restituisce il quadro dei possibili effetti (sull'uomo e sulle diverse componenti territoriali) dell'evento atteso valutato in riferimento agli elementi territoriali “fissi” coinvolti e potenzialmente vulnerabili dall'evento stesso.

Gli scenari di danno devono essere costruiti:

- **in tempo di pace** (scenari di rischio statico), a supporto del processo di pianificazione di protezione civile, ed in particolare il dimensionamento delle risorse necessarie a fronteggiare l'evento.

Gli scenari di rischio statico debbono dare conto sia degli effetti diretti che l'evento può produrre sul sistema vulnerabile esposto (ad esempio potenziale perdita di vite umane, danni a edifici e beni economici, perdite del comparto agricolo e degli allevamenti, ecc.), sia di quelli indiretti. Questi ultimi si manifestano in conseguenza dei primi e in un tempo differito, potendo investire anche territori sensibilmente diversi da quelli all'interno dei quali l'evento si è manifestato. Rientrano in questa categoria i danni da isolamento (in caso vengano coinvolte infrastrutture), l'interruzione di attività economiche o sociali ecc.

- **in emergenza** (scenari di rischio dinamico), al fine di produrre informazioni utili ad orientare il miglior processo di intervento del sistema di protezione civile.

Questi scenari hanno lo scopo di orientare l'operatività del sistema di protezione civile, in particolare per quanto concerne la identificazione degli elementi vulnerabili potenzialmente coinvolti nell'evento, la verifica e il supporto alla accessibilità nell'area dell'evento, la allocazione di specifiche risorse logistiche o strumentali a supporto degli interventi.

SCENARIO DI DANNO:

Lo scenario di danno quantifica, in termini di perdite assolute o di valori, le conseguenze di un evento potenzialmente calamitoso.

In linea generale, i danni possono essere di tipo tangibile, e quindi quantificabili secondo una metrica economico/monetaria, oppure di tipo intangibile (come nel caso di vittime, danni alla salute, danni all'ambiente ecc.).

GLI EVENTI DI RIFERIMENTO

I commi 1 e 2 dell'Art. 16 del Codice, identificano le seguenti tipologie dei “rischi di interesse del Servizio nazionale di protezione civile: sismico, vulcanico, da maremoto, idraulico, idrogeologico, da fenomeni meteorologici avversi, da deficit idrico e da incendi boschivi. L'azione del Servizio nazionale si esplica, altresì, per le seguenti tipologie di rischi: chimico, nucleare, radiologico, tecnologico, industriale, da trasporti, ambientale, igienico-sanitario e da rientro incontrollato di oggetti e detriti spaziali.” Le diverse tipologie di eventi, che vedono coinvolti diversi soggetti referenti, con competenze diversificate, in particolare rispetto alle diverse attività rilevanti ai fini di protezione civile, sono quelle di seguito elencate.

RISCHIO		AREALI DI EVENTO		SOGGETTO REFERENTE	
Sismico	Modellato	Mappa della pericolosità sismica	INGV - Centro Pericolosità Sismica		
		Microzonazione sismica	DPC/IGAG		
Vulcanico	Modellato	Scenari eruttivi attesi e mappe di	INGV - Centro Pericolosità		

RISCHIO	AREALI DI EVENTO		SOGGETTO REFERENTE
		pericolosità vulcanica	Vulcanica (CPV)
Maremoto	Modellato ¹	Modello di pericolosità TSUMAPS-NEAM	INGV - Centro Allerta Tsunami
Idraulico	Modellato	Aree di pericolosità esondativa	Autorità di Distretto idrografico
Idrogeologico	Modellato	Aree di pericolosità da frane	Autorità di distretto idrografico
Idrogeologico	Rilevato	Aree di frana	IFFI
Meteorologico	Empirico	Zone di allerta alla scala locale	Regioni
Deficit Idrico	Piano di Bacino idrografico	Piano di Bacino idrografico	Autorità di distretto idrografico
Incendi Boschivi	Modellato	Piano AIB	DPC/Regioni
Grandi dighe	Da pianificazione	Piano di emergenza Dighe	Ufficio Tecnico Dighe (UTD)
Incidente rilevante (chimico, tecnologico, industriale)	Da pianificazione	Piano di Emergenza Esterno	Prefetti
Nucleare e radiologico	Da pianificazione	Piano di Emergenza Esterno	Prefetti
		Piano nazionale di emergenza	DPC
Trasporti Pericolose Merci	N.A.		Regioni
Ambientale	N.A.		DPC
Igienico-Sanitario	N.A.		Ministero della Salute

Tabella 5 - Rischi, Aree e Soggetti referenti per tipologia di evento

IL SISTEMA DELLA VULNERABILITÀ

Data l'intrinseca incertezza nella modellazione delle condizioni di pericolosità potenzialmente attive su tutto il territorio nazionale, è assolutamente necessario che il complesso degli elementi vulnerabili (persone, animali, cose, beni e funzioni) distribuiti sullo stesso territorio, nonché le relazioni funzionali tra essi intercorrenti, venga descritto nella maniera più analitica e aggiornata possibile.

Ciò al fine di rendere disponibile al servizio di protezione civile, in fase di pianificazione e di gestione di un'emergenza, tutte le cognizioni necessarie a garantire la massima efficacia degli interventi.

Il complesso degli elementi vulnerabili può essere descritto facendo ricorso ed integrando in maniera strutturale numerose banche dati prodotte dagli Enti (centrali e periferici) all'interno delle loro competenze di istituto, e allo stato attuale scarsamente o difficilmente accessibili.

Per loro natura queste banche dati sono caratterizzate da livelli di aggiornamento costante, sono comunque riferite (o facilmente riferibili) allo spazio geografico, sono spesso dotate di attributi utili alla valutazione dei profili di vulnerabilità degli elementi descritti.

Per la determinazione delle fonti dei dati da integrare, in maniera strutturata, nel SIM, è possibile formulare una preliminare tassonomia degli elementi rilevanti ai fini della valutazione dei diversi livelli di rischio e di danno territoriale.

In prima approssimazione tale tassonomia, strutturata in classi (I livello) e categorie (II livello) è così determinata:

- Sistema demografico: ha lo scopo di descrivere, in maniera aggiornata, il numero di persone residenti o temporaneamente presenti in un dato territorio, qualificandole dal punto di vista di alcuni caratteri strutturali. La granularità spaziale minima che la descrizione demografica deve adottare è quella delle sezioni censuarie.

¹ Si veda il progetto e il sito TSUMAPS-NEAM / INGV

- Sistema socioeconomico: in questa classe sono aggregate tutte le informazioni necessarie a descrivere il complesso degli elementi fisici e funzionali che caratterizzano il contesto antropico di un dato territorio. La classe è articolata nelle seguenti categorie:
- Edificato: questa categoria di dati documenta la distribuzione territoriale del patrimonio edilizio, specificandone alcuni caratteri (fisici / funzionali) utili per valutarne la vulnerabilità. Una componente specifica del patrimonio edilizio concerne quello di proprietà pubblica.
 - ♦ Attività produttive: descrive il complesso delle attività (agricole e industriali) distribuite sul territorio.
 - ♦ Luoghi sensibili: questa categoria si riferisce ai luoghi in cui è previsto che sia presente una concentrazione di popolazione. Sono inclusi in questa categoria: gli edifici che aggregano componenti particolarmente vulnerabili della popolazione (scuole, ospedali), gli edifici soggetti a condizioni di affollamento (centri commerciali, biblioteche ecc.); edifici in cui è prevista la presenza di popolazione non rappresentata dai dati demografici (strutture per la ricettività);
 - ♦ Elementi sensibili: questa categoria aggrega tutti quei luoghi che, se coinvolti in un evento calamitoso, possono avere un comportamento proattivo nella generazione di catene di eventi o nell'amplificazione di una condizione di pericolosità (industrie a obbligo di notifica, impianti di trattamento rifiuti ecc.)
- Elementi strategici: in questa classe sono descritti gli elementi che svolgono un ruolo essenziale nella fase di gestione delle emergenze, o che possono generare, se danneggiate da un evento calamitoso, condizioni di danno differito. Le categorie associate in questa classe sono:
 - ♦ Infrastrutture per la mobilità: include la descrizione delle reti e dei manufatti relativi alle strade, alle ferrovie, agli aeroporti, eliporti e idro superfici.
 - ♦ Reti: include la descrizione delle reti energetiche (elettriche, gas) e dei relativi manufatti, e di quelle per le telecomunicazioni.
 - ♦ Edifici ed opere infrastrutturali di interesse strategico: aggregano particolari categorie di elementi territoriali (come le dighe o i grandi manufatti stradali/ferroviari) che, se coinvolti in un evento calamitoso possono generare livelli di danno del tutto singolari.
- Sistema ambientale: la classe descrive tutti gli elementi naturali di valore.

Tutti gli elementi vulnerabili debbono essere codificati rispetto alle partizioni amministrative adottate.

Oltre che l'integrazione delle banche dati nel Sistema Centrale di Monitoraggio è previsto che, per rendere facilmente utilizzabili (in particolare in fase di emergenza) le informazioni sul sistema vulnerabile potenzialmente coinvolto nell'evento, i dati relativi a tutti i vulnerabili vengano portati a sintesi all'interno di una matrice geografica di passo dato (ad esempio 50x50 m) mediante l'implementazione di un modello di discretizzazione che il Sistema Centrale di Monitoraggio deve rendere disponibile.

La disponibilità di una matrice geografica del sistema vulnerabile non esclude, tuttavia, la possibilità di utilizzare, nella fase di interrogazione del sistema, i dati relativi ai vulnerabili nella loro "forma" nativa.

I CASI D'USO DEGLI SCENARI NEL PROCESSO DI PROTEZIONE CIVILE

Assumendo a riferimento il generale processo di gestione del ciclo del rischio, l'uso degli scenari è collocabile secondo lo schema seguente.

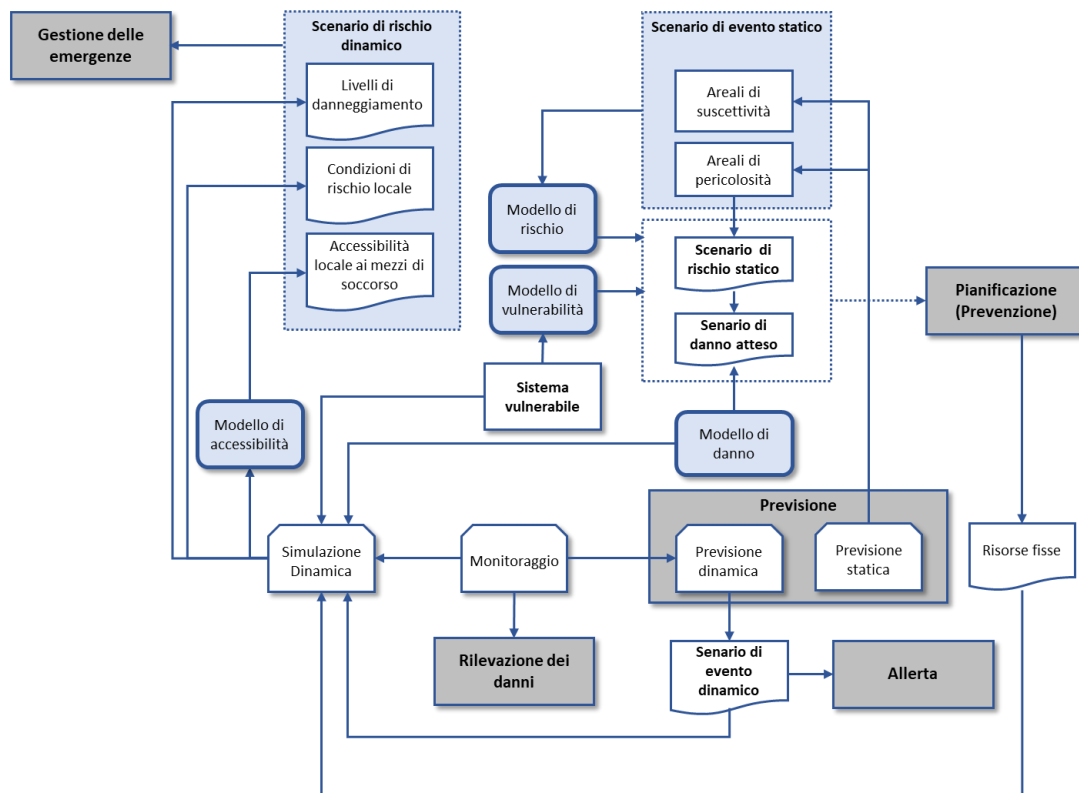


Figura 29 - L'uso degli scenari nel ciclo di gestione del rischio

Nella descrizione delle filiere operative a cui il SIM fornisce supporto si fa riferimento, nello specifico:

- alla pianificazione di protezione civile;
- alla rilevazione dei danni occorsi;
- alla gestione delle emergenze;
- alla emissione di bollettini di criticità e di allerta.

Per tali filiere operative il SIM fornisce un supporto essenziale, come è possibile evincere analiticamente dalla descrizione delle applicazioni da svilupparti a loro supporto (paragrafo "Verticale 5 - Supporto alle emergenza - Applicativi", pag. 407), rendendo disponibili, in forma strutturata, un complesso di dati attualmente non accedibili da parte dei soggetti di riferimento (descritti al paragrafo "4.4.5 Verticale 5 - Supporto alle emergenze (disastri naturali) - Banche dati", pag. 134), nonché le risorse di calcolo (algoritmi e modelli descritti al paragrafo "Verticale 5 - Supporto alle emergenze - Algoritmi", pag. 148) necessarie alla loro elaborazione.

3.6 Verticale 6 - Incendi boschivi e di interfaccia - Caso d'Uso

Il processo di gestione del rischio da incendi boschivi e di interfaccia è di tipo multi-attore e multi-obiettivo e si esplica in modo permanente coinvolgendo a diverso titolo e in differenti fasi temporali tutti gli Enti territoriali ed i Soggetti Operativi di Protezione Civile. Per questa sua natura, quindi, la tematica non può essere trattata in aggregato, ma è stata analizzata nelle sue componenti in relazione alle fasi che ne compongono il processo di gestione ed ai diversi attori con diverso grado di responsabilità che si interfacciano e si relazionano nelle varie fasi.

In merito all'attività di previsione, e più in generale al sistema di allertamento, il ruolo chiave è svolto dalla previsione delle condizioni di pericolosità dei possibili incendi boschivi e dei conseguenti scenari di rischio in aree boscate, rurali e periurbane. Le attività sono introdotte dal Dipartimento e dalle Regioni e Province Autonome attraverso la rete dei Centri Funzionali ed il sistema di allerta è gestito dal DPC attraverso il Centro Funzionale Centrale e il Servizio Rischio incendi boschivi e di interfaccia, che emette giornalmente un bollettino di suscettività all'innesco degli incendi boschivi per tutto il territorio nazionale individuando per ogni Provincia tre livelli di pericolosità (bassa – media – alta).

A livello regionale, i diversi sistemi previsionali vengono riportati nei Piani triennali AIB di ciascuna Amministrazione. Dovendo il piano AIB fornire ai diversi soggetti territoriali, oltre che alla stessa Regione, chiamati a porre in atto specifiche azioni di riduzione delle condizioni di rischio, la disponibilità delle basi informative costituisce un importante supporto alla definizione delle tipologie di interventi utili a tale scopo. Per la conduzione delle analisi previsionali le Regioni fanno riferimento ai dati resi disponibili dai soggetti istituzionalmente competenti per la produzione e la diffusione dei dati stessi. Sulla base di questi dati vengono calcolati appositi indici per ottenere una opportuna modellazione del fenomeno.

Il nuovo SIM intende fornire gli strumenti necessari per uniformare le analisi previsionali implementate dai diversi Enti territoriali, applicando una metodologia unica e condivisa. In tal modo, il territorio nazionale sarà analizzato con i medesimi criteri, rendendo omogenei i risultati delle attività di previsione.

Il Sistema presenta quindi due specifici applicativi verticali per il calcolo della pericolosità da incendio boschivo e da incendio di interfaccia, secondo standard già utilizzati in diversi contesti regionali e locali.

Il riferimento è agli applicativi verticali descritti nei capitoli “Elaborazione Cartografia AIB dei Parchi Nazionali – CU.V6.1” (da pag. 416) , “Calcolo della pericolosità da Incendio di interfaccia – CU. V6.5” (pag. 418), “Calcolo della pericolosità da incendio boschivo – CU. V6.6” (pag. 421).

Per quanto concerne le attività di prevenzione, sia per la parte strutturale che operativa, il riferimento principale è costituito dagli interventi messi in atto dagli Enti locali.

Il SIM prende a riferimento la necessità di produrre elementi informativi di supporto nella pianificazione e realizzazione di interventi preventivi, rendendo disponibili agli Enti competenti strumenti di supporto quali ad esempio il motore di simulazione della propagazione del fronte di fiamma utilizzabile in tempo di pace con dati simulati per meglio descrivere potenziali scenari di evento e di danno e operare al fine di mitigare i potenziali danni simulati. Inoltre, anche le modellazioni di pericolosità e di rischio, in integrazione al modulo di propagazione, forniscono un utile supporto nella pianificazione delle attività di prevenzione, individuando le aree maggiormente sensibili, esposte e di pregio.

Il riferimento principale è all'applicativo verticale descritto nel capitolo “Simulazione della propagazione del fronte di fiamma come supporto alle attività di prevenzione – CU. V6.8” (da pag. 425).

Particolare rilevanza nel SIM viene inoltre assegnata alla formazione e all'addestramento. Le attività di formazione e addestramento risultano essere di fondamentale importanza per il Sistema operativo di Protezione Civile in ambito AIB.

Per tale motivo il SIM integra un Sistema di addestramento immersivo comprendente diverse palestre addestrative, rappresentative di diversi contesti territoriali a livello nazionale.

Il modulo di addestramento dovrà essere accessibile da remoto dai centri di formazione di tutti i soggetti che per legge si occupano di formazione per la lotta attiva agli incendi boschivi (Regioni e Province Autonome e C.N.VV.F.).

Il modulo viene descritto nel capitolo “Sistema di addestramento immersivo (FFAS – Forest Fire Area Simulator Evolution) – CU.V6.4” (pag. 430).

In relazione alle attività di lotta attiva AIB, nel SIM sono state prese a riferimento alcune necessità principali. Per garantire la massima efficacia ed efficienza nella lotta attiva agli incendi è richiesto che si abbia cognizione:

- delle modalità con cui l'evento gestito può evolvere in relazione alle specifiche condizioni meteo
- delle condizioni di rischio locale connesse alla potenziale evoluzione dell'evento
- del grado di efficacia (in termini di minimizzazione del danno) che determinate modalità di intervento potrebbero garantire

La disponibilità di simulazioni in grado di delineare scenari di evoluzione del fronte di fiamma, sulla base delle specifiche caratteristiche del contesto in cui si svolge l'evento e delle specifiche condizioni meteo che interessano l'area, rappresenta un supporto strategico, per il DOS e per tutti i soggetti

operativi, alla determinazione della organizzazione delle operazioni di spegnimento. Inoltre, la conoscenza analitica delle condizioni di rischio connesse ad un dato scenario evolutivo dell'evento consente l'attivazione di specifiche componenti del Sistema Integrato allo scopo di minimizzare il danno a persone o cose.

A tal fine il SIM integra un modulo per la propagazione del fronte di fiamma, utilizzabile durante le attività di lotta attiva, con l'obiettivo di supportare le operatività necessarie per lo spegnimento dell'incendio e per prevenire potenziali rischi prevedendo e simulando il comportamento dell'evento.

Il modulo di simulazione integra ed utilizza i dati rilevati dalle centraline di monitoraggio meteo in situ gestite dalle Amministrazioni regionali e provinciali, con l'obiettivo di avere una rappresentazione accurate delle condizioni esistenti nella zona di evento. I modelli presi a riferimento sono descritti nell'applicativo verticale di cui al capitolo "Simulazione della propagazione del fronte di fiamma come supporto alla Lotta AIB – CU. V6.7" (da pag. 423).

In riferimento alle attività di repressione e di investigazione, di fondamentale importanza per ridurre le potenziali conseguenze dovute ad eventi incendiari, il SIM integra alcuni moduli per fornire supporto alle operatività degli Enti competenti.

Nello specifico il SIM integra un modulo finalizzato al monitoraggio preventivo in ottica di repressione e investigazione, che la struttura del CUFAA dell'Arma dei Carabinieri potrà utilizzare come supporto nella implementazione delle attività di competenza.

Il modulo viene descritto al capitolo "Monitoraggio dinamico delle aree sensibili al rischio incendio boschivo per la prevenzione e le attività investigative (S.DI.M.A.) – CU.V6.3" (da pag. 427).

Ulteriore segmento di processo preso a riferimento nel SIM è costituito dalle attività investigative e di repertazione post-evento che il CUFAA implementa sugli eventi di competenza. In questa direzione si colloca il modulo di simulazione in "reverse engineering" dell'avanzamento del fronte di fiamma, con l'obiettivo di supportare le attività di repertazione identificando le aree di insorgenza restringendo quindi l'area su cui implementare le attività di repertazione, riducendone i tempi e ottimizzandone i risultati.

Il modulo del SIM dedicato a fornire questo tipo di supporto è descritto al capitolo "Individuazione dell'area di insorgenza dell'incendio boschivo (TIGER MEG) – CU.V6.2" (da pag. 433).

Nel quadro generale delle operatività sopra descritte previste per il SIM, si collocano anche le proposte progettuali espresse dal DPC e dagli Enti territoriali di riferimento (Regioni e PP.AA.), ai sensi dell'Articolo 1 comma 1 lettera a) del Decreto Legge 120/2021, convertito dalla Legge 8 Novembre 2021, n.155, recante "Disposizioni per il contrasto degli incendi boschivi e altre misure urgenti di protezione civile".

4 I DATI

Come già descritto in varie parti di questo documento, uno degli aspetti fondanti del progetto del SIM è quello di costituire una fonte di informazioni certificate e facilmente utilizzabili, con varie modalità, dagli utenti del sistema.

Il sistema metterà a disposizione meccanismi di memorizzazione e recupero dei dati estremamente efficienti e sicuri, così da rappresentare una fonte indispensabile per chiunque intenda esplorare le condizioni del nostro ambiente nelle varie viste applicative in cui si articola.

Nel presente capitolo sono descritte le caratteristiche dei dati da gestire e le modalità principali di interazione tra di essi e il SIM, nonché un elenco analitico delle banche dati che il SIM dovrà mettere a disposizione delle varie categorie di utenti.

4.1 Policy di accesso ai dati

Un aspetto importante che andrà gestito in fase di realizzazione del SIM riguarda i vari contratti d'uso che possono essere associati a un determinato tipo di dato. In qualche caso, infatti, una P.A. può aver acquisito, o fatto produrre, un set di dati legandosi a contratti d'uso con limitazioni. In fase di ingestione di qualunque stato informativo, sia ingestione del dato effettivo o anche del riferimento al servizio da cui accedervi, dovrà essere considerata la policy commerciale che tale dato si porta dietro per evitare possibili infrazioni.

Le restrizioni possono essere legate a un determinato numero di utenti (concorrenti o meno), all'uso entro una determinata intranet, alla necessità di esporre in chiaro versione e produttore (in questo caso l'uso di servizi di interoperabilità rimanda il fornitore del servizio la cura di produrre la visualizzazione completa dei dovuti disclaimer nella forma contrattuale), a un periodo di tempo, al numero di click effettuati sul layer, all'utilizzo limitato per una data organizzazione. Il recepimento dei vincoli contrattuali non impatta con il SIM dal punto di vista tecnico, ma dovrà essere monitorato dai gestori del sistema in fase di allargamento della base di dati a nuovi livelli informativi.

Per poter gestire in modo più efficace possibile i problemi legati alle policy di consumo dei dati tali limitazioni verranno descritte all'interno del sottosistema "INGESTION" (pag. 65) prevedendo una estensione del set di metadati previsti dall'ISO19115 (o equivalente concordato dal realizzatore del sistema con la Stazione Appaltante.) per includere quelle informazioni utilizzabili a livello di esposizione dei vari servizi di dati per verificare se l'uso richiesto viola o meno le eventuali policy commerciali associate.

4.2 Tipologie di dati da gestire

Le varie funzionalità previste dal progetto del SIM richiedono il trattamento di una variegata serie di tipologie di dato. Oltre ai tipici [dati alfanumerici](#) (numeri, stringhe testuali, date) il sistema dovrà permettere l'accesso e la circolazione tra sistemi federati di [dati tipicamente usati dai sistemi di informatica territoriale](#), [documenti](#), [prodotti multimediali](#).

I sistemi territoriali hanno il compito di gestire informazioni che posizionano sul territorio e modellano oggetti che sono definiti da una serie di attributi che li descrivono, siano essi espressi in forma di dato alfanumerico o di geometria e di elementi associati quali documenti, immagini, filmati. Il tutto allo scopo di rappresentare morfologia del territorio, oggetti fisici che sul territorio insistono (es. infrastrutture antropiche), fenomeni accaduti o in corso di accadimento, normative (es. piani paesaggistici), suddivisione del territorio in aree tematiche, giusto per fermarsi ad una prima generale suddivisione.

Vista la variabilità che queste componenti informative presentano, le varie discipline che fanno uso di informazioni territoriali hanno nel tempo prodotto modelli estremamente variabili, ciascuno idoneo a una determinata prospettiva di analisi e gestione, generando la necessità di definire nel tempo vari standard di memorizzazione dei dati e modelli concettuali.

Se si esamina la componente geometrica si può rilevare come siano disponibili per le varie applicazioni diversi formati di memorizzazione idonei alla modellazione di elementi la cui forma e localizzazione sono espresse in forma vettoriale (bi, tri o n-dimensionale), oppure discretizzate in

griglie regolari (dati raster), o rappresentanti superfici descritte tramite insiemi di triangoli irregolari per modellare al meglio le forme del terreno (TIN, Triangular Irregular Network). Molto spesso i documenti cartografici sono stati riprodotti tramite sistemi CAD e quindi con una attenzione alla riproduzione grafica più che alla composizione in oggetti distinti oppure con ibridi CAD-GIS.

Un altro aspetto da considerare nella gestione di dati di questo tipo è quello legato alla modalità di riduzione della geometria degli oggetti da una realtà geografica alla necessità di rappresentare mappe bidimensionali, quindi appoggiandosi a sistemi di riferimento cartografico di vario genere. Lo sforzo di proiettare elementi posizionati sul geoide terrestre in un foglio virtuale come quello rappresentato da una cartografia digitale ha dato luogo a sistemi di riferimento e modalità di proiezione vari, ciascuno idoneo all'utilizzo in determinate aree geografiche, a determinate scale e per determinati usi (in cui può essere vitale, per esempio, il mantenimento dei valori di superficie piuttosto che, per esempio, degli angoli con cui si traggono vari punti).

Come si può immaginare una variabilità di modelli e modalità di memorizzazione (formato) dei dati aggiunti a diverse possibilità di proiezione rappresentano una complessità che deve essere gestita con attenzione per evitare di perdere informazioni importanti. Se a questo si aggiunge la variabile tempo (lo stato dell'ambiente è per definizione dinamica) e la mole di dati, che può diventare veramente significativa, si capisce come l'aspetto trattamento dati geografici richieda molti accorgimenti.

Per la parte descrittiva, costituita da attributi espressi con valori numerici, di stringhe testuali o di rappresentazione di data e orario, i modelli sono più standardizzati rifacendosi alla rappresentazione tabellare tipica dei modelli relazionali (tabelle contenenti tante righe quanti sono gli elementi e tante colonne, contenenti ciascuna un determinato tipo di dato, quanti sono gli attributi descrittivi necessari a rappresentare le informazioni necessarie per descrivere ogni singolo oggetto di quella classe. I tipi di dati utilizzati sono quindi quelli tipicamente associati a rappresentazioni tabellari (file .csv derivati dal mondo dei fogli elettronici, .DBF (spesso associati anche ad altre tipologie di file per comporre archivi shape), elenchi di testi con colonne delimitate da un carattere specifico, formati di fogli elettronici.

A questi si devono aggiungere tipologie di dato necessarie per contenere elementi documentali (prescrizioni, relazioni sullo stato di fatto, normative, ecc.), immagini, filmati, scenari di realtà virtuale, registrazioni sonore.

Il SIM ha uno dei suoi pilastri progettuali la condivisione di dati, modelli di calcolo, workflow operativi e, più in generale, di risorse per il trattamento dei dati di monitoraggio e previsione resi disponibili dalla federazione di più sistemi gestiti dai vari stakeholder che partecipano al progetto. Deve quindi consentire il pieno controllo della reperibilità, accessibilità ed utilizzo di tali risorse.

Trattandosi di una varietà di standard che coprono le esigenze a livello mondiale, si è ritenuto ridurre il supporto minimo previsto dal SIM a un sottoinsieme di formati che coprono i dati di interesse del progetto e le sue necessità di interoperabilità, concentrandosi su quelli che hanno trovato una applicazione significativa da parte di P.A., Enti e produttori che operano sul nostro territorio nazionale.

Le seguenti tabelle riportano l'insieme minimo dei formati file che devono essere supportati dal SIM. Per la componente alfanumerica, documentale e multimediale dovranno essere supportati almeno i seguenti formati (nelle eventuali varianti più diffuse):

NOME	DESCRIZIONE
BMP	Microsoft Windows Device Independent Bitmap, con il support dei dati di georeferenziazione BPW
CSV	Comma Separated Value
CXF	Formato in uso in alcune applicazioni del Catasto Italiano
DBF	dBase file formate
ECW	Enhanced Compressed Wavelets
GIF	Graphic Interchange Format
glTF	3D scene and model file format

Jason	JavaScript Object Notation
JPEG	JPEG File Format
htm/html	HyperText Markup Language
Mp4	MPEG-4 Part 14 file format
PNG	Portable Network Graphics
PDF	Portable Document Format
SVG	Scalable Vector Graphics
Tiff	TIFF File Format
TXT	File di testo
XML	Xtensible Markup Language
WebM	WebM file format
wrl.	VRML - Virtual Reality Modeling Language

Tabella 6 - Compatibilità SIM con formati file dati alfanumerici e multimediali

Per quanto riguarda dati geografici vettoriali memorizzati su file system:

NOME	DESCRIZIONE
CAD	AutoCAD DWG
CSV	Comma Separated Value (.csv)
DGN	Microstation DGN
DXF	AutoCAD Interchange Format
FileGDB	ESRI File Geodatabase
GeoJSON	GeoJSON
GML	Geography Markup Language
GPX	GPS Exchange Format
LAS	LASer format
KML	Keyhole Markup Language
OpenFileGDB	ESRI File Geodatabase (File GDB)
PGeo	ESRI Personal GeoDatabase
ESRI Shapefile	ESRI Shapefile

Tabella 7 - Compatibilità SIM con formati file dati geografici vettoriali

Per la componente geografica non vettoriale (ortofoto, immagini satellitari) dovranno essere supportati almeno i seguenti formati, nella forma georeferenziata:

NOME	DESCRIZIONE
AAIGrid	Arc/Info ASCII Grid
BMP	Microsoft Windows Device Independent Bitmap
ECW	Enhanced Compressed Wavelets
GS7BG	Golden Software Surfer 7 Binary Grid File Format
GTiff	GeoTIFF File Format
HFA	Erdas Imagine .img
RST	Idrisi Raster Format
JPEG	JPEG JFIF File Format
JP2	ERDAS JPEG2000 (.jp2)
PNG	Portable Network Graphics
SENTINEL2	Sentinel-2 Products
XYZ	ASCII Gridded XYZ

Tabella 8 - Compatibilità SIM con formati file dati geografici non vettoriali

Oltre a dati residenti su file, il SIM deve essere in grado di accedere, una volta ricevuti i permessi necessari, anche a database esterni da cui poter prelevare, con operazioni di sola lettura, i dati relativi ad elementi geografici, informazioni tabellari, oggetti binari.

Anche in questo caso si fornisce l'elenco minimo dei repository di database con cui il SIM deve poter dialogare.

NOME	DESCRIZIONE
MSSQLSpatial	Microsoft SQL Server (e relativo Spatial Database)
MySQL	MySQL
OCI	Oracle Spatial
ODBC	ODBC RDBMS
PostgreSQL	PostgreSQL e sua estensione PostGIS
SQLite /GPKG	SQLite / SpatiaLite e sua specializzazione GeoPackage

Tabella 9 - Compatibilità SIM con repository basati su database

Si noti che l'elenco dei formati da gestire ha senso nelle fasi di ingestione e di export in quanto i dati territoriali contenuti all'interno del repository saranno memorizzati in un formato comune, nativo del sistema di memorizzazione che si intenderà utilizzare per la memorizzazione dei dati.

Come già descritto in "Forte uso di protocolli di interoperabilità" da pag.13, il progetto del SIM si basa fortemente sul concetto di interoperabilità e in particolare, per quanto riguarda l'interoperabilità cartografica, su servizi standard OGC (<https://www.ogc.org/docs/is>) con specifico riferimento ai formati dati supportati. Di quelli normati dall'OGC il SIM supporta almeno i seguenti protocolli di interoperabilità cartografica:

- **WEB MAP SERVICE (WMS):** fornisce una interfaccia HTTP per richiedere a server raggiungibili via Internet rappresentazioni di territorio sotto forma di immagini (in uno dei formati standard supportati, quali JPG, PNG, ecc.); è quindi finalizzato ad ottenere esattamente l'immagine finale desiderata, con ciascuno degli oggetti territoriali "vestito" con la grafica standard decisa dal server che risponde alla richiesta. Una tipica richiesta WMS descrive i layer geografici di interesse e l'area di cui si richiede la rappresentazione e ottiene in cambio una serie di immagini che, composte tra loro, possono essere visualizzate in un browser standard (o, meglio, in una applicazione ospitata da una browser standard). Il protocollo prevede chiamate per conoscere le capacità di rappresentazione del server a cui di rivolge la richiesta (es. se è in grado di trasformare i dati in un determinato sistema di riferimento cartografico prima di comporre l'immagine) e per ricevere alcune informazioni descrittive di un oggetto posizionato in un determinato punto geografico.
- **WEB MAP TILE SERVICE (WMTS):** sviluppato per superare alcune difficoltà nell'uso del WMS quando sono richieste risposte estremamente rapide in contesti di forte carico elaborativo dei server, questo standard si basa sull'idea di mantenere presso il server servente una serie di immagini pre-renderizzate, organizzate in riquadri (Tile) che possono essere forniti in risposta a una domanda di una mappa, utilizzando quelli che entrano nell'area richiesta. In considerazione dell'efficienza che questo approccio presenta, pur con la necessità di tracciare i tile che diventano obsoleti in funzione dei cambiamenti degli oggetti sottostanti, vari produttori hanno proposto implementazioni analoghe che possono essere racchiuse nella famiglia che va sotto il nome di protocolli TMS, pur con alcune differenze che fanno discostare i loro protocolli dalla specifica iniziale.
- **WEB FEATURE SERVICE (WFS):** come i precedenti mette a disposizione una semplice interfaccia http per richiedere a server accessibili via Internet dati geografici; la sostanziale differenza rispetto al WMS sta nel fatto che la risposta non restituisce una mappa sotto forma di immagine (quindi con già fissata la rappresentazione grafica di ciascuno degli oggetti che ricadono nell'area geografica di interesse) bensì la descrizione di ciascuno degli oggetti di interesse sotto forma di coordinate geografiche, che ne definiscono forma e posizione sul territorio, ed eventuali attributi alfanumerici. Questo approccio demanda al codice software che gira sul browser da cui è partita la richiesta la responsabilità della rappresentazione su mappa degli oggetti, aumentando però la possibilità di processare ciascuno di loro direttamente sul client.
- **TILE MAP SERVICE (TMS):** protocollo dettato dall'organizzazione OSGeo, e non dall'OGC, è un derivato dal protocollo WMTS ma di più semplice implementazione, si basa sullo stesso principio

base del WMTS, ossia la preelaborazione di riquadri georeferenziati che coprono una determinata porzione di territorio a una determinata scala di riferimento; deriva quindi da tale protocollo i vantaggi in termini di velocità di risposta pur con la necessità di mantenere aggiornate le tile in funzione delle modifiche via via che intercorrono sugli elementi geografici. Come già detto, vari produttori di servizi cartografici, quali Google Maps, OpenStreetMap, Microsoft Bing Maps supportano questo protocollo con leggere differenze, in funzione del produttore

- **WEB COVERAGE SERVICE (WCS):** altro standard OGC che definisce una interfaccia per scambiare dati dettagliati su ciascun elemento geografico che rientra nell'area di interesse. L'interfaccia resa disponibile da questo standard permette di ottenere descrizioni dettagliate dei singoli oggetti e di effettuare richieste complesse per la loro estrazione restituendo sia i dati che la loro semantica di origine in modo da permettere l'interpretazione del dato e la sua manipolazione, oltre al mero disegno. Si pone come alternativa, più complessa, al WFS.
- **CATALOG SERVICE FOR THE WEB (CSW):** questo protocollo definisce una interfaccia per accedere non ai dati bensì ai metadati che descrivono le varie sorgenti di informazioni, consentendo ricerche, navigazione e interrogazione sul contenuto informativo descritto tramite un set di metadati standard (ISO 19115 per i dati e ISO19119 per i servizi geografici). Il supporto a questo protocollo assume particolare importanza nel disegno proposto per il SIM; infatti, uno dei presupposti su cui si basa il disegno preliminare del sistema è che il repository delle informazioni gestite dal sistema sia un contenitore generale delle caratteristiche e metodi di accesso ai dati che potranno essere comunque distribuiti sui server federati. Quindi una specifica standard per accedere al contenuto dei metadati del sistema, sia per dati che per servizi, è di fondamentale importanza.
- **SWE (SENSOR WEB ENABLEMENT):** suite di protocolli che nasce con l'obiettivo di creare opportuni standard che siano in grado di collegare al Web tutti i tipi di sensori di misura e monitoraggio, fornendo una serie di strumenti tecnologici necessari per acquisire, gestire, osservare dati da una rete di sensori collegati tramite una rete e geograficamente distribuiti sul territorio.

Per servizi di elaborazione, quali modelli e workflow, SIM supporta almeno il protocollo WPS.

- **WPS (WEB PROCESSING SERVICE)** fornisce regole per la standardizzazione di input e output (richieste e risposte) per richiamare servizi di elaborazione. Tale standard definisce come un client può richiedere l'esecuzione di un processo e come viene gestito l'output del processo. definisce un'interfaccia che facilita la pubblicazione di processi e la scoperta e l'associazione di tali processi da parte dei client. i dati richiesti dal wps possono essere forniti attraverso una rete o possono essere disponibili sul server. wps può descrivere qualsiasi calcolo (ovvero processo) inclusi tutti i suoi input e output e attivarne l'esecuzione come servizio web. wps supporta l'esposizione simultanea dei processi tramite http get, http post e soap, consentendo così al client di scegliere il meccanismo di interfaccia più appropriato. i processi specifici forniti da un'implementazione WPS sono definiti dal proprietario di tale implementazione.

Oltre ai formati di input/output sopra descritti e ai protocolli di interoperabilità sopra citati. SIM fa uso estensivo di Webservice. Tale approccio coinvolge una serie di protocolli, tra cui citiamo:

- BEEP, FTP, HTTP, SMTP, XMPP per implementare il trasporto dei messaggi
- XML Messaging: per la codifica dei messaggi, conformemente agli standard SOAP, JAX-RPC, XML-RPC o REST.
- WSDL per la descrizione pubblica dei servizi

Per ulteriori dettagli si rimanda al § 2.4.2 ("Ingestion" da pag. 26)

4.3 Alcuni accorgimenti nel trattamento dei dati

Siamo già più volte ritornati sull'importanza che la circolazione dei dati presenta per le finalità del SIM; questa importanza deriva dalla ricchezza del patrimonio informativo che sarà reso disponibile in modo semplice e veloce, pur se estremamente controllato in modo da evitare accessi da utenti non abilitati ad utilizzare certe tipologie di informazioni.

Una delle caratteristiche strutturali del SIM che rendono possibile questa gestione è l'uso dell'interoperabilità cartografica. Questo meccanismo consente di non spostare i dati dal sistema di produzione al SIM ma semplicemente di ricevere, on demand, dai vari servizi i soli dati di interesse per l'azione che si sta svolgendo. In molti casi viene servita già la rappresentazione cartografica dell'area, quindi senza necessità di effort computazionale per produrre la grafica associata ad ogni elemento e senza possibilità di alterare il dato.

Lo schema seguente descrive le azioni principali che avvengono a fronte di una richiesta di cartografia (indipendentemente se composta da livelli vettoriali o raster).

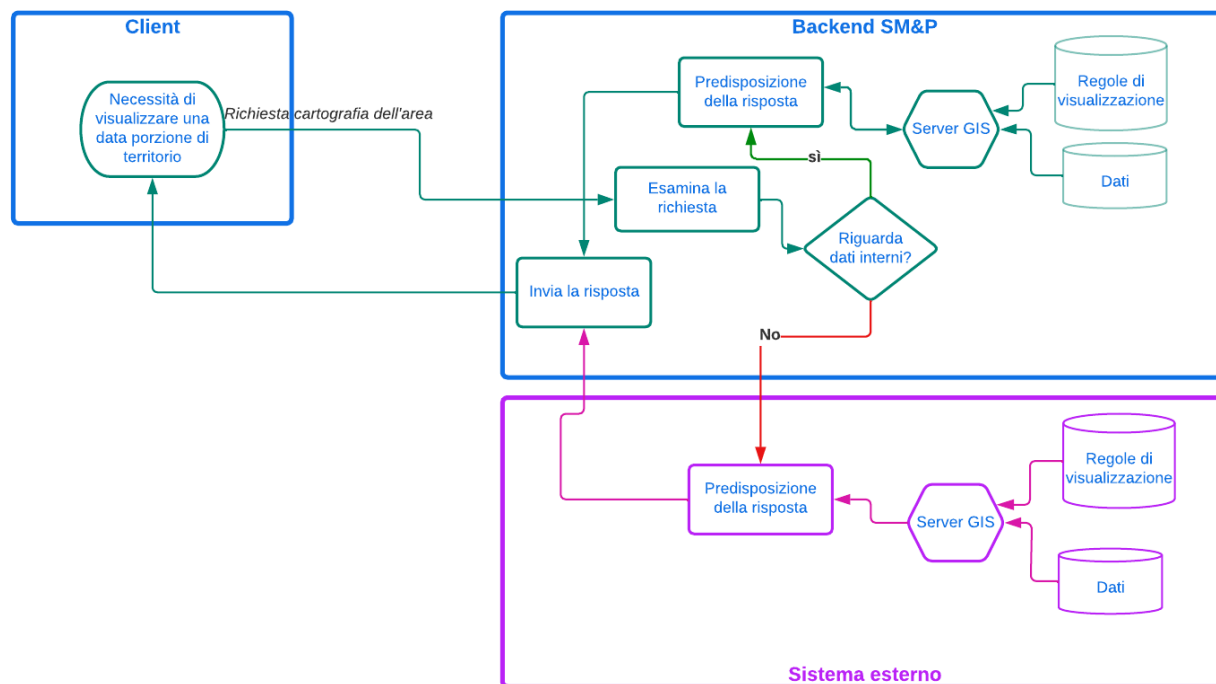


Figura 30 - Flusso di una richiesta di cartografia in interoperabilità

1. L'applicazione che sta girando sul browser di un client necessita di mostrare per una specifica area cartografica una mappa composta da alcuni strati informativi.
2. Spedisce la richiesta al server tramite protocollo OGC (es. WMS)
3. Il server verifica quali livelli sono coinvolti e dove risiedono i dati relativi a ciascuno di essi.
4. I livelli che si riferiscono a dati presenti nel repository del SIM sono estratti dalla banca dati (per la porzione di area richiesta), eventualmente graficizzati tramite il server GIS del SIM (qualora il servizio sia tipo WMS) e resi disponibili per l'invio al chiamante.
5. I livelli che fanno riferimento a servizi OGC esposti da altri sistemi (siano essi sistemi federati o fornitori esterni di dati) sono impacchettati in una nuova richiesta inviata al servizio di competenza, fornito da un server esterno al SIM. Il servizio esterno effettua l'estrazione dei dati e la loro vestizione e li invia al SIM per l'invio al chiamante.
6. Una volta disponibili tutti i componenti la mappa richiesta il SIM risponde alla richiesta del server inviando i dati desiderati.

Questo schema è estremamente semplificato, volendo solo dare un'idea del meccanismo generale su cui tutti i protocolli di interoperabilità sono basati. Per esempio, non si è volutamente entrati nel dettaglio delle ottimizzazioni necessarie per ottenere risposte ottimizzate e, tra queste, sulla necessità di gestire chiamate asincrone, oppure le possibilità che, in qualche caso, il client riceva direttamente dal server esterno i dati invece di subire un reindirizzamento al livello SIM. Il livello di dettaglio usato ci serve per entrare in argomento su alcuni punti che devono essere considerati al momento della progettazione di dettaglio e nell'implementazione successiva.

Esaminandolo in modo critico emergono due aspetti che vanno tenuti presenti in fase di realizzazione del sistema e che sono descritti nei capitoli seguenti.

4.3.1 Servizi cross-domain

Il primo aspetto da considerare riguarda il reindirizzamento delle chiamate tra server, quindi cross domain. Visto che molti server non accettano chiamate cross domain è necessario prevedere un proxy che si occupi di mascherare questo aspetto, rendendo trasparente la sorgente dei dati e delle richieste. Si noti che questo problema non interessa le chiamate WMS che fanno eccezione a questa regola e che quindi possono essere reindirizzate direttamente al client richiedente direttamente sul server esterno.

4.3.2 Recovery in caso di indisponibilità dei dati

Se si esamina lo schema di flusso riportato in Figura 30 a pag. 126 ci si rende conto che la fornitura della mappa di esempio dipende da due fattori: la capacità dell'infrastruttura e del software del SIM di accedere ai dati e di produrre i layer richiesti e la disponibilità della fornitura che arriva dal server esterno.

Mentre la business continuity del SIM è garantita dalla sua infrastruttura e comunque è sotto il controllo dei gestori del sistema questo non può essere garantito per quanto riguarda i fornitori di dati esterni. La mancata risposta di un servizio di interoperabilità può essere dovuta a molteplici cause: crash del sistema, interruzione della connettività tra SIM e sistema esterno, modifica delle caratteristiche del servizio (es. cambio dell'URL di riferimento, modifica delle credenziali di accesso, sospensione della fornitura all'esterno dei dati per policy del fornitore, ecc.).

Questo problema affligge la gestione di tutte le tipologie di oggetti in carico al SIM (§ 2.5.2.2 da pag.61).

Quindi si pone un importante quesito a cui la progettazione del SIM deve rispondere e cioè:

SI PUÒ BASARE UN SISTEMA NAZIONALE SU SERVIZI CHE IL SISTEMA STESSO NON CONTROLLA?

La risposta a nostro parere è SI ma è necessario fare alcune precisazioni.

Come abbiamo visto in varie parti di questo documento (si veda per esempio il capitolo "Scelte progettuali" da pag. 10) un approccio a servizi distribuiti presenta molti benefici e risolve alcune questioni che non potrebbero essere risolvibili diversamente, come ad esempio la quantità di dati che "potrebbero" essere utili in varie occasioni che non è detto che si presentino prima che il dato diventi obsoleto; questo costringerebbe il sistema a duplicare i dati presenti in molteplici altri sistemi facendo crescere la dimensione del suo repository in modo insostenibile. Si pensi per esempio alla quantità di byte che stanno dietro alle forniture di dati satellitari rilevati con tempo di revisit estremamente ridotto.

Quindi se l'approccio a servizi di interoperabilità è di fatto un approccio obbligato per le funzionalità che il SIM deve fornire come si può limitare l'inconveniente risultante da servizi che possono diventare non disponibili?

La risposta è, come spesso succede, in un approccio misto in cui il sistema di basa su servizi esterni ma che prevede per alcuni livelli che verranno considerati "critici" anche una forma di replica nel repository del SIM.

Il meccanismo applicativo che deve essere realizzato segue questa sequenza logica:

- vengono identificati i livelli informativi che sono considerati strategici (a prescindere dal tipo di dati di cui sono composti);
- tali livelli vengono marcati a livello di metadati (ecco la necessità per il SIM di avere uno schema di metadati esteso, oltre alle specifiche ISO per le varie tipologie di oggetti, per accogliere le nuove informazioni finalizzate a descrivere il livello di criticità del dataset e le modalità di creazione di una copia di servizio);
- per i livelli critici, in funzione delle loro caratteristiche e del tipo di servizio attraverso il quale vengono acceduti, viene definita una policy di sicurezza che indica le caratteristiche che la copia deve avere in termini di aggiornamento, completezza e qualità del dato;
- viene attivato un meccanismo automatico di gestione delle copie di cache e di svecchiamento delle precedenti;

- se durante l'esecuzione di una applicazione software viene evidenziata una impossibilità di accedere a un certo servizio dati si aprono due alternative:
 - ♦ se il servizio fornisce dati non critici viene emessa una segnalazione e il sistema continua le sue attività senza l'ausilio di quel layer cartografico
 - ♦ se si tratta di dati critici l'applicazione viene automaticamente reindirizzata verso la copia di cash, emettendo un evento che segnala le differenze tra le due sorgenti dati (es. la data di ultimo aggiornamento della copia, la sua ridotta risoluzione, la mancanza di alcuni attributi non essenziali, ecc.)
- in base alla tipologia di disservizio, e con l'ausilio decisionale del gestore del sistema, si possono realizzare strategie atte all'ascolto, per comprendere quando il servizio torna disponibile ed effettuare quindi una segnalazione allo strato software che ha in carico lo swap tra il servizio originale e la sua copia locale

Il meccanismo di creazione di livelli di servizio ovviamente non è totalmente equivalente all'utilizzo del servizio dati originale.

Una prima differenza riguarda l'aggiornamento del dato: solo il servizio originale mette a disposizione il dato aggiornato; il livello di copia potrà avere alcune differenze derivanti dal periodo in cui la copia è stata effettuata. Questo problema può avere o meno rilevanza in funzione della frequenza con cui i dati del livello sono modificati; in base a tale tasso di modifica si potranno stabilire intervalli di copia più o meno frequenti. In fase di startup del sistema si potranno effettuare considerazioni su ciascun livello critico per scegliere la strategia di aggiornamento delle copie migliore, sia come qualità del dato presente nella copia sia come dispendio di risorse di calcolo e di rete per tenere aggiornata la copia di sicurezza.

Questa strategia si applica a tutte le tipologie di dato gestite dal SIM (alfanumerici, geografici, documenti, multimediali); non può essere efficacemente applicata per servizi di calcolo in quanto richiederebbe una reimplementazione di tutti i modelli entro il SIM e il loro aggiornamento, rendendo di fatto vano l'approccio a poli federati cooperanti.

Il meccanismo di gestione delle indisponibilità dei servizi e di monitoraggio degli stati di funzionamento dei vari servizi sono in carico al sottosistema "GIS" (pag. 79) e al sottosistema "CONFIGURAZIONE E MONITORAGGIO" (pag. 96).

4.4 Banche dati richieste dalle varie Aree verticali

4.4.1 Verticale 1 - Monitoraggio instabilità idrogeologica - Banche dati

Di seguito l'elenco dei dati di input necessari per il Verticale 1, in cui sono inclusi sia i dati provenienti dai sistemi federati che i dati che saranno allocati nel Repository Centrale.

VARIABILE	FONTE
DTM/DSM/DEM	ESA/PNOT
Ortofoto	AGEA
Bacini idrografici e corpi idrici	AdB/ISPRA/PCN
PAI e PGRA	AdB
Immagini satellitari	ESA/PNOT
Sistema di monitoraggio grandi dighe	MIMS
Dati in tempo reale da input manuali	Enti profilati/Osservatorio del cittadino
DBSN	IGM
Catalogo IFFI	ISPRA
Beni culturali	MiC
Dati nivometrici	Nevemont - Carabinieri
Dati da ReNDiS	ISPRA
Annali idrologici	ISPRA
Rilievi topografici e batimetrici	ISPRA

Carta della copertura del suolo	ISPRA
Carta dei suoli	CREA
Dati meteo-idro-geo	Strumentazione mobile in situ
Dati reti GNSS	IGM
Cartografia aree in frana PAI	AdB
Dati da osservazioni meteo	Sistemi di monitoraggio in situ
Osservazioni da stazioni di superficie	Reti regionali centralizzate al DPC, Aeronautica Militare, rete agrometeo del CREA
Radiosondaggi	Aeronautica Militare
Boe ondamiche	ISPRA
Misure RADAR	Rete Radar Nazionale
Misure di fulminazione	Aeronautica Militare
Dati satellitari	DPC, Aeronautica Militare, EUMETSAT
GFS (Global Forecasting System)	NCEP (National Centers for Environmental Prediction)
IFS (Integrated Forecast System)	ECMWF (European Centre for Medium-Range Weather Forecasts)
GLOBO	CNR-ISAC
Modellistica LAM (COSMO, WRF, BOLAM, MOLOCH, ecc.)	Vari enti
Mappe di Ground Motion a varie risoluzioni	Servizio S3 IRIDE (S3.D.L1a, S3.D.L1a.L2a, S3.D.L1b, S3.D.L1b.L2b, S3.D.L1c, S3.D.L1c.L2a, S3.D.L1d, S3.D.L1d.L2a, S3.R.L1a, S3.R.L1a.L2a, S3.R.L1b, S3.R.L1b.L2a, S3.R.L1c, S3.R.L1c.L2a, S3.R.L1c.L2b)
Mappe post-evento del ground motion (on demand)	Servizio S3 IRIDE (S3.R.L1d.L2a)
Statistiche sui PS/DS e analisi aree anomale	Servizio S3 IRIDE (S3.D.L1a.L2b, S3.D.L1a.L2d)
Componente di spostamento lungo la direzione di massima pendenza	Servizio S3 IRIDE (S3.D.L1a.L2c)
Perimetrazione di aree in subsidenza	Servizio S3 IRIDE (S3.D.L1a.L2e)
Serie temporali da dati SAR	Servizio S3 IRIDE (S3.D.L1b.L2a)

Tabella 10 - Dati in input per il Verticale 1 (Monitoraggio instabilità idrogeologica)

4.4.2 Verticale 2 - Agricoltura di precisione - Banche dati

La tabella seguente riporta i fabbisogni informativi per l'area "agricoltura di precisione"

VARIABILE	FONTE	INTEGRATO	MODALITÀ DI INTEGRAZIONE
Carta dei suoli d'Italia	CREA	NO	Servizio WMS
Database Rilievi Pedologici	CREA	NO	Servizio API di interrogazione database
Mappatura di copertura ed uso del suolo a risoluzione molto elevata (sistema di classificazione EAGLE e SNPA)	PNOT	SI	Servizio WMS
Rete Rilievo della falda superficiale	Regioni	NO	Dove disponibile, servizio API di interrogazione database

Tabella 11 - Fabbisogni informativi Verticale 2 (Agricoltura di precisione)

In riferimento alla Carta dei suoli d'Italia e al Database Rilievi Pedologici, è doveroso precisare che il progetto si propone la realizzazione di un Sistema Informativo Pedologico Nazionale - SIPN organizzato "a rete", al quale il Mipaaf, le Regioni e le Province autonome e gli Enti vigilati partecipano per condividere informazioni, dati e modelli nell'ambito del settore al fine di ottimizzare le risorse e garantire a tutti gli attori pubblici e privati, a vario titolo coinvolti come utenti e con diverso grado di accessibilità alle informazioni, le stesse opportunità di crescita e di sviluppo dell'agricoltura di precisione, in coerenza con le politiche di settore europee e nazionali.

Gli obiettivi generali sono:

- garantire una omogeneità nella capacità e possibilità operativa a livello di ciascuna Regione e Provincia autonoma, armonizzata con le prescrizioni della normativa INSPIRE5 ed in stretta relazione, anche funzionale, con quella nazionale capace di offrire un unico punto di accesso al EU Soil Observatory (EUSO);
- consentire l'elaborazione di un quadro coerente nazionale rispetto a priorità, fabbisogni e obiettivi in relazione gli strati informativi pedologici;
- realizzare la piena condivisione di strumenti e servizi di monitoraggio e di supporto alle decisioni nella logica dell'interoperabilità dei sistemi;
- perseguire un coordinamento nell'orientamento nelle linee di sviluppo della ricerca finalizzata all'operatività e nell'allestimento di servizi comuni;

Gli obiettivi specifici e le azioni progettuali collegate da svolgere sono:

- Piattaforme per la condivisione dei dati e dei sistemi di supporto alle decisioni (elaborazione dati e analisi, modellistica): messa a punto di un repository centralizzato, gestito da CREA e RRN-SIAN per l'aggregazione ("a Rete"), pubblicazione e ricerca della informazione pedologica, armonizzata.
- Aggiornamento della manualistica di riferimento per un rilievo pedologico armonizzato a livello nazionale: Redazione di un manuale tecnico per il rilevamento dei suoli e l'informatizzazione della informazione pedologiche che aggiorni il precedente (del 2007) e implementi soluzioni tecnologiche attuali ed armonizzate. Recepisca gli standard nazionali ed internazionali ed offra chiarezza su applicativi utili e funzionali al rilevamento.
- Aumento della densità di osservazioni pedologiche (profili e pozzetti) nelle aree agricole e forestali del Paese, avvio del piano di monitoraggi che consenta l'aggiornamento dei parametri pedologici (carbon stock, nitrogen stock, dotazione di nutrienti, erosione, salinizzazione, ecc.): Monitoraggio dei suoli al fine di avviare nuove campagne di rilevamento. La precedente campagna nazionale (finanziata dal Ministero per le Politiche Agricole all'interno programma interregionale "Agricoltura e Qualità" misura 5) era stata avviata nel 1999, al fine di redigere le carte dei suoli regionali 1:250.000 (non tutte ad oggi realizzate). Scala di riferimento per la campagna di monitoraggio: 1:100.000. Popolazione di una banca dati dei suoli armonizzata, diffusa ma centralizzata (unico punto di accesso nazionale, molteplici punti di accesso regionali).
- Realizzazione di una scuola di aggiornamento, e formazione su metodi di rilevamento in campo pedologico, strumenti tradizionali ed innovativi, ecc.: avvio di un corso di formazione altamente specializzante in Pedologia applicata alla definizione di strati informativi pedologici e popolazione di banche dati.

Sintesi di possibili azioni e sotto azioni del progetto:

AZIONI	SOTTOAZIONI	SPECIFICHE
Digitalizzazione e infrastrutture tecnologiche	Implementazione di una piattaforma tecnologica condivisa	<p>Piattaforme per la condivisione dei dati e dei sistemi di supporto alle decisioni (elaborazione dati e analisi, modellistica).</p> <p>Elaborazione di un sistema per facilitare l'armonizzazione delle banche dati regionali verso la struttura di banca dati comune (in PostgreSQL).</p> <p>Tecnologie da adottare: GeoServer, ckan, GeoNode, infrastruttura per generazione di DOI.</p>
	Linee guida metodologiche condivise per l'interoperabilità tra i sistemi e di metodologie di analisi	Aggiornamento della manualistica di riferimento per un rilievo pedologico armonizzato a livello nazionale
	Esposizione dei dati nazionali e regionali in un	I servizi del suolo regionali manterranno il dato in repositories regionali, ma tramite il sistema

AZIONI	SOTTOAZIONI	SPECIFICHE
	portale comune	informatico nazionale, l'utente finale potrà fruirne tramite un portale nazionale comune.
	Rafforzamento delle dotazioni tecniche dei servizi regionali	Eventuali acquisizione di eventuali strumenti da parte delle Regioni
Aggiornamento banca dati dei suoli nazionale a scala 1:100.000	Analisi dello stato attuale e collegamento delle repositories regionali alla repository pedologica nazionale.	Analisi delle cartografie pedologiche regionali attualmente esistenti ad una scala inferiore a 1:100.000, siano esse pubblicate o meno nei portali regionali e/o nel portale nazionale. Armonizzazione delle suddette cartografie e collegamento delle repositories regionali alla repository pedologica nazionale. Individuazione delle regioni e/o areali geografici sub-regionali, carenti di cartografie pedologiche regionali a scala inferiore a 1:100.000.
	Approfondimento cartografico	Produzione di carte dei paesaggi di terre ad una scala 1:100.000 per quelle regioni e/o areali geografici sub-regionali dove non sono presenti.
	Rilevamento pedologico	Determinazione di un piano di rilevamenti pedologico, volto a caratterizzare le componenti di terra, con una densità variabile a seconda della diversità dei pedopaesaggi, ma con una densità media a livello nazionale non maggiore a 1 profilo/ 60 chilometri quadrati.
Monitoraggio dei suoli	Determinazione della rete di monitoraggio e relativo piano attuativo di coordinamento.	Analisi delle reti regionali di monitoraggio del suolo presenti e attive sul territorio nazionale. Avvalendoci della esperienza in corso nell'ambito del progetto EJP SOIL, nell'ambito del WP6, grazie al quale è stato prodotto un report delle reti di monitoraggio del suolo nazionali attive nelle nazioni europee che partecipano al progetto, a cui hanno risposto per l'Italia le regioni Lombardia, Veneto e Puglia, l'indagine verrà estesa a tutte le regioni italiane. Un piano di armonizzazione e coordinamento verrà redatto, in collaborazione con le regioni, definendo e armonizzando i criteri di individuazione dei siti di monitoraggio, i protocolli di campionamento, i parametri del suolo da monitorare e i metodi analitici. In linea con quanto in corso nell'ambito di EJP SOIL, una percentuale da definire dei siti di monitoraggio coinciderà con una selezione dei siti di monitoraggio del suolo LUCAS (JRC), così da mantenere attivo il confronto in atto, nell'ambito di una armonizzazione europea all'interno dell'European Soil Observatory.
	Attuazione del monitoraggio	Il monitoraggio dei suoli potrà essere effettuato con cadenza regolare ogni 4 anni, così come avviene per la rete LUCAS europea. Il processo di allineamento nazionale dovrebbe portare ad un allineamento temporale. Il primo anno di monitoraggio sarà nel 2023 per quelle regioni dove la rete va strutturata. Il successivo potrà avvenire nel 2026, e i seguenti ogni 4 anni, in maniera da allinearsi alla cadenza della rete LUCAS. Nelle regioni in cui la rete di monitoraggio dei

AZIONI	SOTTOAZIONI	SPECIFICHE
		suoli è già attiva si attuerà un passaggio graduale, concordato con le regioni stesse, che porterà ad un allineamento.
Training	Rafforzamento capacità tecniche dei servizi regionali	Ad oggi non tutte le regioni sono dotate di personale competente in ambito pedologico ed in grado di gestire campagne di rilevamento e banche dati pedologiche.
	Coordinamento delle competenze e delle responsabilità in ambito pedologico a livello nazionale e regionale	Potenziamento della Rete Rurale Nazionale – SIAN, anche in riferimento a capacità specifiche del settore Pedologia.
	Formazione e aggiornamento del personale	Supporto e potenziamento tecnologico per la realizzazione di una scuola di aggiornamento e formazione su metodi di rilevamento in campo pedologico, strumenti tradizionali ed innovativi, ecc.

Relativamente ai fabbisogni sopra riportati sono da effettuare le seguenti precisazioni.

- Rilievo pedologico: il protocollo di riferimento è quello seguito per i campionamenti effettuati per la banca dati già presente, in sostanza, quello varato dal CREA.
- Le analisi da effettuare sui campioni di suolo prelevati, sempre in conformità con il protocollo CREA (cioè campionamento effettuato secondo orizzonti pedologici), sono quelle di caratterizzazione generale: pH in acqua e, per i suoli acidi, anche in KCl; tessitura a 5 frazioni (sabbia grossa, sabbia media, sabbia fine, limo, argilla); carbonio organico, azoto totale, fosforo disponibile.
- Al momento, non esiste una certificazione sui suoli, di non nessun tipo; conformemente al protocollo CREA, ogni sito di prelievo deve essere georeferenziato e descritto per le esistenti condizioni geomorfologiche, agronomiche e vegetazionali.

4.4.3 Verticale 3 - Monitoraggio inquinamento marino e litorale - Banche dati

La Tabella 12 riporta i fabbisogni informativi per l'area "Monitoraggio inquinamento marino e litorale".

VARIABILE	FONTE
Batimetria da dati LIDAR	ISPRA - Progetto MER Istituto Idrografico della Marina
Batimetria (scala regionale e costiera)	EMODNET – Physics
Osservazioni in-situ stato del mare	Rete Ondametrica Nazionale (RON) - ISPRA
Osservazioni in-situ livello del mare	Rete Mareografica Nazionale (RMN) - ISPRA
Osservazioni di correnti marine e onde da radar costieri	Reti radar HF italiane in parte accessibili tramite CMEMS (In situ) ISPRA - Progetto MER
Osservazioni biogeochimiche	ISPRA-SNPA ENEA EMODNET – Chemistry
Dati di contaminazione	ISPRA-SNPA ENEA EMODNET – Chemistry
Immagini satellitari SAR ad alta risoluzione e con frequenza di aggiornamento giornaliera	PNOT, Commercial Data (e.g. ICEYE)
Dati di Training per Modelli di Oil Spill Detection	Open Source data (https://m4d.iti.gr/oil-spill-

	detection-dataset/ https://mklab.iti.gr/results/oil-spill-detection-dataset/
Dati AIS	Guardia Costiera - Marine Traffic
Dati meteo (previsioni, analisi e reanalisi): Vento, pressione atmosferica, temperatura dell'aria	Disponibili a varie scale e da varie fonti. Dati meteo da modelli globali (ECMWF, GFS). Dati ECMWF disponibili tramite Aeronautica Militare e DPC. Dati meteo da modelli ad area limitata (fonti istituzionali): ISPRA-SNPA (inclusi ARPA Liguria, ARPA Emilia-Romagna, ARPA Friuli-Venezia Giulia; ARPA Sardegna); Consorzio LAMMA. Italia meteo e Enti Meteo DPR 186 del 15/10/2020
Dati marini (previsioni, analisi e reanalisi): Onde e correnti, temperatura del mare	Scala mediterranea: servizi Copernicus (CMEMS) per forecast, analisi e reanalisi; ENEA. Scale di dettaglio (modelli regionali e costieri): ISPRA-SNPA (inclusi ARPA Liguria, ARPA Emilia-Romagna, ARPA Friuli Venezia Giulia); CNR (CNR IAS, CNR ISMAR); Consorzio LAMMA; OGS; CMCC; INGV. ISPRA - Progetto MER (previsto coinvolgimento Enti Meteo DPR 186 del 15/10/2020) PNOT, IRIDE.
Dati biogeochimici (previsioni, analisi e reanalisi): Nutrienti (azoto e fosforo), phytoplankton e zooplankton, ossigeno disciolto, pH	Scala mediterranea: servizi Copernicus (CMEMS) per forecast, analisi e reanalisi; Scale di dettaglio (modelli regionali e costieri):OGS. PNOT.
Dati di monitoraggio della Marine Strategy	ISPRA http://www.strategiamarina.isprambiente.it/accesso-ai-dati-di-monitoraggio-sic-2013-sistema-informativo-centralizzato http://www.db-strategiamarina.isprambiente.it/app/#/
Distribuzione spaziale e temporale di specie marine	EMODNET - biology
Habitat marini di fondo (Seabed habitats)	EMODNET - Seabed habitats

Tabella 12 - Fabbisogni informativi Verticale 3 (Monitoraggio inquinamento marino e litorale)

4.4.4 Verticale 4 - Identificazione di illeciti ambientali - Banche dati

La Tabella 13 riporta i fabbisogni informativi per l'area "Identificazione illeciti ambientali"

VARIABILE	FONTI
Geologia	ISPRA
Morfologia	MASE - SIM
Pendenze	MASE - SIM
Bacini idrografici principali	ISPRA
Bacini idrografici secondari	ISPRA
Laghi ed acque interne	ISPRA
Reticolo idrografico	ISPRA
Reticolo idrografico di dettaglio	ISPRA
Confini comunali	ISTAT
Confini Comunità Montane	UNCEM
Confini provinciali	ISTAT
Confini regionali	ISTAT

VARIABILE	FONTI
Unioni di comuni	Dipartimento affari interni e regionali
Dighe e infrastrutture idriche	Ministero Infrastrutture e Trasporti (grandi dighe)
Aree agricole	ISPRA
Aree Protette	ISPRA/SNPA
Rete natura 2000	MASE
Alberi monumentali	Masaf
Mappatura di copertura ed uso del suolo a risoluzione molto elevata (sistema di classificazione EAGLE e SNPA)	PNOT
Consumo di suolo risoluzione molto elevata	PNOT
Mappatura umidità del suolo risoluzione molto elevata	PNOT
Mappatura del patrimonio forestale nazionale	PNOT
Individuazione sversamenti agricoli	PNOT
Individuazione e mappatura delle superfici percorse da incendi	PNOT
Dati fenologici	COPERNICUS
Mappatura del patrimonio forestale nazionale	PNOT
Ortofoto	AGEA
Altimetria	IGMI-DBSN/DBT regionali
Aree agro - forestali	IGMI-DBSN/DBT regionali
Edifici	IGMI-DBSN/DBT regionali
Dati di controlli e monitoraggio ambientali	ASL /ISPRA /SNPA
Alberi pubblici e/o privati (elementi puntuali)	Enti locali (Open data regionali, comunali)
Allevamenti zootecnici	Anagrafi zootecniche / Ministero della Salute
Aree/edifici produttive o industriali	IGMI-DBSN/DBT regionali
Terreni	Agenzia delle entrate - catasto
Cave dismesse	Ispra / ISTAT / Geoportali regionali
Fabbricati e dati sugli immobili	Agenzia delle entrate - catasto
Immobili pubblici	MEF - opendata immobili pubblici
Impianti di distribuzione carburanti	MiSE
Impianti di trattamento rifiuti	ISPRA
Industrie a obbligo di notifica	ISPRA
Suoli contaminati e aree di bonifica	ISPRA
Discariche	ISPRA

Tabella 13 - Fabbisogni informativi Verticale 4 (Identificazione illeciti ambientali)

4.4.5 Verticale 5 - Supporto alle emergenze (disastri naturali) - Banche dati

La Tabella 14 riporta i fabbisogni informativi per l'area "Supporto alle emergenze (disastri naturali)"

CATEGORIA	GRUPPO	CLASSE	VARIABILE	FONTI	INTEGRATI RDS
		Grandi dighe	Piano di emergenza Dighe	Ufficio Tecnico Dighe (UTD)	SI

Aree di evento	Antropico	Incidente rilevante (chimico, tecnologico, industriale)	Piano di Emergenza Esterno impianti Seveso	Prefetti	NO	
		Incidente rilevante (rifiuti)	Piano di Emergenza Esterno impianti trattamento rifiuti	Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco	NO	
	Naturale	Idraulico	Aree di pericolosità esondativa	Autorità di distretto idrografico/ISPRA	NO	
		Idrogeologico	Aree di pericolosità da frane	Autorità di distretto idrografico/ISPRA	NO	
		Incendi Boschivi	Piano AIB	DPC/Regioni	NO	
		Maremoto	Mappe di altezze massime di inondazione (MIH) e intensità di pericolo	INGV - Centro Allerta Tsunami	NO	
		Sismico	Mappa della pericolosità sismica	INGV - Centro Pericolosità Sismica	NO	
Microzonazione sismica	DPC-IGAG		NO			
Vulcanico	Scenari eruttivi attesi e mappe di pericolosità vulcanica	INGV - Centro Pericolosità Vulcanica (CPV)	NO			
Contesto	Caratteri fisici del territorio	Geomorfologia	Geologia	ISPRA	NO	
			Morfologia	MASE - SIM	NO	
			Pendenze	MASE - SIM	NO	
		Idrografia	Bacini idrografici principali	ISPRA	NO	
Protezione Civile			Bacini idrografici secondari	ISPRA	NO	
			Laghi ed acque interne	ISPRA	NO	
			Reticolo idrografico	ISPRA	NO	
			Reticolo idrografico di dettaglio	ISPRA	NO	
	Partizioni	Unità amministrative	Confini comunali	ISTAT	SI	
			Confini Comunità Montane	UNCCEM	SI	
			Confini provinciali	ISTAT	SI	
			Confini regionali	ISTAT	SI	
			Unioni di comuni	Dipartimento affari interni e regionali	SI	
	Pianificazione		Aggregati strutturali	DPC	NO	
			Aree di emergenza	DPC	NO	
			Edifici strategici	DPC	NO	
			Edifici strategici di protezione civile	DPC	NO	
			Rete accessibilità	DPC	NO	
			Zone	Ambiti territoriali e organizzativi ottimali	DPC	NO
				Zone di allerta	DPC	NO
				Zone di vigilanza meteorologica	DPC	NO
Sicurezza	Sedi Carabinieri	Carabinieri	NO			

	Sicurezza e soccorso		Sedi CNVVF	Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco	NO		
			Sedi Polizia di stato	Polizia di stato	NO		
			Guardia di Finanza	Guardia di Finanza			
Vulnerabili	Elementi strategici	Edifici ed opere infrastrutturali di interesse strategico	Dighe e infrastrutture idriche	Ministero Infrastrutture e Trasporti (grandi dighe)	SI		
			Opere d'arte relative al sistema di grande viabilità stradale e ferroviaria	Agenzia nazionale per la sicurezza delle ferrovie e delle infrastrutture stradali e autostradali	SI		
		Infrastrutture	Avio - Eli - Idrosuperfici	ENAC	SI		
			Infrastrutture autostradali	Autostrade per l'Italia	NO		
			Infrastrutture ferroviarie	RFI	NO		
			Infrastrutture stradali	OpenstreetMAP	NO		
		Reti	Rete telecomunicazioni	SINFI	NO		
			Reti elettriche	Terna	NO		
			Reti gas	MASE / SNAM	NO		
		Sistema ambientale	Elementi naturali	Aree Protette	ISPRA	NO	
	Corpi vegetali			ISPRA	NO		
	Rete natura 2000			ISPRA	NO		
	Sistema demografico	Popolazione	Particolari classi di popolazione	ISTAT	SI		
			Popolazione totale	ISTAT	SI		
	Sistema socio-economico	Attività produttive	Allevamenti zootecnici	Anagrafi zootecniche / Ministero della Salute	SI		
			Aree agricole	ISPRA	NO		
				Aree/edifici produttivi industriali	IGMI-DBSN/DBT regionali	NO	
				Terreni	Agenzia delle entrate - catasto	NO	
		Edificato			Agglomerati urbani	ISTAT	SI
					Aggregati strutturali	DPC	SI
Edifici					IGMI-DBSN/DBT regionali	NO	
Fabbricati					Agenzia delle entrate - catasto	NO	
					ISTAT	SI	
Immobili pubblici					MEF - opendata immobili pubblici	SI	
Elementi sensibili				Impianti di distribuzione carburanti	MISE	SI	
				Impianti di trattamento rifiuti	ISPRA	SI	
				Industrie a obbligo di notifica	ISPRA	SI	
				Suoli contaminati e aree di bonifica	ISPRA	SI	
				Beni culturali	Ministero cultura	NO	
				Biblioteche	Ministero cultura	SI	

			Grandi superfici di vendita	Ministero sviluppo economico - osservatorio del commercio	SI
		Luoghi sensibili	Interventi di adeguamento sismico	DPC	SI
			Musei	Ministero cultura	NO
			Ospedali	Ministero Salute	SI
			Scuole	Ministero Istruzione e del merito	SI
			Strutture ricettive	Ministero degli Affari Interni	SI
				Ministero Turismo	SI

Tabella 14 - Fabbisogni informativi Verticale 5 (Supporto alle emergenze (disastri naturali))

4.4.6 Verticale 6 - Incendi boschivi e di interfaccia - Banche dati

Di seguito l'elenco dei dati di input necessari per il Verticale 6, in cui sono inclusi sia i dati provenienti dai sistemi federati che i dati che saranno allocati nel Repository Centrale.

Per i dati di contesto territoriale si rimanda all'elenco del Verticale 5.

ELENCO DEI DATI PER IL VERTICALE 6	
VARIABILE	FONTE
Carta dell'Uso del Suolo	PNOT o Mise (riferimento Progetto Space Economy) o AGEA
Carta Forestale Nazionale del MASAF-CREA	SIAN-SINFOR
Carta Fitoclimatica d'Italia	GeoPortale Nazionale
Siti protetti - VI Elenco ufficiale aree protette - EUAP	GeoPortale Nazionale
Elenco dei SIC- ZSC	MASE
Elenco delle ZPS	MASE
Cartografia Progetto Natura 2000- Carta dei SIC/ZSC	GeoPortale Nazionale
Dataset Scuole Pubbliche per l'infanzia, Primarie e Secondarie sul Territorio Nazionale	GeoPortale Nazionale
Dataset Strutture Sanitarie	GeoPortale Nazionale/
Aree percorse dal fuoco per zone boscate	Arma dei Carabinieri – CUFAA - SIM Sistema Informativo della Montagna
Aree percorse dal fuoco per incendi di vegetazione	Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco
Perimetrazioni speditive delle aree percorse dal fuoco su immagini satellitari Sentinel 2 mediante algoritmo AUTOBAM	DPC Dewetra/Copernicus
Aziende a rischio di incidente rilevante,	Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco
Discariche	Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco
Punti acqua per mezzi aerei ad ala rotante e per mezzi terrestri (idranti)	Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco
Database Topografici regionali D.M. 10 Novembre 2011	Regioni
Cartografia Tecnica Numerica Regionale	Regioni o CNITA
Archivi storici dei dati meteo	ISPRA/DPC
Dati meteo in Real Time	Sistemi di monitoraggio in situ
Modello digitale del terreno (DEM) con precisione minima pari a 10 metri.	PNOT/ESA
Confini amministrativi	ISTAT
Paini AIB	Regioni

Tabella 15 - Fabbisogni informativi Verticale 6 (Incendi boschivi e di interfaccia)

5 ALGORITMI E MODELLI

In questo capitolo sono riportati algoritmi e modelli che sono stati richiesti durante le interazioni con gli stakeholder nei vari tavoli verticali.

5.1 Verticale 1 - Monitoraggio instabilità idrogeologica - Algoritmi

5.1.1 Modelli geologici e/o geotecnici e definizione degli scenari di evento e delle soglie di innesco

Per i siti con finalità di allertamento, è prevista la realizzazione di Modelli geologici e/o geotecnici per la definizione degli scenari di evento e delle soglie di innesco.

Per scenari di evento si intendono quegli scenari utilizzati per rappresentare una o più situazioni di possibile evoluzione del dissesto. Tali scenari sono predisposti, sulla base del modello geologico e/o geotecnico, mediante l'utilizzo di specifici software di calcolo che consentono la simulazione della fase di espansione dei fenomeni franosi di interesse (crolli, scivolamenti espandimenti, ecc.). Lo scenario di evento viene rappresentato sia in termini descrittivi che su base cartografica a scala adeguata così da poter rendere immediatamente comprensibile l'areale interessato dall'evento di frana o dal concatenamento di eventi (esempio sbarramento di un torrente/fiume e successivo dam break con effetti di colata a valle) determinato dal dissesto (Par. 2.2.3 - Linee Guida SNPA per il monitoraggio delle frane, 32/2021).

Le soglie di innesco sono valori numerici, determinati da una o più variabili, che evidenziano una variazione di comportamento del sistema frana monitorato, tale da causare un aumento di pericolosità. Nel caso di soglie per strumentazione superficiale, in fori di sondaggio, topografica e radar, si intendono quei valori, di spostamento (lineare od angolare), di velocità, o di accelerazione, registrati o calcolati sulla base dei dati acquisiti da uno strumento installato in un'area di frana, che indicano a vari livelli di criticità il probabile e teorico avvicinarsi al collasso di una frana. Nel caso di soglia pluviometrica intendiamo la quantità di precipitazione registrata (in un dato intervallo di tempo) da uno o più pluviometri installati in un'area in frana (o nei suoi pressi), che indica per uno o più livelli di criticità la possibile attivazione di un dissesto (Par. 2.2.3 - Linee Guida SNPA per il monitoraggio delle frane, 32/2021).

I Modelli geologici e/o geotecnici consistono in modelli concettuali del fenomeno franoso che consentano una robusta identificazione della tipologia di materiali coinvolti, dei loro comportamenti, delle variabili che controllano o favoriscono l'innesco del fenomeno (Par. 2.2.4 – Linee Guida SNPA per il monitoraggio delle frane, 32/2021). Attraverso opportuni strumenti di modellazione, viene ricostruito il comportamento atteso del fenomeno analizzato e di conseguenza i valori di variabili in corrispondenza dei quali possano essere riconosciuti i valori limite e le variazioni rapide nell'evoluzione del fenomeno.

Tali modelli, che potranno essere empirici, statistici o fisicamente basati in funzione del fenomeno e dei parametri disponibili, dovranno essere realizzati mediante: la raccolta del materiale tecnico e degli studi preesistenti sul sito, la realizzazione di modelli digitali del terreno e di cartografia ad hoc di dettaglio, l'analisi di foto aeree e di dati interferometrici satellitari, rilievi di campagna (geologici, geomorfologici), la realizzazione di campagne di indagini (geofisica di superficie, sondaggi e indagini in foro, prelievo di campioni e prove geotecniche di laboratorio) e l'elaborazione di dati di monitoraggio disponibili.

5.1.2 Modelli di previsione meteorologica

Il sistema di modellistica previsionale meteorologica del sistema integrato sarà basato sui modelli ad area limitata (LAM) non idrostatico con risoluzioni spaziali orizzontali di 1-3 km e con 40-60 livelli verticali in troposfera per poter considerare la complessità territoriale italiana. I modelli LAM hanno bisogno dei dati forniti da un modello a circolazione generale (modelli globali) per la loro interazione.

Per l'inizializzazione dei LAM che sono attualmente utilizzati in Italia e sono stati individuati tre modelli globali (IFS, GFS e GLOBO). I modelli globali, pur avendo migliorato molto le loro risoluzioni

spaziali negli ultimi anni (il modello IFS è il modello globale con la risoluzione più alta di tutti e, ad oggi, pari a circa 10 km per il Mediterraneo), non consentono ancora di risolvere con dettaglio sufficiente i sistemi meteorologici locali che sono spesso problematici per gli effetti che producono sul territorio nazionale.

Per questo i modelli LAM sono fondamentali e, come contenuto nel documento di AS IS, in Italia vari enti italiani hanno acquisito una notevole capacità nell'uso della modellistica LAM (COSMO, WRF, MOLOCH, BOLAM ecc.) con varie catene operative che possono, eventualmente, essere focalizzate su una specifica regione del paese. Grazie a questa notevole esperienza ed alle diverse catene modellistiche è fondamentale includere la presenza di un multi-model ensemble come modello di riferimento LAM per il sistema integrato.

L'utilizzo di un multi-model rispetto ad una catena modellistica con un solo modello LAM ha due vantaggi principali sulla previsione meteo:

- il primo è che l'operazione di media (o media pesata, vedi dopo) tra i vari LAM consente di filtrare le componenti più imprevedibili del sistema meteorologico migliorando la previsione;
- il secondo è che lo spread tra le diverse catene meteorologiche consente di avere una stima della bontà della previsione; minore è lo spread maggiore sarà l'affidabilità della previsione meteorologica.

Quindi, l'utilizzo di un multi-model consente di avere una migliore previsione, in media, dei vari modelli meteorologici che partecipano al multi-model ensemble e consente di ottenere una stima della predicibilità intrinseca del sistema meteorologico.

Il multi-model ha anche il vantaggio di poter essere tarato per alcuni parametri meteorologici per i quali si ha una buona serie di osservazioni in superficie (un paio di anni per variabili come la temperatura superficiale, l'umidità, il vento la precipitazione ecc.) migliorando ulteriormente la previsione locale dei parametri di interesse con un post-processing applicato ai diversi LAM.

La possibilità di poter tarare il multi-model nel sistema integrato è importante anche perché rivela come l'integrazione dei modelli meteorologici e delle osservazioni possa migliorare in generale la previsione.

Nonostante i notevoli miglioramenti nella previsione meteorologica a scala locale degli ultimi decenni, la previsione degli eventi meteorologici intensi è ancora imprecisa alla scala locale. Una delle ragioni principali del problema è la mancanza di informazioni a scala locale nelle condizioni iniziali utilizzate dai modelli LAM. Ad esempio, i dati dei radar meteorologici della rete nazionale non sono assimilati nei modelli a circolazione generale che vengono utilizzati per inizializzare i LAM.

Inoltre, i modelli a circolazione generale, pur essendo oggi a risoluzioni molto alte, non consentono un'adeguata rappresentazione della scala locale come richiesto nel sistema integrato proposto. Ad oggi, infatti, il modello IFS rappresenta il modello meteorologico più risolto tra i modelli a circolazione generale ed ha una risoluzione di circa 10 km per il Mediterraneo. I modelli LAM che costituiscono il multi-model hanno risoluzioni spaziali dell'ordine di 2-3 km, circa tre volte più spinta, in orizzontale, del modello IFS.

L'assimilazione dei dati meteorologici a scala locale nei LAM consente di poter migliorare le condizioni iniziali dei LAM ed ottenere delle migliori previsioni nel breve periodo (0-12 h). Il sistema integrato proposto deve necessariamente includere modelli LAM che assimilano i dati meteo a scala locale nei LAM al fine di migliorare le loro condizioni iniziali e la successiva previsione.

La presenza nel sistema di monitoraggio delle variabili locali meteorologiche renderà possibile la produzione anche di una previsione di nowcasting, in particolare dovrà avvenire con un'assimilazione delle osservazioni a scala locale in cicli di previsione/assimilazione continui. Questi cicli dovranno essere ripetuti con cadenza almeno tri-oraria per poter seguire nel dettaglio l'evoluzione dei sistemi meteorologici e per sopperire alla notevole crescita dell'errore di previsione per i sistemi meteorologici più piccoli.

5.1.3 Modelli di Machine/Deep Learning

Il Machine Learning (ML) è un campo dell'Intelligenza Artificiale (AI) utilizzato per il riconoscimento automatico di pattern all'interno di diversi dataset senza che questi modelli vengano esplicitamente programmati. In tal modo si può ricorrere ad una modellazione di fenomeni complessi su larga scala con velocità di implementazione, validazione, test e valutazione estremamente più rapidi rispetto a modelli convenzionali di complessità inferiore.

Di seguito alcune definizioni:

- “Il Machine Learning è il campo di studio che offre ai computer la capacità di apprendere senza essere esplicitamente programmati” – Arthur Samuel, 1959
- “Si dice che un programma per computer apprenda dall'esperienza E rispetto a qualche compito T e a qualche misura di prestazione P, se la sua prestazione su T, misurata da P, migliora con l'esperienza E” – Tom Mitchell, 1997

Il Deep Learning è un sotto-insieme di metodi di machine learning basati sull'implementazione di reti neurali artificiali ispirate alle reti neurali biologiche per simulare i processi cognitivi e inferenziali.

Per problemi complessi l'approccio classico (Figura 31) diventa inefficiente se non impossibile da implementare rispetto l'approccio utilizzato in ambito machine/deep learning (Figura 32). In quest'ultimo il modello “apprende” riconoscendo eventuali pattern presenti nei dati utilizzati per l'addestramento.

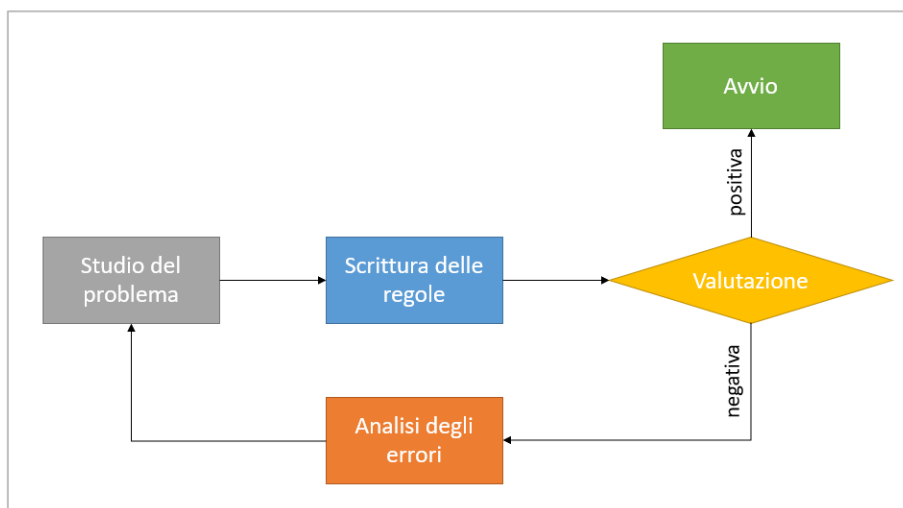


Figura 31 - Approccio classico

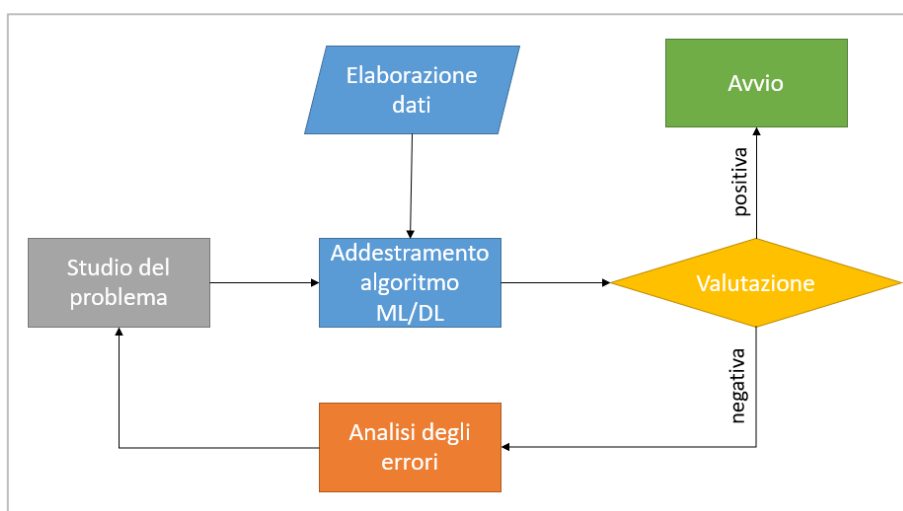


Figura 32 - Approccio machine/deep learning

Inoltre, i modelli basati su modelli di machine/deep learning possono adattarsi ai cambiamenti attraverso un processo iterativo che può essere anche reso automatico (Figura 33).

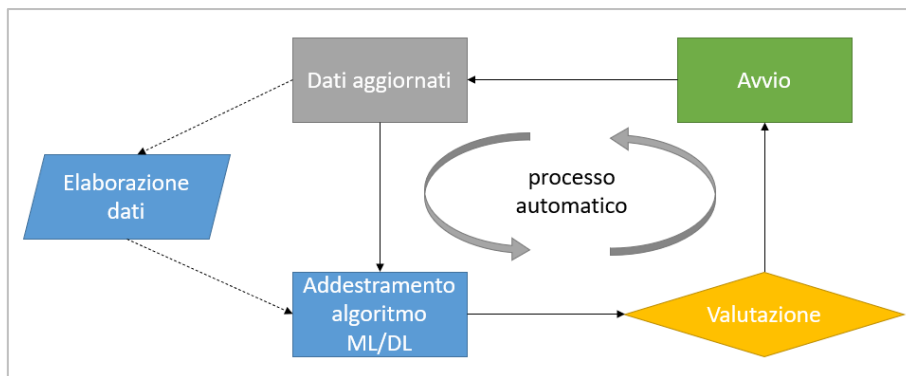


Figura 33 - Adattamento automatico ai cambiamenti

I modelli di machine/deep learning possono anche essere un valido supporto alla miglior comprensione di problemi complessi analizzando cosa il modello “ha imparato”. Questo potrebbe rivelare correlazioni insospettite o nuove tendenze, e quindi portare a una migliore comprensione del problema (Figura 34).

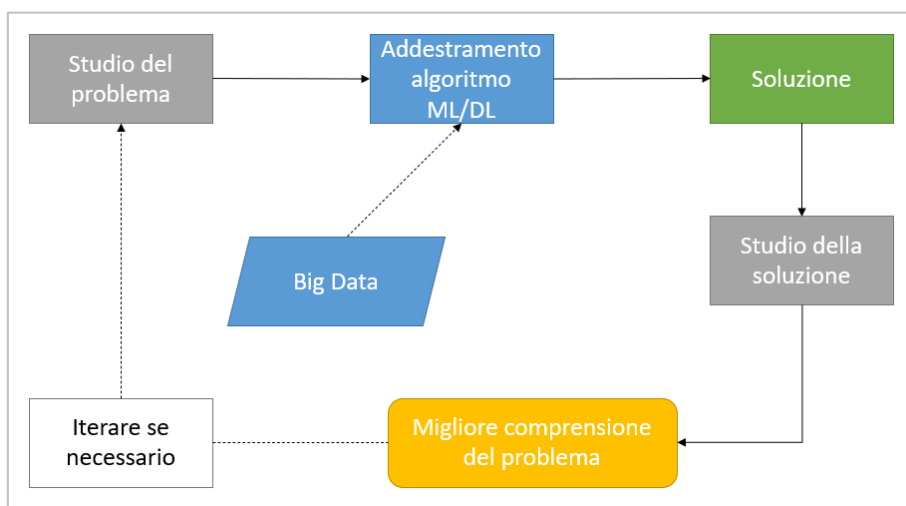


Figura 34 - Machine/Deep Learning come ausilio all'apprendimento umano

Sulla scorta di quanto esposto l'RTI, il SIM ha la possibilità di sfruttamento di tutte le informazioni raccolte dalle reti di monitoraggio, dai sistemi federati e da quelle da esso stesso elaborate, per lo sviluppo di modelli di machine/deep learning a supporto della previsione e mappatura di fenomeni connessi all'instabilità idrogeologica.

A tale scopo si prevede lo sviluppo di:

- modelli per la mappatura della suscettività a fenomeni franosi;
- modelli per la previsione delle inondazioni.

5.1.3.1 Modelli per la mappatura della suscettività a fenomeni franosi

Le frane possono essere considerate uno dei pericoli naturali più devastanti, causando ingenti danni e perdite di vite umane. Il modo migliore per ridurre al minimo il rischio di frane è quello di individuare, monitorare e valutare in modo affidabile tali aree. Pertanto, la mappatura delle aree suscettibili ad eventi franosi potrebbe essere particolarmente preziose per la gestione e la mitigazione dei rischi legati alle frane.

Il SIM risulta la perfetta sorgente di big data necessari alla predisposizione dei dataset di addestramento nonché come piattaforma informatica dotata delle prestazioni necessaria al running di tali modelli di machine/deep learning.

Sulla base di tali considerazioni non si può dire a priori quali strati informativi siano particolarmente rilevanti rispetto ad altri nella creazione di dataset di addestramento e per l'analisi di correlazione tra

le diverse variabili che concorrono all'instaurazione di un fenomeno franoso però è possibile citarne alcuni sulla base dell'attuale esperienza e sono:

- dati orografici come DTM, DSM, pendenze, esposizioni, ecc.
- immagini satellitari di varia natura;
- carte litologiche;
- carte geologiche;
- carte della copertura dei suoli;
- dati di bilancio idrico;
- dati idro-meteo rilevati dalle reti di osservazione in situ e mobile;
- localizzazione degli attuali fenomeni franosi e loro caratteristiche.

Tali dati saranno utilizzati per analisi statistiche preliminari allo scopo di individuare le rispettive correlazioni tra le diverse variabili e le correlazioni di queste rispetto i fenomeni franosi in essere.

Sulla scorta di tali informazioni verranno predisposti i dataset di addestramento, di validazione e di test da utilizzare con vari modelli al fine di individuare quelli che meglio "interpretano" il fenomeno.

Il processo seguirà lo schema di massima come in Figura 35.

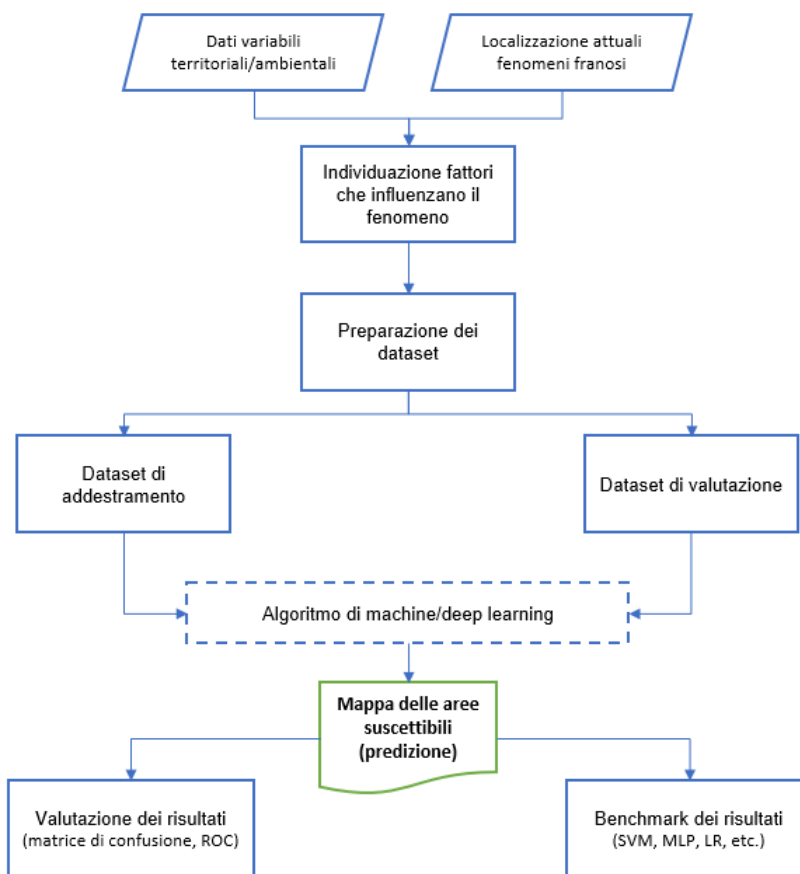


Figura 35 - Schema di massima per l'implementazione del modello predittivo della suscettibilità ai fenomeni franosi

Una volta selezionati i modelli adatti, verranno messi in operatività utilizzando le variabili idro-meteo rilevate in *near real time* dai sensori delle reti di osservazione in situ nonché dai dati di previsione dei modelli meteo.

L'output di tali modelli sarà la mappa delle zone suscettibili a fenomeni franosi.

5.1.3.2 Modelli per la previsione delle inondazioni

Gli approcci di machine/deep learning offrono nuove possibilità per il rilevamento delle inondazioni man mano che diventano disponibili più dati, la potenza di calcolo aumenta e gli algoritmi di machine/deep learning migliorano. Il machine/deep learning è oramai divenuto uno strumento di

rilevante importanza per approfondire i sistemi non lineari e generare previsioni di alluvioni. Nella previsione delle inondazioni, i metodi tradizionali di previsione delle variabili di rischio possono coinvolgere una catena di modelli idrologici e idraulici che descrivono i processi fisici. Sebbene tali modelli forniscano la comprensione del sistema, spesso hanno elevati requisiti computazionali e di dati forniti in specifici strati informativi. Gli algoritmi di machine/deep learning hanno il potenziale per migliorare l'accuratezza e ridurre i tempi di calcolo e i costi di sviluppo dei modelli previsionali.

Il SIM risulta la perfetta sorgente di big data necessari alla predisposizione dei dataset di addestramento nonché come piattaforma informatica dotata delle prestazioni necessaria al running di tali modelli di machine/deep learning.

Sulla base di tali considerazioni non si può dire a priori quali strati informativi siano particolarmente rilevanti rispetto ad altri nella creazione di dataset di addestramento e per l'analisi di correlazione tra le diverse variabili che concorrono all'instaurazione di un fenomeno franso però è possibile citarne alcuni sulla base dell'attuale esperienza e sono:

- dati orografici come DTM, DSM, pendenze, esposizioni, ecc.;
- immagini satellitari di varia natura;
- reticolo idrografico;
- carte della copertura dei suoli;
- dati di bilancio idrologico;
- dati idro-meteo rilevati dalle reti di osservazione in situ e mobile;
- mappatura delle aree inondate a diverse epoche.

Tali dati saranno utilizzati per analisi statistiche preliminari allo scopo di individuare le rispettive correlazioni tra le diverse variabili e le correlazioni di queste rispetto i fenomeni inondativi occorsi.

Sulla scorta di tali informazioni verranno predisposti i dataset di addestramento, di validazione e di test da utilizzare con vari modelli al fine di individuare quelli che meglio "interpretano" e prevedono il fenomeno.

Il processo implementazione dei modelli seguirà lo schema di massima come in Figura 36.

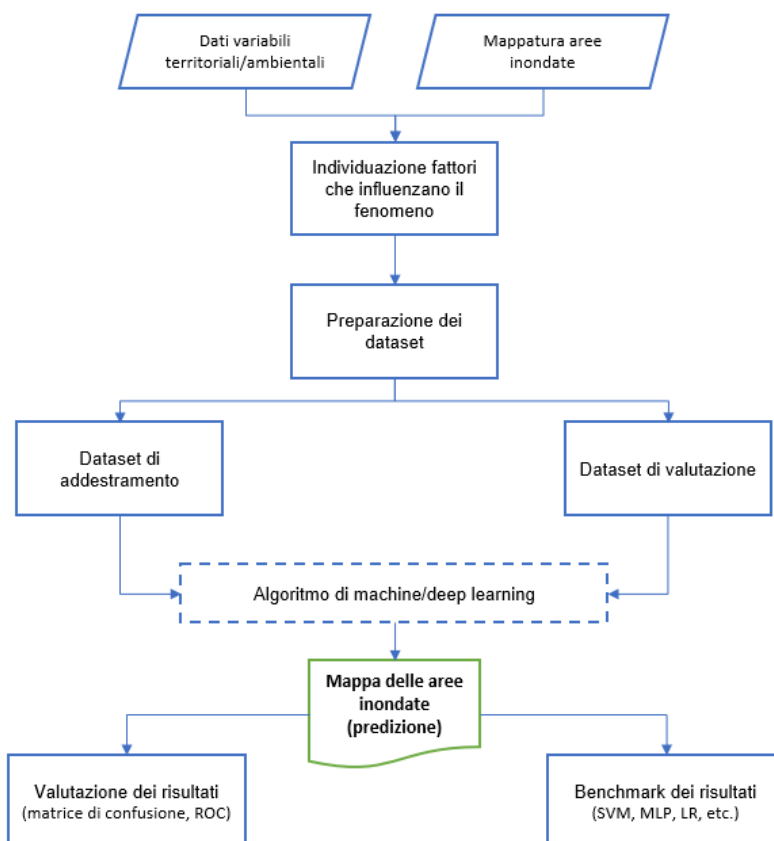


Figura 36 - Schema di massima per l'implementazione del modello predittivo delle aree inondabili

Una volta selezionati i modelli adatti, verranno messi in operatività utilizzando le variabili idro-meteo rilevate in near real time dai sensori delle reti di osservazione in situ nonché dai dati di previsione dei modelli meteo.

L'output di tali modelli sarà la mappa della previsione delle aree inondabili.

5.2 Verticale 2 - Agricoltura di precisione - Algoritmi

Il tavolo tecnico ha valutato che, nell'ambito di questa tematica verticale, i prodotti a valore aggiunto derivati da algoritmi e modelli utili al supporto delle attività, sono stati pienamente individuati e potranno essere forniti al SIM sia dai providers attualmente operativi (enti pubblici di riferimento, ESA-Copernicus Services) che dall'iniziativa PNOT (IRIDE Services) quando entrerà nella fase di produzione e distribuzione dei prodotti.

È stata invece evidenziata la necessità di far riferimento ad un sistema esterno da federare in grado di offrire un consiglio fertirriguo (IRRIFRAME, vedi cap. 7.2) basato su dati rilevati localmente e che offra la possibilità all'utente di inserire informazioni sito-specifiche oltre a propri dati di campo, in maniera da aumentare l'accuratezza del consiglio. Il sistema da federare è stato sviluppato nell'ambito di progetti pubblici, ampiamente testato e operativo su scala nazionale e disponibile gratuitamente.

5.3 Verticale 3 - Monitoraggio inquinamento marino e litorale - Algoritmi

5.3.1 Algoritmo di detection oil spill

Il sistema dovrà ospitare algoritmi AI di image segmentation basati su CNN (Convolutional Neural Network) in grado di effettuare la detection degli oil spill. Sarà necessario prevedere tutte le differenti fasi per lo sviluppo del modello di AI, dalla fase di training/validazione al deployment del modello per la fase operativa di monitoraggio. In particolare, sarà necessario includere le principali librerie open source di AI (e.g. TensorFlow, PyTorch, Keras) largamente utilizzate per il trattamento e analisi di dati satellitari. L'utente avrà accesso al sistema tramite interfacce dedicate (e.g. Python Dashboard e Jupyter Notebook) e potrà utilizzare le rispettive risorse di calcolo (e.g. HPC, GPU clusters). Questi modelli sono utilizzati nel CU.V3.1.

In particolare, si suggerisce l'integrazione con il pacchetto software open source "Segmentation Models" (https://github.com/qubvel/segmentation_models_pytorch). Il pacchetto offre funzionalità di alto livello per l'implementazione di modelli di image segmentation. Le principali funzionalità di questa libreria sono:

- High level API (poche linee di codice per creare una neural network);
- 9 differenti architetture per binary o multi class image segmentation (e.g. Unet, DeepLab);
- 124 encoders disponibili;
- per tutti gli encoders sono disponibile pre-trained weights per una più veloce e robusta convergenza durante la fase di training;
- differenze metriche e loss function da utilizzare nella fase di training.

5.3.2 Algoritmi per la gestione e il pre-processamento dei dati satellitari

Il sistema dovrà essere in grado di gestire i dati satellitari SAR e effettuare le varie operazioni di pre-processamento, e.g. calibrazione radiometrica, correzioni geometriche e geocoding. Per gestire la moltitudine di dati satellitari in input nel sistema si suggerisce l'utilizzo della libreria Open Source SNAP sviluppata dall'ESA (<http://step.esa.int/main/toolboxes/snap/>). L'architettura SNAP è ideale per l'elaborazione e l'analisi dei dati di Osservazione della Terra grazie alle seguenti innovazioni tecnologiche: estensibilità, portabilità, Modular Rich Client Platform, Generic EO Data Abstraction, Tiled Memory Management, e Graph Processing Framework. In particolare, per effettuare operazioni massive di processamento, come quelle richieste nel CU.V3.1, si raccomanda l'utilizzo delle API in Python o Java per il batch processing.

5.3.3 Algoritmo per la previsione di evoluzione di oil spill

Il sistema include modelli matematici basati su metodi di dispersione lagrangiana in grado di descrivere lo spostamento di un certo numero di particelle virtuali che vengono associate allo sversamento (in numero, posizione, e caratteristiche del comportamento quali gli effetti legati alla degradazione). Nel sistema dovrà essere presente un modello lagrangiano open source, da utilizzare per simulare gli effetti legati allo spostamento (tracking e dispersione) delle chiazze di petrolio che, oltre agli effetti di trasporto, simulano anche il weathering, ovvero un insieme di processi che descrivono la degradazione della chiazza inquinante e che dipendono, oltre che dalle condizioni ambientali, dal tipo di idrocarburo sversato. Queste ultime possono essere dedotte da vari database, come ad esempio quello collegato alla libreria petrolifera ADIOS utilizzata da PyGNOME (<https://github.com/NOAA-ORR-ERD/PyGnome>), il modello di previsione di evoluzione di oil spill utilizzato dalla National Atmospheric and Ocean Administration (NOAA).

L'algoritmo utilizza pertanto:

- I dati di rilevamento degli oil spill derivanti dall'algoritmo di detection;
- I dati di previsione meteomarina e di circolazione marina aggiornati, disponibili nel database quali previsioni meteo (vento), previsioni oceaniche (correnti marine in superficie e lungo la colonna d'acqua), previsioni di moto ondoso (in particolare, le componenti del trasporto dovuto alle onde o Stokes drift).

Riguardo a questi ultimi dati, il sistema deve funzionare utilizzando vari tipi di forzante, e in particolare gestire l'incertezza previsionale tramite l'elaborazione di ensemble di previsione (generazione di ensemble di previsione dell'evoluzione dell'oil spill forzate dai membri di ensemble di previsioni meteomarine e di circolazione). È anche possibile far girare l'algoritmo per la simulazione di casi passati (hindcast), o per la simulazione di scenari previsionali (necessari per il risk assessment),

Infine l'algoritmo restituisce varie possibilità di eseguire mappature, per gestire quanto previsto nei casi d'uso CU.V3.2 (specifico per il monitoraggio e previsione di oil spill da nave), CU.V3.3 (specifico per il monitoraggio e previsione di acque di scarico di piattaforme offshore), CU.V3.5 (mappe di rischio). Quindi, se fatto girare in modalità previsionale (CU.V3.2 e CU.V3.3) l'algoritmo può fornire, per differenti orizzonti temporali:

- mappe di previsione;
- mappe di previsione d'insieme (ensemble);
- mappe di previsione scenario più probabile;

mentre per la valutazione di rischio, possono essere fornite:

- mappe di pericolosità;
- mappe di vulnerabilità e danno;
- mappe di rischio.

L'utente avrà accesso al sistema tramite interfacce dedicate (e.g. Python Dashboard, webGIS) e potrà utilizzare le rispettive risorse di calcolo (e.g. HPC, GPU clusters).

5.4 Verticale 4 - Identificazione di illeciti ambientali - Algoritmi

5.4.1 Modello per elaborazione di carta di uso del suolo (sistema di classificazione EAGLE e SNPA) con elementi 3D

Il modello ha lo scopo di fornire una mappatura di copertura del suolo in tempo differito ma con alta frequenza temporale anche in 3D con informazione sugli oggetti presenti al suolo (altezza alberi, edifici, ecc.).

Il modello richiede una serie di dati di input, selezionati dall'utente fra i dati messi a disposizione dal Sistema di monitoraggio. Gli algoritmi di elaborazione previsti dal modello procedono alla estrazione di una carta tematica di uso del suolo a partire da una mappa satellitare ad alta risoluzione, classificando le diverse coperture del suolo secondo le specifiche fornite (codifica EAGLE/SNPA);

successivamente il dato estratto viene sovrapposto al DSM per permettere di assegnare i valori di quota alla carta di uso del suolo, in corrispondenza degli elementi di interesse selezionati fra i dati di input. La mappa ottenuta dovrà essere sottoposta ad una procedura di validazione prima di poter essere condivisa.

5.4.2 Modello di previsione delle aree soggette a bruciatura stoppie

Il modello di previsione delle aree soggette a bruciatura delle stoppie rappresenta uno strumento di supporto agli enti preposti il controllo per facilitare l'individuazione delle aree all'interno delle quali possono essere identificati fenomeni correlabili alla pratica della bruciatura che contrastano quanto prevede il dettame normativo.

L'elaborazione prevede che l'utente selezioni dall'apposita interfaccia i dati necessari e definisca un'area all'interno della quale operare l'analisi, che può anche coincidere con un confine amministrativo; l'algoritmo provvederà quindi a ad estrarre i dati ricadenti all'interno dell'area oggetto di analisi ed operare le opportune elaborazioni finalizzate a restituire una mappa tematizzata in cui sono indicate, per le sole aree a copertura agricola, le zone potenzialmente suscettibili a bruciatura delle stoppie. La sovrapposizione con la mappatura delle aree bruciate, reperibili dai dati satellitari Sentinel e Iride che garantiscono un periodo di aggiornamento coerente con le necessità dell'applicazione, permetterebbero una maggiore precisione ed il monitoraggio degli eventi in corso di accadimento.

Il modello potrebbe essere affinato includendo nelle elaborazioni anche i dati da sensori in situ, sistemi radar meteorologici e remote sensing.

5.4.3 Disturbi aree forestali

Il modello è finalizzato ad individuare le aree forestali colpite da:

- avversità a carattere abiotico (a carattere meteorologico come gelate precoci e tardive, galaverna, schianti da vento, sradicamenti, distruzione generalizzata di formazioni forestali per cicloni, tempeste ecc.) ed a carattere biotico come infestioni (da insetti ed altri animali) e infezioni (da funghi, batteri e virus), attraverso integrazione di modelli, dati remoti e in situ, per differenziare la tipologia del disturbo e valutare lo stato della vegetazione;
- avversità di natura antropica (incendi e effetti di inquinamento atmosferico ed idrico), anche in 3D e valutazione della stima della biomassa bruciata e delle emissioni emesse;
- tagliate forestali con definizione delle aree oggetto dell'intervento selvicolturale anche in 3D.

L'algoritmo alla base del modello opera una serie di elaborazioni e classificazioni delle immagini restituendo una mappa tematizzata con indicazione delle variazioni individuate ed una prevalutazione del tipo di disturbo. La mappa ottenuta dovrà essere sottoposta ad una procedura di validazione prima di poter essere condivisa.

L'algoritmo è già sviluppato e in fase preoperativo.

5.4.4 Modello di dispersione degli inquinanti in atmosfera

I modelli di dispersione degli inquinanti in atmosfera sono strumenti necessari durante episodi di rilascio accidentale o naturale.

FLEXPART ("FLEXible PARTicle dispersion model") è un modello lagrangiano di trasporto e dispersione adatto alla simulazione di un'ampia gamma di processi di trasporto atmosferico. FLEXPART è un software gratuito, la cui prima release risale al 1998, ed è possibile implementare o modificarne il codice.

Sulla base della versione 8.0, è stata sviluppata una nuova versione di FLEXPART adattata al modello COSMO.

Il modello lagrangiano FLEXPART associato al modello COSMO, già in uso presso l'SNPA è utile al tracciamento di inquinanti passivi nel caso di rilasci accidentali di origine antropica, per avere stime della ricaduta al suolo ad alta risoluzione.

5.5 Verticale 5 - Supporto alle emergenze - Algoritmi

La costruzione di scenari a supporto dell'intero processo- Algoritmi di protezione civile richiede la disponibilità, oltre che di un sistema di dati in grado di descrivere la distribuzione degli elementi vulnerabili presenti sul territorio, di modelli e tools di calcolo, i quali sono sinteticamente descritti nelle pagine seguenti.

5.5.1 Modello di vulnerabilità

Ha lo scopo di predisporre la base di conoscenza necessaria alla valutazione del grado di vulnerabilità degli elementi territoriali potenzialmente coinvolti in un evento calamitoso. È articolato in tool e sotto-modelli.

TOOL DI GEOCODIFICA

Non tutti i dati provenienti dalle banche dati descritte al capitolo "Banche dati richieste dalle varie Aree verticali" sono disponibili in formato geografico. In alcuni casi essi sono:

- **geolocalizzati per il tramite di un indirizzo** (ad es. i dati provenienti dal Ministero dell'Istruzione, dal Ministero della Salute);
- **riferiti a partizioni spaziali preordinate** (come, ad esempio, tutti i dati di fonte ISTAT associati alle sezioni Censuarie).

È quindi necessario rendere disponibile un tool che consenta di costruire la rappresentazione geografica di tali dati, riapplicabile ordinariamente agli aggiornamenti dei dati stessi. Tale tool si dovrà basare sui servizi del sottosistema "GEOCODING" (vedi pag. 89)

MODELLO DI CLASSIFICAZIONE E DISCRETIZZAZIONE

Il modello ha lo scopo di classificare e di discretizzare su una griglia di passo dato il complesso dei dati che illustrano descrivono i vulnerabili, realizzando in tal modo la matrice del sistema territoriale vulnerabile. Questa matrice geografica deve consentire di conoscere, in maniera sufficientemente dettagliata ma nello stesso tempo sintetica, la tipologia e la quantità di elementi territoriali vulnerabili presenti nell'area di una singola cella per tutto il territorio di interesse.

Ciò implica che vengano definiti, per ciascuna variabile che caratterizza la singola grandezza assunta a riferimento, i criteri e le modalità da utilizzarsi nel processo di classificazione e di ripartizione spaziale dei dati. È opportuno che il processo di classificazione non adotti meccanismi di indicizzazione dei dati, al fine di non introdurre nel quadro informativo finale elementi di valutazione predeterminati.

Si tenga conto che nella discretizzazione dei dati sulla griglia geografica si dovrà tenere conto della diversa natura degli input, in particolare per ciò che attiene la loro conformazione spaziale che in alcuni casi può essere:

1. di tipo puntuale e quindi direttamente riferibile alla cella che li contiene;
2. di tipo areale per definizione di dimensione diversa rispetto alla cella (come nel caso delle sezioni censuarie o degli edifici); in questo caso il valore dell'input deve essere ripartito secondo criteri di proporzionalità rispetto alle quantità segmentate nelle diverse celle della matrice;
3. di tipo lineare; anche in questo caso deve essere determinato un criterio di ripartizione dell'input rispetto alle quantità segmentate nelle diverse celle della matrice.

Nei casi 2 e 3 è inoltre necessario determinare a priori un criterio di eliminazione dei "residui" (da intendersi come componenti dimensionalmente non significative) delle operazioni di segmentazione.

MODELLO DI VULNERABILITÀ SISMICA DEGLI EDIFICI

La qualificazione del grado di vulnerabilità degli edifici rispetto agli eventi sismici di diversa intensità è una essenziale per poter formulare ipotesi sui potenziali danni conseguenti ad un sisma.

La vulnerabilità sismica di una costruzione può essere definita, in termini generali, come la sua suscettibilità ad essere danneggiata da un terremoto. La valutazione della vulnerabilità sismica delle

costruzioni è un passo fondamentale nelle analisi di rischio sismico e nella definizione di scenari di danno per terremoti di diverse intensità.

In coerenza con le finalità del Sistema Centrale di Monitoraggio, la qualificazione della vulnerabilità sismica del patrimonio edilizio è effettuata alla scala territoriale (e non per singolo edificio), ed ha lo scopo di restituire il grado di vulnerabilità complessiva di una data porzione di spazio all'interno della quale siano collocati dei fabbricati. Convenzionalmente si assume che tale porzione coincida con il perimetro delle sezioni censuarie ISTAT 2011.

La valutazione della vulnerabilità sismica alla scala territoriale costituisce un utile strumento nella fase di pianificazione e prevenzione, dato che essa restituisce un quadro delle aree potenzialmente più suscettive al danneggiamento orientando in tal modo le decisioni di prevenzione o di allocazione di risorse per la gestione dell'evento. Allo stesso modo tale quadro di vulnerabilità supporta la fase di gestione dell'evento, orientando l'organizzazione dell'emergenza in maniera coerenti al danno atteso.

L'analisi della vulnerabilità sismica a scala territoriale non fa uso di metodi di analisi strutturale dei fabbricati, per l'implementazione dei quali si renderebbe necessaria la disponibilità di dati analitici sulle caratteristiche costruttive dei singoli manufatti, dato questo evidentemente non disponibile al Sistema Centrale di Monitoraggio.

I metodi di analisi da implementare per il tipo di classificazione richiesta fanno principalmente ricorso all'uso di caratterizzazione tipologiche e morfologiche dei fabbricati che, nel giudizio degli esperti, maggiormente determinano la propensione al danneggiamento della costruzione, e che possono essere desunte da fonti informative indirette, nel caso specifico dai dati contenuti nel Censimento ISTAT 2011 relativi agli edifici e riferiti alle singole sezioni censuarie. A tal proposito si tenga conto che la vetustà del dato ISTAT potrebbe non costituire una limitazione particolarmente severa nella classificazione della vulnerabilità sismica di ciascuna sezione. Ciò che sorregge questa valutazione è il riconoscimento che la legislazione antisismica vigente è essenzialmente basata sull'apparato normativo costituito dalla legge 2 febbraio 1974, n. 64, recante Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche, parzialmente aggiornata dal DPR 6 giugno 2001, n. 380, Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia, in cui essa è confluita e che, dunque, è da attendersi che tutti gli edifici realizzati dopo il 2011 e non rappresentati nella banca data censuaria ISTAT contribuiscano in maniera molto ridotta alla configurazione delle complessiva vulnerabilità sismica della sezione.

Dal punto di vista metodologico, per la analisi e la classificazione della vulnerabilità sismica alla scala territoriale si può far ricorso a diverse applicazioni che hanno prodotto anche aggiornamento delle norme regionali in materia di sismica; si cita, tra tutti, la Regione Toscana (Bacci M. & Di Marco M., 2019).

5.5.2 Modello di accessibilità

Il modello per la verifica di accessibilità alle aree di pianificazione / intervento ha una duplice funzione:

- in tempo di pace per identificare gli ambiti a minore accessibilità per i quali è necessario predisporre ipotesi di intervento specifiche. In questo caso il complesso dei target è definito in relazione all'areale di evento assunto a riferimento;
- in emergenza: per la verifica del grado di disponibilità e funzionalità dell'infrastruttura in relazione agli areali di impatto identificati o a eventuali danni occorsi, e per la identificazione dei target critici.

Per la costruzione del modello è necessario stabilire un preliminare relazionamento funzionale tra le infrastrutture stradali e i nodi qualificati del grafo. In particolare, i nodi sono qualificati come:

- origini: edifici strategici di protezione civile, aree di emergenza, punti di accesso all'area dell'evento
- destinazioni: target da raggiungere da parte dei soccorritori. Questi nodi sono rappresentati dagli elementi vulnerabili oggetto dell'intervento del sistema di protezione civile, con particolare riferimento alla popolazione presente nei centri abitati o nei luoghi sensibili identificati (ospedali, scuole, luoghi di accentrimento della popolazione).

MODELLO DI CLASSIFICAZIONE DELLA RETE

L'utilizzazione del modello di accessibilità richiede che vengano preliminarmente identificate le eventuali criticità presenti nel contesto di riferimento, in grado di costituire impedenze nella utilizzazione della infrastruttura. Elementi generali che possono costituire impedenza sono:

- caratteristiche morfologiche (pendenze)
- intersezione degli archi dell'infrastruttura con areali di pericolosità modellate (alluvioni, frane, subsidenza)
- intersezione degli archi dell'infrastruttura con areali amplificazione dell'effetto sismico
- interferenza di aggregati strutturali.

Inoltre, in fase di evento in corso, costituiscono impedenza gli eventuali danneggiamenti o l'intersezione degli elementi dell'infrastruttura con gli areali di impatto.

Il sotto-modello di classificazione di seguito descritto provvede ad effettuare verifiche su base geografica e a classificare i singoli elementi dell'infrastruttura secondo criteri preimpostati, secondo il seguente flusso:

1. assunzione di un'area d'analisi;
2. estrazione dalla RdS della rete di riferimento;
3. classificazione della rete dal punto di vista dei pericoli interferenti (es: frane, esondazioni, subsidenza) mediante operazioni di intersezione spaziale;
4. classificazione della rete dal punto di vista morfologico (pendenza);
5. classificazione delle impedenze associate alla rete.

Il modello di classificazione deve recepire le indicazioni contenute nello strato "accessibilità" dei dati esposti come servizi dal Portale cartografico della Microzonazione Sismica e della Condizione Limite per l'Emergenza, pubblicato a cura del CNR - Istituto di Geologia Ambientale e Geoingegneria (<https://www.webms.it/>).

5.5.3 Modello di rischio

Il modello di rischio ha lo scopo di restituire il quadro degli elementi vulnerabili potenzialmente coinvolti in un areale di evento.

Il modello di rischio è utilizzabile:

- in fase di pianificazione, per dimensionare il complesso delle risorse necessarie a fronteggiare una data emergenza;
- in fase di gestione dell'emergenza, per adattare alla dinamica dell'evento in corso il quadro dei vulnerabili coinvolti e, quindi, per orientare le azioni finalizzate alla ottimizzazione delle azioni del sistema.

Il modello assume in input:

- un areale di evento dato,
- il sistema dei vulnerabili presenti sul territorio,
- uno schema di classificazione dei vulnerabili rispetto allo specifico evento analizzato.

Il modello identifica i vulnerabili presenti all'interno dell'areale di riferimento, li qualifica secondo lo schema di classificazione dato e restituisce:

- la mappa degli elementi vulnerabili identificati,
- il report strutturato degli elementi vulnerabili identificati.

5.5.4 Modello di danno

Il modello di danno quantifica, in termini di perdite assolute o di valori, le conseguenze di un evento potenzialmente calamitoso.

Il modello assume in input:

- un areale di evento
- il sistema degli elementi vulnerabili presenti nell'areale di evento
- uno schema di classificazione degli elementi vulnerabili in termini di valori associati
- una misura del livello di danneggiamento atteso per ciascun elemento vulnerabile in relazione alla specifica tipologia di evento, determinato sulla base della descrizione della vulnerabilità specifica dell'elemento rispetto allo specifico pericolo.

Il modello restituisce il report strutturato degli elementi vulnerabili identificati e del danno associato.

Per l'integrazione dei dati nella RdS del SIM il sistema deve rendere disponibili i seguenti tools di elaborazione.

NUM	TITOLO	FUNZIONALITÀ
1	Calcolo altezze medie edifici e volumetrie	Si applica, nello specifico, ai dati geografici messi a disposizione dell'IGMI relativi ai Data Base di Sintesi Nazionale, i quali riportano lo strato relativo alla edificazione in assenza di attributi quantitativi. Per il calcolo delle altezze medie e delle volumetrie il tool deve procedere ad una integrazione dell'input con il DSM disponibile all'interno del SIM
2	Estrazione classificazione e	Si applica a input di tipo alfanumerico, principalmente di tipo statistico, disponibili con granularità e livelli di specificazione non coerenti con le richieste del SIM
3	Geocodifica	Si applica a input di tipo alfanumerico contenenti la descrizione di entità riferite allo spazio in via alfanumerica (coordinate o indirizzi)
4	Integrazione spaziale	Si applica a dati di tipo geografico nativamente disponibili secondo una organizzazione fisica non coerente con le richieste del SIM

Tabella 16 - Tool di elaborazione

5.6 Verticale 6 - Incendi boschivi e di interfaccia - Algoritmi

In questo capitolo sono riportati i modelli che trovano applicazione nei principali casi d'uso. Laddove già descritti in AS IS sarà riportato il riferimento al paragrafo mentre per i modelli o le procedure che sono state derivate dalle normative di settore o da prassi in uso presso gli Enti sarà riportato il riferimento al documento di dettaglio o di specifica incorporato nel capitolo finale dedicato agli allegati di progetto.

5.6.1 Modello per il calcolo del rischio boschivo

Il modello ha lo scopo di calcolare il rischio relativo agli incendi boschivi. Esso potrà essere utilizzato con una doppia finalità applicativa:

- per la predisposizione della cartografia AIB nei 24 Parchi Nazionali
- per la valutazione dei livelli di rischio a livello comunale

In tal modo un unico strumento di calcolo, reso disponibile mediante il SIM, fornirà un utile supporto agli utenti di riferimento indicati nei relativi Casi d'uso.

Dovrà quindi essere predisposto nel SIM un workflow operativo in gradi di eseguire una serie di tool di elaborazione sui dati gestiti dal SIM.

La procedura di calcolo non viene riportata nel presente paragrafo, ma viene riportato uno specifico allegato denominato Relazione AISF ed i Manuali MASE 2018 contenente la descrizione di tutti gli step elaborativi previsti, gli input e gli output da produrre.

I manuali saranno inoltre richiamabili in consultazione nell'interfaccia del SIM.

5.6.2 Modello per il calcolo del rischio incendio di interfaccia

Il modello ha lo scopo di calcolare il rischio relativo agli incendi di interfaccia urbano rurale.

Esso andrà sviluppato secondo le indicazioni procedurali contenute al paragrafo 3.2 Rischio incendi di interfaccia del Manuale operativo per la predisposizione di un piano comunale o intercomunale di protezione civile redatto ai sensi dell'O.P.C.M. del 28 agosto 2007, n. 3606, "Disposizioni urgenti di protezione civile dirette a fronteggiare lo stato di emergenza in atto nei territori delle regioni Lazio,

Campania, Puglia, Calabria e della regione Siciliana in relazione ad eventi calamitosi dovuti alla diffusione di incendi e fenomeni di combustione”.

In tale documento, riportato in allegato, vengono descritti i singoli step di elaborazione, che dovranno essere implementati nel SIM in un workflow dedicato al calcolo del rischio incendi di interfaccia.

Gli utenti di riferimento potranno quindi eseguire il workflow ed ottenere le mappe di pericolosità e rischio sul proprio territorio di competenza.

5.6.3 Modello di propagazione del fronte di fiamma

I modelli di propagazione del fronte di fiamma si occupano di delineare scenari di evoluzione del fronte di fiamma, sulla base delle specifiche caratteristiche del contesto in cui si svolge l'evento e delle specifiche condizioni meteo che interessano l'area.

La [disponibilità di simulazioni](#) in grado di sfruttare questo tipo di modelli rappresenta un supporto strategico, in particolare per il DOS, alla determinazione della organizzazione delle operazioni di spegnimento. La conoscenza degli effetti che una determinata azione di spegnimento (ad esempio l'attacco da una data direzione del fronte di fiamma) potrebbe produrre sull'andamento dell'evento costituirebbe un utile informazione per orientare l'intervento dei mezzi aerei.

Inoltre, la conoscenza analitica delle condizioni di rischio connesse ad un dato scenario evolutivo dell'evento consentirebbe l'attivazione di specifiche componenti del SIM allo scopo di minimizzare il danno a persone o cose. L'esigenza viene espressa anche dal Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco che dal 2008 cura la formazione dei propri Direttori delle Operazioni di Spegnimento (D.O.S.) messi a disposizione delle Regioni con gli Accordi di Programma.

5.6.3.1 Modelli assunti a riferimento

In questo paragrafo sono descritti brevemente alcuni modelli di propagazione del fronte di fiamma che andranno implementati nel SIM al fine di fornire strumenti utili agli utenti di riferimento:

- **Farsite**, un modello semi-empirico statunitense in uso dal 1994 da cui è derivato il Flammap
- **Tiger**, alla base di uno sviluppo sperimentale per i Carabinieri forestali

Il **FARSITE**, prodotto dal Fire Laboratory del US Forest Services in Missoula, è il più affermato e diffuso tra i diversi modelli di simulazione disponibili sviluppati partendo dall'assunto che la predizione della possibile propagazione di un incendio a partire da un punto di innesco noto, si basi usualmente sulla descrizione dei vari processi fisici agenti nel fenomeno e della rappresentazione della propagazione descritta tramite uno strumento GIS (Geographic Information System).

Questo modello si basa sull'uso di equazioni sviluppate da Rother nel 1974, che però pur consentendo di derivare in modo empirico il processo di propagazione del fuoco, presentano alcune limitazioni relative alla difficoltà di accoppiare spazialmente le predizioni di vento, variabili nel tempo, con gli effetti della topografia e le caratteristiche della vegetazione. Dal Farsite viene poi derivato il modulo Flammap, in uso presso alcune regioni italiane e richiamato anche nel [Manuale_schema_Piano_AIB_PN_ottobre2018](#) del MASE. (riportato nel § 12.1).

Il **TIGER** è un software sviluppato nell'ambito del progetto UE denominato Fire Paradox ed è concepito per trovare ampia applicazione nella pianificazione della prevenzione incendi e nella pianificazione di operazioni di fuoco prescritto². Il prodotto è caratterizzato dalla integrazione di modelli di combustione e modelli di simulazione dei campi di vento interagenti con i fenomeni convettivi creati dall'incendio al fine di predire la propagazione del fuoco in paesaggi eterogenei.

I simulatori di propagazione degli incendi usualmente reperibili sono generalmente basati su un approccio di analisi e rappresentazione 2D (si tratta di simulatori che riproducono gli eventi in modo semplicistico e basati su modelli di riferimento di tipo empirico) oppure di rappresentazione 3D (piuttosto complicati e basati su funzioni e algoritmi fisico-descrittivi complessi del fenomeno). Rispetto a queste due tipologie, il Tiger si pone su un livello intermedio di complessità adottando un

² Lo sviluppo del modello e la sua ingegnerizzazione sono stati svolti sotto il coordinamento dell'unità di ricerca dell'Università di Napoli Federico II, in cooperazione con l'Istituto Superiore di Agronomia di Lisbona e la compagnia di sviluppo software World-in-a-Box, in Karkila, Finlandia

approccio nuovo del tipo “modular modelling” e basato sull’integrazione di differenti “sub-modelli” di riferimento (combustione, convezione/diffusione, irradiazione, vento, soleggiamento, fire spotting).

Gli input del modello sono:

- DEM;
- mappa del combustibile;
- dati relativi al vento (direzione e intensità);
- punto di innesco.

Gli output del modello sono le estensioni geografiche dell’incendio (area bruciata) in differenti periodi di tempo.

Tale modello potrà essere utilizzato anche per effettuare simulazioni in “reverse engineering” con l’obiettivo di determinare le probabili aree di innesco di un evento incendiario verificatosi in un determinato luogo. A partire dalle aree percorse dal fuoco, il modello dovrà essere in grado di ridurre tali aree simulando lo svilupparsi dell’incendio a ritroso.

Gli input del modello sono:

- DEM;
- mappa del combustibile;
- dati relativi al vento (direzione e intensità);
- APF anche speditive.

L’output del modello è l’estensione geografica dell’area contenente i probabili punti di innesco dell’incendio, ridotta rispetto all’area percorsa dal fuoco utilizzata come input di almeno l’80%. In tal modo l’area da attenzionare nelle verifiche sul campo non dovrà superare il 20% dell’estensione dell’APF utilizzata in input.

5.6.4 Modello di rianalisi dei dati meteo

Il modello dovrà acquisire in base alle richieste dell’Utente i dati meteo storici delle centraline più vicine al luogo definito e al periodo di tempo richiesto.

Il modello dovrà restituire un layer informativo relativo all’andamento del Vento come rilevato dalle centraline meteo nell’intorno della zona dell’incendio, producendo su una griglia ad 1 km i vettori di intensità e direzione del vento al momento in cui si è verificato l’incendio.

5.6.5 Computer Vision (AI) per il riconoscimento degli oggetti nelle immagini

Il sistema dovrà integrare modelli di deep learning (computer vision) con l’obiettivo di riconoscere oggetti, animali o persone presenti all’interno di un’immagine digitale o di una sequenza video, e anche estrapolare informazioni utili ed effettuare segnalazioni sulla base dei dati ottenuti.

La computer vision è basata su tecniche di ML e necessita di una grande mole di dati per raggiungere prestazioni elevate.

Il funzionamento dell’algoritmo è basato su tre step principali:

- Acquisizione dell’immagine: le immagini o le sequenze video vengono acquisite dal Sistema, anche in tempo reale.
- Elaborazione dell’immagine attraverso dei modelli di deep learning. Questi modelli devono essere addestrati precedentemente e nel tempo offriranno prestazioni sempre più alte.
- Interpretazione dell’immagine: raggiungimento dell’obiettivo.

Nel caso specifico gli algoritmi di Computer Vision dovranno assicurare il raggiungimento dei seguenti obiettivi minimi:

- Rilevamento degli oggetti (Object Detection): identificazione di tutte le entità presenti all’interno dell’immagine (es. focolaio di incendio, uomo, animale);
- Riconoscimento facciale (Face Recognition): task fondamentale per individuare dei volti di persone all’interno di un’immagine;

- Riconoscimento di azioni (Action Recognition): identificazione delle entità all'interno dell'immagine per individuare azioni specifiche (es. piromane in azione).

5.7 Area trasversale - Algoritmi

Sono qui riportati qui alcune realizzazioni di algoritmi che hanno un aspetto trasversale e che, pertanto, non sono state associate a un verticale specifico.

5.7.1 Predisposizione dati meteo previsionali a supporto di altre realizzazioni

Lo stakeholder ItaliaMeteo ha espresso la necessità della realizzazione di algoritmi necessari alla predisposizione degli input meteo necessari a modellistica in uso presso altri settori.

Tra questi: qualità dell'aria, rischio idrogeologico, incendi boschivi, ondate di calore, dispersione in mare, gestione risorsa idrica, produzione energie alternative, ecc.

5.7.2 Previsione probabilistica del tempo a partire da previsioni deterministiche

Lo stakeholder ItaliaMeteo ha espresso la necessità di una attività di ricognizione e scelta di modelli meteo e marini e algoritmi dedicati alla previsione probabilistica del tempo: a partire dalle diverse previsioni numeriche deterministiche fornite da diversi modelli o corse dello stesso modello, tali tecniche forniscono una probabilità di accadimento dei fenomeni meteo, fornendo un'informazione ad alto valore aggiunto.

5.7.3 Algoritmi di elaborazione dati/modelli meteo multisorgente

Lo stakeholder ItaliaMeteo ha espresso la necessità di effettuare uno studio e implementazione di tecniche innovative di data merging, data fusion e machine learning per il massimo sfruttamento dell'immensa quantità dei diversi dati meteo disponibili (osservati e da modelli) e la loro traduzione in un'informazione previsionale sintetica e a valore aggiunto.

6 LE RETI DI MONITORAGGIO

6.1 Rete Dinamica Nazionale

6.1.1 Descrizione

La Rete Dinamica Nazionale ha lo scopo di organizzare, sul territorio italiano, un network di stazioni permanenti GPS stabilmente materializzate, che osservano con continuità i segnali satellitari GNSS e li trasmettono per via telematica ad un Centro di Calcolo appositamente istituito presso il Servizio Geodetico dell'IGM. La disponibilità continua delle osservazioni consentirà di contribuire a vari progetti scientifici e tecnici di interesse nazionale, fra i quali assumono certamente rilevanza quelli connessi allo studio dei movimenti crostali ed al monitoraggio delle deformazioni sia a livello regionale che locale. I risultati di maggior interesse per l'IGM sono però quelli derivanti dall'utilizzo di tale struttura dinamica per la materializzazione ed il monitoraggio di precisione, sul territorio nazionale, del Sistema di Riferimento Globale.

L'esigenza scaturisce dalla necessità di dotare la nazione di un Riferimento Geodetico in linea con i tempi, dotato di caratteristiche adatte a supportare qualunque attività geodetica e valide anche per le applicazioni che richiedono le precisioni più elevate. In particolare, la gestione dei network di stazioni permanenti GPS recentemente istituiti in Italia (essenzialmente a livello regionale) allo scopo di distribuire le correzioni per il posizionamento differenziale in tempo reale (RTK), necessitano di Riferimenti dotati di alte precisioni, non sempre raggiunte dalla realizzazione del Sistema Globale fino ad ora adottata: l'ETRF89. È stato quindi deciso di allinearsi al più recente frame convenzionale del Sistema ETRS89 ufficializzato in Europa: l'ETRF2000. Come riferimento temporale è stato scelto, secondo le più recenti direttive EUREF, il 2008.0.

La RDN è stata istituita selezionando 99 stazioni permanenti GPS, fra quelle già esistenti in Italia, di proprietà di Enti Pubblici ed omogeneamente distribuite, in modo da consentire in seguito l'accesso al Riferimento Globale su tutto il territorio nazionale. Le stazioni considerate hanno una interdistanza media di 100÷150 km, in modo da poter disporre, avendo avuto particolare attenzione alla copertura delle zone marginali, di una stazione ogni 3000 km² circa.

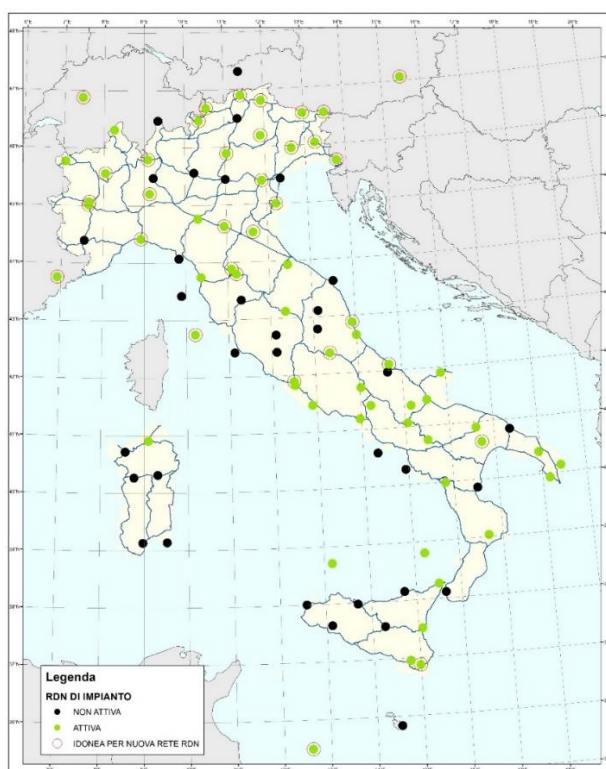


Figura 37 - Rete RDN di impianto

6.1.2 Quantità richieste

Al fine di densificare e consolidare la RDN nonché per il rafforzamento dei settori più critici della rete vi è la necessità di un incremento di 10 stazioni.

Per la definizione del layout della rete di densificazione si è innanzitutto analizzato la dislocazione delle stazioni della rete RDN che rispondono ai criteri di affidabilità e qualità descritti al successivo paragrafo 6.1.3. Nel valutare l'affidabilità di una stazione si è tenuto conto anche della fruibilità del dato prodotto e della disponibilità di metadati aggiornati. Inoltre, si è considerato di importanza fondamentale la possibilità di definire un rapporto di collaborazione con il gestore della stazione al fine di avere un flusso di informazioni continuo sullo stato della stazione stessa e dei suoi eventuali aggiornamenti.

Alla luce di queste considerazioni sono state ritenute strategiche per la definizione di una rete RDN aggiornata le stazioni della rete ASI, le stazioni della rete europea EPN, le stazioni della rete FReDNet di OGS, le stazioni delle province autonome di Trento e Bolzano e le stazioni della rete GRDNet di SOGEI. Sono state invece escluse le stazioni della rete RING di INGV per vari tipi di problematiche, tra le quali l'assenza di un rapporto di collaborazione adeguato.

Le stazioni così selezionate per l'aggiornamento della rete RDN sono state riportate in Figura 37 (simbolo cerchio di colore rosso). Come si osserva si possono individuare zone con copertura ridondante di stazioni e altre zone dove invece le stazioni risultano per lo più assenti, in particolare nelle regioni al sud Italia. Sono state quindi posizionate le stazioni della rete di densificazione (Figura 38) con la finalità di ricoprire le zone più sguarnite e quelle aree geografiche che hanno una geodinamica particolare e quindi necessitano di un numero maggiore di siti fiduciali per il monitoraggio.

In particolare:

- Si ritiene che sia di fondamentale importanza installare due stazioni sullo stretto di Messina, una in Sicilia e l'altra in Calabria (STAZ9 e STAZ10 in Figura 38). Questo posizionamento consente non solo di migliorare la copertura di due regioni carenti ma soprattutto di introdurre degli strumenti accurati ed efficaci per il controllo dello stretto. Inoltre, per l'installazione delle stazioni è possibile sfruttare i casottini dell'ANAS che furono predisposti con la collaborazione di IGM proprio al fine di eseguire controlli periodici di tipo geodetico sullo stretto.
- Si ritiene inoltre prioritario installare altre due stazioni in Calabria essendo questa regione quasi priva di stazioni fiduciali (STAZ7 e STAZ8 in Figura 38)
- Infine, le altre stazioni sono state posizionate in modo da rendere più omogenea la copertura del territorio. A questo proposito si sottolinea come alcune zone che possono presentare carenza di copertura, come ad esempio la regione Sardegna, non sono state oggetto di densificazione in quanto sono aree geografiche con una geodinamica perfettamente in accordo con i modelli che descrivono il movimento della placca euroasiatica e di conseguenza necessitano di meno stazioni per la definizione e il monitoraggio del sistema di riferimento.

Nella scelta del posizionamento delle nuove stazioni è stata anche valutata la vicinanza della sede con la rete di livellazione IGM. Questa condizione consentirebbe infatti di poter assegnare con più facilità anche la quota ortometrica alle varie stazioni e quindi di poter monitorare con continuità lo scostamento tra le quote ellissoidiche e geoidiche.



Figura 38 - Dislocazione nuove stazioni RDN

6.1.3 Caratteristiche tecniche minime

Una stazione GNSS può essere considerata di tipo fiduciale quando risponde a determinati standard di qualità e di continuità con cui questa acquisisce il dato.

Per definire in dettaglio queste caratteristiche si può fare riferimento alle specifiche UNAVCO³, ente che disciplina gli standard per la ricerca in campo geodetico, e alle linee guida dell'EUREF⁴ per la densificazione della rete europea EPN.

Qui di seguito si riassumono le principali caratteristiche che contraddistinguono un sito fiduciale:

- Ogni stazione è composta da un ricevitore GNSS, di un'antenna di tipo geodetico e di una linea per la trasmissione dei dati. Il ricevitore rappresenta lo stato dell'arte per la tecnologia GNSS e in particolare è in grado di captare ed elaborare i segnali di codice e fase provenienti dalle varie costellazioni di satelliti. L'antenna è di tipo geodetico con tecnologia Choke Ring, o equivalente, per la mitigazione del multipath.
- Il ricevitore viene alloggiato in un ambiente protetto dalle intemperie; qualora non sia possibile individuare un ambiente idoneo si può prevedere l'uso di un box di dimensioni e robustezza adeguate.
- L'antenna è montata su un monumento stabile, appositamente realizzato; il monumento può essere costituito da un pilastrino in calcestruzzo oppure da staffe metalliche rigide o ancora da un tripode di tipo geodetico. In ogni caso il supporto dell'antenna dovrà garantire stabilità, resistenza alle vibrazioni e alle lente deformazioni e garantire durata nel tempo. La sede di installazione deve risultare priva di ostacoli sia fisici che elettromagnetici in quanto questi potrebbero limitare o alterare il corretto funzionamento del ricevitore. Il collegamento tra antenna e ricevitore è realizzato con cavo coassiale e in generale non deve superare i 30 metri.
- Ogni stazione è alimentata da una linea elettrica ed è connessa ad una linea di trasmissione dati che consente anche la gestione della stazione stessa da remoto. Se disponibile, ma non necessario, l'uso di energia elettrica e la connessione ad Internet possono essere fornite da una struttura ospitante e devono avere le seguenti caratteristiche:

³ UNAVCO è un consorzio di scienziati che senza scopi di lucro promuove la ricerca e lo studio della geodesia. E' finanziato dalla National Science Foundation (NSF) e dalla National Aeronautics and Space Administration (NASA) <https://www.unavco.org>

⁴ L'EUREF è la Sottocommissione IAG (International Association of Geodesy) per il Sistema di Riferimento per l'Europa

- ♦ alimentazione elettrica con potenza di circa 20W, con un consumo medio giornaliero di circa 0.5 KWh;
- ♦ disponibilità di una porta ethernet fisica, con indirizzi IP fisso, con firewall e router adeguatamente configurati in modo da permettere la connessione con il centro di calcolo IGM.

Qualora non siano disponibili l'alimentazione elettrica da rete fissa e/o la connessione tramite porta ethernet è possibile allestire dei pannelli fotovoltaici e un collegamento ad Internet tramite rete mobile.

Di seguito per esemplificare quanto sopra è riportata un'immagine della stazione IGMI (Figura 39) installata sul tetto della sede della Direzione Geodetica nel distaccamento Santoni. Il monumento è un pilastro in calcestruzzo. L'alimentazione e la linea per la trasmissione dei dati sono fornite in questo caso dalla sede ospitante.

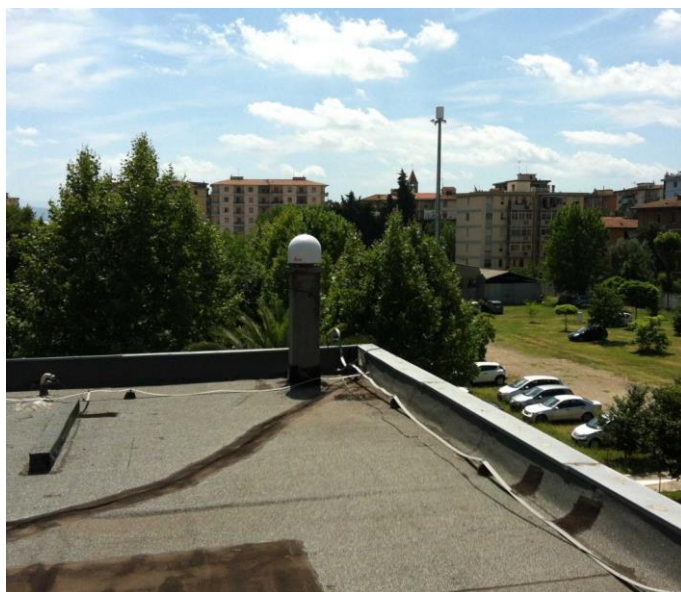


Figura 39 - Stazione IGMI posta sul tetto della Direzione Geodetica dell'IGM nella sede di Novoli

In Figura 40 è riportata invece la stazione VIRG della rete fiduciale di ASI (Agenzia Spaziale Italiana) che rappresenta un esempio molto diverso di installazione. In questo caso la stazione è alimentata da pannelli solari. Il monumento è costituito da un tripode, ovvero quattro barre in acciaio che penetrano nel terreno fino ad una profondità adeguata a garantire la stabilità fisica necessaria all'antenna GNSS.



Figura 40 - Stazione VIRG posta in campo aperto nell'area dell'osservatorio VIRGO a Cascina

Il box nella foto contiene il ricevitore GNSS e gli apparati di comunicazione. Le dimensioni del box dipendono dalla disponibilità del sito ospitante all'utilizzo dell'energia elettrica.

Nel caso illustrato, essendo necessario utilizzare dei pannelli fotovoltaici, il box deve avere dimensioni adeguate ad ospitare delle batterie.

Con le caratteristiche suddette si prevede che il costo di ogni stazione, comprensivo di tutti gli elementi necessari per il funzionamento della stessa, risieda nel range che va dai 10.000 ai 18.000 euro essendo legato al tipo di monumento e alla necessità o meno di dover disporre di un box e di pannelli fotovoltaici. Inoltre, si devono considerare le spese per l'installazione della stazione che dipendono essenzialmente dalla sede e dal tipo di monumento scelto per l'antenna: nel caso di installazione su edificio, infatti, è sufficiente l'uso di una staffa in acciaio e di un trapano; al contrario per una installazione in campo aperto è necessario fare uno scavo e predisporre un basamento con notevole aumento dei costi.

Il costo di esercizio della stazione è quello della sola scheda dati nel caso in cui la stazione non abbia disponibilità di una connessione Internet tramite una rete messa a disposizione dalla struttura ospitante.

6.2 Rete di Livellazione di Alta Precisione

6.2.1 Descrizione

L'Istituto Geografico Militare annovera fra i propri compiti istituzionali la gestione della rete nazionale di livellazione di alta precisione, che rappresenta il riferimento altimetrico fondamentale sul territorio italiano. La rete è stata realizzata fra il 1950 e il 1971, ed era costituita all'impianto da circa 13.000 caposaldi, disposti lungo altrettanti km di viabilità principale distribuita su tutto il territorio nazionale.

Le quote sono riferite a 4 mareografi che generano 4 differenti sistemi di riferimento altimetrico: Genova per l'Italia continentale, Cagliari per la Sardegna, Catania per la Sicilia e Lampedusa per le Isole Pelagie. Nel 1997 è stato attuato un progetto che prevede la completa rimisura delle linee d'impianto e la contemporanea istituzione di nuove linee di raffittimento, con l'obiettivo originario di raggiungere un'estensione totale della rete di oltre 22.000 km su un arco temporale di 20 anni.

I lavori sono proceduti per circa 15 anni a ritmo regolare, subendo però un rallentamento negli ultimi anni a causa dell'insorgenza di varie problematiche legate sia alla sempre più esigua assegnazione di fondi per finanziare tale attività sia al costante decrescere del personale tecnico che IGM ha per l'esecuzione di tale lavorazione.



Figura 41 - Attuali linee di livellazione di alta precisione suddivise per anni di intervento

6.2.2 Quantità richieste

Allo stato attuale risultano ancora in sospeso le operazioni di rimisura e raffittimento nel territorio delle seguenti regioni: Calabria, Puglia, Sicilia e Sardegna (Figura 42). Il completamento della rete costituisce interesse prioritario per IGM, sia per garantire l'adeguata descrizione altimetrica di tutto il territorio Nazionale, sia per la definizione di un nuovo modello di geoida con precisione sensibilmente maggiore rispetto all'attuale Italgeo2005.



Figura 42 - Linee di livellazione di alta precisione ad alta priorità

Sarà inoltre possibile partecipare, con dati aggiornati e affidabili, al calcolo unificato delle reti europee per la definizione di un sistema di riferimento altimetrico europeo EVRS (European Vertical Reference System).

Inoltre, dato il lungo intervallo temporale di effettuazione delle misure (superiore a 20 anni), si rende auspicabile la rimisura di una selezione di linee di livellazione dell'Italia centro-settentrionale in modo da potere in qualche modo aggiornare i valori delle quote determinate nei primi stadi del progetto ed arrivare ad una definizione coeva su tutto il territorio nazionale. Nella Figura 43 sono rappresentate le linee di livellazione che si vorrebbe ricognire, materializzare (in caso i contrassegni non fossero più ritrovabili) e misurare, con indicata la relativa priorità nella realizzazione del progetto.



Figura 43 - Linee di livellazione di alta precisione da rimisurare

Inoltre, si ritiene di estremo interesse effettuare misure di livellazione di alta precisione di riattacco alle stazioni permanenti che comporranno la nuova rete RDN (Rete Dinamica Nazionale). Il progetto di misura riguarda un sottoinsieme delle stazioni e in particolare alcune stazioni appartenenti alla nuova rete fiduciale nazionale GNSS di ASI, ISPRA, RING (INGV) e le nuove stazioni installate da IGM nell'ambito del PNRR.

Questo progetto consentirebbe alla direzione geodetica di adeguarsi agli standard richiesti da EUREF⁵ per la gestione delle reti GNSS e di implementare vertici geodetici cosiddetti "combinati" ovvero determinati con tecniche di misura differenti, in questo caso livellazione e misure continue GNSS. Questi punti sono rilevanti sia per la realizzazione del geoide sia ai fini dell'adozione di un sistema verticale unico europeo (EVRS).



Figura 44 - Stazioni permanenti GNSS da collegare, ove possibile, a linee di livellazione di alta precisione

⁵ L'EUREF è la Sottocommissione IAG (International Association of Geodesy) per il Sistema di Riferimento per l'Europa

6.2.3 Caratteristiche tecniche minime

I lavori di materializzazione e misura andranno effettuati secondo le “Specifiche tecniche per la progettazione, ricognizione, segnalizzazione e misura di linee di livellazione geometrica di alta precisione appartenenti alla rete altimetrica fondamentale” riportate al paragrafo 6.2.3.1.

Le **FASI DI LAVORO** per macroaree sono:

- ricognizione della linea di livellazione;
- individuazione del caposaldo tramite la monografia fornita dall’IGM;
- riattamento del caposaldo o in alternativa istituzione di uno ex novo (materializzazione);
- il posizionamento e la materializzazione del nuovo vano effettuati secondo le Specifiche riportate al paragrafo 6.2.3.1;
- eventuale aggiornamento della monografia o realizzazione di quella cartacea del caposaldo di nuova istituzione e poi realizzazione della stessa in formato digitale compresa di foto e coordinata al metro;
- effettuazione delle misure nelle modalità e tolleranze previste nelle Specifiche riportate al paragrafo 6.2.3.1;
- posizionamento, ogni 5 chilometri di linea, di un bulloncino che materializzerà un elemento geodetico noto come geotrav, ovvero un punto di cui sono note la quota ellissoidica e quella da livellazione geometrica;
- esecuzione del rilievo GNSS su ogni punto geotrav.

La **strumentazione** da adoperare, **oltre al materiale da cantiere per la materializzazione** sono:

Caratteristiche minime del LIVELLO		
Misurazione elettronica su stadia invar con codice a barre di alta precisione		
Reticolo per misurazione visiva		
Connessione USB/mini USB		
Livella sferica		
Memorizzazione dati		interno e esterno
Misura di distanza	min	100 m
Precisione nella misurazione della distanza	min	0,10%
Metodi di livellazione: BF, BFFB, aBF, aBFFB		
Precisione del compensatore pendolare	min	+ 0,3"
Precisione dh min richiesta per chilometro	min	2 mm
Ingrandimento ottico	min	32x
Sistema di messa a fuoco		automatico

Caratteristiche minime ricevitore GNSS	
Multifrequenza	
Multicostellazione	
Prestazione rilievo di posizionamento statico	Orizzontale 3 mm + 0.5 ppm RMS
	Verticale 6 mm + 0.5 ppm RMS

La **produzione** giornaliera per tipologia di attività:

Riferimento	COSTO UNITARIO	Produzione giornaliera
Costo a materializzazione	€ 40,00	15 materializzazioni/riattamenti
Costo a km di misura	€ 500,00	4 km completi (in andata e ritorno 8) secondo le Specifiche tecniche della Livellazione di alta precisione (All. 1)
Costo a geotrav	€ 90,00	6 geotrav con almeno 2 ore di stazionamento ciascuno e 2 basi indipendenti per geotrav
Costo a monografia	€ 20,00	15 monografie complete incluso il caricamento del db

I **materiali** per la materializzazione del caposaldo (bulloni) e geotrav (centrini-bulloncini) verranno reperiti a parte tramite commessa ad una fonderia o a centri dove vengono eseguite lavorazioni meccaniche di tornitura. Il progetto dei contrassegni verrà fornito da IGM.

Al preventivo va aggiunto il costo di missione del personale IGM che seguirà le varie fasi del lavoro per assicurare che quanto prodotto sia conforme agli standard e alle Specifiche IGM.

6.2.3.1 Specifiche tecniche per la progettazione, ricognizione, segnalizzazione e misura di linee di livellazione geometrica di alta precisione appartenenti alla rete altimetrica fondamentale

6.2.3.1.1 Nomenclatura e definizioni

6.2.3.1.1.1 Linee di livellazione

Sono definite linee di livellazione i percorsi lungo i quali vengono posizionati i segnali di riferimento altimetrico, detti capisaldi, posti di norma a distanza di 1 km circa l'uno dall'altro. Le operazioni di livellazione geometrica consentono la determinazione del dislivello fra due capisaldi contigui; è possibile così attribuire una quota, come la somma dei dislivelli successivi, ad ogni caposaldo, partendo da uno di essi di quota assegnata scelto come fondamentale.

I capisaldi sono costituiti da contrassegni resi solidali al terreno, attraverso una fondazione propria, o fissandoli ad un manufatto preesistente ed avente caratteristiche di stabilità e durata nel tempo (edifici, muri di sostegno, ponti ecc.).

Ogni linea di nuova istituzione deve essere collegata a linee già esistenti in modo che sia possibile, secondo il metodo suddetto, la determinazione delle quote dei capisaldi che la compongono.

6.2.3.1.1.2 Capisaldi di livellazione

Ogni caposaldo di livellazione è costituito da un contrassegno orizzontale principale (CSO), ed eventualmente da uno o più contrassegni orizzontali secondari (CSO', CSO'', ecc.) e da uno o più contrassegni verticali (CSV, CSV', ecc.). I vari contrassegni appartenenti allo stesso caposaldo sono posti a breve distanza tra loro e fissati sullo stesso manufatto o su manufatti diversi ubicati nelle immediate vicinanze.

In casi particolari (ad esempio a seguito della distruzione del CSO) un caposaldo può essere costituito dal solo contrassegno verticale.

I capisaldi della rete di livellazione di alta precisione furono classificati, al momento della loro istituzione, in quattro categorie in relazione alle caratteristiche della segnalizzazione e conseguentemente alla probabilità di conservazione nel tempo; tale classificazione non riguarda quindi la precisione delle quote che risulta invece sempre la stessa. La divisione in categorie sussiste ancora oggi anche se è cambiata la tipologia dei contrassegni e le modalità della loro materializzazione.

CAPISALDI DI I CATEGORIA, detti anche nodali, perché corrispondenti ai vertici dei poli-goni della rete, costituiti da:

- 2 contrassegni di porcellana interrati e stabilizzati in un'unica gettata di calcestruzzo, dei quali uno protetto da un chiusino il cui riferimento è indicato nelle monografie con "C" e l'altro completamente interrato e indicato nelle monografie con "B" (Figura 47 – fig. 7);
- 1 contrassegno costituito da una sporgenza emisferica del chiusino, indicato in monografia con "A" (Figura 47 – fig. 7);
- 1 contrassegno verticale indicato con "V".

Un caposaldo di I categoria è sempre accompagnato da un altro caposaldo della medesima categoria, situato a breve distanza dal primo.

CAPISALDI DI II CATEGORIA, detti anche fondamentali, posti ogni 25 km circa di linea.

Un caposaldo di II categoria è costituito dai medesimi contrassegni del caposaldo di I categoria. Anche in questo caso la segnalizzazione è doppia, esistono cioè due capi-saldi fondamentali distanti tra loro poche decine di metri.

CAPISALDI DI III CATEGORIA, detti anche principali, posti ogni 5 km circa di linea, costituiti da:

- 1 contrassegno di porcellana interrato e stabilizzato in una gettata di calce-struzzo ("C"), protetto con un chiusino (Figura 47 – fig. 8);
- 1 contrassegno costituito da una sporgenza emisferica del chiusino ("A") - (Figura 47 – fig. 8);
- 1 contrassegno verticale.

CAPISALDI DI IV CATEGORIA, detti anche capisaldi di linea, distanti tra loro 1 km circa.

La segnalizzazione è costituita da un contrassegno di porcellana interrato e stabilizzato in una gettata di calcestruzzo (non protetto da chiusino) (Figura 47 – fig. 9); oppure da un bullone di ghisa fissato su una parete verticale (Figura 47 – fig. 10).

Talvolta accade di trovare lungo le linee di alta precisione contrassegni diversi da quelli indicati. Si tratta generalmente di capisaldi della vecchia rete di livellazione o di capisaldi di altri Enti che sono stati inseriti nelle linee di alta precisione e nuovamente quotati.

Attualmente, pur rispettando le categorie dei capisaldi esistenti e ripristinando i contrassegni distrutti, si utilizzano esclusivamente bulloni e centrini per i contrassegni orizzontali e piastrine per quelli verticali, e si istituiscono soltanto capisaldi di linea e capisaldi principali.

Sono detti capisaldi di linea i normali capisaldi posti ad 1 km l'uno dall'altro di norma costituiti da un solo contrassegno orizzontale (CSO).

Sono detti capisaldi principali quelli realizzati allo scopo di costituire un riferimento altimetrico più duraturo nel tempo. Essi sono caratterizzati da materializzazioni particolarmente curate che ne assicurino la conservazione. Di norma sono posti su edifici pubblici importanti (chiese, scuole, municipi, caserme, ecc.) e sono costituiti da almeno due contrassegni: quando possibile un CSO ed un CSV, altrimenti da due CSO di tipo diverso.

6.2.3.1.1.3 Contrassegni

I contrassegni sono detti orizzontali quando è possibile la loro misura per mezzo di una stadia semplicemente appoggiata su di essi. A tale scopo essi sono posti al livello del suolo o a breve distanza da esso.

Nelle fase di istituzione delle linee di alta precisione essi erano costituiti da un tronco-cono di porcellana (Figura 45) o da un chiodo in metallo (Figura 47 – fig. 1), interrati a 20-40 cm di profondità e protetti o meno da un pozzetto di ghisa (Figura 46) o cemento. Il punto a cui è riferita la quota è quello individuato dal piano orizzontale tangente alla sommità della sporgenza emisferica del segnale in porcellana o in metallo; tale punto è convenzionalmente indicato nelle monografie con la lettera "C".

In caso di protezione con pozzetto in ghisa (I, II e III cat.) era presente un ulteriore contrassegno orizzontale, in aggiunta al segnale di porcellana interrato, costituito da una sporgenza emisferica presente nella parte superiore del pozzetto che alloggia il coperchio. La quota è riferita al piano orizzontale tangente a tale sporgenza, indicato con la lettera "A".

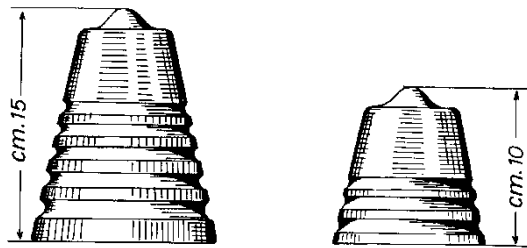


Figura 45 - Contrassegno in troco-cono di porcellana

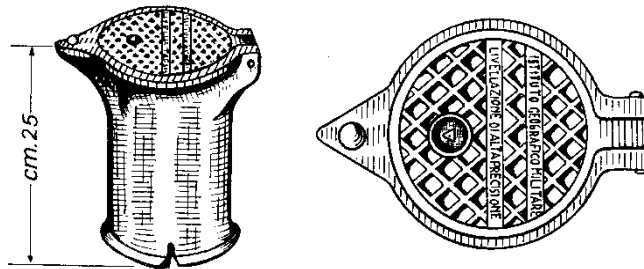


Figura 46 - Pozzetto in ghisa a protezione dei contrassegni

Attualmente i contrassegni orizzontali sono costituiti preferibilmente da un bullone di ghisa infisso orizzontalmente in una parete verticale a circa 50 cm dal suolo, con la testa sporgente dalla parete in modo da potervi appoggiare sopra la stadia durante le mi-sure; la quota è riferita al piano orizzontale tangente alla sommità della testa torica del bullone (Figura 47 – fig. 10). Quando non sono disponibili strutture verticali atte al posizionamento di un bullone, si utilizzano centrini in acciaio inox, terminanti con una parte emisferica, infissi in strutture orizzontali (ponticelli, chiaviche, chiuse, ecc.). Il riferimento è costituito in questo caso dal piano orizzontale tangente alla sommità della testa del chiodo o del centrino.

I contrassegni sono detti verticali quando non è possibile la loro misura per mezzo di una stadia semplicemente appoggiata su di essi. I contrassegni verticali sono infissi su pareti verticali ad un'altezza dal suolo di circa 2,5 m, e sono misurabili soltanto per mezzo di nastri o stadiette, appesi direttamente o per mezzo di apposite staffe. L'esperienza ha mostrato che l'altezza a cui sono posti li protegge, in percentuale superiore rispetto agli orizzontali, da manomissioni e asportazioni. Anticamente erano costituiti da targhette metalliche recanti un foro od un segno di vario genere al quale era riferita la quota (Figura 47 – fig. 3, 4, 5, 6). Nella fase di istituzione delle linee di alta precisione sono stati utilizzati come contrassegni verticali delle piastrine a mensola terminanti con una mezza sfera alla sommità della quale va riferita la quota (Figura 47 – fig. 11). Attualmente si utilizzano piastrine dalle quali fuoriesce un cilindretto orizzontale al cui asse è riferita la quota. La forma di questi contrassegni ne consente la misura anche con una normale stadia da 2 m posta con il tallone in battuta sul piano orizzontale tangente alla parte inferiore del cilindretto. È necessario in questo caso aggiungere al dislivello la misura del raggio del cilindretto che risulta una costante costruttiva pari a 1,5 cm.

Nella Tabella 17 è indicata la simbologia dei contrassegni utilizzati dall'Istituto Geografico Militare nel corso degli anni: quelli anteriori al 1942 per la vecchia rete di livellazione, quasi del tutto distrutta; quelli posteriori al 1942 impiegati nella fase di istituzione delle linee di alta precisione.

Anteriori al 1942			Posteriori al 1942		
DESCRIZIONE	SIMBOLO	REFERIMENTO DELLA QUOTA	DESCRIZIONE	SIMBOLO	REFERIMENTO DELLA QUOTA
Contrassegni orizzontali (Cso)			Contrassegni orizzontali (Cso)		
Disco metallico impiombato	●	Faccia superiore del disco	Di I categoria (fig. 7)	●	Punti più alti delle sporgenze sferiche A, B e C
Circolo inciso	○	Centro del circolo	Di II categoria (fig. 7)	⊙	
Chiodo (o cs di vetro) interrato (fig. 1 a 2)	□	Punto più alto (figg. 1 e 2)	Di III categoria (fig. 8)	⊕	Punti più alti delle sporgenze sferiche A e C
Mensola murata nelle fondamenta	▸	Faccia superiore	Di IV categoria { in porcellana interrato (fig. 9) bullone nel muro (fig. 10) circolo inciso (ant. 1942, rimisurati) bullone di acciaio (fig. 11)	○	Punto più alto della sporgenza sferica C
Piano orizzontale	—	Specificato nella descrizione		⊕	Punto più alto dello testa
Contrassegni verticali (Csv)				○	Centro del circolo
Piastrina metallica (figg. 3 e 6)	■	Foro o linea centrale		⊕	Centro
Piastrina di marmo (fig. 4)	▤	Linea od altro segno	Contrassegni verticali (Csv)		
Piastrine speciali	□	Specificato nella descrizione	Mensola (fig. 11)	▤	Punto più alto della mezza sfera
	▤	Linea incisa	Piastrina metallica (figg. 3 e 6) (ant. 1942, rimisurati)	■	Foro o linea centrale
	□	Centro	Piastrina metallica (fig. 5) (ant. 1942, rimisurati)	○	Foro centrale
Piastrina metallica (fig. 5)	○	Foro centrale			

Tabella 17 - Simbologia utilizzata per i contrassegni

Tutti i contrassegni orizzontali non terminanti con una semisfera o con una superficie toroidale, tali cioè da non rendere unico ed inequivocabile il piano orizzontale tangente alla parte superiore del contrassegno, devono essere misurati con l'ausilio di un supporto con calotta sferica (mezza sfera), opportunamente calibrato, che posto sopra di essi (con la parte sferica verso l'alto) rende possibile l'esecuzione di misure di alta precisione. È necessario in questo caso correggere il dislivello di una quantità pari al raggio della sfera che risulta una costante costruttiva del valore di 1,5 cm.

6.2.3.1.1.4 Capisaldi a carattere provvisorio

In rari casi, quando la situazione dei luoghi impedisce la materializzazione di normali capisaldi con interdistanza chilometrica, può risultare necessario, al fine di misurare tratte di lunghezza non eccessiva, l'istituzione di capisaldi a carattere provvisorio. Tali capisaldi, dovendo servire soltanto alle misure in atto, non richiedono una particolare materializzazione: è sufficiente l'individuazione di un sostegno naturale (es. roccia affiorante, ecc.), o artificiale (es. soglie di edifici, paracarri, ecc.) che risulti stabile ed identificabile con precisione. Poiché tali sostegni non saranno dotati, in generale, di una superficie curva idonea all'appoggio della stadia, si utilizzerà per la loro misura un supporto con calotta sferica la cui posizione sull'appoggio verrà marcata in modo da renderla inequivocabile.

In caso di mancanza di idonei sostegni possono essere impiegati come capisaldi a carattere provvisorio picchetti in ferro o in legno, da utilizzare sempre con l'ausilio del supporto con calotta sferica, che andranno conficcati e ben stabilizzati nel terreno.

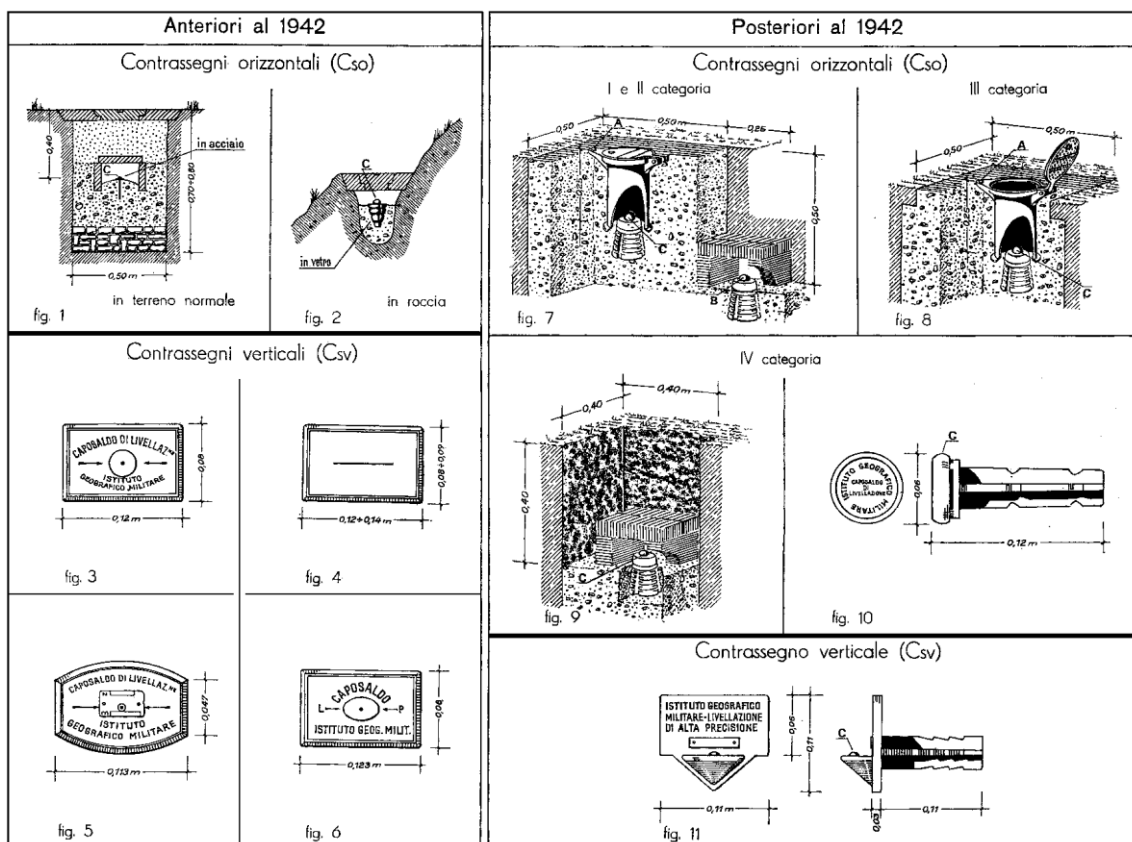


Figura 47 - Tipi di contrassegni di livellazione

6.2.3.1.2 Progettazione e Ricognizione

Le linee di livellazione devono necessariamente seguire la viabilità esistente, poiché il metodo della livellazione geometrica può essere attuato esclusivamente lungo le strade.

Il percorso di una livellazione di alta precisione si svilupperà sempre secondo poligoni chiusi, in modo da consentire il controllo delle misure tramite la "chiusura" dei poli-goni stessi, ed avrà sempre almeno un collegamento con le linee esistenti, in modo da poter assegnare ai nuovi capisaldi una quota riferita al sistema altimetrico nazionale. In maniera analoga si ottiene sia l'inserimento nel sistema nazionale che il controllo di una nuova linea se essa inizia e finisce su linee esistenti. In tal caso è necessario verificare la stabilità dei capisaldi di attacco, relativamente ai movimenti locali, rimisurandone il dislivello rispetto a quelli limitrofi. Nel caso in cui le nuove misure non confermino gli antichi dislivelli è necessario procedere nella rimisura della linea di riattacco, in ambedue i versi, fino a quando non si è certi di aver rintracciato un capo-saldo stabile rispetto ai movimenti locali.

Nel progettare una nuova livellazione è indispensabile quindi la conoscenza dello sviluppo della rete altimetrica di alta precisione dell'IGM, ed è opportuno considerare l'ubicazione, nella zona, di eventuali capisaldi appartenenti ad altri Enti, poiché, inserendoli nel progetto, si ha la possibilità di effettuare ulteriori controlli delle misure.

Individuato il percorso più idoneo alle finalità del rilievo si dovrà identificare, attraverso una attenta ricognizione, l'esatta ubicazione dei capisaldi. Essi saranno posti su manufatti già presenti in loco ed aventi dimensioni, consistenza e destinazione d'uso tali da garantire una adeguata stabilità nel

tempo. Saranno da evitare marciapiedi, cordoli, muretti divisorii, pozzetti di fognature di piccole dimensioni ed ogni altra simile struttura prefabbricata. Saranno invece indicati: edifici, spalle di ponti, muri di sostegno, chiuse di canali ed in genere ogni altra struttura in calcestruzzo gettata in loco.

I capisaldi di nuova istituzione dovranno, generalmente, essere posti ad una distanza di 1 km. \pm 200 m. Per esigenze particolari è possibile all'occorrenza porli a distanze inferiori a 800 m, e solo eccezionalmente a distanze superiori a 1.200 m.

Un caposaldo principale dovrà essere materializzato all'inizio e alla fine della linea, nei punti di incrocio di due o più linee, dopo una successione di 4 capisaldi di linea, e ogni volta che la presenza di centri abitati consenta di sfruttare immobili importanti (chiese, scuole, municipi, caserme, ecc.). Mediamente un caposaldo ogni 8 km dovrà essere adatto all'esecuzione di una stazione GPS; se il CSO principale del caposaldo non risulta idoneo a tale scopo si istituirà nelle sue vicinanze, utilizzando un contras-segno adatto alle misure GPS, un apposito CSO'.

In particolare, dovrà essere verificata:

- l'assenza di ostacoli stabili, che impediscano la ricezione dei segnali satellitari, aventi un'elevazione superiore a $15^\circ \div 20^\circ$ sul piano dell'orizzonte dell'antenna considerata posta ad altezza normale sopra un treppiede. Sarà ammessa la presenza di ostacoli con azimut compreso fra 330° e 30° .
- l'assenza di disturbi elettromagnetici tali da rendere impossibile o difficoltosa la ricezione dei segnali satellitari; in fase di ricognizione verrà verificato che il valore del rapporto segnale/rumore risulti sensibilmente superiore ai valori minimi dichiarati dal costruttore dello strumento utilizzato.

Anche i vertici della rete fondamentale nazionale GPS ubicati in prossimità di un nuovo tracciato di livellazione, entreranno a far parte della nuova linea; a tale scopo essi dovranno essere oggetto di ricognizione prima dell'inizio delle misure, in modo da assicurarsi della loro effettiva presenza.

Nel caso di interventi su vecchie linee la ricognizione dovrà essere finalizzata al recupero ed al riattamento dei capisaldi esistenti, e all'integrazione di quelli mancanti con altri di nuova istituzione. Il ritrovamento dei capisaldi risulta di importanza fondamentale, a tale scopo è basilare un'attenta analisi della documentazione monografica fornita dall'IGM. Ogni contrassegno scomparso andrà sostituito procedendo alla materializzazione di un nuovo contrassegno in un luogo di idonee caratteristiche.

Un nuovo CSO andrà materializzato anche nel caso in cui l'antico contrassegno sia in cattive condizioni o risulti ubicato sopra o in prossimità di manufatti pericolanti. Il caposaldo comprenderà in questo caso entrambi i contrassegni: il nuovo contrassegno sarà denominato CSO ed il vecchio verrà rinominato CSO'.

6.2.3.1.3 Segnalizzazione

L'operazione di segnalizzazione comprende l'insieme dei lavori necessari per il riattamento dei capisaldi rintracciati e la materializzazione di nuovi capisaldi.

I capisaldi di nuova istituzione saranno materializzati con i seguenti contrassegni:

- contrassegni orizzontali: preferibilmente bulloni, altrimenti centrini universali;
- contrassegni verticali: piastrelle con cilindretto;
- CSO destinati alla stazione GPS: centrini universali.

6.2.3.1.3.1 Bullone

Il bullone dovrà essere infisso, a circa 30 cm dal suolo, su una parete che risulti sufficientemente verticale e priva di sporgenze in modo da rendere possibile l'appoggio di una stadia della lunghezza di 3 metri in posizione perfettamente verticale; l'asse del bullone dovrà risultare orizzontale. La parete dovrà inoltre essere sgombra da tubazioni, cavi, decorazioni od altri ostacoli che rendano difficoltoso il posizionamento della stadia.

Sulla parete sarà praticato un foro con trapano, con punta da 35-40 mm, della profondità di almeno 11-12 cm, nel quale troverà posto il codolo ad alette del contrassegno. Il bullone verrà fissato con malta ottenuta mescolando cemento e sabbia in un rapporto 1:2. L'acqua dovrà essere in quantità

tale da ottenere un impasto con consistenza plastica. Le pareti del foro dovranno essere inumidite con acqua prima di fissare il centrino.

Al posto della malta possono essere utilizzate resine sintetiche ad alta resistenza; in questo caso il foro sarà preventivamente pulito con accuratezza, per liberarlo dalle polveri della perforazione, servendosi di una pompa ad aria e di un pennello. Il bullone sarà posto con la scritta nel verso corretto della lettura.

Il bullone, una volta inserito, non dovrà essere ruotato per evitare la formazione di cavità all'interno del foro che potrebbero riempirsi di acqua e provocare il deterioramento della malta cementizia compromettendo la stabilità e la durata della materializzazione. Si dovrà porre attenzione della rifinitura della muratura esterna che dovrà essere ben raccordata con la parete e non presentare screpolature o fessure; la malta dovrà aderire alla testa del bullone senza soluzione di continuità. La superficie torica che resta esterna dovrà essere lasciata pulita.

6.2.3.1.3.2 *Centrini universali*

I centrini universali saranno utilizzati, oltre che per la materializzazione dei capisaldi destinati a divenire punti di raffittimento della rete fondamentale nazionale GPS, nei casi in cui risulta impossibile l'impiego del bullone.

Per la loro posa in opera si praticherà, sul manufatto destinato ad ospitarli, un foro con trapano, con punta da 14 mm, profondo almeno 8 cm.

La parte superiore del foro dovrà presentare un allargamento tale da consentire l'alloggiamento di una porzione della testa del contrassegno.

Il fissaggio potrà avvenire, con le medesime modalità già descritte per il bullone, sia con malta che con resine sintetiche. Nel caso di impiego di resine il beccuccio miscelatore dovrà iniziare l'erogazione dal fondo del foro, risalendo lentamente fino al totale riempimento. L'asse principale del contrassegno dovrà risultare verticale. La testa del centrino sarà raccordata con la superficie del manufatto, utilizzando lo stesso collante impiegato per il fissaggio, in modo da impedire l'infiltrazione di acqua. La resina o la malta eccedenti dopo tale operazione dovranno essere asportate evitando di sporcare la parte superiore del centrino che, a fine lavoro, dovrà restare perfettamente pulita.

Il proprietario del manufatto scelto per la materializzazione, sia esso Ente pubblico o privato, verrà preventivamente informato, e si procederà alla materializzazione solo dopo il suo consenso.

6.2.3.1.3.3 *Piastrina*

La piastrina costituente il contrassegno verticale dovrà essere fissata su una parete, con le stesse modalità già descritte per il bullone, ad altezza dal suolo di circa 2,50 m, in posizione tale da far risultare agevole sia l'aggancio del nastro metallico che l'appoggio, nella parte inferiore, di una stadia da 2 m. La parete dovrà risultare inoltre, come per il bullone, sgombra da tubazioni, cavi, decorazioni o altri impedimenti che rendano difficoltoso il posizionamento della stadietta o del nastro.

La piastrina dovrà essere posta su un manufatto prossimo a quello su cui è ubicato il CSO, o sullo stesso manufatto.

Il foro per l'alloggiamento del codolo ad alette del contrassegno sarà realizzato con una punta da 16-18 mm ed avrà una profondità di almeno 8 cm.

6.2.3.1.3.4 *Riattamento*

I chiusini costituenti i capisaldi di I, II e III categoria, facili da localizzare per la loro posizione a livello del suolo, presentano, nella quasi totalità dei casi, difficoltà all'apertura a causa dell'ossidazione delle cerniere. In tali circostanze è consentita la rottura del coperchio che verrà successivamente sostituito con uno di diversa fattura (privo di cerniere) fornito dall'IGM.

I pozzetti, una volta aperti, devono essere ripuliti dai detriti eventualmente accumulatisi al loro interno; in questa operazione si porrà particolare attenzione a non danneggiare il contrassegno che, se in porcellana, risulta fragile. La calotta sferica del contrassegno dovrà essere accuratamente pulita: con una spugna se in porcellana o con una morbida spazzola in acciaio se metallica.

Per il ritrovamento dei capisaldi di IV categoria (interrati) si eseguiranno, basandosi sia sulle informazioni presenti sulla monografia che su quelle raccolte in loco dal proprietario dell'immobile o da altri, uno o più scavi fino ad una profondità di almeno 50 cm. Una approfondita ricerca andrà fatta anche nei casi in cui le condizioni del luogo rendano minima la speranza di ritrovare il caposaldo. Lo scavo procederà con cautela al fine di non danneggiare il contrassegno.

In caso di ritrovamento, il contrassegno non dovrà essere nuovamente interrato, ma re-so utilizzabile senza ulteriori scavi tramite un tubo in PVC (160 mm) di lunghezza adeguata. Il tubo, posto verticalmente sopra il contrassegno, dovrà giungere all'altezza del piano di calpestio e sarà posto in opera fissandolo saldamente alla fondazione del contrassegno stesso con pietre e malta cementizia. La malta sarà ottenuta miscelando cemento e sabbia in un rapporto 1:2.

A lavoro ultimato, il tubo dovrà risultare coassiale al contrassegno in modo da rendere possibile il posizionamento della stadia all'interno del tubo stesso. La sommità del tubo sarà coperta da un apposito tappo in ghisa fornito dall'IGM.

Anche i chiusini in ghisa, costituenti capisaldi di I, II o III categoria, possono risultare talvolta coperti da strati di asfalto o cemento. Anche in questi casi si procederà, come già detto per i capisaldi interrati, alla loro ricerca tramite scavo. Il chiusino rintracciato sarà reso ispezionabile per mezzo di un pozzetto in cemento o in ghisa, di spessore adeguato al dislivello esistente fra il chiusino ed il piano di calpestio. Il pozzetto verrà murato sul chiusino ed avrà dimensioni tali da rendere possibile anche la misura del contrassegno "A" (non meno di 40x40 cm)

In ogni caso durante le operazioni di scavo si dovrà evitare di invadere la carreggiata sia con i materiali rimossi che con gli attrezzi utilizzati. Se ciò non è possibile bisognerà utilizzare apposita cartellonistica stradale ed eventualmente uno sbandieratore.

I luoghi oggetto dei lavori verranno sempre lasciati puliti e sgombri da terra, rifiuti, materiale in esubero, ecc., e dovranno essere sistemati in modo da riassumere l'aspetto originario.

Nel caso in cui il caposaldo risulti coperto da marciapiede, pavimento, o altro manu-fatto, l'operatore consulterà, prima di procedere allo scavo, il responsabile dell'IGM e si atterrà alle disposizioni da questo impartite.

6.2.3.1.4 Misure

6.2.3.1.4.1 Esecuzione delle misure di livellazione di alta precisione

La misura del dislivello esistente fra due capisaldi contigui, detto tratta (distanza media 1 km), sarà ottenuto, secondo il metodo della livellazione frazionata, dalla somma dei dislivelli relativi a ciascuna campata. La misura di ogni campata verrà realizzata, secondo il metodo della livellazione geometrica dal mezzo, stazionando con il livello fra le due stadi. La distanza fra strumento e stadia non dovrà superare i 40 m (battuta), e conseguentemente la lunghezza della campata non dovrà essere superiore a 80 m.

Ogni tratta dovrà iniziare e terminare tassativamente sui contrassegni principali (CSO) dei due capisaldi che la delimitano. In ogni stazione il livello dovrà trovarsi ad uguale distanza tra le due stadi con incertezza non superiore ad 1 m; alla fine della tratta la differenza tra le somme cumulate delle due semidistanze (indietro e avanti) non dovrà eccedere il limite di 5 metri. Si assumerà come misura di ogni singola tratta (andata o ritorno) il dislivello derivante dalle operazioni di livellazione, cioè la somma dei dislivelli di tutte le campate comprese in quella tratta, corretto del metro medio e dei valori di tallone per l'appoggio sui capisaldi, ottenuti dalla campionatura delle stadi.

Il dislivello di ogni tratta dovrà essere misurato due volte (andata e ritorno) in modo totalmente indipendente. La discordanza tra il dislivello in andata e quello in ritorno di ogni singola tratta non deve superare la seguente tolleranza:

$$T = \pm 2,5\sqrt{L} \text{ mm}$$

essendo L la lunghezza espressa in chilometri. Quando la tolleranza suddetta risulta rispettata si assumerà come dislivello di ogni tratta la media fra i valori di andata e ritorno. Nel caso in cui la discordanza risulti superiore alla tolleranza, si dovrà ripetere la misura della tratta. A tal fine può

bastare la ripetizione della sola andata, (o del solo ritorno), purché la discordanza con una delle precedenti misure (in andata o in ritorno) risulti in tolleranza. In ogni caso dovrà ripetersi la misura della tratta tante volte quante sono necessarie ad ottenere una coppia di misure che rientrino in tolleranza. Nel caso in cui pur avendo eseguito più misure (oltre 4), non si ottenga una coppia di misure in tolleranza, è probabile un mal funzionamento della strumentazione o un errore nella prassi operativa, oppure una insufficiente stabilità di un caposaldo. In tal caso si informerà il responsabile dell'IGM attenendosi alle sue disposizioni. La persistenza di discordanze dello stesso segno su molte tratte successive è indice della presenza di errori sistematici che impongono una verifica della strumentazione.

Nel normale procedere delle misure ogni sessione quotidiana si collega a capisaldi già misurati precedentemente; in tale situazione è opportuno verificare la stabilità del contrassegno di aggancio. La verifica può essere effettuata sia ripetendo, al momento della nuova sessione, le misure del collegamento fra i vari contrassegni del caposaldo di aggancio, sia rimisurando il tratto che precede in andata o in ritorno.

Nelle misure con livello ottico-meccanico è consentito, in caso di forte dislivello, lo sfruttamento di tutta la lunghezza della stadia purché sia sempre possibile la misura dei tratti distanziometrici del reticolo. Ugualmente con il livello elettronico il campo del cannocchiale dovrà essere totalmente occupato dalla stadia. In ogni caso è vietato operare con visuali radenti al terreno o a manufatti che possono causare errori nelle letture (si dovranno sempre effettuare letture al di sopra di 0,40 m dal suolo).

L'esecuzione delle misure sarà effettuata solo con buona visibilità: è vietato operare in presenza di foschia, forte pioggia e nelle ore più calde dei giorni d'estate.

Durante le misure le stadiie dovranno essere sempre appoggiate su apposite piastre metalliche terminanti con una superficie sferica.

Durante le misure su piastra al tallone della stadia, viene applicato un anello per facilitarne il posizionamento. Si dovrà porre particolare attenzione a centrare l'anello sulla semisfera della piastra accertandosi di appoggiare il tallone sulla piastra e non il bordo dell'anello.

Prima dell'appoggio sui contrassegni si curerà la pulizia del tallone della stadia dal quale verrà rimosso l'anello.

Prima dell'inizio delle misure è opportuno assicurarsi che le viti di bloccaggio delle punte retraibili del treppiede ed i piedini delle piastre siano ben stretti.

Sia il treppiede che le piastre dovranno essere sempre posti su superfici stabili e non cedevoli e conficcati saldamente nel terreno; sono da evitare stazioni su erba, terra bagnata e non sufficientemente compatta, asfalto caldo o di recente posa, pavimentazioni instabili, ecc. Il portastadia curerà in particolare, prima dell'appoggio della stadia, che la piastra sia ben stabilizzata al suolo premendo con i piedi ed evitando, comunque, di sporcare la semisfera della stessa.

Durante la lettura si dovrà evitare qualsiasi contatto sia col treppiede che con le piastre. In caso di spostamento accidentale del treppiede si dovrà riposizionarlo correttamente e, dopo aver annullato le precedenti letture, ripetere l'intera stazione.

In caso di spostamento della piastra avanti si procederà a ripetere la sola battuta avanti; in caso di spostamento della piastra indietro, prima che sia stata registrata la relativa lettura, si dovrà ripetere l'intera tratta.

Durante la lettura, la stadia dovrà essere posta in posizione verticale centrando la relativa livella sferica e mantenuta stabile con l'ausilio dei puntali reggi stadia (Figura 48). Al fine di consentire al portastadia di mantenere la stadia in bolla solo per il tempo necessario alla lettura, l'operatore lo avvertirà con un cenno dell'inizio dell'operazione di misura.

La stadia indietro non dovrà essere mossa fino a quando non è terminata con successo la misura sulla stadia avanti.

Nelle misure con livello elettronico si dovranno evitare situazioni nelle quali la stadia non sia uniformemente illuminata; quando la luce risulta insufficiente (es. in galleria) la stadia potrà essere illuminata con una torcia.









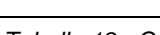








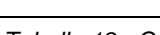








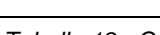
Codifica delle informazioni caposaldo in una stringa di 8 caratteri del tipo: XX ABC Z J K																									
XX	è il numero di nodale o di linea fornito dall'IGM																								
ABC	Per i nodali vale 000 Per i capisaldi di linea non in deviazione è il numero progressivo del caposaldo (da 000 a 899) Per i capisaldi in deviazione: A = 9 B = numero della deviazione (da 0 a 9) C = numero del caposaldo (da 0 a 9)																								
Z	codice per l'estensione del numero del caposaldo: 0 = per numeri senza estensione 1 = primo 2 = secondo 3 = terzo ecc.																								
J	Specifica della posizione del contrassegno: <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>codice</th> <th>posizione</th> <th>codice</th> <th>posizione</th> <th>codice</th> <th>posizione</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>CSO</td> <td>3</td> <td>CSO'''</td> <td>6</td> <td>CSV'</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>CS0'</td> <td>4</td> <td>CSO''''</td> <td>7</td> <td>CSV''</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>CS0''</td> <td>5</td> <td>CSV</td> <td>8</td> <td>CSV'''</td> </tr> </tbody> </table>	codice	posizione	codice	posizione	codice	posizione	0	CSO	3	CSO'''	6	CSV'	1	CS0'	4	CSO''''	7	CSV''	2	CS0''	5	CSV	8	CSV'''
codice	posizione	codice	posizione	codice	posizione																				
0	CSO	3	CSO'''	6	CSV'																				
1	CS0'	4	CSO''''	7	CSV''																				
2	CS0''	5	CSV	8	CSV'''																				
K	Specifica del tipo di contrassegno: <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>codice</th> <th>tipo di contrassegno</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td> "C"</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td> "A"</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td> Bullone</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td> centrino universale</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td> chiodo anonimo</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td> disco impiombato, circolo inciso, IGM95</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td> Mensola</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td> piastrina con cilindretto</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td> altre piastrine o targhe</td> </tr> <tr> <td>9</td> <td>Altro</td> </tr> </tbody> </table>	codice	tipo di contrassegno	0	 "C"	1	 "A"	2	 Bullone	3	 centrino universale	4	 chiodo anonimo	5	 disco impiombato, circolo inciso, IGM95	6	 Mensola	7	 piastrina con cilindretto	8	 altre piastrine o targhe	9	Altro		
codice	tipo di contrassegno																								
0	 "C"																								
1	 "A"																								
2	 Bullone																								
3	 centrino universale																								
4	 chiodo anonimo																								
5	 disco impiombato, circolo inciso, IGM95																								
6	 Mensola																								
7	 piastrina con cilindretto																								
8	 altre piastrine o targhe																								
9	Altro																								

Tabella 18 - Codifica delle informazioni sui capisaldi

Utilizzando strumentazione ottico-meccanica le letture alle stadiie dovranno essere tra-scritte su appositi libretti di campagna, a penna, e le eventuali correzioni dovranno essere effettuate barrando il valore errato (non sono consentite cancellature). Sia le pagine che i libretti dovranno essere numerati progressivamente, e dovranno riportare tutte le indicazioni necessarie per una loro chiara lettura.

Con gli strumenti elettronici, e stadiie con codice a barre, le letture dovranno essere memorizzate elettronicamente nel livello. Lo strumento dovrà essere impostato con modalità di misura: BF (B=Back-indietro e F=Forward-avanti). Riferendosi a tale metodologia, la sequenza di rilievo deve essere la seguente:

- stadia indietro - lettura alla stadia, rilievo della distanza della battuta indietro;
- stadia avanti - lettura alla stadia, rilievo della distanza della battuta avanti e verifica che la differenza fra le due distanze non superi il metro.

Per i riattacchi sarà utilizzata la modalità BFFB, più adatta a questa tipologia di lavoro. All'inizio e alla fine di ogni tratta (compresi i riattacchi) devono essere inserite nel livello le informazioni relative ai capisaldi, rispettivamente di partenza e di arrivo, utilizzando i codici riportati nella Tabella 18.

6.2.3.1.4.2 *Correzione del metro medio delle stadia*

Ogni stadia è caratterizzata da un proprio metro medio, cioè da un valore che corrisponde alla media delle lunghezze che effettivamente intercorrono fra tacche nominalmente distanti 1 metro. Per questo motivo le stadia debbono essere sempre campionate prima dell'inizio delle misure.

Come valore per la correzione si utilizza la media dei due metri medi delle stadia utilizzate; di norma le due stadia di una coppia sono caratterizzate da metri medi simili. Il dislivello di ogni tratta verrà corretto moltiplicando il dislivello stesso per il valore del metro medio.

6.2.3.1.4.3 *Correzione del tallone*

L'estremità della stadia che durante le misure di campagna poggia sulla piastra o sui contrassegni, è una superficie piana di acciaio detta tallone. Essa dovrebbe coincidere con lo zero della graduazione del nastro, in realtà, benché la stadia sia di buona qualità, tale condizione non può essere perfettamente rispettata: il piccolo errore residuo è detto errore del tallone o errore dello zero.

L'errore del tallone, nelle stadia di buona qualità utilizzate per la livellazione di alta precisione, non supera generalmente qualche decimo di millimetro e, ponendo la stadia in posizione operativa (tallone verso il basso), esso è positivo se il tallone resta al di sotto dello zero della graduazione, negativo in caso contrario. Pertanto, ogni lettura alla stadia va aumentata o diminuita a seconda che l'errore del tallone è positivo o negativo. Nella prassi operativa, poiché la stadia avanti di una campata diventa, nella campata successiva, quella indietro, la correzione ha nei due casi uguale entità e segno opposto e quindi si elide automaticamente. Ogni lettura ad una stadia intermedia non ha quindi bisogno di correzione: rimangono pertanto da correggere solo la prima e l'ultima lettura cioè le misure eseguite sui contrassegni dei capisaldi. Le correzioni si elidono anche in questo caso se per tali letture si utilizza la stessa stadia.

Quindi utilizzando la stessa stadia per le letture di inizio e fine tratta sui capisaldi non risulta necessaria nessuna correzione di tallone.

Tale condizione risulta automaticamente verificata quando si eseguono un numero pari di campate. In caso contrario è sufficiente accorciare l'ultima campata in modo tale che il numero finale risulti pari.

In alternativa è possibile nell'ultima campata utilizzare per la lettura avanti, sul capo-saldo, la stessa stadia impiegata per la lettura indietro lasciando la relativa piastra in posizione fino alla positiva conclusione della misura. Dovendo apportare la correzione al valore del dislivello ottenuto si dovrà sottrarre allo stesso la differenza tra il metro e il tallone.

6.2.3.1.4.4 *Misura dei contrassegni secondari*

Per la determinazione della quota dei contrassegni secondari di un caposaldo (CSO', CSO'', CSV, ecc.), si misureranno i dislivelli intercorrenti tra ciascuno di essi ed il CSO fondamentale dello stesso caposaldo (riattacchi altimetrici). Anche in questo caso si utilizzerà il metodo della livellazione dal mezzo, cioè si curerà che le distanze fra il livello e i contrassegni da misurare siano uguali.

Per i riattacchi a contrassegni orizzontali si utilizzerà la stessa stadia sia sul contrassegno che sul CSO, in modo da non dover applicare le correzioni del tallone.

Per i riattacchi a contrassegni verticali si utilizzerà, secondo il tipo di contrassegno, l'attrezzatura di seguito descritta.

Per le piastrine con cilindretto si utilizzerà preferibilmente una stadia da 2 metri, capovolta e posta, in posizione verticale, con il tallone a contatto della superficie inferiore del cilindretto. In questo caso il dislivello dovrà essere aumentato del valore del raggio del cilindretto. In alternativa potrà essere utilizzato un nastro posto, per mezzo di una vite, con l'asse del foro di riferimento al del centro del foro del cilindretto.

Per le mensole si utilizzerà un nastro collegato alla semisfera della mensola per mezzo dell'apposita staffa. Il nastro durante la misura dovrà risultare perfettamente verticale.

Per i centrini universali utilizzati come verticali, gli altri tipi di piastrine e le targhe si impiegherà un nastro posto con l'asse del foro di riferimento in coincidenza dei vari riferimenti di quota di ciascuno dei suddetti contrassegni.

In ogni caso tutti i nastri e le staffe utilizzati dovranno essere preventivamente campionati. Il dislivello dovrà essere misurato due volte (andata e ritorno); la discordanza tra le due misure non dovrà superare per i riattacchi le tolleranze di seguito riportate:

- per i CSO orizzontali o per mensole a cilindretto misurate con stadia: 0,3 mm;
- per i contrassegni verticali:
 - ♦ impiegando nastro e staffa: 1.0 mm;
 - ♦ impiegando solo il nastro: 2.0 mm.

Anche in questo caso saranno ripetute le misure che non rientrano in tolleranza, e si utilizzerà come dislivello finale la media di due misure, già corrette dei valori di staffa e/o nastro, che rientrano nelle suddette tolleranze.

6.2.3.1.4.5 Collegamento a linee di livellazione esistenti

Nel caso di collegamento a linea preesistente è necessario verificare, come già detto, la stabilità del caposaldo di collegamento relativamente ai movimenti locali. Tale verifica verrà effettuata misurando il dislivello fra detto caposaldo e quelli ad esso contigui (precedente e seguente) e confrontando i valori ottenuti con quelli derivanti dai dati di catalogo.

Il caposaldo in esame sarà ritenuto invariato se gli scarti fra i nuovi e i vecchi dislivelli risulteranno inferiori a:

$$T = \pm 4\sqrt{L} \text{ mm}$$

Se la tolleranza suddetta non è rispettata si procederà nella rimisura della linea di riattacco, in ambedue i versi, fino a quando non si rintraccia un tratto che la verifica, e che quindi risulta non soggetto a movimenti locali.

6.2.3.1.4.6 Tolleranza sui poligoni chiusi

Se la linea di livellazione si chiude a formare un poligono di L chilometri, l'errore di chiusura, (ovvero il risultato che si ottiene sommando tutte le tratte del poligono), non deve essere superiore a:

$$T = \pm 2\sqrt{L} \text{ mm}$$

6.2.3.1.4.7 Esecuzione delle misure GPS

Le misure GPS sono finalizzate alla determinazione delle coordinate del CSO principale di ogni caposaldo. La metodologia di misura sarà quella del point positioning ottenuta, anche con strumenti GPS palmari, da una epoca caratterizzata da valore di PDOP non superiore a 3.5. Lo strumento GPS deve essere, durante la misura, in asse al CSO principale, o ad una distanza da esso non superiore a 3 m. Quando entro tale distanza non sia possibile la ricezione dei segnali satellitari, si eseguirà la stazione GPS "fuori centro" in punto ausiliario posto a distanza dal CSO non maggiore di 50 m. Le coordinate geografiche WGS84, determinate dallo strumento GPS saranno riportate sulla scheda "Schizzo Monografico" insieme al valore di PDOP caratteristico della determinazione. In caso di stazione GPS su punto ausiliario si procederà alla determinazione degli elementi di riduzione misurando la distanza con una rotella metrica e l'azimut con una bussola. Le coordinate finali del CSO dovranno essere espresse al decimo di secondo sessagesimale; la riduzione al centro avverrà in coordinate piane, compilando le apposite caselle riportate sulla scheda "Schizzo Monografico".

Nel caso in cui non sia assolutamente possibile la realizzazione di una stazione GPS, secondo i criteri suddetti, le coordinate del caposaldo, previa autorizzazione del responsabile dei lavori, verranno stimate sulla cartografia alla scala 1:25.000.

6.2.3.1.5 Attrezzature strumentali

6.2.3.1.5.1 Livello

È consentito sia l'utilizzo di livelli ottico-meccanici per una livellazione di alta precisione, sia l'impiego dei moderni livelli elettronici con camera CCD e stadia con codice a barre.

Caratteristiche tecniche di un livello ottico-meccanico per livellazione di alta precisione:

- micrometro per la misura diretta di frazioni di intervalli di graduazione;
- livella con centramento a coincidenza e sensibilità non inferiore a 10" per 2 mm di spostamento, o congegno autolivellante di precisione equivalente;
- ingrandimento dell'obbiettivo non inferiore a 40 x, e grande luminosità;
- grande stabilità degli organi;
- stato di rettifica verificato periodicamente (con cadenza settimanale) e documentato.

Caratteristiche tecniche di un livello elettronico per livellazione di alta precisione:

- misura elettronica di dislivelli e delle distanze mediante elaborazione numerica dell'immagine di stadie con codice a barre;
- registrazione e la visualizzazione dei dati in modo automatico ed in tempo reale;
- acquisizione manuale dei dati;
- precisione nella misura delle quote, con stadie di 3 m, di 0,4 mm (su un km, di livellazione in andata e ritorno);
- portata di misura da 1,8 a 60 m;
- precisione nella misura delle distanze da 1÷5 cm;
- cannocchiale con almeno 24x – obbiettivo da 36 mm;
- campo visivo a 100 m. di 3,5 m;
- precisione di rettifica della linea di misura di $\pm 0,4''$;
- sensibilità della livella sferica di 8'/2 mm;
- compensatore elettronico

6.2.3.1.5.2 Stadie

Per la livellazione di alta precisione è prescritto l'uso di stadie lunghe 3 metri in un solo pezzo, con graduazione al centimetro o al mezzo centimetro (per livellazione ottico-meccanica) o con codice a barre (nel caso di livellazione elettronica) su nastro in-var sottoposto a tensione costante. In casi particolari è consentito l'utilizzo di stadie della lunghezza di 2 m.

Il nastro deve alloggiare liberamente in una scanalatura della faccia anteriore della stadia, con un estremo fissato alla calotta inferiore e l'altro al braccio di una leva, imperniata nella calotta superiore tramite una molla. Questo sistema fa sì che le eventuali dilatazioni del supporto non abbiano alcuna influenza sulla lunghezza del nastro. La stadia deve essere dotata di una o due livelle sferiche che consentano la posa verticale con l'approssimazione di pochi primi. Le stadie devono essere dotate di maniglie che ne facilitano la presa ed agevolano il mantenimento della verticalità durante la misura. Le stadie devono essere dotate di anello al tallone per agevolare il loro posizionamento sulle piastre metalliche. Lo stato di taratura e di rettifica delle stadie deve essere verificato periodicamente e comprovato da apposito certificato.

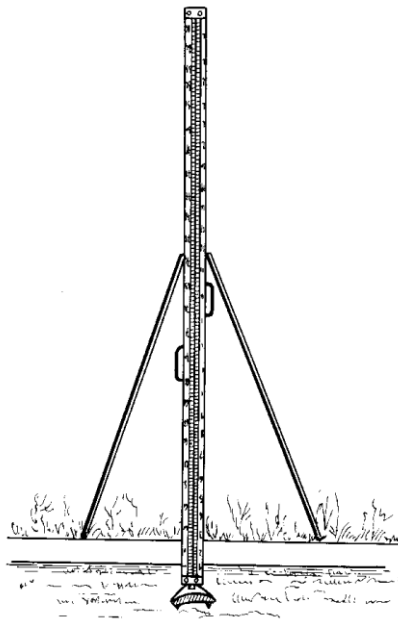


Figura 48 - Stadia

6.2.3.1.5.3 Strumentazione GPS

Per le misure GPS deve essere utilizzato un ricevitore GPS anche palmare, che consenta la lettura delle coordinate geografiche al decimo di secondo sessagesimale.

6.2.3.1.5.4 Strumentazione accessoria per le misure

Oltre al livello con treppiede e ad una coppia di stadie da 3 m ogni squadra di misura dovrà disporre della attrezzatura accessoria di seguito elencata:

- una stadia di 2 m che verrà utilizzata quando a causa di ostacoli sopra il caposaldo non sia possibile l'impiego di quella da 3 m, e per il collegamento di contrassegni verticali del tipo "piastrina con cilindretto";
- un nastro di acciaio, con la graduazione al centimetro o codice a barre, della lunghezza di almeno 150 cm, per la misura dei contrassegni verticali;
- una staffa per la misura dei contrassegni verticali del tipo a mensola;
- 2 piastre in metallo, dotate di perno di acciaio, per l'appoggio della stadia nelle battute intermedie; le piastre devono essere munite di tre punte per la presa nel terreno e di una maniglia per facilitarne lo spostamento da una battuta all'altra;
- punte di ricambio per le piastre (ove queste siano asportabili);
- 4 bastoni di supporto (2 per stadia);
- una mezza sfera in acciaio da utilizzare per misura dei contrassegni orizzontali che non terminano con una superficie sferica quali cerchi incisi, dischi impiombati, chiodi anonimi, centrini GPS;
- una scaletta retrattile.

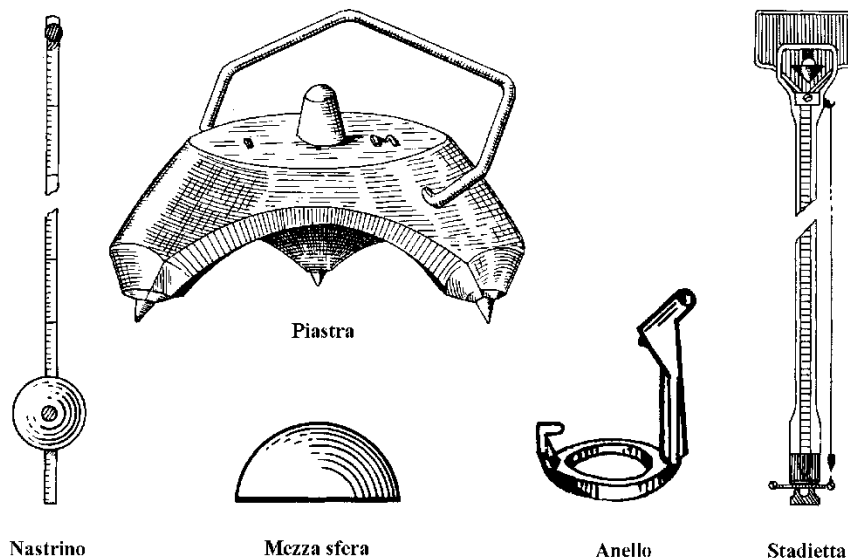


Figura 49 - Strumentazione accessoriata per la misura

6.2.3.1.5.5 Strumentazione e attrezzatura per la materializzazione

Oltre allo strumento GPS ogni squadra di materializzazione dovrà disporre della attrezzatura accessoriata di seguito elencata:

strumenti:

- una rotella metrica da 50 m;
- una bussola con smorzamento a liquido, dotata di collimatore e livella sferica, con una precisione del grado nella lettura degli azimut;
- un doppio metro;

attrezzi:

- un trapano completo di punte di vario diametro;
- un gruppo elettrogeno;
- una scala retrattile;
- attrezzi vari per lo scavo: pala, piccone, ecc.;
- attrezzi vari da muratore: scalpelli, mazza, cazzuola, martello, ecc.;
- attrezzi vari per pulire: pennello, spazzola d'acciaio, spugna, guanti, ecc.;

materiali:

- tubo in PVC da 160 mm di diametro;
- cemento;
- sabbia;
- acqua.

6.2.3.1.6 La Squadra Operativa: personale e produzione

6.2.3.1.6.1 Ricognizione e segnalizzazione

Nel caso in cui le operazioni di ricognizione e segnalizzazione siano eseguite contemporaneamente, la squadra dovrà essere composta da almeno due persone: un operatore tecnico e un muratore, eventualmente coadiuvati da un manovale, e dovrà disporre di un automezzo idoneo al trasporto del personale e di tutto il materiale occorrente. Il tecnico, disponendo delle monografie e della cartografia si occuperà di rintracciare la posizione dei capisaldi esistenti e dirigerà le operazioni di scavo condotte dal restante personale. In caso di nuove materializzazioni il tecnico sceglierà il manufatto ed il luogo preciso in cui fissare il contrassegno, ed informerà dettagliatamente il proprietario dell'immobile dal quale dovrà ottenere l'autorizzazione all'impianto. Durante l'esecuzione dei lavori,

realizzate dai muratori, l'operatore potrà dedicarsi alla stesura della monografia, alla frecciatura, alla determinazione delle coordinate tramite GPS palmare ed a tutte le altre operazioni con contenuto tecnico.

In una giornata (8 ore lavorative) la squadra suddetta potrà in media ricognire 30 – 35 capisaldi appartenenti a linee di recente istituzione e riattare (o materializzare ex novo) circa 12 capisaldi. Se la linea è costituita in gran parte da capisaldi interrati (IV categoria) la produzione media scende a 5 capisaldi al giorno.

6.2.3.1.6.2 Esecuzione delle misure

La squadra per misure di alta precisione è costituita, nel caso di utilizzo di strumentazione ottico-meccanica, da un operatore, uno scritturale e due portastadie. Utilizzando strumenti dotati di registrazione automatica delle misure (livelli elettronici e stadie con codice a barre) non è necessaria la presenza dello scritturale. Nel caso di percorsi su strade con banchina non percorribile, o comunque tali da rendere necessaria l'occupazione della carreggiata, alla squadra suddetta si aggiungeranno un numero di aiutanti sbandieratori adeguato a garantire le necessarie condizioni di sicurezza.

La produzione media di una squadra è, durante le stagioni più favorevoli (primavera e autunno) di 2,5 km completi (andata e ritorno) al giorno. Per percorsi con forte dislivello o all'interno di centri abitati, la produzione media si riduce a 2 km completi al giorno.

6.2.3.1.7 Documentazione tecnica

6.2.3.1.7.1 Documenti cartacei

SCHIZZO MONOGRAFICO

La scheda dovrà essere riempita in ogni sua parte, in particolare dovrà contenere:

- numero della linea e del caposaldo;
- nome del caposaldo;
- nome e indirizzo del proprietario dell'immobile su cui è posto il caposaldo;
- comune e provincia;
- stazione dei carabinieri competente per territorio;
- riferimenti cartografici;
- descrizione dei contrassegni, compreso il simbolo, e della loro ubicazione (fino a un massimo di 4);
- schizzo monografico: lo schizzo dovrà contenere una chiara descrizione grafica dei luoghi circostanti il caposaldo e l'esatta ubicazione dei contrassegni riportando eventuali nomi di strade, di località, pietre chilometriche o ettometriche, misure di riferimento dei contrassegni da particolari significativi (spigoli di case, muri di sostegno, ecc.);
- coordinate geografiche WGS84 del CSO e gli elementi di riduzione misurati in campagna (distanza e azimut);
- eventuali note;
- nome dell'operatore;
- data di compilazione della scheda.

Lo schizzo dovrà essere corredato da una foto che mostri chiaramente il manufatto o il sito di ubicazione del caposaldo. Nella foto dovrà essere leggibile un cartello contenente il numero della linea e del caposaldo.

MONOGRAFIA

La scheda monografica sarà prodotta come stampa del database e dovrà contenere:

- provincia e comune;
- carabinieri;
- riferimenti cartografici;
- proprietà;
- descrizione dell'ubicazione del punto con il simbolo del tipo di contrassegno (fino a 4 punti);
- quote dei vari contrassegni (al decimo di millimetro);
- disegno della monografia;
- coordinate ridotte al CSO;
- annotazioni in cui viene specificata la data delle segnalizzazioni, ricognizioni, riattamenti ecc.del particolare contrassegno;
- nome del punto;
- nome della linea;
- numero del caposaldo.

LIBRETTO DI CAMPAGNA

Le letture alle stadiè, nel caso venga utilizzata strumentazione ottico-meccanica, dovranno essere trascritte su appositi libretti di campagna, scritti a penna, con le correzioni effettuate barrando il valore errato (non saranno consentite cancellature).

I libretti dovranno essere numerati progressivamente, pagine comprese, e dovranno riportare tutte le indicazioni necessarie per una loro chiara lettura.

Nel caso in cui venga utilizzata strumentazione elettronica e stadiè con codice a barre i dati devono essere memorizzati, sotto forma di file, nella memoria del livello.

Alla fine di ogni giornata lavorativa il file corrispondente verrà trasferito nella memoria di un computer e rinominato secondo la seguente sintassi: gg_mm_aaaa_Linea_xxxx_yyyy (giorno_mese_anno_Linea n°_eventuale identificati-vo dell'operatore)

Di ogni file verrà fatta una ulteriore copia, di tipo compatibile con un normale editor di testo, che nella intestazione riporti le seguenti informazioni:

- nome dell'operatore;
- numero della linea;
- numero dei capisaldi iniziale e finale del tratto;
- tipo di contrassegni (bullone, centrino, ecc.); numero di matricola delle stadiè utilizzate;
- numero di matricola della staffa e del nastrino se utilizzati;
- calcolo correzione del tallone e del metro medio;
- ricalcolo del dislivello tenendo conto degli eventuali fattori di correzione: semi sfera, staffa, nastrino ecc.

Tutti i file modificati devono essere stampati in formato A4; le pagine dovranno essere numerate e fascicolate.

RIEPILOGO DEI DISLIVELLI

Nella copertina del riepilogo dei dislivelli dovranno essere riportati:

- numero progressivo del riepilogo;
- nome dell'operatore;
- numero della linea;
- numero dei capisaldi iniziali e finali del tratto di linea contenuta nel fascicolo.

Il riepilogo dovrà contenere:

- simbolo del contrassegno oggetto di misura;

- dislivelli misurati;
- distanze parziali;
- distanze progressive;
- riattacchi;
- numero del riferimento al libretto di campagna (o file) a cui il dato si riferisce.

Tutte le informazioni dovranno essere trascritte a penna; le eventuali correzioni dovranno essere effettuate barrando il valore errato (non saranno consentite cancellature) e scrivendo il nuovo valore sopra o sotto quest'ultimo che dovrà sempre restare leggibile.

Le deviazioni e i collegamenti altimetrici a vertici della rete fondamentale nazionale GPS vanno inserite alla fine del riepilogo.

CARTOGRAFIA FRECCIATA

La frecciatura che identifica la posizione del caposaldo dovrà essere fatta sia sulla carta al 25.000 (o 50.000), sia su quella al 100.000.

La frecciatura sul 25.000 va fatta con un tratto in colore rosso di 0,2 mm.

Individuati i punti in cui sono ubicati i capisaldi con un puntino, in corrispondenza di ognuno di essi si disegnerà una freccia il cui corpo avrà una lunghezza di 2 cm. e le cui alette saranno poste a metà del corpo della stessa. La freccia deve essere messa dal lato della strada in cui si trova il caposaldo.

Devono essere riportati inoltre:

- il numero della linea con un carattere di altezza di 5 mm contenuto in un riquadro in corrispondenza di ogni estremo della stessa;
- il numero di identificazione di ogni caposaldo in corrispondenza dell'estremità della freccia con un carattere di altezza 5 mm.

In alto a sinistra, sulla carta va indicato il numero della linea e i numeri del primo e dell'ultimo caposaldo che ricadono in quel foglio.

La frecciatura sul 100.000 viene fatta in colore nero riportando:

- la linea di livellazione con le eventuali deviazioni con tratto continuo di 0,2 mm;
- il numero della linea o deviazione con un carattere di altezza di 5 mm riquadrato in corrispondenza di ogni inizio di linea;
- l'ubicazione di tutti i capisaldi di livellazione indicata con un trattino di 4 mm ortogonale alla linea di livellazione;
- il numero di identificazione di ogni caposaldo in corrispondenza del trattino che ne identifica la posizione con un carattere di altezza 5 mm e tratto di 0,2 mm;
- in alto a sinistra deve essere indicato il numero della linea e i numeri del primo e dell'ultimo di caposaldo che ricadono in quel foglio.

6.2.3.1.7.2 Documenti informatici

Tutti i dati digitali dovranno essere registrati su CD-ROM con lo standard di scrittura ISO 9660.

LIBRETTI DI CAMPAGNA

Nel caso in cui venga utilizzata strumentazione elettronica e stadi con codice a barre, dovranno essere resi disponibili:

- i file dei dati di misura scaricati direttamente dalla memoria del livello con le singole battute relative ad ogni tratta; tale file non deve essere assolutamente aperto né tanto meno modificato;
- copia dei file delle misure opportunamente integrati come descritto in precedenza.

BANCA DATI MONOGRAFICI

Copia su CD-ROM della banca dati completamente implementata.

ELENCO DELLE COORDINATE

File contenente l'elenco dei capisaldi divisi per linea, con indicazione, per ciascuno di essi, delle coordinate geografiche WGS84 (latitudine/longitudine) che identificano il CSO principale.

6.3 Monitoraggio in situ dei movimenti franosi

6.3.1 Descrizione

In generale, un sistema di monitoraggio è un sistema che permette l'acquisizione, ripetuta nel tempo, di un determinato parametro fisico con un livello di accuratezza e precisione.

Gli obiettivi del monitoraggio in situ di un corpo di frana possono essere così sintetizzati:

1. caratterizzazione geometrica e geomorfologica del corpo di frana (riconoscimento della estensione, forma e volume, e definizione della tipologia e della o delle superfici di rottura);
2. valutazione delle pressioni interstiziali e loro variazione spazio-temporale;
3. definizione dei caratteri di attività del corpo di frana (grado, stile e distribuzione di attività);
4. misura e controllo degli spostamenti superficiali e interni all'ammasso dislocato;
5. individuazione delle correlazioni fra spostamenti misurati e principali cause di instabilità (piogge, sismi, azioni antropiche, ecc.);
6. individuazione e verifica di eventuali soglie di allarme ai fini della salvaguardia di persone e cose;
7. controllo dell'efficacia di interventi di consolidamento, sia in corso d'opera che successivamente alla loro realizzazione.

Nell'ambito del rischio meteo-idrogeologico e idraulico la Direttiva del 27 febbraio 2004 ha stabilito l'attivazione del Centro Funzionale Centrale, prevedendo gli "Indirizzi operativi per la gestione organizzativa e funzionale del sistema di allertamento nazionale, statale e regionale per il rischio idrogeologico ed idraulico ai fini di protezione civile". Questa struttura si trova a Roma, presso la sede operativa del Dipartimento della Protezione Civile. Quest'ultimo, unitamente ai Centri funzionali decentrati presso le Regioni e le Province autonome da lui coordinati, svolge attività di previsione, monitoraggio e sorveglianza in tempo reale di eventi meteo-idrogeologici e idraulici e dei loro effetti sul territorio. Ogni centro funzionale ha il compito di raccogliere e condividere con l'intera rete dei Centri una serie di dati ed informazioni provenienti da diverse piattaforme tecnologiche e da una fitta rete di sensori disposta sul territorio nazionale. In particolare, nell'ambito idrogeologico, vengono gestiti dati territoriali idrologici, geologici, geomorfologici e quelli derivanti dal sistema di monitoraggio delle frane. In questa attività, il Dipartimento della Protezione Civile è supportato per gli aspetti tecnico-scientifici e nella gestione di eventi calamitosi dai Centri di competenza, costituiti da amministrazioni statali, agenzie, istituti di ricerca, università e autorità di bacino.

I sistemi di monitoraggio sono molto differenziati anche in relazione alla frequenza di acquisizione a essi associata; questo parametro mette in relazione il sistema di monitoraggio con la tipologia di frana da monitorare; sulla base di tale caratteristica i sistemi di monitoraggio sono comunemente divisi in:

- **sistemi di monitoraggio a bassa frequenza:** si tratta di sistemi di monitoraggio che hanno una bassa frequenza di acquisizione e lunghi tempi di processamento del dato. Tali sistemi vengono per lo più impiegati per analisi multi-temporali (frequenza di aggiornamento mensile/annuale)
- **sistemi in near real time:** sistemi di monitoraggio ad elevata frequenza di acquisizione e con tempi di processamento molto ridotti. In genera si considera tale un sistema che è in grado di produrre un risultato di monitoraggio in un tempo limitato e commisurato a quello impiegato dalla frana per avere un cambiamento significativo.
- **sistemi in real time:** sono sistemi con campionamento ad altissima frequenza in grado di identificare in maniera quasi istantanea eventuali cambiamenti dei parametri controllati. Si tratta di sistemi impiegati in casi estremi, per il controllo di fenomeni impulsivi ad alta velocità come crolli o colate detritiche. Si tratta di sistemi caratterizzati da tempi di reazione molto brevi in grado di attivare segnali di allarme o interdizione (sirene o semafori).

I sistemi in near real time e real time possono essere impiegati per funzioni di allertamento di protezione civile. In relazione ad essi, un aspetto che risulta di particolare rilevanza ai fini della loro utilizzazione è la disponibilità di soggetti dotati delle competenze necessarie per interpretare i dati di monitoraggio.

Al fine di effettuare una ricognizione delle reti in situ attive o dismesse sul territorio nazionale, l'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale – ISPRA, uno dei principali Centri di competenza, nel 2021 ha ideato e implementato l'Anagrafe nazionale dei sistemi di monitoraggio. L'anagrafe ad oggi è stata popolata per i sistemi di monitoraggio ubicati in Regione Piemonte, Lombardia, Liguria, Veneto, Valle d'Aosta, Friuli-Venezia Giulia, Umbria, Puglia, in Provincia Autonoma di Bolzano, per la frana di Ancona nelle Marche e per alcuni sistemi gestiti da ISPRA nelle Regioni Lazio, Molise, Basilicata e Calabria. È in corso il censimento dei sistemi di monitoraggio a cura della Regione Emilia-Romagna e Toscana.

L'anagrafe contiene complessivamente le informazioni su 1.145 sistemi di monitoraggio (Tabella 19 e Figura 50 - Sistemi di monitoraggio censiti nell'Anagrafe nazionale (in blu) e gestiti dalla Regione Emilia-Romagna (in rosso) (Fonte: ISPRA)Figura 50). Senza considerare i 360 sistemi in Emilia-Romagna, per cui è in corso il censimento delle informazioni, sono 440 (56% del totale) i sistemi attivi, 328 (42%) i sistemi dismessi e 17 (2%) quelli in corso di realizzazione in Puglia.



Figura 50 - Sistemi di monitoraggio censiti nell'Anagrafe nazionale (in blu) e gestiti dalla Regione Emilia-Romagna (in rosso) (Fonte: ISPRA)

L'anagrafe ad oggi è stata popolata per i sistemi di monitoraggio ubicati in Regione Piemonte, Lombardia, Liguria, Veneto, Valle d'Aosta, Friuli-Venezia Giulia, Umbria, Puglia, in Provincia Autonoma di Bolzano, per la frana di Ancona nelle Marche e per alcuni sistemi gestiti da ISPRA nelle Regioni Lazio, Molise, Basilicata e Calabria. È in corso il censimento dei sistemi di monitoraggio a cura della Regione Emilia-Romagna e Toscana.

Nell'immagine sono riportati in blu i sistemi censiti nell'Anagrafe ISPRA e in rosso quelli dell'Emilia-Romagna.

I sistemi attualmente censiti nell'Anagrafe ISPRA sono complessivamente 786, così caratterizzati:

Stato	tipo_acquisizione	Scopo del monitoraggio		Totale complessivo	% su totale
		allertamento	conoscitivo		
attivo	in continuo	16	8	24	
	manuale	16	279	295	
	manuale/in continuo	35	81	116	

Stato	tipo_acquisizione	Scopo del monitoraggio		Totale complessivo	% su totale
		allertamento	conoscitivo		
attivo Totale		67	368	435	55,91%
dismesso	in continuo	1	2	3	
	manuale	99	211	310	
	manuale/in continuo	5	8	13	
dismesso Totale		105	221	326	41,90%
in corso di realizzazione	in continuo	6	4	10	
	manuale		7	7	
in corso di realizzazione Totale		6	11	17	2,19%
Totale complessivo		178	600	778	

Tabella 19 - Caratterizzazione dei sistemi censiti nell'Anagrafe ISPRA

Dalla tabella precedente risulta con evidenza che l'attuale sistema di monitoraggio è realizzato principalmente a scopi conoscitivi e di studio, essendo attualmente disponibili e attivi solo 67 punti di osservazione dei movimenti franosi in real o near-real time.

Gli strumenti più utilizzati nei sistemi di monitoraggio sono gli inclinometri ed i piezometri; seguono la strumentazione topografica (stazione totale o strumentazione GNSS), i fessurimetri, la strumentazione meteopluviometrica (pluviometro, termometro, nivometro), gli estensimetri e i distometri (Figura 51).

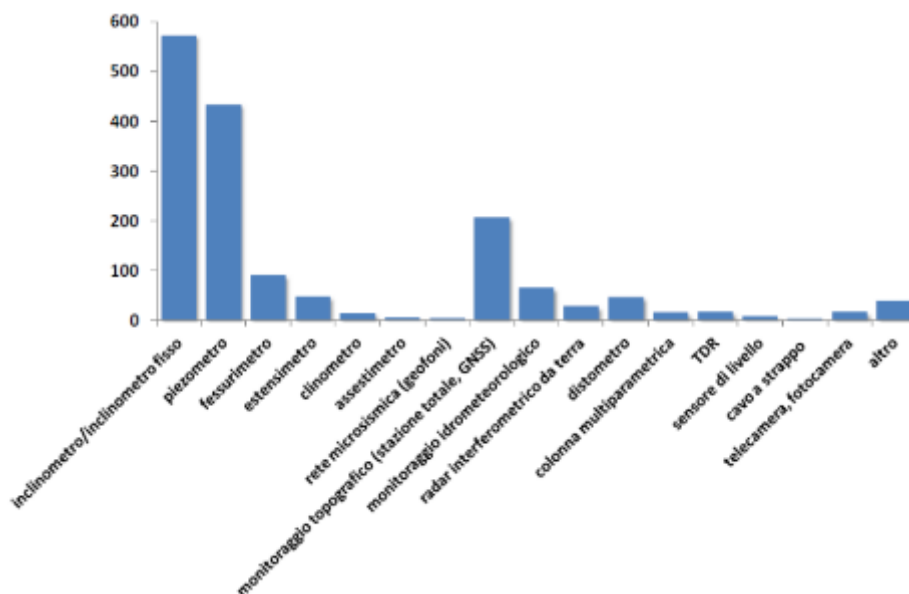


Figura 51 - Istogramma raffigurante la tipologia di strumentazione utilizzata nei sistemi di monitoraggio

Un importante contributo al monitoraggio in situ e controllo delle frane è fornito dal Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente (SNPA) insieme al Centro Monitoraggio Geologico di ARPA Lombardia, alla Rete Regionale di Controllo Movimenti Franosi (ReRCoMF) di ARPA Piemonte, alla rete di monitoraggio dei versanti (Remover) di ARPA Liguria, alle reti di monitoraggio delle colate detritiche gestite da ARPA Veneto e alle reti gestite da ISPRA.

- Il **Centro Monitoraggio Geologico** gestisce le reti di monitoraggio e allertamento installate su 45 siti dell'area lombarda, elaborando i dati disponibili e segnalando eventuali situazioni di rischio agli organi preposti alla tutela dell'incolumità delle popolazioni. Per ottemperare ai compiti istituzionali, i tecnici del Centro garantiscono 365 gg/anno la verifica quotidiana del flusso dei dati e della loro significatività, effettuando analisi giornaliere corredate da appositi report per ogni singola area e ogni singolo strumento, sia presso il Centro, sia da remoto (nei giorni prefestivi e festivi). Un tecnico reperibile riceve l'avviso di sopraggiunte situazioni di criticità, che può analizzare da remoto con l'ausilio di appositi device. Qualora si manifesti il superamento di soglie prestabilite, viene attivato il presidio h24 della sala operativa del Centro. Per completare o integrare le informazioni fornite dalla strumentazione automatica installata sui dissesti è stata

realizzata una fitta rete di strumentazione a rilevamento manuale. I tecnici del Centro effettuano campagne di misure specialistiche sulle frane, avvalendosi di strumentazione geotecnica (distometro a nastro, freatimetro, sonda inclinometrica, TDR) e geodetica (stazione topografica totale, acquisitore e antenna GPS). I dati rilevati vengono poi analizzati e validati. Nelle porzioni di frana più esposte, oppure per misure in parete, le rilevazioni vengono effettuate da Guide Alpine appositamente addestrate.

I dati raccolti dai sensori mediante stazioni di rilevamento vengono inviati via GPRS o con media di ridondanza (Radio o Satellitare) al server FTP di ARPA Lombardia ed acquisiti dal sistema REM (Reti Monitoraggio) che, mediante procedure automatiche, effettua il data processing e la verifica dell'eventuale superamento di valori soglia / scenari di criticità. Al superamento di determinati valori soglia il tecnico dapprima controlla la validità del dato, eventualmente anche mediante un sopralluogo in sito con l'effettuazione di misurazioni manuali. Se anche questa seconda verifica ha esito positivo il CMG effettua la segnalazione di superamento soglia alla Sala Operativa Regionale sulla base delle procedure operative concordate ed avvalendosi delle funzionalità applicative appositamente implementate nel REM (creazione report, generazione ed invio e-mail, ecc.).

I data file inviati dalle stazioni, con connettività primaria o di backup, confluiscono al server FTP di [ARPA Lombardia](#). Tipicamente le stazioni a campo sono dotate di connettività primaria su rete dati cellulare e secondaria su ADSL satellitare. Ai fini del monitoraggio di funzionalità dei media trasmissivi, le stazioni inviano periodicamente un file di stato sia sul canale principale sia sul canale di riserva (indipendentemente dalla tipologia di connettività presente). I dati di alcune stazioni (es. sonde DMS) vengono pre-processati e convertiti in formato compatibile da parte di un sistema di supervisione e controllo dedicato.

- L'[ARPA Piemonte](#) gestisce la Rete ReRCoMF, che comprende sistemi di monitoraggio con finalità conoscitiva su 240 siti in frana distribuiti sul territorio regionale, che permettono di conoscere l'evoluzione nel tempo dei movimenti franosi.
- L'[ARPA Liguria](#) gestisce la rete di monitoraggio dei versanti Remover, costituita da strumentazione inclinometrica presente sul territorio regionale, per monitorare i fenomeni di instabilità di versante ai fini della programmazione e del controllo dell'efficacia degli interventi di difesa del suolo.
- La [Protezione Civile della Provincia Autonoma di Trento](#) monitora molti fenomeni franosi con l'ausilio di strumentazione dedicata alla rilevazione di dati utili allo studio e alla sorveglianza dei loro movimenti. Varie sono le tecniche utilizzate tra le quali: 1. monitoraggio topografico di precisione mediante l'uso di stazione ottica totale, livello e strumentazione GPS; 2. monitoraggio con strumentazione geotecnica di superficie (estensimetri e fessurimetri) predisposta anche per la trasmissione dei dati in continuo; 3. monitoraggio con strumentazione geotecnica in foro (inclinometri); 4. controllo e misurazione della falda nel sottosuolo (con piezometri); Sono state realizzate e sono periodicamente misurate diverse reti di monitoraggio geodetico topografico di alta precisione; 4. controllo e misurazione della falda nel sottosuolo (con piezometri).

Dal 1996 presso la sede del Servizio Geologico è in funzione una stazione GPS fissa di tipo geodetico e i dati rilevati vengono forniti all'Università degli Studi di Padova che, elaborandoli con quelli rilevati in altre parti della catena alpina (Torino, Graz, Grasse, Padova, Venezia, Genova, Bolzano, Matera, Villach, ecc.) e sempre in un contesto di riferimento europeo (EUREF), riesce a definire eventuali deformazioni crostali della catena stessa.

Il Servizio Geologico è inoltre dotato di altri ricevitori GPS con caratteristiche geodetiche che permettono il rilievo di precisione di alcuni movimenti franosi sul proprio territorio. Sono inoltre state attivate delle reti fisse di monitoraggio di precisione per misurare fenomeni attivi o ritenuti tali. Una rete è stata predisposta in corrispondenza delle strutture tettoniche legate ad un importante lineamento tettonico denominato Schio-Vicenza e altre stazioni di misura interessano il lineamento Insubrico. Attualmente quattro sono le frane oggetto di monitoraggio GPS e due di queste sono attrezzate con ricevitori fissi con trasmissione dei dati in continuo.

- Il **Dipartimento della Protezione Civile** si avvale dei diversi Centri di Competenza per acquisire i dati relativi al monitoraggio dei movimenti del terreno sia su area vasta in tempo differito che su specifiche aree di interesse quasi in tempo reale. Nel campo del monitoraggio in situ con sensori entrano in campo le reti di monitoraggio Regionali.

6.3.2 Quantità richieste

La proposta avanzata da ISPRA è finalizzata al potenziamento delle reti di monitoraggio in situ delle frane, o alla loro realizzazione nelle regioni, soprattutto nel centro-sud, ove tali reti regionali non sono presenti, con priorità per l'acquisizione in continuo e trasmissione dei dati in telemisura. L'obiettivo è quello di monitorare con adeguata strumentazione in situ i fenomeni franosi più critici che interessano centri abitati e/o infrastrutture di comunicazione.

La proposta si articola in tre punti di seguito descritti.

6.3.2.1 Monitoraggio strumentale in situ

L'ISPRA, di concerto con le Regioni/Province autonome, nell'ambito del Tavolo nazionale dell'Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia (istituito dal Comitato di Coordinamento Stato-Regioni per la cartografia geologica e geotematica - L. 365/2000), e le ARPA, competenti in materia, hanno individuato 152 siti prioritari da sottoporre a monitoraggio strumentale in situ (Figura 52).

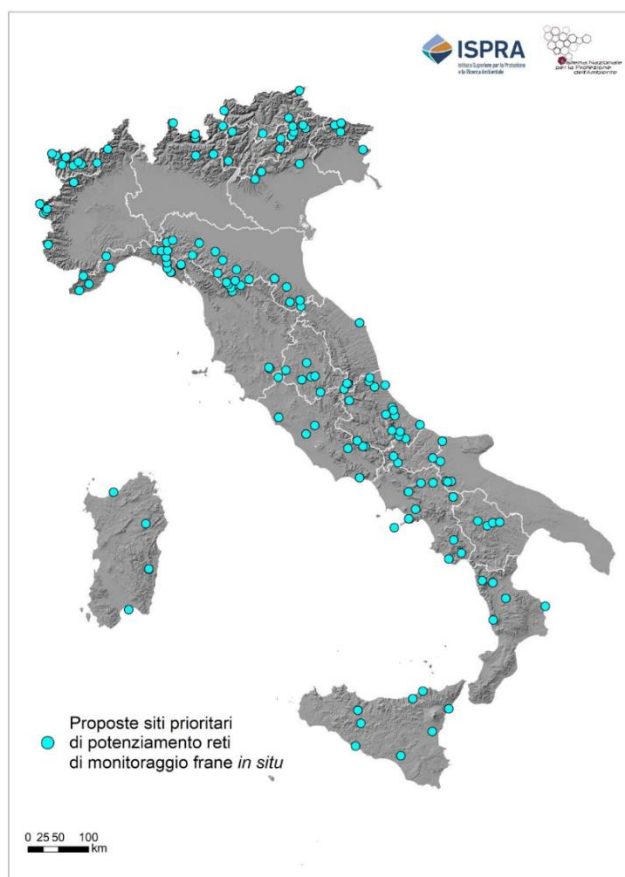


Figura 52 - Ubicazione dei siti prioritari di monitoraggio frane proposti sul territorio nazionale (aggiornamento dic. 2022)

Per il dettaglio della strumentazione proposta per ciascun sito prioritario vedi l'allegato "Proposte monitoraggio frane in situ" del documento "Proposta tecnica di potenziamento del monitoraggio in situ delle frane sul territorio nazionale" redatto dall'ISPRA.

Per 112 siti prioritari (74%), il sistema di monitoraggio avrà finalità conoscitive (tempo differito) per approfondire la conoscenza del fenomeno franoso, valutare i trend deformativi in atto e aggiornare l'Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia (IFFI), supportare la progettazione delle opere di stabilizzazione e verificarne l'efficacia nel tempo, pianificare correttamente il territorio. Per 40 siti (26%), il sistema di monitoraggio avrà anche finalità di allertamento (tempo reale) per l'attivazione, al superamento di soglie definite (vedi paragrafo 5.1.1), di procedure di allertamento della popolazione.

6.3.2.2 Monitoraggio tramite strumentazione mobile

La proposta include, inoltre, l'acquisizione, per ciascuna Regione/Provincia Autonoma e per ISPRA, di strumentazione mobile, che potrà essere utilizzata su frane non strumentate, senza dover ricorrere a un'installazione permanente. La proposta prevede l'acquisto di n. 22 Laser scanner terrestri, n. 22 radar da terra compatti + n. 1 drone con modulo LIDAR. Per le specifiche tecniche fare riferimento al relativo paragrafo.

6.3.2.3 Azione specifica per le 8 Regioni del Mezzogiorno

L'obiettivo espresso nel Target EU: T3 2024, prevede l'operatività di un sistema avanzato e integrato di monitoraggio e previsione per l'individuazione dei rischi idrologici che, entro il mese di settembre 2024, copra il 90% della superficie delle regioni meridionali.

Appare chiaro che il raggiungimento del target europeo non può essere esclusivamente incentrato sul monitoraggio di aree di dissesto ad oggi note (ad es. inserite nei progetti PAI e IFFI) ma passa attraverso un tipo di monitoraggio di più ampia scala, basato sull'utilizzo di tecnologie satellitari con un conseguente sgravio di costi.

L'Interferometria SAR (Interferometric Synthetic Aperture Radar, InSAR) è una tecnica radar utilizzata nel campo della geodesia e del telerilevamento, che utilizza due o più immagini SAR per generare mappe di deformazione della superficie terrestre o modelli digitali della superficie, sfruttando le differenze di fase delle onde che ritornano al sensore. In particolare, la tecnica del Permanent Scatterer (PS) utilizza tutti i pixels che si dimostrano coerenti all'interno della serie temporale considerata. Ne consegue che l'affidabilità del dato osservato è proporzionale alla densità di PS presenti nell'area esaminata. "Nelle aree caratterizzate da assenza o scarsità di riflettori naturali sufficientemente coerenti già esistenti al suolo è possibile ricorrere all'installazione di riflettori artificiali (Corner Reflector - CR). Un riflettore artificiale è un manufatto metallico progettato e installato opportunamente con forma, dimensione e orientazione tali da fornire una risposta radar ben visibile e coerente, comportandosi come un riflettore naturale. I CR possono essere pertanto utilizzati per incrementare i punti di misura o per il monitoraggio di aree di specifico interesse" (Linee guida SNPA 32/2021).

L'azione specifica per le 8 Regioni del Mezzogiorno prevede la realizzazione di 5 ulteriori siti di monitoraggio a Regione con corner reflector, stazioni GNSS a monitoraggio periodico e mire ottiche per misure topografiche con stazione robotica automatica per un totale di 40 siti di monitoraggio. In ciascun sito si ipotizza l'installazione di almeno 2/3 corner-reflector artificiali (laddove, naturalmente, vi siano le condizioni logistiche per poterli installare), ad integrazione dei riflettori naturali presenti al suolo (es. edifici, manufatti, rocce esposte, ecc.).

Per la strumentazione GNSS, è stato ipotizzato di attrezzare ciascun sito di monitoraggio con 4 stazioni: 3 stazioni rover interne alla frana e 1 di controllo esterna all'area in movimento (punto di riferimento necessario per una buona precisione nel caso in cui l'elaborazione sia condotta con un software commerciale). Per ciascuna Regione sarà, pertanto, necessaria la fornitura di 3 strumenti con relativi supporti per le misure di campagna e software per l'elaborazione dei dati e la monumentazione in campagna di 20 capisaldi 3D per il riposizionamento preciso della strumentazione.

Nella ricognizione dei fabbisogni espressi dagli enti coinvolti nel verticale 1 – Idrogeologia la proposta ISPRA di potenziamento del monitoraggio in situ delle frane sul territorio nazionale prevede, di concerto con le Regioni e con Il DPC, l'individuazione nelle regioni meridionali di n. 55 siti prioritari.

Per la componente topografica si prevede la realizzazione per ciascun sito di una rete di misura costituita da 10 mire ottiche, l'installazione delle mire e la fornitura di una Stazione robotica automatica servoassistita di altissima precisione.

Per i primi 3 anni si prevede un servizio di misure, con l'esecuzione di misure, restituzione del dato, produzione di report:

- misure GNSS: 2 misure l'anno per 3 anni, più 1 misura di zero nel primo anno, con ciascuna misura costituita da due sessioni di misura;

- misure topografiche: 2 misure l'anno per 3 anni su circa 10 punti + 1 misura di zero nel primo anno.

I punti di misura GNSS potranno aumentare nel caso in cui non si possano fare le misure topografiche.

Al termine dei 3 anni la suddetta strumentazione rimarrà in dotazione alla Regione.

La finalità è quella di integrare misure periodiche con 2 strumentazioni oltre ai corner reflector per arrivare a caratterizzare la frana negli anni di misura.

La proposta prevede, altresì, l'utilizzo estensivo dei CR sulle Regioni Meridionali con lo scopo di realizzare/rafforzare l'infrastruttura terrestre funzionale all'applicazione della tecnologia satellitare. Questo al fine di effettuare un monitoraggio su vasta scala dei movimenti e delle deformazioni del suolo.

In prima battuta si propone l'installazione di CR in corrispondenza delle stazioni GNSS, esistenti e di nuova realizzazione, dell'IGM. Si avrebbe così il duplice vantaggio di sfruttare le infrastrutture già esistenti e di poter calibrare il dato satellitare con gli spostamenti misurati a terra.

Per la quantificazione dei CR da implementare nelle 8 regioni del Mezzogiorno i criteri adottati partono dalla definizione, in prima approssimazione, dell'estensione dell'area che verrà corretta attraverso il loro utilizzo. Considerando che le immagini satellitari saranno verosimilmente prodotte dalla costellazione di satelliti COSMO SkyMed, sviluppata dall'ESA in collaborazione con il Ministero della Difesa, tale area dovrebbe corrispondere ad un quadrato di circa 40 km di lato per una estensione totale, coperta dalla singola immagine, di circa 1.600 km². Al fine di ottenere una distribuzione omogenea dei CR all'interno di ogni immagine, non considerando le aree di sovrapposizione tra immagini contigue, è stata costruita una maglia regolare di punti equidistanziati di 20 km prevedendo l'installazione di un CR in ogni punto.

Sono state, inoltre, selezionate le stazioni GNSS della rete RDN di IGM e dei siti di nuova installazione nell'ambito del PNRR. A tali stazioni è stata accoppiata l'installazione di un CR.

Seguendo tale procedura sono stati identificati n. 342 siti di nuova installazione di CR (Figura 53).. Considerando un costo indicativo (variabile in funzione della tipologia scelta) di circa € 1.000 si ottiene un costo totale della proposta di € 342.000.

La proposta prevede lo stanziamento di ulteriori € 500.000 per il raffittimento della rete di CR nelle aree interessate da movimenti franosi del terreno identificate all'interno dei cataloghi IFFI e PAI.

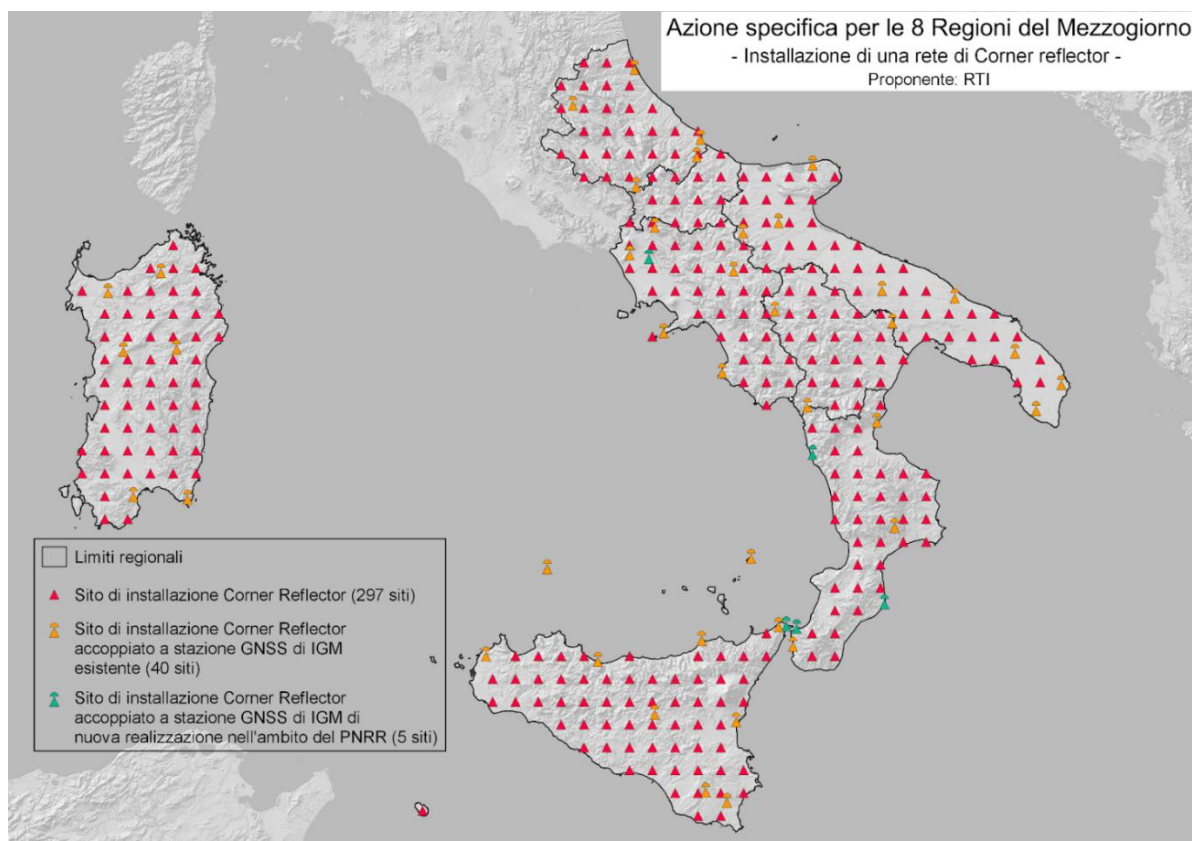


Figura 53 - Distribuzione dei 342 siti di installazione dei CR nelle Regioni del Mezzogiorno su una maglia quadrata di 20 km di lato

6.3.3 Caratteristiche tecniche minime

6.3.3.1 Monitoraggio strumentale in situ

La tipologia di strumentazione per i siti proposti include:

- strumentazione geotecnica superficiale (fessurimetri, estensimetri, inclinometri da parete, distometri);
- strumentazione geotecnica in foro (inclinometri, piezometri, colonne multiparametriche);
- strumentazione topografica (stazione totale robotizzata, mire ottiche, strumentazione GNSS), radar
- interferometrico da terra, radar doppler;
- strumentazione per il monitoraggio dei fenomeni deformativi rapidi (debris flow, crolli): telecamere, fotocamere, geofoni, cavi a strappo, ecometri, pendoli;
- strumentazione accoppiata a punti di monitoraggio geotecnico e topografico: LiDAR, droni, corner reflector;
- strumentazione meteo-pluviometrica: pluviometri, termometri, nivometri, anemometri;
- strumentazione per l'acquisizione e trasmissione dati;
- dispositivi di allertamento (semafori, sirene, fari).

I siti di monitoraggio con finalità di allertamento (tempo reale) dovranno garantire tre caratteristiche: 1) acquisizione dei dati in continuo e trasmissione degli stessi almeno in near real time; 2) una o più soglie di allertamento caratteristiche per ogni sensore/strumento, determinate sulla base di appositi modelli geologici e/o geotecnici sito-specifici e di scenari di evento; 3) soggetto gestore, responsabile dell'analisi in continuo dei dati e della manutenzione preventiva e correttiva.

È raccomandata l'applicazione del criterio di ridondanza a tutti i componenti della rete: ridondanza dei sensori di misura sia per numero che per tipologia; ridondanza del sistema di alimentazione (es. prevedere l'alimentazione da rete fissa assistita da un generatore di corrente attivabile in caso di

guasto alla rete elettrica); ridondanza del sistema di trasmissione dei dati (es. sistema di trasmissione via GPRS/GSM/UMTS assistito da un sistema ausiliario di trasmissione via UHF; sistemi archiviazione dei dati ridondanti e soggetti a politiche di disaster recovery e business continuity).

In assenza di indicazioni precise sulle caratteristiche della strumentazione richiesta dalle Regioni/Province autonome, le specifiche tecniche minime necessarie della strumentazione sono state tratte dalle Linee guida SNPA per il monitoraggio delle frane (32/2021). Una volta acquisite le informazioni relative alla strumentazione da installare/potenziare nei siti prioritari, per quanto riguarda le specifiche di maggior dettaglio e i costi si potrà fare riferimento all'allegato - "Costi di riferimento per la progettazione e la gestione delle reti di monitoraggio delle frane" delle sopradette linee guida.

6.3.3.1.1 Strumentazione geotecnica superficiale

FESSURIMETRI

Il fessurimetro è costituito da un corpo in acciaio inox montato su supporto orientabile al cui interno è alloggiato il sensore di misura. Un'asta di misura in acciaio inox può scorrere all'interno del corpo principale. Una variante, necessaria qualora oltre al movimento in apertura o chiusura della frattura si possa attendere anche un movimento verticale (che non verrà però misurato), considera l'installazione di una piastra metallica/squadretta metallica da fissare a parete e che permette così all'asta telescopica di appoggiarsi e scorrere all'interno del corpo in acciaio inox (entro il quale trova alloggiamento il sensore di misura). Tale tipologia di strumentazione può essere installata qualora la frattura presenti un gradino per cui è difficile procedere con l'installazione di un fessurimetro classico.

Una seconda tipologia intermedia tra i fessurimetri e gli estensimetri veri e propri è costituita dai deformometri che consistono in una piastra da fissare sulla quale sono alloggiati:

- il corpo sensore;
- una carrucola;
- un'asta di misura che può scorrere all'interno del corpo sensore e alla cui estremità è fissato un cavetto in kevlar o altro materiale poco sensibile alle variazioni termiche;
- un tassello o altro ancoraggio dove fissare l'estremità libera del cavetto in kevlar.

Quest'ultima tipologia è consigliata per la misura di fratture che possono presentare già un'apertura rilevante (fino a 10 metri) e non si riesca a ricorrere all'installazione di estensimetri.

Nel caso di fessurimetri elettrici, la variazione della posizione dell'astina collegata al trasduttore genera un segnale elettrico che viene convertito in misura ingegneristica. Nei fessurimetri a corda vibrante, una corda in acciaio armonico posta all'interno, registra spostamenti in allungamento o in accorciamento variando conseguentemente la frequenza di vibrazione della corda da cui è possibile ricavare l'entità dello spostamento.

Il sensore dovrà avere campo di misura adeguato alla tipologia di movimento attesa (i range tipici sono compresi tra 10 fino a 150 mm, in alcuni casi fino a 500 mm), con una precisione totale <0,5% del valore di fondo scala (F.S.) per i fessurimetri a corda vibrante e < 0,3% F.S. per i fessurimetri elettrici e deformometri. Generalmente è sufficiente che lo strumento garantisca un intervallo di operatività fra -20 °C e +60 °C.

ESTENSIMETRI

Gli estensimetri a filo sono utilizzati per valutare quantitativamente l'apertura/chiusura di fessure in roccia/terreno. I sensori possono generare segnali in tensione o corrente. Sono costituiti da un sensore di misura (protetto all'interno di una scatola in acciaio inox) e da un filo, in materiale a basso coefficiente di dilatazione termica, tenuto in tensione da un sistema a molla. Ogni movimento lineare del cavo di acciaio dovuto allo spostamento tra la scatola del sensore e l'ancoraggio di riferimento produce una variazione del segnale elettrico che potrà essere facilmente riferito ad una misura di spostamento lineare.

Il trasduttore di spostamento dovrà avere campo di misura elettrico adeguato alla tipologia di movimento attesa per il dissesto oggetto di monitoraggio, la risoluzione dovrà essere migliore di 1 mm e l'accuratezza non superiore al valore di +/- 0,5 mm. Generalmente è sufficiente che lo strumento garantisca un intervallo di operatività fra -20 °C e + 60 °C.

La fornitura di un estensimetro dovrà tenere conto di poter disporre di una escursione del filo (in acciaio) adeguata in funzione dei movimenti attesi così da evitare frequenti riallineamenti.

Per una più agevole installazione è consigliabile che gli estensimetri forniti presentino già un cavo precablato (è sufficiente una lunghezza di 2-3 metri) per il collegamento al sistema di trasmissione/alimentazione.

INCLINOMETRI DA PARETE

I clinometri da parete sono utilizzati per la misura delle variazioni di inclinazione di un corpo rigido come, ad esempio, una parete rocciosa in cui sono attesi spostamenti con componenti rotazionali. A seconda della tipologia del sensore installato, è possibile misurare l'inclinazione secondo una direzione (sensore monoassiale) o in due direzioni ortogonali tra loro (sensore biassiale). Il sensore è alloggiato all'interno di un corpo in metallo a tenuta stagna fissato solitamente attraverso una piastra metallica o inox (alcuni modelli possono essere fissati anche solo mediante viteria alla parete da monitorare, è di tipo MEMS14 oppure servoaccelerometrico. A seconda dei modelli, una staffa orientabile o uno snodo sferico presente tra il corpo sensore e la piastra consente di mettere in bolla lo strumento.

Il sensore dovrà avere campo di misura adeguato alla tipologia di movimento attesa (i range solitamente sono compresi tra -2,5°/+2,5° e -15°/+15°, alcune case costruttrici propongono modelli in grado di misurare fino a +/-30° di inclinazione), una risoluzione di 0,001° e una temperatura di esercizio compresa tra -20 °C e +50 °C. È inoltre importante che il corpo in metallo mostri un grado di protezione almeno IP66 o superiore.

Sul mercato sono disponibili strumenti con incorporato un sensore per la misura della temperatura (termistore) per la correzione del dato reale (spesso il dato è infatti influenzato da questo fattore); alcuni modelli, inoltre, sono forniti anche di sensore d'urto con soglia di reazione regolabile (ciò potrebbe essere utile in vicinanza di strade, ferrovie o cave).

Per una più agevole installazione è consigliabile che la strumentazione presenti un cavo precablato (almeno un metro per facilitare le attività in campo) e un connettore per il collegamento al sistema di trasmissione/alimentazione.

DISTOMETRI

Il distometro a nastro è utilizzato per effettuare misure manuali di precisione fra due punti fissi (capi-saldi distometrici). Sostanzialmente è costituito da nastro millimetrato in acciaio, da telaio dotato di borchie per l'aggancio, da un tensionatore per il nastro e da un sistema digitale o analogico per la lettura della misura. La precisione strumentale deve essere inferiore a 0,1 mm e il distometro deve essere fornito con apposito telaio o banchetto di calibratura per poter effettuare periodicamente (almeno una volta all'anno) misure di calibrazione. Generalmente sono disponibili distometri con differenti lunghezze (al massimo alcune decine di metri) del nastro in acciaio in funzione della massima distanza fra i capi-saldi distometrici.

6.3.3.1.2 Strumentazione geotecnica in foro

INCLINOMETRI

SISTEMA INCLINOMETRICO MANUALE

Le sonde inclinometriche sono essenzialmente costituite da un corpo cilindrico in acciaio munito di due carrelli contenente un sensore servo-accelerometrico biassiale (o MEMS) ad alte prestazioni. La sensibilità di lettura della sonda può essere superiore a 20.000 sen α . La variazione in temperatura della sensibilità non deve normalmente superare lo 0,015% della lettura, per grado centigrado. La sensibilità all'asse trasverso non deve, invece, superare lo 0,015% del fondo scala, per grado

sessagesimale (a seconda della casa costruttrice dello strumento, i parametri possono variare). Il sensore servo-accelerometrico deve essere caratterizzato da una variazione in temperatura dello zero (Output Temperature Sensitivity), inferiore a 100 ppm/°C, ovvero 0,01% del fondo scala per °C (a seconda della casa costruttrice dello strumento, il parametro può variare). Tale parametro è importante ai fini della precisione delle misure poiché si relaziona al valore di deriva termica “dello zero” che può essere compensato. Spesso le condizioni di temperatura ambientale sono tali che è necessaria, comunque, la stabilizzazione “termica” dello strumento, in foro, per alcuni minuti. Le differenze nel tempo della sensibilità di lettura sono di piccola entità rispetto ai valori nominali; poiché, però, queste piccole variazioni (per la sensibilità percentuali non superiori al 1% e per l'assetto angolare pochi decimi di grado sessadecimale) possono comunque falsare i risultati delle elaborazioni, è necessario mantenere l'apparecchiatura di misura sempre perfettamente tarata.

Il cavo deve essere di tipo non estensibile con armatura interna in acciaio o Kevlar e deve avere la guaina esterna antiabrasione. Nel caso di cavi utilizzati anche per la trasmissione dei dati, questi devono essere provvisti alle estremità di connettori stagni per il collegamento alla sonda ed alla centralina di lettura. Il cavo elettrico di collegamento fornisce l'alimentazione alla sonda, trasmette i segnali rilevati, nonché garantisce il sostegno e permette la determinazione della profondità di lettura. A questo scopo esso deve essere dotato di tacche di riferimento vulcanizzate ogni 0,5 m (oppure ogni 610 mm per cavi di origine anglosassone), in accordo al passo tra le ruote della sonda. La lunghezza del cavo non deve essere inferiore a 50 m. L'errore della metratura del cavo dovrà essere inferiore a 5 cm ogni 100 m e l'allungamento sotto carico di 20 kg inferiore allo 0,05%. L'accuratezza delle misure inclinometriche dipende anche dalla precisione con cui, per ciascun passo di profondità e in tutte le letture (di zero e di esercizio), si posiziona la marcatura di profondità del cavo sul riferimento a bocca foro. Più in generale poiché le letture inclinometriche sono riferite al piano campagna, i programmi di restituzione delle letture inclinometriche consentono di inserire il valore di “depth offset” del tubo, ovvero di altezza fuori terra della testa del tubo, che sarà costante per tutte le successive letture.

Il data Logger è lo strumento di acquisizione del dato inclinometrico con il quale vengono:

- alimentati i sensori della sonda;
- amplificati i segnali rilevati;
- registrati o visualizzati i valori di lettura.

Le centraline di misura di tipo automatico sono i modelli più diffusi e:

- permettono la visualizzazione delle letture sia in termini di spostamento locale che di seno dell'angolo di inclinazione;
- mostrano simultaneamente sul video (LCD) i valori angolari di deviazione dalla verticale dei due sensori A e B (nel caso di sonde biassiali) e la relativa profondità;
- sono dotati di batterie al Ni-Cd dall'autonomia elevata;
- hanno una utile retroilluminazione che ne consente l'utilizzo anche in condizioni di luce non ottimali;
- possono essere dotate di efficaci riscaldatori interni che permettono letture in condizioni di temperatura alquanto rigide (anche - 10 °C);
- hanno elevate capacità di memorizzazione (sino a 30.000 letture), con registrazione dei dati rilevati su memoria non volatile;
- visualizzano immediatamente i valori degli spostamenti, gli scarti tra le “letture coniugate” (checksum), con restituzione numerica completa accompagnata dai relativi grafici;
- permettono il collegamento a PC per il trasferimento dei dati registrati.

Sul display dei data logger sono visualizzate le inclinazioni espresse in seno dell'angolo, amplificate di un fattore denominato costante strumentale (k), definita dal costruttore.

SISTEMA INCLINOMETRICO FISSO

Le sonde inclinometriche fisse da foro sono costituite da un carrello in acciaio inossidabile sul quale è montato un porta-sensore. Il carrello è munito di due coppie di rotelle opposte e basculanti, che ne consentono l'inserimento ed il mantenimento dell'orientazione nella tubazione inclinometrica. L'interasse tra le coppie di rotelle può essere tra 0.5 m e 3.0 m (a seconda della lunghezza dell'asta). Grazie alle coppie di rotelle basculanti applicate sul corpo di ciascuno strumento, la catena viene calata nel tubo inclinometrico, portando i vari sensori della catena alle quote prestabilite. La colonna inclinometrica segue il terreno nei suoi movimenti, provocando una conseguente variazione di inclinazione nei singoli sensori che forniranno, in automatico, i dati che consentono di rilevare la deformazione della colonna stessa.

Le sonde del tipo a servoaccelerometro o a tecnologia MEMS rilevano il movimento che avviene lungo i piani di scivolamento dei versanti in movimento e sono installate in una o più unità all'interno di uno stesso tubo e lasciate in posizione fissa. Il collegamento tra i vari elementi di misura è assicurato da un cavetto in acciaio inox oppure da aste in acciaio inox e la loro distanza viene stabilita di volta in volta in fase di progetto e/o installazione.

Tutta la colonna così costituita è sospesa alla sommità del tubo monitorato, per mezzo di una testa di sospensione.

L'installazione ed il posizionamento di una sonda fissa da foro necessitano normalmente di una campagna di misure inclinometriche manuali precedenti all'installazione. Il sensore deve essere posizionato nel tratto di tubo inclinometrico in movimento e in funzione della potenza della fascia di deformazione e/o del numero di livelli deformativi; si potranno inserire più sonde necessarie a coprire tutta la profondità in esame.

COLONNE MULTIPARAMETRICHE

Le colonne multiparametriche permettono il monitoraggio automatico e continuo della deformazione del terreno in profondità e la misura di altri parametri fisici.

L'avvento di questo tipo di strumentazioni è stato principalmente reso possibile dalla crescente miniaturizzazione dei sensori nel campo dell'elettronica, cui si è accompagnata la diminuzione dei costi, unitamente alla riduzione dei consumi energetici da parte dei sensori.

Dal punto di vista delle caratteristiche tecniche, le colonne multiparametriche registrano essenzialmente spostamenti "planimetrici", avendo al loro interno sensori inclinometrici biassiali.

Una tipica colonna multiparametrica per un monitoraggio con le caratteristiche di cui sopra contiene, solitamente, i seguenti sensori:

- sensore inclinometrico biassiale con campo di misura in funzione dei movimenti attesi ma preferibilmente mai inferiore a $\pm 20^\circ$;
- ripetibilità della lettura in funzione degli spostamenti attesi ma possibilmente non superiore a $\pm 0,02^\circ$;
- sensore piezometrico da scegliersi in funzione della profondità d'installazione e della massima colonna d'acqua attesa, preferibilmente con capacità di misura di colonna d'acqua non inferiore a 20 metri;
- bussola digitale con accuratezza non inferiore a $\pm 3^\circ$;
- sensore accelerometrico triassiale tipicamente di $\pm 2g$;
- sensore di temperatura con range compreso almeno tra -10° e $+ 50^\circ C$, risoluzione almeno di $0,2^\circ C$.

Le caratteristiche sopra indicate costituiscono valori di riferimento e non sono prescrittive in senso lato, si basano su modelli principalmente reperibili sul mercato italiano ed europeo e tengono conto di capitolati adottati in procedure ad evidenza pubblica. Data l'estrema limitatezza del mercato delle colonne multiparametriche e vista la tecnologia innovativa, non è dato al momento di sapere se vi siano strumenti con altre caratteristiche.

La lunghezza della colonna può variare da pochi metri fino a 250 metri e oltre, a secondo delle applicazioni più spinte.

PIEZOMETRI

I piezometri sono costituiti da spezzoni di tubo in PVC rigido, di diametro variabile, fessurati e rivestiti di geotessile non tessuto. I tratti fessurati e quelli ciechi saranno confermati dal progettista a seguito dell'effettiva stratigrafia riscontrata. Sulla base degli obiettivi di monitoraggio prefissati, si deve prevedere la configurazione che riguarda la profondità, l'estensione del tratto filtrante e soprattutto il diametro del tubo che va progettato in base all'eventualità di inserimento di sonde automatiche in foro. In particolare, il diametro minimo dei tubi piezometrici non dovrà essere inferiore a 2" (50 mm) per consentire l'agevole effettuazione delle misure e nel caso di prelievi con l'utilizzo di campionatori o sonde multiparametriche almeno 3" (75mm).

La lettura del livello di falda può essere eseguita con freatimetri o con sensori freatimetrici fissi installati nei piezometri.

In particolare, questi ultimi, alla normale misura del livello della colonna d'acqua, aggiungono quella della temperatura tramite l'integrazione di un sensore miniaturizzato nel corpo metallico del piezometro oppure l'inserimento di altri sensori potenzialmente interessanti per lo studio che si vuole intraprendere come il potenziale Redox (Eh), l'ossigeno disciolto, ecc.

SENSORI FREATRIMETRICI FISSI NEI PIEZOMETRI

Il misuratore di livello di tipo piezometrico è caratterizzato da:

- vasta gamma di campi di misura;
- semplicità di installazione;
- precisione ed affidabilità;
- elevata risoluzione, ripetibilità e sensibilità;
- lettura diretta del dato;
- adattabilità alle diverse esigenze di installazione;
- leggibile con strumenti di misura standard per uscite 4-20 mA (sensori piezoresistivi), corda vibrante, ecc.;
- basso costo;
- lunga vita in normali condizioni di lavoro;
- possibilità di trasmettere i dati in remoto.

La misura del livello avviene mediante la determinazione del carico idrostatico, ovvero del battente di acqua, agente sulla membrana del sensore piezometrico. La misura del sensore viene rilevata come differenza tra la pressione dovuta alla colonna d'acqua (peso) e la pressione atmosferica, e trasformata in un segnale elettrico in corrente. Il segnale in uscita viene trasmesso via cavo ad una unità di lettura locale, manuale o automatica e da qui, se automatica, trasmesso a centri di controllo remoti.

Dopo l'inserimento della sonda in profondità si può decidere la cadenza di registrazione dei dati. Si possono ottenere frequenze orarie o giornaliere, sempre in funzione dello scopo che ci si vuole prefiggere: l'esatta progettazione della frequenza sarà definita dal progettista.

6.3.3.1.3 Strumentazione topografica

STAZIONE TOTALE ROBOTIZZATA

La stazione totale è una strumentazione servoassistita che permette sia la misura di angoli che di distanze e può essere utilizzata sia in modalità periodica/manuale (con l'operatore che si reca sul punto di misura ed effettua la campagna) che in continuo strutturando una frequenza di campionamento plurigiornaliera. È preferibile l'utilizzo della stazione totale in modalità automatizzata, anche per le misure manuali, al fine di mantenere una elevata precisione di collimazione ed una omogeneità delle misure indipendentemente dall'operatore.

Per il monitoraggio degli spostamenti superficiali di una frana è opportuno che la precisione della strumentazione non sia inferiore a 0,00015 gon (0,5") per gli angoli ed a 1 mm + 1 ppm per le distanze.

La stazione totale dovrà disporre di dispositivo automatico di puntamento, ad inseguimento del prisma, e principio di autocollimazione elettronica che consenta collimazioni automatiche di alta precisione. La portata del sistema di puntamento automatico e del distanziometro deve essere compatibile con l'utilizzo che ne viene fatto (va però tenuto conto come reti che prevedano misure ad oltre 1500-2000 metri di distanza risultano maggiormente affette da problemi di affidabilità e precisione). Per quanto riguarda il cannocchiale dovrà essere ad ottica oculare con ingrandimento non inferiore a 30 X.

Poiché la stazione di misura potrà subire delle disconnessioni temporanee dalla corrente continua è indispensabile che la stessa sia dotata di batterie, che permettano il funzionamento della stazione per alcune ore, e di scheda di memoria (minimo 64 MB) per la registrazione dei dati.

Il basamento della stazione totale dovrà garantire un'altezza strumentale costante e dovrà permettere l'installazione su piastre con vite maschio 5/8".

La stazione totale utilizzata deve essere sempre perfettamente funzionante e calibrata come risultante da apposito certificato (in data non anteriore a 1 anno dalla data delle misure).

MIRE OTTICHE

Una rete di monitoraggio topografica è costituita da stazione totale e mire ottiche collocate su capisaldi in acciaio inox e dotati di testa filettata a maschio 5/8" o su piolo sagomato per innesto a baionetta. Tali capisaldi dovranno essere fissati in roccia mediante resine, ove si rendesse indispensabile realizzare un pilastro lo stesso andrà adeguatamente fondato al fine di renderlo solidale con la dinamica del versante.

Sul mercato esistono diverse tipologie di prismi ottici indicati per il monitoraggio di frane: dalle mire ottiche classiche, complete di montatura e piastra segnale a quelli a becco di flauto per ridurre le interferenze con la luce solare e gli agenti atmosferici (pioggia, neve), ai miniprismi per reti di ridotte dimensioni e distanze. I target topografici, dato i loro limiti legati alla lettura (in condizioni standard, la lettura è di poco superiore ai 100 m), trovano scarsa applicazione nel monitoraggio di dissesti. I prismi saranno posizionati su fittoni con attacco a baionetta o filettati, a loro volta infissi in modo stabile a strutture o alla roccia; le mire a becco di flauto saranno invece fissate al punto da monitorare mediante supporti a L o a U orientabili. Se il punto di monitoraggio, materializzato con un fittone, è a piano campagna, si può utilizzare un'asta metallica (alluminio) porta prisma da fissare/avvitare sul fittone per migliorare l'intervisibilità con il punto stazione. L'altezza delle aste porta prisma generalmente è di 50 cm o suoi multipli. Per limitare rotazioni e movimenti dei prismi fissi, potrebbe essere opportuno bloccare lo strumento con mastici siliconici. Ciò è particolarmente consigliabile nel caso di reti topografiche automatizzate sia per ridurre gli interventi di riposizionamento delle mire, sia la presenza di operatori in aree pericolose, oltre che per evitare la perdita di letture.

La mira ottica sarà costituita da vetro riflettente dal diametro non inferiore ai 60 mm, precisione di centramento inferiore a 1 mm e deviazione del raggio inferiore a 2". La portata dovrà essere di almeno 2000 m.

I miniprismi sono invece costituiti da un supporto orientabile (generalmente in alluminio) sul quale è installato il prisma. Il miniprisma è completo di vetro riflettente dal diametro di 24 mm e dovrà avere una portata di almeno 400 m.

STRUMENTAZIONE GNSS

La strumentazione utilizzata tradizionalmente è di tipo geodetico, poiché questa consente di raggiungere un livello di accuratezza ed affidabilità molto elevato, sfruttando tutte le frequenze. La scelta della strumentazione da utilizzare deve considerare il tipo di monitoraggio che si intende eseguire: campagne periodiche statiche, misure RTK (Real Time Kinematic), monitoraggio in continuo tramite stazioni automatizzate, ecc. Nei casi di misure periodiche sarà utile disporre di strumenti a doppia frequenza in grado di effettuare sia misure statiche di elevata precisione di tipo

geodetico, con elaborazione dei dati in post-processamento, sia rilievi cinematici. Tali strumenti potranno, pertanto, essere dotati di software in grado di utilizzare le correzioni in tempo reale e di modem per connettersi ad una seconda stazione base locale per eseguire rilievi RTK oppure, tramite rete GPRS o UMTS, alle Reti GNSS di posizionamento in tempo reale (NRTK).

Esistono in commercio anche ricevitori a singola frequenza più economici che permettono di raggiungere una buona accuratezza della misura per applicazioni in baseline corte (entro i 10 Km). Il rilievo con tali sensori necessita, solitamente, di sessioni di misura statiche più lunghe (circa il doppio rispetto ai ricevitori doppia frequenza). Inoltre, negli ultimi anni sono stati sperimentati e realizzati sistemi di monitoraggio che utilizzano sensori GNSS, anche a doppia frequenza, a basso costo, più economici e con una accuratezza e precisione confrontabili rispetto a quelli geodetici tradizionali, previo l'utilizzo di antenne di alta qualità ed una adeguata manutenzione. Questi sensori potrebbero in futuro avere un campo di applicazione nel monitoraggio dei fenomeni franosi e affiancare o sostituire i ricevitori geodetici. Attualmente, possono essere utilizzati nel caso di fenomeni franosi molto veloci per i quali si richiede una precisione minore e/o ci possa essere il rischio di perdita dello strumento.

RADAR INTERFEROMETRICO DA TERRA

Attualmente esistono in commercio diverse tipologie di radar interferometrico da terra, sia ad apertura sintetica, che reale. Le caratteristiche tecniche principali che devono essere valutate per la scelta del modello più adatto per una specifica esigenza sono le seguenti:

- risoluzione in range (variabile da 0,2 m a 0,75 m);
- risoluzione in azimuth (variabile fra 2,9 milliradiante a 28 milliradiante);
- precisione nominale (variabile fra 0,01 mm a 4 mm);
- tempo di acquisizione (variabile da 15 secondi a oltre 10 minuti);
- distanza operativa massima (variabile da 500 m a oltre 3 km);
- peso totale della strumentazione (da 90 kg a oltre 250 kg).

I sistemi ad apertura reale richiedono l'impiego di un'antenna parabolica di grandi dimensioni per ottenere una buona risoluzione e l'acquisizione dell'immagine radar è garantita dal movimento di tale antenna che effettua una scansione dell'intero versante. Le dimensioni dell'antenna e del sistema di movimentazione richiedono l'utilizzo di un carrello per il trasporto e quindi rendono lo strumento poco mobile e meno versatile da un punto di vista logistico.

I sistemi ad apertura sintetica differiscono fra loro soprattutto per la lunghezza del binario (generalmente da 1 m a 4 m), la quale influenza la risoluzione in azimuth delle immagini, e per gli algoritmi di processamento, che condizionano la rapidità delle acquisizioni e l'eliminazione dei disturbi del segnale (soprattutto quelli atmosferici e ambientali). Alcuni sistemi realizzano l'apertura sintetica non lungo un binario lineare ma lungo un percorso curvo, che prevede anche la rotazione delle antenne; ciò può essere utile in contesti in cui i versanti instabili sono localizzati tutto intorno al sistema e in cui si richiede che il radar abbia una posizione centrale tale da garantire una buona linea di vista con tutti i fenomeni di instabilità monitorati.

In scenari di misura particolari si possono utilizzare sistemi che prevedono la testa del radar installata su sistemi rotanti in grado di acquisire immagini fino a 360°.

RADAR DOPPLER

Il modulo principale è costituito da un sensore radar a onda continua modulato in frequenza; esso opera in banda X ad una frequenza di base prossima ai 10 GHz e con una larghezza di banda variabile fra 40–100 MHz. Il sensore comprende un'antenna trasmittente e un array di antenne riceventi, così da poter ricavare la posizione angolare degli oggetti rilevati rispetto all'asse centrale di puntamento. A differenza delle misure interferometriche, le quali sono incentrate sull'analisi dell'informazione di fase, le misure radar doppler sfruttano principalmente la frequenza e l'ampiezza del segnale di ritorno, tramite cui è possibile identificare in tempo reale la presenza di corpi in rapido movimento all'interno dello scenario osservato e contestualmente stimarne velocità e distanza di

range. Specifici algoritmi basati su tecniche di machine learning analizzano gli eventi rilevati e li classificano sia sulla base delle caratteristiche elettromagnetiche del segnale di ritorno che della geometria e coerenza temporale del movimento, allo scopo di discriminare fenomeni reali e fenomeni spuri.

I dati di monitoraggio acquisiti sono continuamente elaborati da un'unità di controllo munita di PC industriale. Le informazioni relative agli eventi rilevati, così come quelle relative allo stato del sistema e agli eventuali dispositivi di sicurezza associati, sono trasmesse su una piattaforma cloud dedicata tramite connessione mobile, LAN, o rete Wi-Fi. Le notifiche di allarme e di eventuali malfunzionamenti vengono inviate all'utente via SMS e/o e-mail.

Un sensore GNSS integrato garantisce la georeferenziazione automatica della traiettoria di propagazione del fronte franoso; è inoltre possibile rilevare più eventi simultanei se questi sono separati da una distanza reciproca di circa 10 m. Tra le componenti aggiuntive figura spesso anche una telecamera ad alta risoluzione per la ripresa in streaming dell'area monitorata. La registrazione di video o di fotografie in rapida sequenza si attiva simultaneamente all'istante iniziale di rilevamento di un evento, agevolando in tal modo la successiva verifica da remoto della tipologia di processo realmente in atto sul versante.

Le proprietà principali dei sistemi radar doppler possono essere riassunte come segue:

- copertura spazialmente continua all'interno del cono di vista del sensore, il quale è caratterizzato da un'apertura orizzontale che può variare fra 45°– 90° e un'apertura verticale fra 20°–40°;
- sensibilità nei confronti di oggetti di volume superiore al metro cubo che si muovono a velocità superiori a qualche metro al secondo ad una distanza dal sensore inferiore a circa 2 km;
- risoluzione in range ≤ 5 m e risoluzione angolare compresa fra 2°–3°;
- tracciamento in tempo reale e georeferenziazione degli eventi rilevati;
- invio della segnalazione di allarme entro pochi secondi dall'istante di innesco dell'evento;
- gestione automatizzata di dispositivi di sicurezza (semafori, sirene, sbarre a chiusura automatica, ecc.) interfacciati all'unità di controllo centrale mediante trasmissione radio o collegamento cablato in fibra ottica;
- flessibilità nell'impostazione di criteri personalizzati per l'attivazione e la disattivazione degli allarmi (ad esempio, disattivazione automatica dell'allarme se l'evento non si propaga fino a raggiungere una zona critica predefinita);
- possibilità di effettuare il monitoraggio senza accedere direttamente al versante e in qualsiasi condizione atmosferica e di visibilità;
- peso complessivo della strumentazione nell'ordine dei 50 kg, escluse componenti opzionali aggiuntive quali telecamere, batterie di riserva e generatori di corrente.

6.3.3.1.4 Strumentazione per il monitoraggio dei fenomeni deformativi rapidi (debris flow, crolli)

CAVI A STRAPPO

I cavi a strappo sono un semplice dispositivo di monitoraggio consistente in un cavo d'acciaio, indicativamente del diametro di 4 o 5 mm, teso attraverso il canale ad un'altezza dal fondo tale da intercettare la colata e collegato ad un interruttore on/off: il passaggio della colata detritica provoca il tensionamento e lo strappo del cavo e l'attivazione dell'interruttore.

L'informazione fornita dai cavi a strappo, consistente solamente nella registrazione del passaggio della colata detritica e dell'orario in cui esso è avvenuto, costituisce un serio limite in sistemi di monitoraggio con finalità di studio. Se è vero che più cavi installati a diverse altezze dal fondo del canale possono fornire una misura della massima profondità di flusso della colata detritica, resta il fatto che tale misura è comunque approssimativa. Per contro, semplicità e robustezza rendono i cavi a strappo idonei per sistemi di allertamento. Dopo l'attivazione di un cavo a strappo, questo deve essere riarmato. Il ripristino, tuttavia, non può avvenire in corso d'evento per ovvie ragioni legate ai

tempi del fenomeno ed alla sicurezza degli operatori. L'allertamento generato dai cavi a strappo resta quindi limitato alla prima pulsazione che provoca l'attivazione degli stessi.

TELECAMERE/FOTOCAMERE

La possibilità di registrare immagini e video rappresenta un impareggiabile valore aggiunto nel contesto di un sistema per il monitoraggio delle colate detritiche e nei fenomeni parossistici in genere. Analizzare visivamente il fenomeno permette, infatti, un miglior riconoscimento ed una più accurata interpretazione dello stesso. In caso di monitoraggio ai fini di protezione civile, inoltre, avere la conferma visiva del fenomeno in atto consente alle autorità competenti un immediato riscontro, che facilita una rapida implementazione delle misure previste. Alcune caratteristiche, quali granulometria e velocità, possono essere derivate in modo automatico o semi-automatico dall'analisi delle registrazioni.

Le telecamere più comunemente impiegate per il monitoraggio delle colate detritiche sono prodotti analoghi a quelli per videosorveglianza in esterno, adatti a resistere alle condizioni ambientali che caratterizzano il sito di interesse. In particolare, è consigliabile una lunghezza focale ridotta ($> 5\text{mm}$) in modo da garantire l'inquadratura di un'ampia zona. Una buona risoluzione ($\geq 720\text{p}$) ed un frame rate piuttosto elevato ($\geq 20\text{fps}$) sono auspicabili al fine di riconoscere le caratteristiche del flusso, che non di rado raggiunge velocità di 3-5 m/s.

La tecnologia Power over Ethernet (PoE) consente di portare sia alimentazione che dati mediante un solo cavo (indipendentemente dal fatto che sia un'installazione cablata oppure isolata ed autonoma con pannello/batteria) rendendo così maggiormente robusta l'installazione stessa.

La trasmissione del dato può essere effettuata via cavo (es. ethernet) oppure via radio con ponti radio nel range 0,5-5 GHz che riescano a reggere il flusso video. Per evitare rallentamenti o inceppamenti nella trasmissione è opportuno inviare un flusso video compresso (e.g., H.264 o superiori).

L'accessibilità da remoto alla telecamera (o ad un pc in rete con la telecamera e, più in generale, al sistema di monitoraggio) è di fondamentale importanza specie quando il monitoraggio è condotto per fini di allerta. A tale scopo, ove non sia presente una rete dati cablata, vengono comunemente utilizzati modem (connettività $\geq 3\text{G}$) con specifiche industriali o ponti radio dedicati (e.g., Protezione Civile). Infine,

l'accortezza di utilizzare una Virtual Private Network (VPN) permette da un lato di garantire un layer di sicurezza ulteriore e dall'altro di poter sempre contattare la telecamera (o il sistema) indipendentemente dalle eventuali limitazioni introdotte dall'ISP (Internet Service Provider).

CAVO TDR ED ECOMETRO

Le misure effettuate con cavo TDR ed ecometro sono di tipo qualitativo (non permettono cioè di determinare l'entità dello spostamento), per lo più in accoppiamento a tubi inclinometrici o, in casi particolari, a tubi piezometrici. In altri casi, il cavo viene installato all'interno di tubi già fortemente deformati (tuttavia deve essere ancora possibile installare il cavo fino a fondo foro) oppure in fori dedicati.

La misura viene eseguita collegando il capo del cavo presente a bocca foro ad un ecometro mediante dei morsetti. Effettuato il collegamento è possibile generare un impulso elettrico, con ampiezza di fase nota, che attraversando il cavo verrà riflesso in corrispondenza di una discontinuità (es. una curvatura determinata dal movimento della frana) dello stesso. La distanza di tale discontinuità dal misuratore è proporzionale al tempo impiegato nel percorso di andata e ritorno del segnale dopo che questo è stato riflesso: ciò permette di individuare la profondità della superficie di deformazione.

Il cavo TDR presenta una guaina a protezione di una treccia solitamente costituita da rame dall'impedenza di 50 ohm (Ω), schermato da un foglio metallico per tutta la lunghezza del cavo. Il nucleo del cavo è composto da due materiali rigidi (dielettrico + conduttore interno in rame).

La misura manuale su cavi coassiali viene eseguita con un ecometro portatile costituito da una centralina di acquisizione alimentata da batterie e da altri accessori (cavi con morsettiera, eventuale

caricabatteria se lo strumento è dotato di una sua batteria interna, software per l'elaborazione dei dati – Figura A.38). La centralina di misura si presenta con un display per la visualizzazione dell'onda, ingresso per cavo coassiale ed un campo di misura per lunghezze chilometriche con una risoluzione minima di 0,1 m.

Qualora fosse necessario, è possibile l'automatizzazione delle misure, collegando il cavo coassiale a un ecometro automatico. Alcuni modelli di ecometro prevedono la possibilità di installare un multiplexer intermedio in modo tale da collegare più cavi coassiali. In commercio sono presenti soluzioni all-in-one (centraline di acquisizione complete di ecometro, datalogger e impianto di comunicazione) oppure è possibile collegare l'ecometro a un datalogger per l'archiviazione delle misure. Il datalogger deve essere dotato di apposita porta di uscita (USB) o di cavo per lo scarico dei dati su notebook; per un monitoraggio con trasmissione dei dati in continuo dovrà inoltre essere previsto un impianto di comunicazione GPRS (o altro).

GEOFONI

Le vibrazioni prodotte dalla colata possono essere misurate tramite geofoni i quali rilevano le onde meccaniche prodotte dai movimenti franosi che si propagano rispettivamente nel terreno o nell'aria.

I sensori di vibrazione del terreno sono trasduttori passivi che convertono la vibrazione in segnale elettrico. Il segnale elettrico (in Volt) prodotto da questi sensori viene campionato con un convertitore analogico/digitale e registrato da un apposito sistema di acquisizione. La frequenza di acquisizione del segnale è scelta in base alle frequenze caratteristiche del fenomeno oggetto di studio, considerando il teorema del campionamento di Nyquist-Shannon ossia che un segnale deve essere campionato a frequenza maggiore del doppio della frequenza caratteristica del fenomeno studiato.

Le caratteristiche spettrali del segnale prodotto da una colata detritica dipendono dalle proprietà della sorgente (contenuto solido-liquido della miscela, velocità), dal mezzo di propagazione delle onde sismiche e dalla distanza sensore-sorgente (Coviello et alii, 2019).

Per piccole distanze, l'intervallo di frequenza rappresentativo dell'energia sismica prodotta da una colata è compreso fra 10 e 80 Hz con una significativa concentrazione dell'energia in corrispondenza dei fronti di colata (10 - 30 Hz). Si raccomanda dunque una frequenza di campionamento di almeno 100 Hz.

Geofoni mono-assiali di frequenza naturale 4,5 o 10 Hz sono adatti al rilevamento delle colate detritiche.

Per utilizzare i geofoni a scopo di allertamento, tuttavia, è necessario l'impiego di algoritmi capaci di elaborare il segnale in tempo reale e riconoscere un segnale prodotto da un evento di colata, distinguendolo da altre tipologie di sorgente sismica.

6.3.3.1.5 Strumentazione accoppiata a punti di monitoraggio geotecnico e topografico

LIDAR E LASER SCANNER TERRESTRI

I sistemi LIDAR (Light Detection and Ranging), e più in generale tutti quelli che sono in grado di acquisire modelli digitali del terreno, possono essere impiegati nel campo del monitoraggio delle frane per una valutazione delle variazioni morfologiche prodotte dall'evoluzione della frana.

Esistono sostanzialmente due macrocategorie di LIDAR: la versione aerotrasportata o per drone, e la versione terrestre (solitamente chiamato laser scanner terrestre), più piccola e comodamente trasportabile. Sebbene il principio di base sia fundamentalmente lo stesso, le due strumentazioni sono molto diverse in quanto la prima, quella aerea, è configurata per scansioni in movimento (cinematiche) e quindi dotata di una serie di elementi accessori fondamentali come la IMU (Inertial Measurement Unit) e un ricevitore GNSS indispensabili per rilevare l'orientamento nello spazio e la traiettoria del sistema di acquisizione. Il laser scanner terrestre nasce invece come strumento statico, solitamente messo in stazione su di un supporto topografico per acquisire modelli della superficie delle aree circostanti.

I LIDAR aerei sono caratterizzati da distanze operative (dell'ordine dei 700 - 1500 m tra il sensore e il terreno) molto più elevate e laser più potenti, i laser scanner terrestri e utilizzabili su droni sono invece solitamente laser di classe 1 e quindi con portate (e potenze) più contenute.

Indicativamente, i rilevamenti LIDAR da aereo hanno precisione assoluta dell'ordine dei 10-20 cm, mentre i laser scanner terrestri arrivano a valori di pochi cm.

Per quanto riguarda il passaggio da coordinate relative ad assolute, il LIDAR aereo è dotato di sistema GNSS e quindi le informazioni necessarie per ottenere la nuvola di punti in un datum di riferimento geodetico sono acquisite contestualmente al rilievo stesso. Nel caso dei sistemi terrestri, spesso è necessario un appoggio topografico con GNSS e/o stazione totale in modo da acquisire le coordinate di una serie di elementi presenti all'interno della scansione.

DRONI

I Sistemi Aerei a Pilotaggio Remoto (SAPR), anche chiamati Unmanned Aerial Vehicle (UAV) o, più comunemente, droni, sono dei sistemi in grado di volare senza un pilota a bordo ma controllati da remoto e di trasportare un carico (payload) che può essere composto da strumentazione dedicata anche allo studio ed al monitoraggio delle frane (Giordan et alii, 2019).

La diffusione di questi sistemi deriva dalla loro notevole versatilità ma anche dalla disponibilità di un approccio molto funzionale al trattamento di sequenze di immagini bidimensionali chiamato Structure from Motion (SfM). La SfM è una tecnica sviluppata nel campo del computer graphic che permette la ricostruzione di modelli digitali tridimensionali partendo da una serie di fotografie dell'area di studio acquisite da punti diversi e caratterizzata da una elevata percentuale di sovrapposizione. Semplificando, l'algoritmo è in grado di identificare punti omologhi presenti nelle diverse immagini, ricostruire l'orientazione dei punti di presa delle immagini e ricreare una nuvola di punti tridimensionale basata su punti omologhi.

Nel campo dell'acquisizione di immagini finalizzati all'utilizzo di tecniche di Structure from Motion (SfM), i due elementi che maggiormente influenzano il risultato finale sono il GSD delle immagini (ground sampling distance) e l'accuratezza del risultato finale che deriva dalla tecnica di posizionamento utilizzata. Il GSD è funzione principalmente della risoluzione della fotocamera impiegata e della quota di volo rispetto al terreno. Una maggiore risoluzione della fotocamera e una minore quota di volo relativa porta a valori di GSD più elevati. A titolo di esempio, con un drone commerciale ed una quota di volo di 70 m si possono ottenere GSD di pochi centimetri (2-8 cm).

Più complesso è il capitolo relativo all'accuratezza della georeferenziazione del rilievo effettuato. I software di structure from motion possono utilizzare i parametri di posizionamento del sensore GNSS a bordo o vincolare il risultato a punti a terra di coordinate note (Ground Control Points - GCPs).

Diversi droni di ultima generazione hanno dei sensori GNSS RTK a bordo che permettono un notevole miglioramento dell'accuratezza della misura del centro di presa in tempo reale, rendendo generalmente superfluo l'appoggio a terra su target di coordinate assolute note.

CORNER REFLECTOR

Le tecniche interferometriche radar satellitari multi-temporali chiamate PSI (Persistent Scatterer Interferometry) si basano sull'analisi di lunghe serie di immagini radar acquisite da satellite su una stessa area in tempi diversi, all'interno delle quali vengono identificati bersagli radar, naturali e antropici, che vengono utilizzati per la misura degli spostamenti superficiali del terreno.

Il corner reflector è un riflettore artificiale costituito da un tetraedro metallico progettato e opportunamente installato con forma, dimensione e orientazione tali da fornire una risposta radar ben visibile e coerente, comportandosi come un riflettore naturale. I CR possono essere pertanto utilizzati per incrementare i punti di misura nelle aree caratterizzate da assenza o scarsità di riflettori naturali sufficientemente coerenti già esistenti al suolo.

6.3.3.1.6 Strumentazione meteo-pluviometrica

TERMOMETRI

Il termometro è un sensore tra i più comuni ed economici; esso è ovviamente finalizzato alla misurazione della temperatura dell'aria ed alla relativa escursione termica giornaliera sull'area della frana. Si tratta per lo più di un termistore lineare o di una termoresistenza Pt 100 che, sfruttando i cambiamenti di conduttività del metallo, in funzione dell'aumento o della diminuzione della temperatura, è in grado di registrare anche i più piccoli cambiamenti di temperatura. La misura viene effettuata ogni pochi secondi e poi i dati così raccolti vengono mediati per avere un'informazione di temperatura rappresentativa di 1 minuto, anche se per certe applicazioni l'intervallo di aggregazione per il dato "istantaneo" può arrivare fino a 10 minuti.

È importante per un buon funzionamento della misura che il sensore sia riparato dall'effetto diretto dell'irraggiamento solare da una apposita struttura ad alette (solitamente formata da schermi circolari sovrapposti) di colore bianco e che permetta la ventilazione interna.

Lo strumento dovrà avere un campo di misura piuttosto ampio (es. da -30° a $+60^{\circ}\text{C}$) e una risoluzione del decimo di grado. Per quanto riguarda l'accuratezza, l'incertezza richiesta per lo strumento è di $0,1^{\circ}\text{C}$ tra -40 e $+40^{\circ}\text{C}$ (in campo: di $0,2^{\circ}\text{C}$); comunque, per l'applicazione in esame è importante che, in occasione di misure che si aggirano attorno allo 0°C , non vi siano errori superiori a $0,5^{\circ}\text{C}$.

PLUVIOMETRI

Il modello più comune ed utilizzato è costituito da un cilindro e imbuto raccogliatore, con bocca di raccolta per la quantità di pioggia avente superficie di $0,1\text{ m}^2$ (per cui ogni millimetro di pioggia raccolta corrisponde ad un volume di 1 litro al m^2), che convoglia la quantità d'acqua raccolta in una bilancia posizionata alla base del cilindro. La misura della quantità di pioggia viene effettuata per mezzo di questa bilancia a doppia vaschetta. Un magnete solidale al sistema oscillante produce la chiusura di un contatto generando un impulso che può essere trasformato in un segnale elettrico. Lo strumento deve essere dotato di bolla sferica e di viti elevatrici sul supporto per una corretta installazione.

Nel caso si debba installare un pluviometro in aree dove è cospicuo l'apporto di precipitazioni solide e si disponga di alimentazione elettrica adeguata è possibile utilizzare pluviometri riscaldati. Si tratta di sensori analoghi ai precedenti ma dotati di un sistema di riscaldamento, nel cilindro di raccolta, che permette di fondere la neve trasformandola in acqua immediatamente misurabile con la bilancia del pluviometro.

La risoluzione dello strumento è ovviamente determinata dalle dimensioni della bilancia che deve avere una capacità equivalente di norma di $0,1$ o $0,2\text{ mm}$ di pioggia ($0,2\text{ mm}$ nei modelli meno recenti), in riferimento all'altezza che avrebbe il volume di acqua corrispondente se rapportato ad una superficie piana estesa come la bocca del pluviometro.

La frequenza di acquisizione del dato (da 1 ogni minuto ad 1 all'ora) varia in funzione delle necessità che ci si prefigge e dalla necessità di misurare anche l'intensità di precipitazione (mm/h), oltre all'accumulo su periodi più o meno lunghi, dal giorno al mese o all'anno (mm). Generalmente campionamenti e trasmissioni al minuto sono presi in considerazione solo per lo studio di fenomeni di colate rapide mentre per altre tipologie di frana è possibile utilizzare frequenze meno intense (10-30 minuti).

Per quanto riguarda la misura delle precipitazioni su base giornaliera, per accumuli superiori ai 5 mm l'incertezza deve essere minore del 2%, anche se nella pratica operativa in campo valori del 5% sono ritenuti accettabili. In relazione invece all'intensità di precipitazioni, l'incertezza richiesta è di $0,1\text{ mm}$ nel range tra $0,1$ e 2 mm/h , del 5% per valori maggiori di 2 mm/h , del 2% per valori maggiori di 10 mm/h .

Fondamentale per il buon funzionamento sono periodiche calibrazioni, una costante manutenzione ed in particolare una pulizia del filtro posto al passaggio fra il cilindro e la bilancia.

NIVOMETRI

Il sensore nivometrico è finalizzato a misurare l'altezza al suolo del manto nevoso. Lo strumento è posto ad una altezza congrua rispetto allo spessore al suolo della neve attesa in quella specifica area; il sensore, dopo essere stato calibrato su questo livello (detto altezza di zero), è in grado di rilevare lo spessore di tutto ciò che si frappone all'interno del suo cono di misura (avente ampiezza 30°) calcolate per differenza con l'altezza di zero.

La misura si basa sul tempo che un impulso ultrasonico impiega a coprire la distanza esistente tra l'apparato di misura e la superficie del manto nevoso che riflette il segnale. Il tempo di percorrenza dell'impulso viene ovviamente compensato in base alla temperatura dell'aria.

Il sensore si caratterizza per una distanza minima e massima alla quale è in grado di effettuare con la precisione voluta la misura. Se l'altezza minima, generalmente qualche decina di cm, è trascurabile, più importante è l'altezza massima che dovrà essere scelta in funzione dell'altezza attesa del manto nevoso e quindi, in ultima analisi, in funzione dell'area in cui verrà collocato il sensore. Generalmente si tende ad acquistare nivometri con distanza massima sensore/superficie riflettente di almeno 4 metri.

Per l'attività di monitoraggio delle frane la precisione e la risoluzione della misura possono anche non essere estremamente spinte (adeguate di alcuni mm) in quanto la misura è fortemente condizionata da condizioni ambientali (vento e temperatura su tutti) che possono far variare molto rapidamente lo spessore della neve. L'accuratezza è consigliabile che sia inferiore all'1% del valore letto.

L'acquisizione della misura è istantanea e, per gli scopi che ci si prefigge, è sufficiente acquisire misure ogni 30 minuti/ 1 ora.

ANEMOMETRI

Gli strumenti di misura possono essere di due tipi:

- il gonioanemometro tradizionale dotato di coppette rotanti e misuratore meccanico della direzione, indicato per le installazioni destinate a durare anni (cioè per scopi climatologici), ma ha il limite di misurare solo la componente orizzontale del vento e di essere poco adatto a misurare la turbolenza;
- l'anemometro ultrasonico dotato di tre coppie di sensori ortogonali, che è in grado di fare misure tridimensionali di vento con risoluzioni temporali elevate. Si tratta, dunque, di uno strumento che si presta meglio a raccogliere delle misure all'interno dello strato limite superficiale, sia per rilevare le normali forzanti meccaniche laminari sia per stimare altre caratteristiche dello stato limite come la turbolenza meccanica, i flussi di calore o l'evaporazione.

Un'ulteriore problematica da considerare nella scelta dello strumento è che gli anemometri ultrasonici generalmente producono una quantità di dati superiore di alcuni ordini di grandezza rispetto ai gonioanemometri classici. Pertanto, l'eventuale scelta di questo strumento richiede una più attenta valutazione del software che dovrà gestire i dati e un corretto dimensionamento dello spazio di archiviazione qualora si intenda raccogliere le misure per periodi molto lunghi.

6.3.3.1.7 Strumentazione per l'acquisizione e trasmissione dati

DATA LOGGER

I datalogger costituiscono l'interfaccia che permette la trasformazione dei segnali elettrici che giungono dai diversi sensori di monitoraggio installati sul campo e gli apparati di trasmissione. Questi devono possedere le seguenti caratteristiche tecniche minime:

- connessione diretta ai sensori con uscita in resistenza, tensione, corrente, frequenza, digitale senza la necessità di modifiche o integrazioni hardware, ad esclusione di eventuali resistenze di controllo; queste dovranno assicurare una precisione migliore o uguale a 0,01% del valore nominale con coefficiente di temperatura >3 ppm/°C;
- il numero di bit di quantizzazione per canale uguale o superiore a 10;

- frequenza di campionamento programmabile dall'utente sia in locale che in remoto (il numero di campioni dipende principalmente dal tipo di strumentazione al quale è destinato. Nel caso di fornitura generica, prevedere la possibilità di programmazione di almeno 10 campioni al secondo);
- software per la configurazione da remoto e in campo del datalogger. Tale software dovrà prediligere Sistema Operativo Windows, ma, dietro motivata richiesta del gestore del sistema di monitoraggio, dovrà poter essere trasportato anche su altre piattaforme (MacOS e Linux);
- fornitura completa anche dei cavi di connessione ed alimentazione e quanto possa ritenersi utile per la configurazione del datalogger presso i laboratori di ogni centro di monitoraggio;
- comunicazioni con i principali protocolli di rete: TCP/IP, FTP, SMTP, POP3, HTTP;
- congruo numero di porte di comunicazione (seriali, Ethernet, ecc.) per il collegamento a dispositivi di comunicazione e/o controllo (PC, terminali, altro);
- presenza di LED che aiutino nella verifica della presenza dell'alimentazione elettrica e nella corretta presenza delle comunicazioni, oltre che per agevolare la diagnosi di eventuali malfunzionamenti; a questo proposito, il manuale di istruzioni dovrà descrivere in modo chiaro la tipologia di anomalia a seconda delle diverse modalità di lampeggio dei LED;
- memoria ROM non volatile a bordo in grado di memorizzazione tutti i dati provenienti dalla sensoristica afferente per almeno 4 mesi naturali e consecutivi;
- se il sistema riguarda una installazione su un sito con particolari caratteristiche di early warning, una caratteristica BITE (Built-In-Test-Equipment) per l'autodiagnosi che individui e trasmetta al Centro di Controllo le informazioni relative a: anomalie di funzionamento del datalogger (software e/o hardware); anomalie di funzionamento di uno o più canali; problemi di alimentazione. È buona norma prevedere la presenza di una linea di reset generale attivabile da remoto;
- linee di ingresso/uscita adeguatamente protette contro sovratensioni, radiofrequenza e scariche elettrostatiche. Dovranno essere utilizzati connettori di tipo stagno;
- unità di acquisizione con orologio/datario indipendente sufficientemente stabile (time drift inferiore a 4 min/anno);
- unità di acquisizione con un consumo adeguato al sistema di alimentazione predisposto;
- temperatura operativa compresa tra almeno -25° e +55° C.

SISTEMI DI TRASMISSIONE E TELECONTROLLO

RADIO UHF

La tecnologia UHF può risultare conveniente nel caso in cui non sia disponibile alcuna copertura di rete cellulare, oppure nel caso in cui la strumentazione collegata possiede una criticità intrinseca tale per cui occorre disporre di una tecnologia di trasmissione dati indipendente da operatori terzi. Ad esempio, in luogo di utilizzare le reti cellulari legate ad operatori privati e commerciali, utilizzando la connettività mediante reti UHF si possono interfacciare sistemi radio tipici delle reti di Protezione Civile.

Un altro aspetto da tenere in conto è l'assenza di costi fissi mensili quali canoni o consumi di traffico dati dei gestori di telefonia. Tolto il costo iniziale di installazione e configurazione, non vi saranno altri costi da sostenere nel tempo.

D'altronde la capacità di traffico dati è limitata a pochi kB per ogni trasmissione, e questo impone l'utilizzo di tale tecnologia a quegli strumenti che registrano pochi dati, oppure hanno stringhe di dati di dimensione contenuta. Parallelamente, è piuttosto complicato costruire una infrastruttura per il controllo da remoto.

MODEM GSM/GPRS/ROUTER

I modem GSM/GPRS sono gli apparati che permettono la trasmissione dei dati, registrati dal sensore o dai Data Logger verso la sala di controllo. Usualmente i modem utilizzano SIM di operatori telefonici che, per le pubbliche amministrazioni, derivano da contratti CONSIP nazionali. La tecnologia GSM (definita di seconda generazione) e la sua evoluzione GPRS (a cavallo tra la

seconda e la terza generazione, UMTS) rappresentano uno standard per le comunicazioni nei sistemi di monitoraggio.

L'antenna esterna da collegare al modem può essere di 2 tipi:

- antenna omnidirezionale;
- antenna direzionale.

Il primo caso è quello più comune, nel quale non si conosce l'ubicazione delle antenne e si ricerca il segnale proveniente da ogni direzione. In determinate situazioni, invece, quando si opera in siti di alta montagna con un basso campo cellulare, può essere utile indirizzare la ricerca del segnale in un'unica direzione. Per fare tale operazione occorre avvalersi di specifici comandi in collegamento diretto con il modem (utilizzando hyperterminal, ad esempio) e seguendo l'andamento del segnale a variare della direzione dell'antenna.

I router UMTS sono apparati remoti che svolgono il compito di instradare tutto il traffico delle stazioni remote verso un accentratore (sempre un router) opportunamente configurato, che funziona con schede UMTS LTE 4G dei principali operatori commerciali. La soluzione è realizzabile con apparati commerciali che al loro interno possono alloggiare anche due schede sim in modo da garantire la possibilità di utilizzare anche un altro operatore nel caso di assenza di segnale dell'operatore principale. I sistemi di monitoraggio remoti che trasmettono tramite router mandano i dati con un flusso continuo rimanendo sempre collegati. Inoltre, se gli apparati della stazione di monitoraggio sono dotati di indirizzo IP statico è possibile collegarsi da remoto sul sensore, rendendo possibili anche operazioni di manutenzione (riavvio dei sistemi, reset degli errori, ecc.) e la modifica di alcuni parametri (ad esempio, frequenza di acquisizione) e verifica del corretto funzionamento.

I router in genere sono configurabili via web e hanno un sistema per il monitoraggio in tempo reale delle condizioni del router stesso. Molti apparati commerciali offrono anche interfacce RS232/DB9 e RS485 controllabili via software, porte (denominate socket) di input digitali e analogici che permettono anche di misurare i livelli di tensione, aprire e chiudere circuiti di alimentazione e un'interfaccia di comandi basici tramite SMS, qualora la linea dati non sia più raggiungibile.

La rete dei sensori di monitoraggio che si collegano tramite il router all'accentratore si realizza tramite un tunnel di tipo ipsec o ssl-vpn. Grazie a tali tunnel ad ogni stazione remota corrisponde un indirizzo IP di rete raggiungibile in ricezione-trasmissione. Entrambe le soluzioni garantiscono la sicurezza dei dati trasmessi.

SISTEMI WSN (WIRELESS SENSOR NETWORK)

I sistemi WSN, utilizzati principalmente nei siti di difficile accesso, sono usualmente alimentati mediante batterie (che dovranno essere periodicamente sostituite) o celle solari. In particolare, il layout tipico prevede il collegamento punto – punto tra due antenne, una posizionata in prossimità della strumentazione, mentre l'altra in un sito localizzato usualmente nel versante di fronte a quello monitorato. Occorre propendere per una tipologia di apparato che abbia la possibilità di un controllo della raggiungibilità di ogni singolo punto, e abilitare sistemi di autocontrollo, quali ad esempio la verifica dello stato di comunicazione e autorisparmio in caso di mancata comunicazione (sistemi di tipo watchdog - controllo - integrati).

SISTEMI DI ALIMENTAZIONE ELETTRICA

I principali e maggiormente utilizzati sistemi di alimentazione elettrica sono i seguenti:

- alimentazione da rete 230 V. È consigliabile predisporre una serie di batterie tampone e l'installazione di un apparecchio autorisparmio al fine di ridurre gli interventi in sito e per evitare possibili interruzioni nell'erogazione dell'energia elettrica da parte del gestore. Un aspetto da non sottovalutare, inoltre, almeno negli ambienti montani, è dato dal fatto che cavi di alimentazione di rete troppo lunghi tendono ad attirare le scariche elettriche che possono danneggiare le apparecchiature di monitoraggio.
- Pannelli fotovoltaici. Essi sono utilizzati per la ricarica di una o più batterie (il numero di queste e il dimensionamento dell'impianto fotovoltaico dovrebbero garantire il funzionamento della strumentazione per almeno 48-72 ore in condizioni di scarsa illuminazione - ad esempio, per

avverse condizioni meteo - oppure per garantire la prosecuzione del monitoraggio nel caso di malfunzionamento dell'impianto di alimentazione fino all'intervento del manutentore). Dal punto di vista tecnologico, occorrerà valutare quale tipologia di pannello è idoneo (monocristallino, policristallino), verificando con il fornitore/installatore se prediligere alto rendimento con luce diretta perpendicolare (monocristallino), oppure rendimento leggermente inferiore ma in grado di erogare corrente anche con luce diffusa o riflessa (policristallino); ad ogni modo, le differenze di funzionamento non sono così diverse. Esistono sul mercato pannelli a doppia faccia, in grado di utilizzare sia la luce diretta, sia quelle riflessa dal terreno o dall'ambiente circostante.

- Turbina eolica, da utilizzare dove è presente una costante disponibilità di correnti d'aria. Il sistema eolico è un impianto di alimentazione tipicamente utilizzato come backup rispetto a quello costituito da pannelli fotovoltaici. Si suggerisce di rappresentare la necessità di eventuali autorizzazioni, soprattutto se si tratta di aree protette (es. parchi nazionali). Nel caso in cui si voglia adottarlo in zone di alta montagna, occorrerà considerare attentamente la tipologia di pala, elica o spirale, e verificare che non risenta di fattori climatici e ambientali, quali ad esempio l'umidità, le basse temperature e la possibilità concreta di formazione di ghiaccio tra gli apparati.
- Celle a combustibile. Si tratta di una tecnologia dalle basi teoriche molto semplici ma che ha insiti alcuni problemi di installazione che devono trovare adeguata soluzione per poter essere utilizzate. In primis, occorre verificare il range di accensione e funzionamento, parametri che spesso ne rendono difficoltoso l'utilizzo a quote elevate (generalmente sopra i 1500 m s.l.m.) oppure a temperature rigide (generalmente sotto i + 5 °C). Un altro aspetto da valutare attentamente è rappresentato dal trasporto e stoccaggio delle taniche di combustibile (idrogeno o più comunemente metanolo), che necessitano di autorizzazioni e abilitazioni specifiche.
- Gruppi elettrogeni con motore endotermico (con combustibile benzina o gasolio). Con tale tecnologia, relativamente semplice, il gruppo viene utilizzato per ricaricare le batterie singole o gruppi di batterie. Il gruppo deve poter disporre di un sistema automatico di accensione nel momento in cui le batterie necessitano di ricarica e deve poter essere interrogabile e controllabile da remoto anche per quanto riguarda la quantità del combustibile ancora presente nel serbatoio.
- Gruppo elettrogeno ibrido motore endotermico – pannelli fotovoltaici. Per applicazioni molto specifiche, laddove si ravvisa l'insorgenza di potenziali criticità legate all'alimentazione può essere opportuno scegliere una soluzione omnicomprensiva ibrida, in cui alla classica configurazione fotovoltaica viene abbinato un gruppo elettrogeno. In questo caso è basilare avere un completo controllo da remoto, con modalità web-based. Per poter garantire una lunga durata senza necessità di eseguire il rifornimento del carburante, dovrà essere completato con almeno 1 o 2 serbatoi di capienza ritenuta adeguata.
- Dal punto di vista delle caratteristiche tecniche da richiedere, indicativamente sono le seguenti:
 - ◆ interfacciabile e controllabile da remoto;
 - ◆ serbatoio incorporato e serbatoi esterni da almeno 150 litri con indicatore di livello da interfacciare con centralina;
 - ◆ differenziale di protezione di tipo autorisarmante ad immunità rinforzata con protezioni con sensibilità pari a 300mA;
 - ◆ golfari o anelli per il trasporto con elicottero;
 - ◆ uscita a 220VAC/50Hz e 24VDC;
 - ◆ altezza d'impiego su livello del mare per la quota necessario;
 - ◆ carcassa adatta ad essere installata all'esterno in ambienti potenzialmente ostili e con basse temperature;
 - ◆ batterie di avviamento ad alta capacità e adatte a basse temperature;
 - ◆ carrellabile per trasporto e traino con veicolo o trasportabile su cassone e movimentabile con muletto;
 - ◆ integrazione carica batterie con pannelli fotovoltaici;

- ◆ peso massimo consigliato per trasporto con elicottero: 600 kg (variabile a seconda della quota di installazione prevista. Questo parametro va puntualmente verificato con le società che forniscono lavoro con elicottero).
- Pacchi batteria isolati. In determinate situazioni, laddove si prevede di dover disporre di un quantitativo superiore di energia elettrica e non vi è nessun'altra soluzione di generazione in sito, si può optare per un pacco di batterie. Le caratteristiche elettriche devono essere dimensionate in base alla tipologia di strumentazione, così come il voltaggio (tipicamente 48 V), in quanto la strumentazione a valle deve disporre di un quadro elettrico in grado di commutare la tensione in ingresso con quella di cui necessita.

6.3.3.1.8 Dispositivi di allertamento (semafori, sirene, fari)

Sono dispositivi di allertamento che possono essere collegati all'unità di controllo di radar doppler o a sistemi di monitoraggio geotecnico per il blocco delle strade e l'allertamento acustico della popolazione in caso di pericolo.

6.4 Rete Radar

6.4.1 Descrizione

Il progetto della rete radar su scala nazionale, sviluppato e gestito dal Dipartimento della protezione civile, ha l'obiettivo di garantire una migliore capacità di monitoraggio dei fenomeni atmosferici su scala nazionale integrando le osservazioni radar sia con quelle satellitari, che forniscono informazioni relative alla copertura nuvolosa, sia con i sensori pluviometrici, che registrano dati di carattere puntuale, spesso poco rappresentativi di un intero bacino idrografico. La realizzazione di un sistema operativo di interconnessione e fusione di dati radar meteorologici in tempo reale implica la definizione di un processo di mosaicatura. L'esigenza di realizzare una rete di questo tipo nasce sia dalla necessità di un monitoraggio meteorologico a vasta scala sia dalla necessità di migliorare la qualità delle misure effettuate dal singolo radar.

L'architettura dell'intero sistema prevede che presso il DPC siano raccolti i dati messi a disposizione da tutti gli Enti e Amministrazioni che concorrono alla RRN.

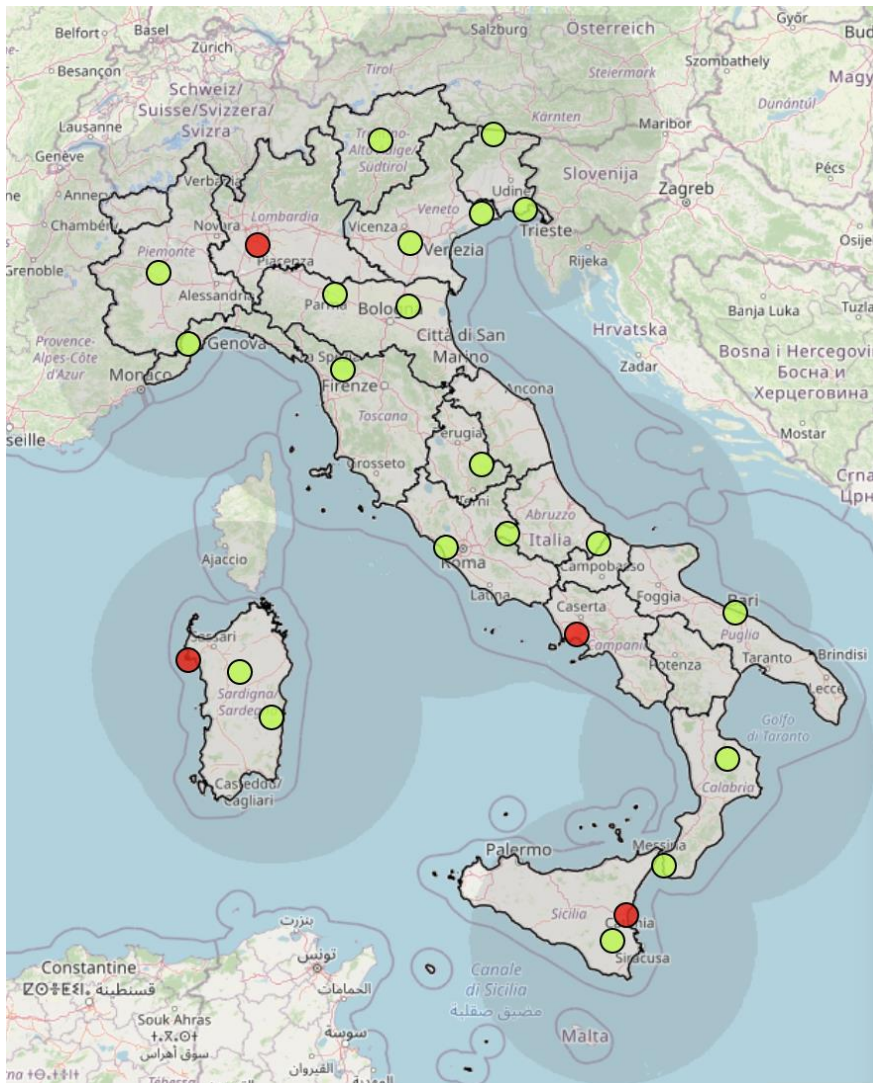


Figura 54 - Rete Radar Meteo Nazionale (Fonte: DPC) (in rosso temporaneamente non funzionanti)

Sulla base dei contributi ricevuti, il suddetto centro genera diversi prodotti mosaicati atti a garantire la maggiore copertura possibile e li dissemina, ai fini di protezione civile, in tempo reale, verso i Centri Funzionali Decentrati (CFD) regionali ed Enti Istituzionali nazionali con una frequenza temporale di quindici min. tramite diverse piattaforme. Ogni CFD, in piena autonomia e sotto la propria responsabilità, definisce l'utilizzo operativo dei suddetti prodotti tramite eventuali procedure.

Attualmente la rete radar nazionale si compone di 24 sistemi, di cui 11 gestiti direttamente dal Dipartimento della protezione civile e di ulteriori 13 (tredici) gestiti da Enti e Amministrazioni regionali e/o nazionali.

La sottorete dei radar DPC è composta da 7 radar Doppler a doppia polarizzazione in banda C e n. 4 radar Doppler in Banda X.

La sottorete che integra e completa la rete nazionale è composta da 10 sistemi gestiti dalle Amministrazioni Regionali, 1 sistema dall'Aeronautica Militare e 2 sistemi dall'Ente Nazionale Assistenza al Volo (ENAV).

I partner della rete trasferiscono in tempo reale i cosiddetti volumi radar non processati (RAW) su apposito server di proprietà del DPC situato presso i rispettivi CED. Le misure radar vengono elaborate in situ al fine di generare i prodotti di singolo sito che vengono successivamente trasmessi al nodo centrale (situato presso il centro di elaborazione dati del DPC) mediante linea dati di tipo ADSL i cui costi di servizio sono a carico del contratto oggetto del presente avviso.

6.4.2 Quantità richieste

Al fine di potenziare la rete radar meteorologica nazionale, utilizzata per il monitoraggio meteo-pluviometrico garantendone negli anni il funzionamento operativo per finalità di protezione civile e di meteorologia operativa, si rende necessario soddisfare le esigenze (E) elencate in Tabella 20.

	Descrizione
Servizio 1	Ammodernamento rete banda C
Servizio 2	Ampliamento/ammodernamento rete banda X
Servizio 3	Manutenzione rete banda C per 2 anni
	Manutenzione rete banda X per 2 anni
	Verifiche e adeguamenti per 3 siti torri e impianti
	Provvista parti di ricambio per 2 anni post garanzia
Servizio 4	Canone e Manutenzione TLC banda C per 2 anni
Servizio 5	Spese tecniche
	Studi specialistici

Tabella 20 - Esigenze da soddisfare per il potenziamento della rete radar meteorologica nazionale.

In Tabella 21 è riportato il numero e la tipologia di sensori necessari. I requisiti minimi sono esplicitati nei paragrafi successivi.

Tipologia	Numero
N. radar banda C	19
N. radar banda X (carrellati)	7
N. radar banda X (installazioni fisse)	9

Tabella 21 - Tipologia e numero di sensori

Di seguito vengono elencati gli interventi richiesti per i radar banda C, ordinati in base ai seguenti criteri di priorità condivisi con lo Stakeholder di riferimento.

CRITERIO 1.

(punti: 0-5)

Necessità di sostituzione in base a vetustà o ammaloramento

Punti 5 se vetustà ≥ 15 anni;

Punti 4 se $12 \leq \text{vetustà} < 15$;

Punti 3 se $9 \leq \text{vetustà} < 12$;

Punti 2 se $6 \leq \text{vetustà} < 9$;

Punti 1 se $3 \leq \text{vetustà} < 6$;

CRITERIO 2.

(punti 0-3)

Integrazione (ampliamento) della copertura osservativa attuale

CRITERIO 3.

(punti 0-4)

Rilevanza operativa (copertura osservativa, necessità di ridondanza)

CRITERIO 4.

(punti 0-4)

Disponibilità del sito.

Nome sito radar	Regione / Ente	Localizz.	Anno di installazione	Anno eventuale upgrade	CRITERIO 1. (punti: 0-5)	CRITERIO 2. (punti 0-3)	CRITERIO 3. (punti 0-4)	CRITERIO 4. (punti 0-4)	Priorità: somma dei punteggi attribuiti a ciascun criterio (Punteggio MAX 16)	Priorità normalizzata	Note
Spino d'Adda, CR	Lombardia - PoliMI	45.4136, Lon: 9.4940	<1990		5	3	4	4	16	1,00	Il radar di Spino D'Adda sarà di proprietà del DPC, installato presso la stazione sperimentale del Politecnico di Milano. DPC e Politecnico regoleranno con una convenzione ad hoc questi aspetti.
Torchiarolo, BR	Puglia - CNR	vedi doc	2011		5	3	4	4	16	1,00	
Livorno (opzione su silos nel porto)	Toscana	vedi prot	N.A.		5	3	4	3	12	0,94	Ipotesi con Regione Toscana prot 54468 del 24/11/22 dove si proponeva la sostituzione del mini X esistente. Laddove dopo verifiche risultasse non praticabile lo sviluppo del progetto per un nuovo banda C sul silos, si opterebbe per la sostituzione del mini X oggi presente sul silos, previo adeguamento o sostituzione del traliccio. A fronte di una disponibilità di massima è necessario verificare la opportuna configurazione della struttura da realizzare sopra al silos per ospitare il radar.
Monte Midia, Pereto AQ	Abruzzo	42.057539, 13.177419	installato a L'Aquila nel 1997, nel 2005 stato spostato nel sito attuale	2016 (RX, RCP)	5	0	4	4	13	0,81	
Zouf Plan, Paluzza UD	DPC	46,556 12,974	2009	N.A.	5	0	4	4	13	0,81	
Serano, Campello sul Clitunno PG	DPC	42,856 12,791	2007	N.A.	5	0	4	4	13	0,81	
Monte il Monte, Tuffillo CH	DPC	41,939 14,624	2007	N.A.	5	0	4	4	13	0,81	
Monte Pettinascura, Longobucco CS	DPC	39,373 16,624	2007	N.A.	5	0	4	4	13	0,81	
Gattatico RE	Emilia-Romagna	44.790880, 10.498575	<1990	2001, 2012 (TX, RX)	5	0	4	4	13	0,81	

Nome sito radar	Regione / Ente	Localizz.	Anno di installazione	Anno eventuale upgrade	CRITERIO 1. (punti: 0-5)	CRITERIO 2. (punti 0-3)	CRITERIO 3. (punti 0-4)	CRITERIO 4. (punti 0-4)	Priorità: somma dei punteggi attribuiti a ciascun criterio (Punteggio MAX 16)	Priorità normalizzata	Note
San Pietro Capo Fiume BO	Emilia-Romagna	44.655198, 11.623068	<1990	2009 (TX, RX, ACU)	5	0	4	4	13	0,81	
Monte Settepani, Osiglia SV	Liguria	44.245901, 8.197380	<2000		5	0	4	4	13	0,81	
Bric della Croce, TO	Piemonte	45.034079, 7.732759	<2000	2008	5	0	4	4	13	0,81	
Monte Grande, Teolo PD	Veneto	45.3619, 11.67282	2001	2019 (aggiornamento RX)	5	0	4	4	13	0,81	
Concordia Sagittaria, VE	Veneto	45.6942, 12.7858	2005	2019 (aggiornamento RX)	5	0	4	4	13	0,81	
Monte Lauro, Buccheri SR	DPC	37,123 14,824	2010		4	0	4	4	12	0,75	
Monte Armidda, Gairo OG	DPC	39,873 9,491	2014		3	0	4	4	11	0,69	
Monte Crocione, Villa Basilica LU	DPC	43,956 10,607	2007		5	0	1	4	10	0,63	Il radar sebbene risalente al 2007 è in una posizione sfavorevole dal punto di vista orografico. Per questa ragione si propone un punteggio pari a 1 in relazione all'esigenza operativa
Monte Rasu, Bono SS	Sardegna	40.45'21" 9.00'19"	2017		1	0	4	4	9	0,56	
Pantelleria	Sicilia		N.A.		0	3	4	0	7	0,44	ipotesi avanzata dalla Regione con nota Prot. N. 54929 del 28/11/22. Non sono state fornite indicazioni sul sito

Tabella 22 - Lista dei sistemi radar in banda C da aggiornare ordinati per priorità di intervento

Nella precedente tabella sono riportati i 19 siti in ipotesi di intervento.

Tre siti, Livorno, Spino d'Adda (CR) e Torchiarolo (BR), sono evidenziati in quanto per questi siti è stata stimata una ulteriore voce di costo, inserita nel Quadro economico complessivo per un totale di € 990.000,00, per coprire eventuali interventi di adeguamenti dei sistemi in disuso da ammodernare o per opere strutturali eventualmente necessarie.

La necessità di tali lavori potrà essere appurata solamente a seguito di sopralluoghi e verifiche specifiche, non oggetto della progettazione preliminare.

Nome sito	Regione	Localizz.	Tipo di installazione	Note	Altri riferimenti	Anno di acquisto	CRITERIO 1. (punti: 0-5)	CRITERIO 2. (punti 0-3)	CRITERIO 3. (punti 0-4)	CRITERIO 4. (punti 0-4)	Priorità: somma dei punteggi attribuiti ciascun criterio (Punteggio MAX 16)	Priorità normalizzata
Monte Verrugoli, SP	Liguria	vedi prot	su traliccio	è presente un mini X gestito dalla Toscana, da verificare se la torre può ospitare il tipo di banda X richiesto	Prot. N. 53662 del 21/11/22 (banda X)	N.D.	5	3	4	4	16	1
Fontecomiale, PU	Marche	12 48 53,8 43 46 09,52	u traliccio	nuovo. Il traliccio sarà realizzato a breve.	Prot. N. 54345 del 24/11/22	2020	5	3	4	4	16	1
Cima del Monte, Porto Azzuro (Elba) LI	Toscana	vedi prot	su traliccio	Banda X da installare su traliccio all'isola d'Elba in sostituzione di un mini X esistente. Da verificare autorizzazioni necessarie per il tipo di banda X nuovo	Prot. N. 54468 del 24/11/22		5	3	4	4	16	1
Cepagatti (PE)	Abruzzo	vedi prot	su traliccio	Nuovo. Il banda X è da installare sul tetto di un edificio. Necessaria realizzazione di supporto/traliccio.	Prot. N. 54206 del 23/11/22 (Banda X)	2020	5	3	3	4	15	0,9375
Aeroporto di Capodichino	Campania	40,88 14,29	carrellato	Rinnovamento radar Capodichino. Valutazioni in corso sulla destinazione da assegnare al vecchio sistema. Radar gestito e mantenuto oggi da DPC, in corso valutazioni su accordi per la manutenzione futura dell'apparato.	prot Regione Campania 576785 22/11/2022	2009	5	0	4	4	13	0,8125
Aeroporto Bari Palese	DPC	41.139 16.76	carrellato			2009	5	0	4	4	13	0,8125

Nome sito	Regione	Localizz.	Tipo di installazione	Note	Altri riferimenti	Anno di acquisto	CRITERIO 1. (punti: 0-5)	CRITERIO 2. (punti 0-3)	CRITERIO 3. (punti 0-4)	CRITERIO 4. (punti 0-4)	Priorità: somma dei punteggi attribuiti a ciascun criterio (Punteggio MAX 16)	Priorità normalizzata
Aeroporto Catania Fontanarossa	DPC	37.46 15.05	carrellato			2009	5	0	4	4	13	0,8125
	Piemonte		carrellato	sostituzione dell'apparato esistente di ARPA Piemonte	Prot. N. 52976 del 17/11/22	2008	5	0	2	4	11	0,6875
	Molise	41°36'32" N; 14° 23' 07" E	su traliccio	nuovo. Sito proposto dalla regione non ancora valutato dal punto di vista logistico e della visibilità radar.	Prot. N. 54542 del 24/11/22	N. A.	0	3	4	4	11	0,6875
Aeroporto di Reggio Calabria	DPC	38.05 15.65	carrellato			2009	5	0	1	4	10	0,625
	Sardegna		carrellato	nuovo. Località di installazione non ancora individuata dalla Regione	Prot. N. 55228 del 29/11/22 (banda C), Prot. N. 55262 del 29/11/22 (banda X)	N. A.	0	3	3	4	10	0,625
	Lombardia	45° 07' 18,10"; 10° 11' 42,70"	su traliccio	NUOVO. Pieve San Giacomo (CR). Sito della Regione, già oggetto di precedente valutazione per l'installazione di un radar		N.A.	0	3	4	3	10	0,625
	Emilia Romagna		carrellato	nuovo	Prot. N. 54708 del 25/11/22	N. A.	0	3	3	3	9	0,5625
Monte Bonifato, Alcamo TP	Sicilia	321172 E, 4202729 N	su traliccio	nuovo. Sito proposto da Regione Sicilia ancora non oggetto di valutazioni su potenzialità logistiche e di osservazione radar	Prot. N. 54929 del 28/11/23	N. A.	0	3	4	2	9	0,5625

Nome sito	Regione	Localizz.	Tipo di installazione	Note	Altri riferimenti	Anno di acquisto	CRITERIO 1. (punti: 0-5)	CRITERIO 2. (punti 0-3)	CRITERIO 3. (punti 0-4)	CRITERIO 4. (punti 0-4)	Priorità: somma dei punteggi attribuiti ciascun criterio (Punteggio MAX 16)	Priorità normalizzata
vedi prot	Valle d'Aosta	LAT 45.654016, LON 7.308743	su traliccio	nuovo. sito proposto dalla Regione per l'osservazione della linea valle oggi praticamente scoperta da osservazioni radar meteo. Da approfondire visibilità e logistica cantiere a oltre 2500 m slm (cmq vicino a impianti sciistici).	Prot n. 55327 del 29/11/22	N. A.	0	2	4	3	9	0,5625
Monte Dinnammare, ME	Sicilia	540735 E, 4223585 N	su traliccio	nuovo. Sito proposto da Regione Sicilia ancora non oggetto di valutazioni su potenzialità logistiche e di osservazione radar	Prot. N. 54929 del 28/11/22	N. A.	0	3	4	1	8	0,5

Tabella 23 - Lista dei sistemi radar in banda X da aggiornare ordinati per priorità di intervento

6.4.3 Caratteristiche tecniche minime

Vengono di seguito riportate le caratteristiche tecniche minime e i requisiti forniti dal Dipartimento di Protezione Civile.

6.4.3.1 Requisiti e caratteristiche tecniche minime dei radar fissi in banda C in fornitura

Il nuovo radar in banda C, dotato di radome, sarà di tipo Doppler a doppia polarizzazione simultanea operante nel range di frequenze compreso fra 5.4 e 5.7 GHz.

Il sistema dovrà eseguire misure con elevata precisione e accuratezza di riflettività radar (Z_h e Z_v), velocità (V_h), varianza della velocità (σ_V), riflettività differenziale (Z_{dr}), fase differenziale - differential propagation phase (Φ_{DP}), fase differenziale specifica - specific differential phase (K_{DP}) e coefficiente di correlazione (ρ_{hv}).

Il radar dovrà essere in grado di effettuare scansioni volumetriche in cui ciascuna elevazione potrà avere caratteristiche differenti in termini di parametri di acquisizione (lunghezza impulso, PRF, velocità di rotazione antenna, parametri relativi al filtro clutter, numero campioni acquisiti, range massimo).

Il radar fornito dovrà essere composto delle seguenti macro-componenti, perfettamente integrate nella struttura complessiva del sistema senza utilizzo di interfacce hardware e/o software esterne, e nella sua funzionalità, tali da individuare il radar nel suo assieme come un prodotto commerciale univocamente identificabile:

- Trasmettitore
- Ricevitore
- Radar Signal Processor (RSP)
- Radar Control Processor (RCP)
- Sistema antenna
- Guida d'onda
- Radome
- Sistema RDP, RTDC, GWS

6.4.3.1.1 Trasmettitore

È richiesto un trasmettitore perfettamente integrato nel radar meteorologico in fornitura, con le seguenti caratteristiche tecniche minimali:

- tipo di trasmettitore: magnetron
- range di frequenze operativo: 5.4 ÷ 5.7 GHz (banda C)
- polarizzazione: doppia polarizzazione (H - V)
- modalità di trasmissione delle polarizzazioni: simultanea (H +V), singola polarizzazione
- potenza nominale RF di picco compresa nell'intervallo [250 ÷ 550] kWatt
- Duty cycle: ≥ 0.001
- modulatore a stato solido costituito da diversi moduli (da 3 a 6). Il malfunzionamento o rottura di un modulo dovrà generare un allarme automatico e non provocare una diminuzione della potenza di uscita del trasmettitore
- numero di impulsi disponibili: **almeno 3** con durate temporali diverse, comprese nell'intervallo [0.4 ÷ 3.0] μ s, di cui **almeno uno** con durata compresa nell'intervallo [2.0 ÷ 3.0] μ s (denominato impulso lungo) e almeno uno con durata inferiore o uguale a 0.8 μ s.
- frequenza di ripetizione degli impulsi (PRF): selezionabile dall'utente nel range minimo [250 ÷ 2000] Hz;
- disponibilità della modalità di funzionamento DUAL PRF con i seguenti rapporti 3:2, 4:3, 5:4

Il trasmettitore dovrà rispettare la normativa vigente, sia nazionale che comunitaria, in materia di emissione elettromagnetica da sorgenti radar e limiti di esposizione per la popolazione con particolare riferimento alla certificazione di conformità alla norma Radio Equipment Directive – RED 2014/53/EU

6.4.3.1.2 Ricevitore

Il ricevitore dovrà essere di tipo digitale, supereterodina almeno a doppia conversione, capace di demodulare i segnali ricevuti da entrambe le polarizzazioni. I segnali ricevuti dovranno essere digitalizzati alla frequenza IF per la successiva elaborazione digitale.

Il ricevitore dovrà disporre di AFC digitale (Automatic Frequency Control module) per determinare frequenza e fase dell'impulso trasmesso e la successiva correzione.

Di seguito sono riportate le caratteristiche tecniche minimali del ricevitore richiesto:

- range di frequenze operativo: 5.4 ÷ 5.7 GHz (banda C)
- minimo segnale rilevabile (MDS): ≤ -110 dBm
- figura di rumore: ≤ 3 dB
- dinamica: ≥ 100 dB
- reiezione della frequenza immagine: > 50 dB
- MTI Improvement Factor: ≥ 50 dB
- stabilità di fase del sistema $\leq 0.6^\circ$
- range di massima distanza non ambigua: ≥ 480 km
- risoluzione in distanza: ≤ 100 metri per portate fino a 120 km; ≤ 500 metri per portate fino a 480 km
- staggered PRF ratio richiesti: 3:2, 4:3, 5:4
- cancellazione degli echi di seconda scala (second trip echoes)

Il ricevitore deve generare un segnale di test a fini di calibrazione automatica, anche in relazione alla potenza emessa del trasmettitore.

Il trasmettitore e ricevitore dovranno operare in modalità "coerente": la frequenza del trasmettitore e del ricevitore deve essere accoppiata e la fase del segnale trasmesso deve essere agganciata da un oscillatore coerente all'interno del ricevitore.

Il sistema dovrà operare in modalità Dual-PRF con rapporti selezionabili via software tra quelli indicati.

Dovrà inoltre essere possibile il cambio della PRF all'interno di una scansione volumetrica. Il sistema dovrà avere la capacità, attivabile via software di controllo, di distinguere tra echi di prima e di traccia multipla ed operare la rimozione di questi ultimi.

6.4.3.1.3 RSP – Radar Signal Processor

Il Radar Signal Processor (RSP) deve elaborare, in tempo reale e alla massima risoluzione spaziale richiesta, i dati radar forniti dal ricevitore digitale, calcolando per ogni range-bin (cella elementare di misura) le grandezze radar del bersaglio meteorologico. Deve essere in grado di gestire la digitalizzazione IF, la demodulazione digitale e il filtraggio passa-basso, i filtri di clutter e le elaborazioni di tipo Doppler per entrambe le polarizzazioni, l'integrazione dei segnali ricevuti nel tempo e nello spazio, la soppressione degli echi fissi (clutter).

Di seguito sono riportati alcuni dei requisiti minimi richiesti:

- soppressione del clutter ≥ 30 dB;
- campionamento IF: ≥ 14 bit con adeguato sampling rate;
- numero massimo di range bins processati per impulso: ≥ 4000 per entrambe le polarizzazioni;
- minima risoluzione spaziale di processamento: ≤ 30 metri;

- modalità di processamento: Pulse Pair Processing (PPP), Fast Fourier Transformation (FFT), Discrete Fourier Transformation (DFT);
- soppressione clutter: filtri Clutter IIR.

Inoltre, il RSP deve:

- fornire per ciascun range bin processato le coordinate polari di riferimento;
- apportare la correzione per la distanza, per la curvatura terrestre, per l'assorbimento di gas e acqua;
- permettere la scelta via software della durata degli impulsi, della PRF e di ogni altro parametro necessario;
- permettere il funzionamento in modalità dual-PRF per estendere il range di valori di velocità Doppler non ambiguo, con rapporto selezionabile via software tra i seguenti 3:2, 4:3 e 5:4 tra le due PRF utilizzate;
- permettere di selezionare via software la codifica del valore di ogni grandezza radar misurata come intero a 8 o a 16 bit;
- permettere la rimozione del clutter di terra dal dato radar grezzo preliminarmente alla generazione dei prodotti, attraverso mappe di clutter acquisite in condizioni di aria chiara, eventualmente correggibili con l'ausilio di modelli digitali del terreno DEM, oppure con l'applicazione di filtri doppler (filtraggio in velocità), o altre tecniche
- permettere la correzione dell'occlusione parziale del raggio radar causata dall'orografia, mediante utilizzo delle mappe di clutter elaborate come dal punto precedente e di modelli digitali del terreno DEM;
- essere in grado di rilevare ed effettuare la correzione per la Bright Band;
- permettere la correzione dell'attenuazione da precipitazione, con parametri definiti dall'utente;
- permettere l'applicazione al dato radar grezzo di algoritmi di correzione tra i quali, a titolo esemplificativo e non esaustivo: CSR (Clutter to Signal Ratio) e SQI (Signal Quality Index).

Le predette funzionalità dovranno essere configurabili e controllabili via software attraverso il sistema RDP.

Il RSP dovrà assicurare l'elaborazione di almeno le seguenti grandezze radar:

- riflettività corretta Z_h , Z_v ;
- riflettività non corretta UZh , UZv ;
- velocità radiale V_h , V_v ;
- ampiezza spettrale della velocità radiale σV_h , σV_v ;
- riflettività differenziale Z_{dr} ;
- differential phase shift ΦDP ;
- specific differential phase KDP ;
- coefficiente di correlazione co-polare ρ_{hv} ;
- linear depolarization ratio LDR ;
- Rapporto segnale rumore SNR .
- Signal Quality Index

Il Radar Signal Processor (RSP) deve elaborare in tempo reale e alla massima risoluzione spaziale richiesta, i segnali digitalizzati dal ricevitore. Il sistema ricevitore -RSP deve consentire le seguenti funzioni:

- ♦ applicazione di filtri per la rimozione del clutter a livello di RSP
- ♦ acquisizione dei valori di riflettività corretti e non corretti-prelievo ed archivio "on-site" dei segnali I (fase) e Q (quadratura) dal ricevitore per almeno 60 minuti

- ♦ possibilità di applicazione di filtri specifici per la rimozione delle interferenze elettromagnetiche a radio frequenza (RFI)

6.4.3.1.4 RCP – Radar Control Processor

Il Radar Control Processor (RCP) deve essere integrato con RSP per gestire complessivamente l'hardware del radar in fornitura; è preposto ad interpretare le istruzioni impartite dall'utente e tradurle in comandi verso le diverse componenti del sistema radar, con adeguato coordinamento delle azioni e dei conseguenti tempi di risposta; deve gestire le informazioni di stato di tutte le componenti del radar, monitorarne attraverso il BITE (Built-In Test Equipment) in tempo reale le condizioni operative e segnalarne tempestivamente l'eventuale malfunzionamento, anche con scrittura in un file di log, attuando le opportune azioni di protezione sul sistema (blocco, shutdown, ecc.); deve impedire l'inoltro verso il radar di comandi utente errati, dandone opportuna segnalazione all'utente stesso; deve permettere la calibrazione in riflettività del trasmettitore e ricevitore radar; deve poter essere configurabile da parte dell'utente, anche remotamente.

Tra i parametri di controllo del radar da monitorare devono essere inclusi almeno i seguenti: potenza RF di picco trasmessa; valori di tensioni e corrente di alimentazione di trasmettitore e ricevitore; stato dei fusibili, pressione dei percorsi in guida d'onda, presenza di archi nelle guide d'onda in fase di trasmissione; posizione e velocità in azimuth ed elevazione dell'antenna; indicazione dell'eventuale intervento degli interruttori di sicurezza (interlock switch) del sistema antenna; funzionalità di tutti i sistemi di ventilazione; funzionalità del RSP.

Il RCP deve trasmettere ai centri remoti gli stati del sistema, consentirne la visualizzazione in tempo reale, tramite RTDC, di tutte le grandezze elaborate dal RSP, per finalità manutentive e di calibrazione del sistema. Gli stati sono archiviati e disponibili on-line per almeno un anno e sono esportabili in formato aperto per successive archiviazioni.

La programmazione delle scansioni deve essere gestibile sia tramite riga di comando che interfaccia web, ad accesso riservato e che soddisfi i più elevati standard di sicurezza informatica.

6.4.3.1.5 Sistema antenna

Il sistema antenna richiesto deve funzionare in doppia polarizzazione, deve essere in grado di eseguire puntamenti precisi e stabili e scansioni sia continue che settoriali in azimuth ed elevazione. Deve essere composto da un riflettore parabolico, un servo antenna completo di piedistallo, controllati da un sistema ACU (Antenna Control Unit) perfettamente integrato nel radar, senza interposizione di interfacce esterne.

6.4.3.1.5.1 Riflettore parabolico

È richiesto un riflettore parabolico del tipo prime focus, con prestazioni nella banda di frequenza 5.4 – 5.7 GHz non inferiori a quelle di seguito riportate:

- guadagno ≥ 45 dB
- diametro: circa 4.2 m
- apertura lobo principale: $\leq 1^\circ$ (a -3 dB), sia in azimuth che elevazione
- lobi secondari (sia in polarizzazione copolare che crosspolare): distanza tra il massimo del lobo principale ed il primo lobo secondario ≥ 28 dB; successivi lobi secondari: decrescenti monotonicamente rispetto al primo;
- differenza tra la potenza di picco ed il valore a 1° o più dall'asse di almeno 13 dB
- cross-polarization ratio ≤ -33 dB in entrambe le polarizzazioni
- beam width matching $\leq 0.2^\circ$
- disallineamento tra gli assi in H e V $\leq 0.2^\circ$
- back lobe: ≤ -50 dB
- feed: illuminatore in doppia polarizzazione con doppio ingresso in guida d'onda

6.4.3.1.5.2 Piedestallo e servo antenna

È richiesto un piedistallo e servo antenna con prestazioni non inferiori a quelle di seguito riportate:

- accuratezza di posizionamento angolare (elevazione e azimuth): $\leq 0.1^\circ$
- massima velocità di scansione in azimuth: $\geq 36^\circ/\text{sec}$
- massima velocità di scansione in elevazione: $\geq 20^\circ/\text{sec}$
- precisione della velocità durante la scansione: $\leq 5\%$ del valore impostato
- massima accelerazione in azimuth: $\geq 12^\circ/\text{s}^2$
- massima accelerazione in elevazione: $\geq 12^\circ/\text{s}^2$
- range di scansione in azimuth: $[0^\circ \div 360^\circ]$
- range di scansione in elevazione: $[-2^\circ \div 92^\circ]$
- modalità di scansione: continua circolare (PPI), settoriale (SECTOR), verticale (RHI), puntamento (POINT)
- errore di ortogonalità tra gli assi di rotazione in azimuth ed elevazione: ≤ 0.5 milliradiani
- errore di verticalità dell'asse di rotazione in azimuth: ≤ 0.5 milliradiani, correggibile mediante il sistema di livellamento del piedistallo.

Il piedistallo e servo antenna devono essere dotati degli opportuni dispositivi o interruttori di sicurezza e protezione, anche finalizzati a permettere le attività di manutenzione. Il sistema antenna dovrà integrare anche gli interlock switch già esistenti per l'accesso al radome, ovvero nuovi interlock switch che l'Appaltatore riterrà opportuno proporre, preposti a porre in blocco immediato, senza pregiudizio alcuno per gli apparati, il radar in caso di accessi involontari.

I motori del servo antenna devono essere del tipo brushless a ridotta manutenzione.

La ACU deve comandare perfettamente l'antenna sia in azimuth che elevazione, ed essere dotata di una diagnostica che indichi qualsiasi malfunzionamento dei componenti del servo antenna.

L'ingresso della guida d'onda dovrà essere sotto il piedistallo, in corrispondenza dell'intersezione tra l'asse di rotazione in azimuth dell'antenna ed il piedistallo stesso.

6.4.3.1.6 Guida d'onda

I percorsi in guida devono essere progettati al fine di ridurre al massimo le perdite di segnale.

Per entrambi i percorsi in guida d'onda è richiesto, alle frequenze operative già richiamate, che il rapporto d'onda stazionaria VSWR sia < 1.2 .

Le guide d'onda devono essere mantenute costantemente in pressione mediante un deidratatore che garantisca la pressurizzazione con aria secca di tutto il circuito dal trasmettitore sino al feed del riflettore parabolico.

6.4.3.1.7 Radome

Il diametro del radome dovrà essere adeguato a contenere il sistema antenna offerto; la struttura del radome andrà agganciata alla cima delle torri utilizzando la struttura appositamente predisposta ovvero adattando le strutture presenti per consentire l'installazione della copertura.

Il radome dovrà essere composto da pannelli posizionati in maniera randomica, per garantire la migliore funzionalità del radar in modalità doppia polarizzazione.

I pannelli dovranno essere realizzati con materiale composto da fibra di vetro con nucleo in schiuma di poliuretano o equivalenti, opportunamente trattato per evitare l'accumulo di acqua e ghiaccio sulla superficie; l'attenuazione introdotta non dovrà essere superiore a 0.3 dB (one-way dry surface) e l'errore di puntamento introdotto sul lobo principale dovrà risultare $\leq 0.1^\circ$.

Complessivamente la struttura del radome dovrà garantire una resistenza al vento sino a 200 km/h.

Sulla sommità dovrà essere installato l'impianto luci di Segnalazione Ostacoli al Volo (SOV) della torre, comandato automaticamente tramite dispositivo crepuscolare, accessibile attraverso botola

interna per la manutenzione. A tal fine dovrà essere fornita e posizionata all'interno del radome un'apposita scala per l'accesso alla botola.

L'Appaltatore dovrà fornire in fase di fornitura dettagliata documentazione tecnica sul materiale che compone i pannelli del radome.

L'Appaltatore dovrà anche installare un adeguato sistema di protezione contro le scariche atmosferiche dirette (LPS), composto da elementi captanti sul radome e dalle calate per la dispersione.

6.4.3.1.8 Sistemi RTDC, RDP e GWS

Il sistema di elaborazione, presentazione e archiviazione dati del radar sarà logicamente composto dalle seguenti componenti:

- sistema di controllo e visualizzazione locale, di seguito indicato con **RTDC** (Real Time Display Control)
- sistemi locale e remoto di elaborazione, presentazione e archiviazione dati, di seguito indicato con **RDP** (Radar Data Processor)
- sistema di presentazione ed elaborazione dati, di seguito indicato con **GWS** (Graphical Workstation)

Si precisa che il termine locale si riferisce ai sistemi installati presso il sito radar, mentre il termine remoto si riferisce ai sistemi da installare presso i gestori dei singoli radar (DPC e gli Enti e Amministrazioni regionali e/o nazionali).

È richiesto in fase di fornitura il progetto informatico di dettaglio dell'architettura logica e fisica che integri i sistemi sopra elencati, le cui funzioni minime sono descritte nei successivi paragrafi.

6.4.3.1.8.1 RTDC – Real Time Display Control

Presso il sito radar dovrà essere fornita e installata una workstation da tavolo, completa di monitor 24", tastiera e mouse, dedicata al controllo locale e alla visualizzazione dati del radar, con finalità di manutenzione del sistema (RTDC). Il sistema operativo dovrà essere basato su Linux in una delle sue distribuzioni più comuni, preferibilmente nella release LTS (Long Term Support) più recente.

La workstation RTDC dovrà essere direttamente collegata e interfacciata con i sistemi RSP e RCP descritti ai precedenti paragrafi successivi; inoltre dovrà essere dotata di apposito software, perfettamente compatibile con il sistema operativo installato, che consenta la gestione locale del radar, e più specificatamente l'effettuazione almeno delle seguenti operazioni:

- controllo locale di ogni singola macro-componente del radar e dell'intero sistema nel suo complesso;
- visualizzazione dei dati grezzi acquisiti dal radar in tempo reale, nelle modalità PPI, RHI e POINT (Ascope);
- visualizzazione dei segnali I e Q, dello spettro di potenza del segnale ricevuto e, più in generale, di ogni altra informazione ritenuta utile per la manutenzione e il controllo del buon funzionamento del radar;
- presentazione grafica d'insieme degli stati di funzionamento delle singole macro-componenti del radar acquisiti dal BITE, con possibilità di consultazione di sottomenù per ciascuna macro-componente con ulteriori e più dettagliate informazioni; segnalazione con codifica colore (ad esempio verde/rosso) della corretta funzionalità della singola componente ovvero di presenza di eventuali avarie, malfunzionamenti o parametri fuori range; archiviazione locale dei report di stato durante l'attività di manutenzione del radar;
- calibrazione automatica o interattiva del trasmettitore e del ricevitore radar

6.4.3.1.8.2 RDP – Radar Data Processor

Il sistema RDP (Radar Data Processor) è composto da un sistema locale e da una postazione remota, funzionalmente collegate. Per ciascun sistema sono di seguito illustrati i requisiti e le funzionalità attese.

6.4.3.1.8.2.1 RDP locale

Il sistema RDP locale dovrà consentire la schedulazione delle scansioni radar da eseguire secondo priorità definite dall'utente; ciascuna schedula di acquisizione, composta di n scansioni o sweep anche con parametri di acquisizione differenti, dovrà poter essere configurata dall'utente attraverso apposita interfaccia grafica, con supporto nell'impostazione dei principali parametri e avviso in caso di incongruenze.

Il sistema RDP locale dovrà provvedere in modo automatico all'acquisizione, generazione e distribuzione dei dati radar verso i sistemi RDP remoti, come descritto al successivo paragrafo 5.8.2.2; alla generazione e distribuzione verso il sistema RDP remoto dei prodotti elaborati, secondo una lista configurabile dall'utente. Sia i volumi radar acquisiti che i prodotti generati devono poter essere archiviati anche localmente, per recupero in modalità differita o ritrasmissione automatica in caso di interruzione del collegamento dati. Inoltre, il sistema RDP locale dovrà gestire le comunicazioni con RCP/RSP, visualizzare e archiviare le informazioni di stato e funzionamento del radar. In aggiunta, il sistema RDP locale dovrà consentire le medesime funzioni minimali richieste per i sistemi GWS (paragrafo 3.8.3).

È richiesto per il sistema RDP locale un sistema server in configurazione montabile su armadio rack 19", anch'esso da fornire presso il sito radar. Il server RDP locale dovrà disporre di almeno due alimentatori ridondati, dischi di adeguata capacità per l'installazione del sistema operativo e del software dedicato da configurare in RAID1 (mirror), dischi di adeguata capacità per l'archiviazione temporanea dei volumi radar acquisiti e prodotti generati localmente per almeno 90 giorni, da configurare in RAID5/RAID6. Lo stato di questi volumi RAID deve essere monitorato ed integrato nel sistema di telecontrollo.

L'armadio rack dovrà essere del tipo a 19" 42U, completo di console switch e cavi KVM di collegamento al server RDP locale.

Il software RDP dovrà essere perfettamente compatibile con l'hardware e il sistema operativo fornito (Linux in una delle sue distribuzioni più comuni (Ubuntu, openSuse, CentOS), preferibilmente nella release LTS più recente) e basato su interfaccia grafica a finestre (GUI). Il software dovrà comprendere un manuale on-line, consultabile dall'utente.

6.4.3.1.8.2.2 RDP in remoto

Il sistema RDP remoto dovrà consentire, al pari di RDP locale, la schedulazione delle scansioni radar da eseguire, secondo priorità definite dall'utente; ciascuna schedula, composta di n scansioni o sweep, dovrà poter essere configurata dall'utente attraverso apposita interfaccia grafica, con supporto nell'impostazione dei principali parametri e avviso in caso di incongruenze.

Il sistema RDP remoto dovrà ricevere i dati, i prodotti e gli stati di funzionamento del radar dal sistema RDP locale, e dovrà provvedere alla distribuzione dei volumi e dei prodotti elaborati, secondo una lista configurabile dall'utente, verso i sistemi GWS e verso altri server della rete; dovrà poter generare in modalità off-line ulteriori prodotti tra quelli disponibili a partire dai volumi radar ricevuti; dovrà archiviare volumi, prodotti e stati ricevuti dal sistema RDP locale, sia localmente che nel sistema di archiviazione. In aggiunta, il sistema RDP remoto dovrà consentire le medesime funzioni minimali richieste per i sistemi GWS.

POSTAZIONE RDP

Il sistema RDP remoto dovrà essere installato e configurato su macchina virtuale messa a disposizione dall'Amministrazione. Il sistema operativo dovrà essere basato su Linux in una delle sue distribuzioni più comuni (Ubuntu, openSuse, CentOS), preferibilmente nella release LTS (Long Term Support) più recente.

Presso il data center è richiesto inoltre un sistema di storage per l'archiviazione dei volumi e prodotti, collegato con il sistema RDP remoto e da questo completamente gestibile attraverso opportuna interfaccia grafica, per l'archiviazione e il recupero dei dati secondo criteri di ricerca impostabili dall'utente. Il sistema di storage di fascia enterprise richiesto dovrà possedere uno spazio disco complessivo di almeno 50 TB, al netto del RAID, configurabile secondo diversi livelli RAID (almeno RAID1-5-6 con hot spare), e dovrà supportare diversi tipi di file system tra quelli più diffusi.

6.4.3.1.8.3 GWS

I sistemi GWS (Graphical Workstation) sono dedicati alla visualizzazione, elaborazione ed esportazione dei dati radar.

Il software di visualizzazione ed elaborazione dati radar dovrà essere perfettamente compatibile con il sistema operativo fornito (Linux in una delle sue distribuzioni più comuni (Ubuntu, openSuse, CentOS), preferibilmente nella release LTS più recente), con le seguenti funzioni minimali:

- - visualizzazione dei dati grezzi acquisiti dal radar in tempo reale, nelle modalità PPI, RHI e POINT (Ascope);
- - visualizzazione dei prodotti radar ricevuti da RDP remoto, anche su finestre grafiche multiple, con possibilità di proiezione su mappa georeferenziata; impostazione manuale dello zoom, della risoluzione spaziale e della risoluzione in pixel dell'immagine;
- - possibilità da parte dell'utente di generare ulteriori prodotti in modalità off-line, a partire dai volumi radar disponibili;
- - visualizzazione in sequenza (loop) dei prodotti radar delle ultime 24 ore, per un numero minimo di scansioni orarie pari a 4; possibilità di esportare la sequenza in formato immagine animato;
- - esportazione manuale e automatica in tempo reale dei volumi polari radar almeno nei seguenti formati: BUFR OPERA, ODIM (Opera Data Information Model), HDF5, MDV (Meteorological Data Volume), nelle ultime versioni stabili disponibili; esportazione manuale e automatica in tempo reale dei prodotti radar, sia cartesiani che polari, almeno nei seguenti formati: ODIM (Opera Data Information Model), HDF5 nelle ultime versioni stabili disponibili, formato immagine (almeno gif, jpg, e png), con possibilità di includere la mappa georeferenziata di cui al punto precedente; GeoTIFF; possibilità di importare volumi e prodotti, anche di altri radar, dai formati BUFR OPERA, ODIM, HDF5, MDV, per visualizzazione e successiva rielaborazione del dato.

La visualizzazione dei prodotti radar su mappe georeferenziate deve poter essere integrata con l'aggiunta di ulteriori elementi geografici di dettaglio, per un miglior inquadramento spaziale, quali ad esempio: indicazione dei capoluoghi di provincia, contorni provinciali, orografia del territorio (DEM), corpi idrici, reticolo stradale, annotazioni geografiche specifiche dell'utente; le mappe geografiche devono poter essere aggiornabili dall'utente ad esempio con le informazioni contenute nei più diffusi Geoportali, tipo OpenStreetMap, Google Maps o similari. Devono inoltre poter essere aggiunti alla visualizzazione dei prodotti i range ring a varie distanze dal centro del radar, tra cui almeno le seguenti: 50 Km, 120 Km, 250 Km, 500 Km.

Nella visualizzazione dei prodotti, per ciascun pixel deve essere possibile interrogare interattivamente i valori delle coordinate geografiche associate, cartesiane o polari a seconda del tipo di prodotto, oltre che il valore della grandezza radar (riflettività, velocità, ecc.) visualizzata. Le scale dei valori dei prodotti radar devono poter essere configurabili secondo intervalli e toni di colore specificabili dall'utente.

6.4.3.1.8.3.1 Prodotti radar elaborati

Per i sistemi GWS è richiesta l'elaborazione almeno dei prodotti di seguito elencati:

- PPI (Plan Position Indicator)
- SECTOR PPI
- RHI (Range Height Indicator)
- CAPPI (Constant Altitude Plan Position Indicator)

- Pseudo CAPPI;
- VMI (Vertical Maximum Intensity)
- SRI (Surface Rainfall Intensity)
- SRT (Surface Rainfall Total) su vari intervalli;
- SRT Subcatchment (SRT su bacini o aree selezionate dall'utente);
- VIL (Vertically Integrated Liquid)
- Echo Top
- Echo Base
- Vertical Cut (Cross-Sections)
- VAD (Velocity Azimuth Display)
- VVP (Velocity Volume Processing)
- Classificazione delle idrometeore
- Rain Gauge (confronto automatico tra la precipitazione misurata dai pluviometri e la stima di precipitazione da radar)

I prodotti di stima della precipitazione dovranno essere basati sulla relazione di letteratura Z-R, R(Kdp), R(Zdr, Kdp) e opportune combinazioni (media pesata e sistema a soglie) con parametri impostabili dall'utente e approcci basati su tecniche di Machine Learning (Random Forest e reti neurali).

Per tutti i prodotti elencati sarà richiesta all'appaltatore la descrizione dettagliata dell'algoritmo di calcolo; è inoltre richiesta la descrizione di dettaglio del formato dati utilizzato per la memorizzazione dei volumi e dei prodotti radar, anche se proprietario, pena esclusione dalla gara; sono infine richiesti i codici sorgente degli encoder verso i formati dati OPERA ODIM (BUFR e HDF-5) e MDV, per futuri aggiornamenti. L'appaltatore dovrà fornire i dati richiesti con le modalità e le tempistiche previste nell'articolo 7, pena la risoluzione del contratto e la conseguente richiesta di risarcimento del danno da parte della Stazione Appaltante

6.4.3.2 Calibrazione e riproducibilità

Il sistema dovrà disporre di un segnale di riferimento per la calibrazione interna continua ed automatica del ricevitore. Il segnale dovrà essere iniettato in guida d'onda, preferibilmente a valle del TR-Limiter, indipendentemente nei canali H e V. Tutte le procedure dovranno essere effettuate durante la normale schedulazione del radar.

6.4.3.3 Monitoraggio dell'hardware

Come già richiamato, il sistema radar dovrà disporre di un sistema di monitoraggio continuo e dettagliato dell'hardware.

6.4.3.3.1 Insieme minimale parametri acquisiti

Almeno i seguenti parametri dovranno essere continuamente e dettagliatamente monitorati:

- Velocità antenna
- Posizione antenna
- Correnti e tensioni dei motori
- Potenza emessa nei canali orizzontali e verticalità
- VSWR calcolato
- Impulso selezionato
- PRF in uso
- Alta tensione/corrente del trasmettitore
- Temperature in posizioni critiche del sistema

- Pressione nella guida d'onda

6.4.3.4 Installazione

Si richiede, laddove necessario, l'adeguamento/potenziamento infrastrutturale del traliccio o edificio ospitante lo strumento.

Si richiede altresì la sostituzione o l'adeguamento degli impianti (elettrico, antincendio, gruppo elettrogeno e stabilizzatore di continuità UPS), del sistema di connettività satellitare qualora presenti. Prima di procedere nell'installazione in sito del radar in fornitura è richiesto lo smontaggio del radar esistente.

Gli adeguamenti degli impianti dovranno essere accompagnati dal rilascio di tutte le certificazioni previste dalla legge e dalla normativa vigente in materia. L'Appaltatore sarà ritenuto responsabile per non aver eseguito altri eventuali adeguamenti necessari, propedeutici o funzionali a garantire l'installazione a regola d'arte, l'avvio operativo e la continuità di servizio del radar in fornitura, ma non ricompresi tra quelli sopra elencati.

6.4.3.5 Requisiti e caratteristiche tecniche minime dei radar mobili in banda X in fornitura

APPARECCHIATURA RADAR

L'Aggiudicatario dovrà fornire un numero pari al valore riportato in Tabella di sistemi radar meteorologici Doppler in banda X a doppia polarizzazione mobili, inclusi tutti gli apparati, accessori, software e quant'altro necessario al perfetto funzionamento in continuo di ciascun sistema radar. L'intera fornitura deve essere effettuata con la modalità «chiavi in mano»; i sistemi radar dovranno essere quindi completati in tutti i loro dettagli e impianti, installati a regola d'arte e consegnati perfettamente funzionanti.

In particolare, la fornitura deve comprendere per ciascun sistema radar:

- Trasmettitore
- Antenna
- Ricevitore e RSP
- Software di gestione ed elaborazione dati (RCP/RDP)
- Sistema di telecomunicazione
- Carrello omologato e immatricolato in Italia per il trasporto tramite autovettura, inclusivo di sistema di ancoraggio al terreno ed equipaggiato con i seguenti accessori:
 - ♦ -Gruppo elettrogeno
 - ♦ -Stabilizzatore e sistema di alimentazione tampone (UPS).
- PC portatile da utilizzare in loco per la diagnostica e la configurazione dei due sistemi radar e per recupero di dati prodotti

6.4.3.5.1 Requisiti di sistema

I sistemi radar mobili in configurazione operativa dovranno avere caratteristiche tali da permettere il funzionamento continuativo a quote fino a 3.000 m.s.l.m., temperature esterne comprese tra -20 °C e +50 °C. I sistemi radar dovranno essere di tipo Doppler doppia polarizzazione in banda X. Dovrà essere individuata la tecnologia da impiegare per la realizzazione della doppia polarizzazione più adatta a rispondere alle finalità del presente capitolato, in un'ottica di efficienza, durata ed economicità della gestione del sistema. I sistemi radar dovranno essere in grado di operare nelle seguenti modalità:

- -volume scan (scansione volumetrica: scansioni complete in azimuth, in corrispondenza di un set di elevazioni prefissato);
- -azimuth sector (scansione di un settore in azimuth, fissata l'elevazione);
- -elevation sector (scansione di un settore in elevazione, per un set di azimuth prefissato);

- -point (puntamento, con azimut ed elevazione fissi).

La prima rilevazione utile di precipitazione effettuata da ciascun sistema radar dovrà essere ad una distanza non superiore a 1.000 metri; sarà valutata come migliorativa la capacità di rilevazione della precipitazione a distanze inferiori di 1.000 metri dall'installazione dei sistemi radar. I sistemi in modalità di scansione automatica polarimetrica dovranno essere in grado di fornire le seguenti variabili:

VARIABILE	DEFINIZIONE
ZH	Riflettività orizzontale
V	Velocità Doppler
Zdr	Riflettività differenziale
Φ_{dp}	Variazione differenziale di fase
ρ_{HV}	Coefficiente di correlazione copolare
σ_V	Ampiezza dello spettro Doppler

Tabella 24 - Sistemi in modalità di scansione automatica polarimetrica: variabili

I sistemi radar devono essere configurabili per lo spegnimento automatico della radiazione in corrispondenza di più settori in azimut/elevazione predefiniti (Sector Blanking). L'accuratezza minima richiesta per le misure effettuate da ciascun sistema radar in corrispondenza di un segnale meteorologico stazionario, con velocità di rotazione dell'antenna di $10^\circ/\text{sec}^{-1}$, PRF 1000 Hz e SNR > 10 dB, è riportata nella seguente tabella:

VARIABILE	ACCURATEZZA
ZH	< 1dB
V	< 0.5 m/s
Zdr	0.2 dB
Φ_{dp}	<2.0°
σ_V	<0.5 m/s
ρ_{HV}	<0.02

Tabella 25 – Sistemi radar: accuratezza

L'isolamento di sistema ("system isolation"), che esprime il livello complessivo di soppressione della componente cross-polare (dovuto ad antenna, radome, plumbing, eventuale switch di polarizzazione), dovrà essere inferiore o uguale a -24 dB (parametro migliorativo), anche in presenza di radome. I sistemi radar e ciascuna fornitura devono essere conformi alla normativa vigente in materia di impianti elettrici.

Di seguito sono elencate le principali caratteristiche minime richieste riguardanti il trasmettitore:

GRANDEZZA	REQUISITO
Frequenza	9.3 – 9.5 GHz
Potenza di picco	≥ 60 kW (Magnetron) ≥ 360 W (Stato Solido)
Durata dell'impulso	Magnetron: almeno 1 impulso corto nell'intervallo 0.2-1.0 μs e almeno 1 impulso lungo nell'intervallo 1.5-3.0 μs . Stato Solido: Almeno due impulsi distinti nell'intervallo 0.2-100 μs
Pulse Repetition Frequency (PRF)	Magnetron: regolabile almeno fino a 2000 Hz per impulso corto e almeno fino a 300 Hz per impulso lungo Stato Solido: regolabile tra 200e2000 Hz
Duty cycle	$\geq 0.1\%$ (Magnetron) $\geq 10.0\%$ (Stato solido)
Reflectivity sensitivity@50km	<10 dBZ ZH

Tabella 26 - Caratteristiche minime trasmettitori

Di seguito sono elencate le caratteristiche minime richieste riguardanti l'antenna:

GRANDEZZA	REQUISITO
Tipo	Parabolico
Frequenza	9.3 – 9.5 GHz
Ampiezza del lobo principale a -3	< 1.5°
Guadagno	≥ 40 dBi
Polarizzazione impulsi	H, V
Massimo livello dei lobi secondari (H e V)	< -20 dB
Limiti in elevazione	-1° / +90°
Limiti in azimut	0° -360°
Velocità in azimut	≥ 20°/sec
Accuratezza del puntamento	≥ 0.1°

Tabella 27 - Caratteristiche minime antenne

Dovranno essere prodotti dei diagrammi di radiazione dell'antenna in azimut ed elevazione, per le due polarizzazioni (H e V).

Tutti i sistemi radar forniti devono poter operare in sicurezza ed in piena efficienza con velocità del vento medio in 10' di almeno 140 km/h e raffiche (5") di almeno 180 km/h.

I radar dovranno essere equipaggiati di radome aventi ≤ 0.5 dB max, one way (dry conditions) ed operanti alle medesime condizioni anemometriche sopra elencate.

Di seguito sono elencate le principali caratteristiche minime richieste, riguardanti il ricevitore

GRANDEZZA	REQUISITO
Tipo	Super heterodyne
Cifra di rumore	≤ 4 dB
Dinamica	≥ 90 dB
Codifica dei segnali (<i>bit depth</i>)	≥ 8 bit
Risoluzione minima in range	≤ 75 m

Tabella 28 - Caratteristiche minime ricevitori

Il Radar Signal Processor (RSP) deve elaborare in tempo reale e alla massima risoluzione spaziale richiesta, i segnali digitalizzati dal ricevitore. Il sistema ricevitore -RSP deve consentire le seguenti funzioni:

- applicazione di filtri per la rimozione del clutter a livello di RSP
- acquisizione dei valori di riflettività corretti e non corretti-prelievo ed archivio "on-site" dei segnali I (fase) e Q (quadratura) dal ricevitore per almeno 60 minuti
- possibilità di applicazione di filtri specifici per la rimozione delle interferenze elettromagnetiche a radio frequenza (RFI).

Il Radar Data Processor (RDP) elabora i dati in uscita dal Radar Signal Processor (RSP) e li rende disponibili per elaborazioni numeriche e grafiche, la disseminazione e l'archiviazione. L'elaboratore dovrà generare i volumi in formato polare delle misure acquisite e calcolare la fase differenziale specifica (Kdp in °km-1). Lo stesso, inoltre, dovrà essere in grado di produrre in modo automatico, al termine di ogni scansione, i seguenti prodotti bidimensionali in coordinate cartesiane radar e geografiche, per ogni variabile acquisita:

- Plan Position Indicator-PPI
- Range Height Indicator
- RHI
- ConstantPPI
- CAPPI-Pseudo
- PCAPPI

- Massima ECHO
- Surface rain fall intensity con algoritmo R-Z e R-Kdp e/o loro combinazioni (*blending*), con possibilità di modificare i coefficienti dell'algoritmo
- LBM (*lowest Beam*)
- ECHOTOP-ECHOBASE
- VMI
- Hydrometeor classification

I prodotti devono essere anche generati utilizzando la Riflettività Orizzontale corretta per l'attenuazione da precipitazione. I volumi devono essere forniti in formato BUFR e ODIM. I prodotti sopraelencati devono essere disponibili sia in formato immagine che in formato standard BUFR, ODIM, GEOTIFF. Qualora, in aggiunta ai formati standard richiesti per i volumi polari e i prodotti venga utilizzato anche un formato proprietario, questo deve applicare un metodo di compressione dei dati e deve essere fornita la completa descrizione di tale formato. Il software per la gestione, la trasmissione, la visualizzazione dei dati grezzi e derivati devono essere utilizzabili anche da remoto o da interfaccia web. Dovranno essere fornite tutte le componenti software con relative licenze, le impostazioni di configurazione di ogni parte del sistema (hardware, software, di comunicazione ed interconnessione tra i diversi segmenti remoti e locali) necessarie al perfetto funzionamento dei radar e la manualistica completa degli applicativi per la trattazione, visualizzazione e archiviazione dei dati da essi raccolti.

Il sistema radar mobile dovrà trasmettere i dati e i prodotti derivati in formato BUFR, ODIM su un'area ftp o sftp. Tali dati dovranno essere resi disponibili in "tempo reale", inteso come il più breve tempo possibile dall'acquisizione, dell'intero volume e comunque non superiore a 5 minuti. Indipendentemente dalla disponibilità del collegamento remoto, in nessun caso dovranno verificarsi perdite di dati in locale. Il sistema di storage dei processori locali dovrà avere una capacità di almeno 1 TB e dovrà essere in grado di archiviare in locale i dati grezzi (volumi polari) per una durata di almeno 60 (sessanta) giorni. Per gestire il trasferimento dei dati, il sistema radar sarà dotato di connessione ad alta velocità 5G (o 4G qualora il 5G non sia ancora disponibile). Sarà necessaria l'installazione della scheda SIM, la configurazione della LAN con la fornitura di tutti gli apparati necessari, la verifica del corretto funzionamento e la fornitura di tutte le informazioni necessarie per un'eventuale riconfigurazione. Il sistema radar, inoltre, dovrà essere dotato di router WI-FI ad alta velocità (almeno standard 802.11ac) per una facile connessione in loco del pc portatili di supporto, sia per operazioni di diagnostica, sia in fase operativa o di accesso e recupero dati. Dovranno essere forniti tutti i dispositivi necessari per assicurare sia la connessione tra il radar e l'area ftp, sia la connessione WI-FI per l'accesso locale. Tutti questi dispositivi di connessione dovranno essere ridondati in modo tale che se un dispositivo di connessione fallisce, il sistema automaticamente commuti sul secondo di riserva.

6.4.3.6 Attività propedeutiche all'installazione

I radar mobili forniti su carrello, per essere completi e collaudabili, devono essere corredati della seguente documentazione tecnica:

1. certificazione di conformità degli impianti;
2. concessione del Ministero competente intestata al Gestore dell'impianto radar per l'utilizzo delle radiofrequenze;
3. report delle misure di campo elettromagnetico che attestino il rispetto dei limiti di emissione elettromagnetica per la protezione della popolazione previsti dalla normativa nazionale e regionale vigenti in materia
4. conformità alle norme nazionali ed europee relative ai dispositivi radio nelle microonde
5. documentazione idonea alla circolazione stradale del carrello.
6. verifica compatibilità elettromagnetica, ecc.
7. verifica strutturale

La configurazione dei sistemi radar deve garantire il rispetto dei limiti di esposizione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettromagnetici previsti dalla normativa nazionale e regionale vigente. La normativa inerente alle installazioni radar, ai sensi del DPCM 8 luglio 2003 (art. 1 comma 3), rimanda a successivo decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri, ai sensi dell'art. 4, comma 2, lettera a), della legge 22 febbraio 2001, n. 36 che, allo stato attuale, non è ancora stato emanato. Il riferimento è quindi quanto previsto al comma 4 dell'art. 1 che recita: "A tutela dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici generati a frequenze comprese tra 100 kHz e 300 GHz, generati da sorgenti non riconducibili ai sistemi fissi delle telecomunicazioni e radiotelevisivi, si applica l'insieme completo delle restrizioni stabilite nella raccomandazione del Consiglio dell'Unione europea del 12 luglio 1999". La Raccomandazione del Consiglio dell'Unione Europea del 12 luglio 1999, relativa alla limitazione dell'esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici da 0 Hz a 300 GHz, recepisce integralmente le Linee Guida dell'ICNIRP (International Commission on Non-ionizing Radiation Protection) che sono state pubblicate nel 1998. Per l'esposizione della popolazione, i livelli di riferimento indicati, intesi come media temporale su qualsiasi periodo di 6 minuti, sono riportati nella tabella seguente:

Tabella A: livelli di riferimento per la popolazione indicati dall'ICNIRP (medie su qualsiasi periodo di 6 minuti)

Intervallo di frequenza f	Campo elettrico E (V/m)	Densità di potenza (W/m^2)
10 – 400 MHz	28	2
400 – 2000 MHz	$\sqrt{f * 1.375}$	$f/200$
2 – 300 GHz	61	10

Per i segnali di tipo pulsato con frequenze superiori a 10 MHz, quali quelli del radar, le Linee Guida ICNIRP raccomandano che i valori di picco del campo elettrico o della densità di potenza equivalente non superino, rispettivamente di 32 volte o di 1000 volte, i corrispondenti livelli di riferimento indicati in Tabella A. I corrispondenti valori medi, su un qualunque arco di 6 minuti, sono indicati nell'ultima riga della Tabella A sopra riportata, cioè 61 V/m per il campo elettrico e 10 W/m² per la densità di potenza. Deve essere valutata la simulazione dell'impatto elettromagnetico di ciascun radar.

6.5 Rete IdroAgroMeteo

6.5.1 Descrizione

6.5.1.1 Reti IdroMeteo

Le competenze sul monitoraggio meteo-idrologico in Italia afferiscono agli uffici regionali/provinciali (SIR – Servizi Idrologici Regionali) che svolgono le funzioni degli uffici compartimentali del soppresso Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale (SIMN) nonché quelle di Centri Funzionali (CF) di Protezione Civile. Tali uffici afferiscono in parte alle ARPA-APPA e in parte a differenti strutture o uffici regionali.

- Le reti idrometeorologiche nel nostro Paese sono costituite da:
- Stazioni: (1 o più sensori + data logger + gruppo trasmissivo + gruppo di alimentazione + accessori e opere complementari);
- Un Sistema trasmissivo: reti trasmissive SIRTEV (ponti radio dati in banda UHF e SHF) e reti dei gestori di telefonia mobile;
- Centrali: sistemi informatici per l'archiviazione, l'elaborazione e la restituzione dei dati osservati sul territorio dalle stazioni.

Le stazioni idrometeorologiche sono, in generale, in telemisura ed effettuano misure in continuo trasmettendole in tempo reale. Su di esse sono montati più sensori come: pluviometri, idrometri, termometri, anemometri, nivometri.

Negli anni le stazioni sono state potenziate grazie all'applicazione di alcuni provvedimenti legislativi che puntavano a migliorare la capacità di osservazione e monitoraggio dei fenomeni e a ottimizzare l'uso di dati, in tempo reale, ai fini di protezione civile.

Le stazioni idrometeorologiche hanno un tempo di campionamento dei dati (l'intervallo che intercorre tra la registrazione di una misura e di un'altra) che varia tra un minuto e un'ora e un "tempo di latenza" (tempo che passa tra l'istante di misura e la disponibilità effettiva del dato all'operatore) generalmente di 30 minuti.

Ogni singola regione è autonoma nella determinazione diverse componenti della propria rete e ciò produce una mancanza di omogeneità dei flussi dei dati.

Nel sistema integrato Dewetra del DPC, piattaforma per la previsione, monitoraggio e sorveglianza, in tempo reale, di tutti i rischi ambientali a cui fa riferimento l'intera rete dei Centri Funzionali (CF), affluiscono i dati di due reti dette "rete RUPA" e "rete CF", i cui dati, in telemisura, sono gestiti dal Dewetra mediante un Database denominato DB-Merged.

CONSISTENZA DELLE STAZIONI DI MISURA

Il database delle stazioni è attivo dal 2004 per la rete RUPA e dal 2006 per la rete dei CF. L'occupazione totale dei dati è di circa 475 GB, considerando tutte le misure comprensive di rettifiche su entrambe le reti.

L'anagrafica delle stazioni è al momento composta da:

- Stazioni Reti RUPA: 3.602
- Stazioni Reti CF: 5.768
- Stazioni DB Merged: 6.023

La maggior parte delle stazioni sono in entrambe le reti. La rete RUPA ha solo 255 stazioni esclusive mentre la rete dei CF ne ha ben 2.421. Considerando quasi 18 anni di dati RUPA e 16 di rete CF, si ottiene un totale approssimato di circa 20,5 Miliardi di misure disponibili nel database sia per l'accesso in tempo reale. Considerando quasi 18 anni di dati RUPA e 16 di rete CF, si ottiene un totale approssimato di circa 20,5 Miliardi di misure disponibili nel DB-Merged per l'accesso in tempo reale.

Le principali criticità relative al Database delle stazioni riguardano:

- Il mantenimento dell'anagrafica, difficoltoso a causa della mancanza di procedure condivise. A riguardo è stato costituito uno specifico GdL coordinato dal DPC con tutte le Regioni in quanto titolari delle reti di osservazione a terra;
- La manutenzione controllata dei valori di alcune stazioni, che a volte mandano dati non coerenti e quindi devono essere "sospese" per essere poi "riattivate" quando vengono ripristinate le normali condizioni di funzionamento. La detection, in tempo reale, di tali anomalie risulta essere difficoltosa;
- Tempo di latenza fra la data ed ora di riferimento del dato e la sua disponibilità nella piattaforma della rete dei CF/rupa-myDewetra.

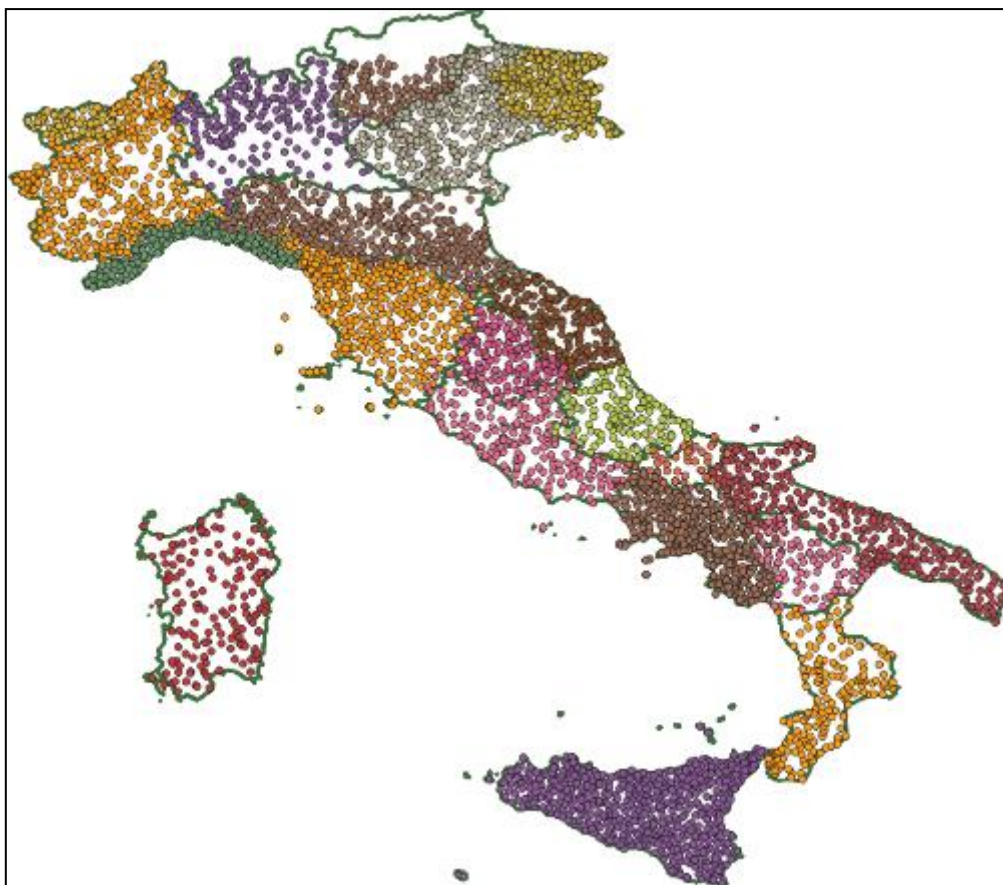


Figura 55 - La rete di monitoraggio meteo regionale

La distribuzione delle stazioni di monitoraggio a livello locale è descritta dalla tabella seguente.

DENOMINAZIONE	SUPERFICIE (KM2)	N° STAZIONI	STAZIONI/KMQ	KMQ/STAZIONE - ESISTENTE
Abruzzo	10.831,50	127	0,012	85,29
Basilicata	10.073,11	83	0,008	121,36
Calabria	15.221,61	265	0,017	57,44
Campania	13.670,60	566	0,041	24,15
Emilia-Romagna	22.501,43	425	0,019	52,94
Friuli Venezia Giulia	7.932,48	315	0,040	25,18
Lazio	17.231,72	199	0,012	86,59
Liguria	5.416,15	209	0,039	25,91
Lombardia	23.863,10	198	0,008	120,52
Marche	9.344,29	205	0,022	45,58
Molise	4.460,44	68	0,015	65,59
Piemonte	25.386,70	375	0,015	67,70
Puglia	19.540,52	302	0,015	64,70
Sardegna	24.099,45	166	0,007	145,18
Sicilia	25.832,55	685	0,027	37,71
Toscana	22.987,44	388	0,017	59,25
Trentino-Alto Adige	13.604,72	117	0,009	116,28
Umbria	8.464,22	182	0,022	46,51
Valle d'Aosta	3.260,85	87	0,027	37,48
Veneto	18.345,37	333	0,018	55,09
TOTALE		5295		

Tabella 29 - Numero di stazioni meteo per regione e PPAA

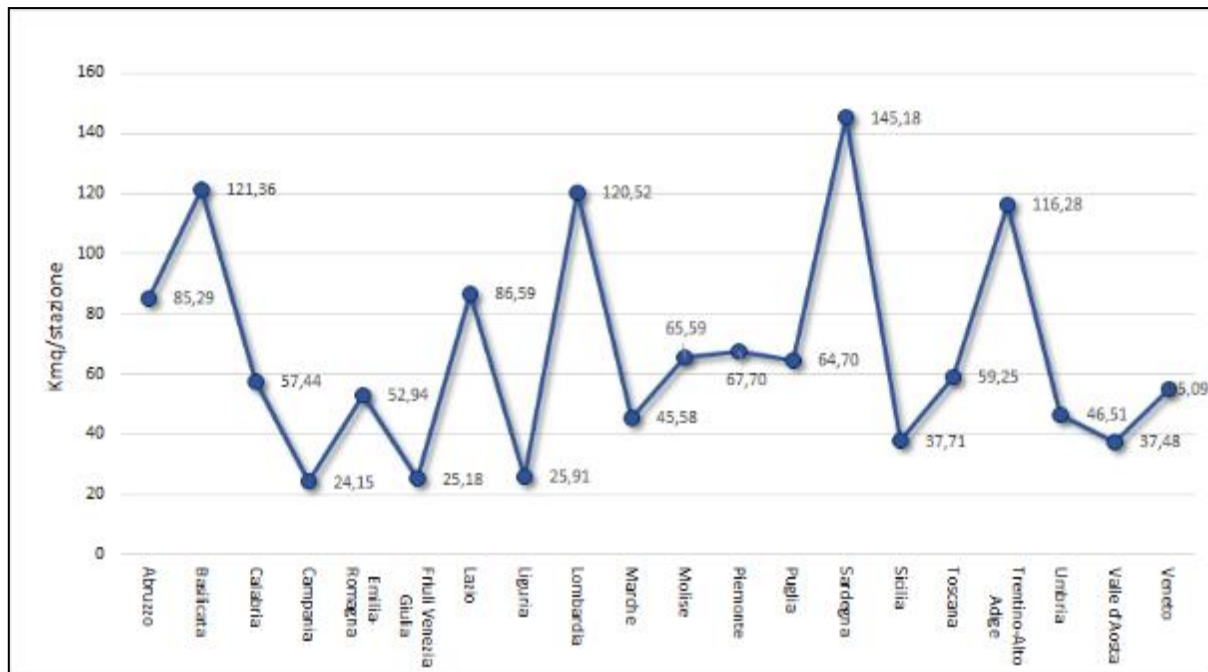


Figura 56: Figura 42 Media di superficie (Kmq/stazione) coperta da ogni stazione

6.5.1.2 Reti AgroMeteo

La misura e la conoscenza delle variabili agrometeo climatiche sono di fondamentale importanza per la gestione della pratica agricola, sia in ottica di prevenzione (sviluppo di fitopatologie) che di previsione (interventi di irrigazione e fertilizzazione). In questa sezione viene riportata la proposta di intervento volta al rafforzamento della Rete Agrometeorologica Nazionale, secondo le indicazioni ed i fabbisogni raccolti dagli enti in carico della gestione delle stazioni già esistenti (CREA e Regioni).

6.5.1.2.1 Rete Agrometeorologica Nazionale

Il MIPAAF, in collaborazione con il CREA, è responsabile della Rete Agrometeorologica Nazionale (RAN). Facendo riferimento alle informazioni presentate a questo tavolo di CREA-AA, la RAN è costituita da 47 stazioni automatiche localizzate in zone a principale vocazione agricola ed utilizzate per il monitoraggio della stagione agraria. Nell'allegato "ReteAgrometeoNazionale_Stazioni Strumentazione" viene riportata l'attuale collocazione geografica di ogni stazione e le grandezze misurate. Le grandezze agrometeorologiche rilevate dalle centraline RAN sono utilizzate per la ricostruzione degli eventi meteorologici, in particolare: temperatura aria, temperatura suolo, precipitazione, umidità relativa, velocità del vento, direzione del vento, pressione atmosferica, radiazione globale, eliofania, flusso di calore, evaporazione, bagnatura fogliare, umidità del suolo. La logica di funzionamento della Rete prevede che ogni singolo datalogger della RAN effettui l'invio prioritario del dato grezzo al sistema centrale con periodicità oraria, comunicando con il cloud del CREA (Azure) attraverso tecnologia IoT Edge e protocolli AMQP/MQTT. Un'architettura Service Oriented garantirà l'interoperabilità tra sistemi (anche di terze parti) e l'accesso alle informazioni e alle meta-informazioni. I dati verranno quindi resi disponibili con servizi di tipo REST.



Figura 57 - Mappa dell'attuale dislocazione delle stazioni facenti parte della RAN

Sul territorio nazionale sono inoltre presenti le reti agrometeorologiche facenti capo alle regioni. Dall'indagine conoscitiva redatta nell'ambito del Programma Rete Rurale Nazionale 2014-2020 (a cura di CREA e Mipaaf) sullo stato delle reti regionali, risulta un quadro molto variegato, che evidenzia come la distribuzione delle stazioni utilizzate dai diversi servizi agrometeorologici regionali sia molto eterogenea. Risulta evidente che la rete di stazioni indicata da alcune regioni rispecchia l'intero settore meteorologico e non si limita alle stazioni più propriamente agrometeorologiche. Emerge, quindi, l'esigenza di rappresentare in modo più fedele l'effettiva disponibilità di stazioni agrometeorologiche, concordando una definizione comune standardizzata. La densità delle reti agrometeorologiche regionali sul territorio è abbastanza alta in termini di numero di stazioni per Superficie Agricola Utilizzata (SAU), ma in generale viene evidenziata la mancanza di risorse, soprattutto in termini di budget e di personale, nonché per una generale mancanza di interoperabilità tra i diversi servizi.

La agrometeorologia è un fattore cruciale nel supportare i processi decisionali in agricoltura ai fini del raggiungimento di risultati produttivi, di gestione del rischio, di sostenibilità ambientale e di salute dei consumatori; quindi, è un fattore di competitività per le aziende agricole e per il Paese. Inoltre, è un fattore fondamentale per le valutazioni ex ante e di efficacia delle politiche, con particolare riferimento agli obiettivi di agricoltura sostenibile e resiliente ai cambiamenti climatici che l'agricoltura di precisione si pone. Lo sviluppo pieno delle tecnologie dell'agricoltura di precisione richiede anche informazioni agro-meteo-climatiche a elevata risoluzione sia spaziale sia temporale, basate su dati di qualità e che presentino una validità e un'omogeneità a livello nazionale. Tali dati sono necessari allo sviluppo-calibrazione di modelli agronomici, agrofenologici e fitosanitari e alla loro traduzione in servizi dinamici ed operativi (ICM – Integrated Crop management, IPM – Integrated Pest management e Water management). Il ruolo dell'agrometeorologia nel percorso di programmazione della futura PAC risulta ben esplicitato anche dalla Commissione europea nel policy brief Agriculture and climate mitigation, che fa riferimento a diverse aree di analisi fondamentali per descrivere i cambiamenti delle principali variabili agrometeorologiche (precipitazioni, temperature, frequenza e intensità degli eventi estremi, fenologia), a supporto del percorso di programmazione, che deve evidenziare adeguatamente il fabbisogno specifico in relazione all'adattamento ai cambiamenti climatici e alla gestione del rischio da eventi estremi.

Il dato agrometeorologico risulta essere anche un input fondamentale per i modelli di stima per il consiglio irriguo, il quale risulta essere cruciale in ottica di ottimizzazione della resa delle colture,

dell'uso razionale della risorsa idrica, dell'impatto ambientale e in fine del risparmio economico per le aziende agricole.

6.5.1.2.2 SIARL - Servizio Integrato Agrometeorologico della Regione Lazio

Istituito con L. R. n. 40 del 09/10/1996, il Servizio Integrato Agrometeorologico della Regione Lazio (SIARL) provvede ad acquisire, elaborare e diffondere dati ed informazioni di interesse agrometeorologico. Tra i suoi principali obiettivi, quello di favorire l'introduzione di tecniche a basso impatto ambientale, elaborare previsioni meteo su scala locale, fornire supporto alla programmazione agricola e orientare le scelte nell'uso del suolo al variare del dato climatico.

La rete agrometeorologica del SIARL è costituita da 95 stazioni elettroniche, dislocate su tutto il territorio regionale: 14 sono installate in provincia di Frosinone, 12 in provincia di Latina, 15 in provincia di Rieti, 28 in provincia di Roma e 26 in provincia di Viterbo (Figura 58). Inoltre, per 2 stazioni meccaniche ubicate nei comuni di Tarquinia e Canino, esistono nella banca dati del SIARL, rispettivamente le misure dal 1980 e dal 1983 ad oggi. Tutte le stazioni sono dotate di sensoristica per la misurazione di temperatura, umidità, pioggia, direzione vento, velocità vento. Altri sensori presenti solo in parte degli apparati riguardano la misura di pressione atmosferica, PAR (Radiazione Fotosinteticamente Attiva), radiometro, temperatura terreno -10cm, temperatura terreno -30cm, bagnatura fogliare, evaporimetro ed umidità suolo. I dati rilevati dalla rete SIARL vengono pubblicati sul portale di ARSIAL (<https://www.siarl-lazio.it/index.asp>) e trasmessi a cadenza oraria e sono resi disponibili in diversi formati e cadenze temporali, sia attraverso il sito OpenDataLazio, sia attraverso forniture FTP mirate con cadenza giornaliera o periodica verso istituzioni pubbliche (es. ISPRA, ISTAT, ARPA, Protezione Civile Regionale, ecc.) e utenti privati.

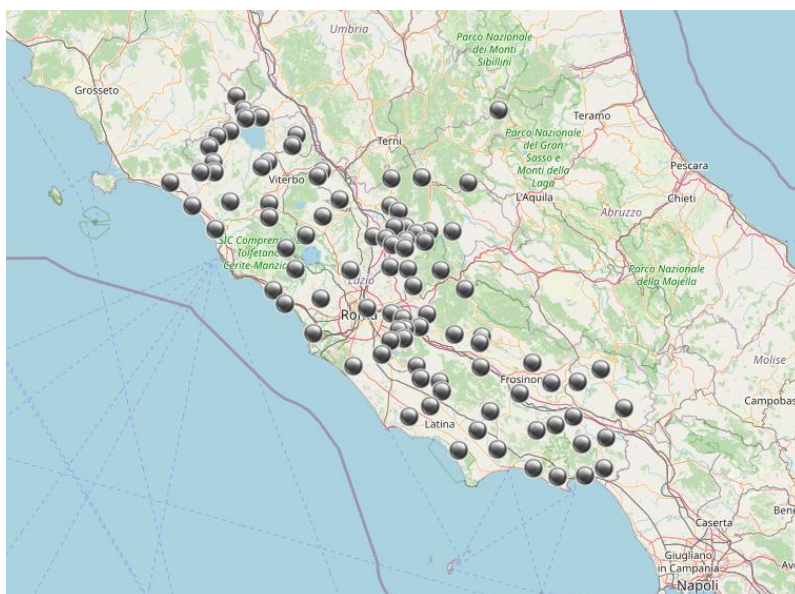


Figura 58 - Localizzazione su mappa stazione SIARL

6.5.2 Descrizione sintetica degli interventi

6.5.2.1 Rete Regione Abruzzo

La rete di monitoraggio idrometeorologica in tempo reale dell'Ufficio Idrografico e Mareografico e Centro Funzionale d'Abruzzo è propedeutica al rilevamento dei dati idrometrici e meteorologici sul territorio regionale, alla loro archiviazione ed elaborazione in tempo reale a fini di protezione civile, nonché per scopi di studio, analisi e valutazione delle caratteristiche climatiche, idrologiche e idrografiche a supporto della difesa del suolo e della pianificazione territoriale. L'attuale rete è costituita da:

- n. 25 stazioni idro-meteorologiche che trasmettono in GSM/GPRS alla stazione di ricezione e controllo ubicata presso la sede dell'Ufficio Idrologia, Idrografico e Mareografico di Pescara;

- n. 101 stazioni idro-meteorologiche dotate di strumentazione elettronica con trasmissione continua dei dati via radio UHF tramite un sistema di ripetitori verso la centrale di ricezione e controllo ubicata presso la sede dell'Ufficio Idrologia, Idrografico e Mareografico di Pescara e quella ubicata presso il Centro Funzionale decentrato di L'Aquila.

I dati rilevati dalle stazioni confluiscono quindi, sempre in tempo reale, alla Centrale di Pescara, presso la sede dell'Ufficio Idrologia, Idrografico e Mareografico, dove vengono visualizzati, elaborati, archiviati e gestiti e al Centro Funzionale con finalità di backup. La centrale presso la sede della Protezione Civile a L'Aquila (Centro Funzionale), riceve i dati tramite collegamento VPN e, per situazioni di emergenza, via ponte radio troposferico dalla centrale principale di Pescara. La centrale del Centro Funzionale è inoltre in grado di svolgere la funzione di chiamata della rete in caso di problemi alla centrale di Pescara. I dati rilevati vengono già inviati inoltre al DPC nell'ambito della rete dei CFD. In allegati al presente sono consultabili:

- la consistenza e configurazione della rete di monitoraggio: "Allegato_01_Abruzzo_consistenza-configurazione-della-rete-monitoraggio" e "Allegato_02_Abruzzo_Stazioni rete in telemisura GSM GPRS";
- le specifiche tecniche funzionali della rete di monitoraggio: "Allegato_03_Abruzzo_specifiche-tecniche-funzionali-della-rete-monitoraggio".

Gli interventi richiesti prevedono sia l'ammodernamento tecnologico dell'attuale rete in telemisura sopra descritta sia un ampliamento della rete stessa per consentire un monitoraggio più efficace su un territorio orograficamente complesso. Lo scopo è quello di consentire e migliorare il regolare svolgimento delle attività di monitoraggio idro-meteorologico, specialmente in caso di emergenze legate al rischio idrogeologico e idraulico per finalità di allertamento e mitigazione del rischio per la popolazione nelle situazioni di preallerta, attenzione, preallarme, allarme ed emergenza idro-meteorologica.

A tale scopo sono previsti:

- l'ammodernamento e l'ottimizzazione della rete, comprendente:
 - ♦ l'adeguamento delle centraline di acquisizione e trasmissione dati, con l'inserimento di apparati che permettano un sistema aperto di trasmissione;
 - ♦ l'aggiornamento dei sensori pluviometrici, idrometrici, termometrici e in generale meteorologici di vecchia generazione;
 - ♦ lo spostamento di diverse stazioni della rete;
 - ♦ l'integrazione sensori idrometeorologici su stazioni esistenti;
- l'aggiornamento/integrazione strutture di supporto;
- l'ampliamento della rete di monitoraggio idrometrico;
- l'ampliamento della rete monitoraggio nivometrico;
- l'incremento del numero di ripetitori radio per consentire una maggior copertura del territorio in relazione all'ampliamento della rete richiesto;
- la riattivazione di n.3 stazioni termo-pluviometriche dismesse.

Si specifica inoltre che le stazioni attualmente dotate di moduli solo per la trasmissione in banda radio UHF, dovranno essere integrate con moduli di trasmissione xG e, viceversa, quelle dotate solo di moduli con tecnologia xG dovranno essere integrate con moduli per trasmissione UHF (ponte radio). Il vettore radio UHF è il sistema primario di comunicazione per le stazioni, il sistema xG ha il ruolo di backup al sistema radio e può essere utilizzato per attività di telecontrollo avanzate (es. aggiornamento firmware da remoto).

La modalità di trasmissione dei dati via radio UHF dovrà essere possibile sia tramite ciclo di chiamate (polling) periodiche automatiche dalla centrale di controllo con dato periodo di polling, sia tramite interrogazione manuale delle stazioni in tempo reale da parte di un operatore abilitato. Gli interventi dovranno essere realizzati in modo da assicurare per il sistema complessivo adeguato, un tempo di ciclo della rete (polling) inferiore o pari a 15 minuti, come attualmente garantito dal sistema. Entro

tale tempo dovrà pertanto essere assicurata l'acquisizione presso i server della centrale di controllo, dei dati rilevati da tutte le stazioni di monitoraggio a campo della rete, sia di quelle esistenti e non oggetto di aggiornamento che di quelle aggiornate. Dovranno inoltre essere mantenute tutte le attuali funzionalità di scambio dati.

6.5.2.1.1 Ammodernamento e ottimizzazione della rete

Le attività di aggiornamento della rete di monitoraggio riguardano le seguenti categorie di componenti:

- Aggiornamento/integrazione di nuovi apparati di trasmissione radio in dotazione a stazioni periferiche, ai ripetitori e ai quadri radio di centrale per le comunicazioni con le stazioni periferiche stesse;
- Aggiornamento dell'unità di acquisizione (datalogger) in dotazione alle stazioni periferiche;
- Aggiornamento dei sistemi di alimentazione in dotazione alle stazioni periferiche;
- Sostituzioni contenitori;
- Aggiornamento/integrazione di modulo xG;
- Adeguamento del sistema informatico del centro di controllo;
- Aggiornamento di sensori;
- Spostamento di stazioni;
- Integrazione di sensori e webcam;
- Aggiornamento/integrazione di strutture di supporto.

A ciò vanno aggiunte tutte le attività di messa in esercizio della rete di monitoraggio aggiornata e tutte le azioni necessarie ad assicurare la coesistenza e il corretto funzionamento della parte di rete di monitoraggio esistente durante l'avanzamento dei lavori. Tutte le componenti indicate nel presente elaborato si intendono fornite e messe in opera complete di tutte le parti e gli accessori necessarie allo svolgimento delle funzioni richieste.

6.5.2.1.1.1 Aggiornamento/integrazione di nuovi apparati di trasmissione radio

Nell'ambito del presente progetto verrà previsto l'adeguamento del sistema trasmissivo in uso, consistente nella sostituzione completa di tutti gli apparati radio esistenti in dotazione alle stazioni periferiche e nell'aggiornamento dei ripetitori e dei quadri radio di centrale, finalizzato a predisporre un sistema maggiormente efficiente, interoperabile e basato su protocolli di comunicazioni aperti. È inoltre richiesta l'integrazione del nuovo modulo radio su tutte le 25 stazioni attualmente sprovviste e sulle tre stazioni per cui è prevista la riattivazione (rif. paragrafo 6.5.2.1.5).

Dovranno quindi essere forniti e installati nuovi apparati radio relative della tipologia 1, le cui caratteristiche minime sono riportate al successivo paragrafo 6.5.3.1.4.1. Per quanto riguarda i ripetitori e i quadri radio di centrale, ove necessario dovranno essere aggiornati i gruppi filtro e le schede di interfaccia esistenti. I nuovi apparati dovranno consentire una maggiore ottimizzazione dei tempi di acquisizione consentendo quindi gli ampliamenti previsti, minimizzazione dei tempi di fuori servizio e nuove funzionalità in termini di facilità di configurazione, telegestione, diagnostica.

L'intervento dovrà comunque preservare l'attuale funzionalità H24 della rete in ogni condizione ambientale e mantenere inalterati tutti gli scambi dati in essere.

Gli apparati ricetrasmittivi devono essere omologati dal Ministero delle Comunicazioni e perfettamente conformi alle specifiche previste dalla vigente legislazione in materia. I collegamenti tra le nuove radio e ogni apparato della rete (datalogger e apparati di centrale) dovranno avvenire tramite protocolli ed interfacce standard, ossia ampiamente riconosciuti a livello internazionale, pubblicamente disponibili, ed utilizzati sul mercato da più produttori e in particolare a livello di rete dovrà essere utilizzato il protocollo IP.

Sono consentiti eventuali protocolli proprietari tra radio e radio "in aria", purché di produttori noti e diffusi a livello internazionale, ovvero implementati in prodotti disponibili sul mercato europeo tramite

più distributori e/o rivenditori, ed a condizione che la rete di trasmissione radio sia del tutto trasparente al datalogger.

6.5.2.1.1.2 Aggiornamento delle unità di acquisizione (datalogger)

Nell'allegato "Consistenza interventi" sono indicate le stazioni della rete per le quali dovrà essere sostituito il datalogger esistente con un nuovo datalogger conforme a quanto specificato al paragrafo 6.5.3.1.1 preservando la sensoristica esistente ad eccezione di quella per cui di seguito è espressamente richiesta la sostituzione al fine di allineare le performance a quelle dei datalogger di più recente fornitura già utilizzati nel sistema ed aventi un adeguato livello prestazionale.

I nuovi datalogger dovranno poter operare in situ in modo continuo (24 ore al giorno, 7 giorni alla settimana senza standby) e in modalità non presidiata, alloggiati nei contenitori già presenti o di nuova fornitura dove previsto.

I nuovi datalogger dovranno essere in grado di rilevare e acquisire, a scadenze prefissate o su richiesta estemporanea, i dati monitorati dai sensori connessi, sia già esistenti nel sito che di nuova fornitura. La circuiteria e gli apparati devono in ogni caso essere totalmente protetti dall'umidità, dalle forti escursioni termiche e dagli agenti atmosferici in genere.

6.5.2.1.1.3 Aggiornamento dei sistemi di alimentazione a celle solari delle stazioni periferiche

Nell'allegato "Consistenza interventi" è riportato un elenco delle stazioni della rete con l'indicazione per diverse di queste della necessità di aggiornamento del sistema di alimentazione. Per queste stazioni è richiesto quindi l'adeguamento degli apparati di alimentazione con l'aggiornamento dei sistemi di alimentazione a celle solari ottenuto tramite la sostituzione delle attuali celle solari con celle da almeno 50 W aventi le caratteristiche tecniche minime riportate al successivo § 6.5.3.1.2.

Il pannello fotovoltaico dovrà essere posizionato nel punto di collocazione dell'esistente con orientamento e angolazione ideali per garantire la massima producibilità per le latitudini del territorio regionale. Il pannello fotovoltaico dovrà essere comprensivo di cavi elettrici, connettori e qualsiasi altro componente necessario a garantire con continuità l'alimentazione e la funzionalità della stazione e delle dotazioni accessorie.

6.5.2.1.1.4 Sostituzioni contenitori

Nell'allegato "Consistenza interventi" è riportato un elenco delle stazioni della rete con l'indicazione per diverse di queste della necessità di sostituzione del contenitore esistente con nuovo contenitore. Per queste stazioni è necessaria la sostituzione dei contenitori esistenti con nuovi, con caratteristiche tecniche riportate al § 6.5.3.3.1, in acciaio di classe IP65, isolati termicamente, muniti di serratura e atti ad assicurare la migliore protezione da atti vandalici. Il contenitore deve essere dotato di dispositivo che eviti la condensazione interna. Nello stesso vano dovranno poter essere alloggiati diversi dispositivi di sistema, tra cui il datalogger, la batteria, il modulo xG e il modulo radio UHF e comunque quanto già oggi presente nel contenitore da sostituire.

6.5.2.1.1.5 Integrazione/aggiornamento di modulo xG

Il modulo GPRS/UMTS/LTE viene previsto per tutte le stazioni della rete come sistema di comunicazione aggiuntivo al modulo radio in banda UHF. Nell'allegato "Consistenza interventi" è riportato un elenco delle stazioni della rete con l'indicazione per diverse di queste della necessità di integrazione del modulo xG o eventualmente se già presente di aggiornamento dell'esistente. Il modulo dovrà avere le caratteristiche tecniche riportate al successivo § 6.5.3.1.5 e dovrà acquisire i dati dalle stazioni periferiche e trasmetterli alla Centrale di controllo, utilizzando l'infrastruttura GPRS e/o LTE fornita da uno dei gestori della rete pubblica, presente in loco. Gli apparati GPRS/UMTS/LTE da installare sulle singole stazioni dovranno essere completi di antenna esterna e di tutti gli accessori di installazione specifici, in modo da fornire l'integrazione nelle modalità "chiavi in mano".

6.5.2.1.1.6 Adeguamento del sistema informatico del centro di controllo

Si prevede l'adeguamento dei software del centro di controllo a seguito dell'ammodernamento degli apparati radio e dei relativi protocolli di comunicazione. I Centri dislocati a Pescara e all'Aquila devono acquisire e archiviare tramite tale software i dati dalle stazioni di misura dislocate sul territorio. È necessaria una piattaforma software per entrambi i Centri, che consenta le seguenti funzionalità:

- acquisizione ed archiviazione di tutti i dati provenienti dalle stazioni di misura sia in modalità pianificata che estemporanea (su richiesta operatori);
- visualizzazione e gestione dei dati e delle componenti della rete anche attraverso sistema GIS.

Le caratteristiche funzionali minime richieste per il software di centrale sono descritte al successivo § 6.5.3.4. Il nuovo software dovrà permettere il mantenimento di tutti gli scambi dati in essere e garantire che la centrale dell'Aquila (Centro Funzionale) riceva i dati tramite collegamento VPN e, per situazioni di emergenza, via ponte radio troposferico dalla centrale principale di Pescara. La centrale del Centro Funzionale come già avviene attualmente dovrà essere inoltre in grado di svolgere la funzione di chiamata della rete in caso di problemi alla centrale di Pescara.

Ogni attività prevista nell'ambito dell'adeguamento del sistema informatico dei centri di controllo dovrà garantire il funzionamento complessivo degli stessi e della rete di monitoraggio nel suo complesso, senza alcuna perdita di dati sia di archivio sia di nuova acquisizione. Dovranno essere adottate opportune procedure di migrazione, integrazione e riconfigurazione dei sistemi esistenti, così da minimizzare eventuali interruzioni nella disponibilità delle funzioni di acquisizione, distribuzione, visualizzazione ed elaborazione dei dati provenienti sia dalla rete di monitoraggio sia da altri enti.

6.5.2.1.1.7 Aggiornamento di sensori

È richiesta la sostituzione in diverse stazioni di alcune tipologie di sensori di vecchia generazione come indicato nell'allegato "Consistenza interventi" al fine di allineare le performance degli stessi a quelle dei sensori di più recente fornitura già utilizzati nel sistema ed aventi un adeguato livello prestazionale o a quelle di sensori presenti sul mercato di più recente progettazione e con livelli prestazionali o funzionali superiori a quelli esistenti. In particolare, gli interventi di aggiornamento richiesti sono di seguito elencati:

- sostituzione di pluviometri con nuovi pluviometri dotati di misura dell'intensità di pioggia;
- sostituzione di pluviometri riscaldato con nuovi pluviometri dotati di misura dell'intensità di pioggia;
- sostituzione di sensori idrometrici a ultrasuoni con nuovi sensori a tecnologia radar in grado di garantire maggior precisione di misura e immunità ai disturbi;
- sostituzione di sensori termometrici con nuovi sensori in gradi di garantire una migliore ventilazione naturale e stabilità di misura;
- sostituzione di sensori termoigrometrici con nuovi sensori in gradi di garantire una migliore ventilazione naturale e stabilità di misura;
- sostituzione di sensori barometrici con nuovi sensori in grado di garantire una maggior precisione di misura;
- sostituzione di sensori nivometrici ad ultrasuoni con nuovi sensori in grado di garantire una migliore compensazione della dipendenza dalla temperatura;

Le specifiche tecniche minime dei nuovi sensori sono riportate al successivo § 6.5.3.2.

6.5.2.1.1.8 Spostamento di stazioni

Per diverse stazioni in accordo con quanto indicato nell'allegato "Consistenza interventi" è previsto lo spostamento dall'attuale sito in nuovo. L'ubicazione precisa del punto di reinstallazione delle stazioni dovrà essere identificata nell'intorno del punto di coordinata indicato dall'Amministrazione.

L'intervento comprende lo smontaggio di tutti gli apparati e le impiantistiche esistenti nell'attuale sito e lo smaltimento a discarica autorizzata di quanto non riutilizzabile nel nuovo sito.

Dovranno essere realizzate nel nuovo sito tutte le lavorazioni necessarie di aggiornamento delle strutture per come descritto al successivo § 6.5.2.1.1.10, le impiantistiche e i cablaggi tra i sensori e l'unità di acquisizione e forniti tutti gli accessori necessari per garantire il corretto funzionamento delle stazioni nel nuovo sito individuato.

6.5.2.1.1.9 Integrazioni di sensori e webcam su stazioni esistenti

Si prevede la fornitura e l'installazione di diversi nuovi sensori per il monitoraggio in tempo reale delle variabili ambientali al fine di ottenere l'integrazione e adeguamento della strumentazione di misura per diverse stazioni della rete come indicato nell'allegato "Consistenza interventi". Nello specifico è richiesta l'integrazione di:

- sensori pluviometrici;
- sensori pluviometrici riscaldati;
- sensori termoigrometrici;
- sensori anemometrici a ultrasuoni;
- webcam;
- riscaldatori per pluviometro esistente;

Per le webcam sarà necessario individuare in accordo con l'Amministrazione il posizionamento ottimale per garantire la migliore inquadratura possibile.

Per ogni tipologia di nuovo sensore fornito deve essere garantita la compatibilità delle connessioni con gli standard presenti sui datalogger esistenti. Dovranno essere inoltre preservate le infrastrutture esistenti (contenitori, opere edili, pali e supporti), integrando solo gli accessori necessari per la corretta installazione dei nuovi sensori.

6.5.2.1.1.10 Aggiornamento/integrazione di strutture di supporto

L'integrazione di nuovi sensori o nuovi apparati e lo spostamento di stazioni prevedono per diversi siti il rifacimento delle strutture di supporto in accordo con quanto indicato nell'allegato "Consistenza interventi". In particolare, a seconda dei casi è prevista la fornitura di nuovi pali (6 metri, 2 metri o 10 metri ribaltabili) e nuove strutture di supporto per gli idrometri radar e la realizzazione delle relative opere civili. Le caratteristiche tecniche delle strutture richieste sono riportate al successivo § 6.5.3.3.

L'attività comprende tutte le lavorazioni necessarie, le opere per il posizionamento ed ancoraggio dei pali e degli sbracci di supporto previsti, ivi compresi la realizzazione di cavidotti e pozzetti, gli eventuali scavi, lo smaltimento a discarica autorizzata e ogni altro onere.

6.5.2.1.2 Ampliamento della rete di monitoraggio idrometrica

Al fine di ampliare il quadro conoscitivo delle condizioni idrometriche del territorio, si prevede il potenziamento della rete di monitoraggio esistente, consistente nella fornitura, installazione ed inserimento nella suddetta rete di monitoraggio di nuove stazioni di monitoraggio idrometrico. Nell'allegato "Consistenza interventi" è riportato un elenco delle località in cui è prevista l'installazione delle suddette stazioni. L'ubicazione precisa del punto di installazione delle nuove stazioni previste dovrà essere identificata nell'intorno del punto di coordinata indicato per ciascuna stazione. Le installazioni dovranno essere realizzate accuratamente secondo criteri di ottimizzazione della misura e preventivamente alla loro installazione dovranno essere autorizzate dall'Amministrazione.

Le stazioni idrometriche previste dovranno essere di tipo automatico, in grado di rilevare a scadenze prefissate i dati monitorati dai sensori connessi e trasmettere gli stessi alla Centrale di Controllo. Tutte le stazioni dovranno essere equipaggiate con doppio sistema di comunicazione, uno primario basato sul sistema radio in banda UHF e uno di backup basato su sistema xG.

Le stazioni dovranno essere equipaggiate almeno con le seguenti componenti:

- n.1 unità di acquisizione con modulo di registrazione locale dei dati sia in memoria residente nell'unità stessa che su supporto estraibile, completa di contenitore da esterno in acciaio con fascia di blindatura;
- n.1 modulo di alimentazione a celle solari e batteria tampone;
- n.1 modulo di comunicazione radio in banda UHF della tipologia 1;
- n.1 modulo di comunicazione xG;
- n.1 sensore idrometrico radar;
- asta idrometrica come indicato nell'allegato "Consistenza interventi";

Le stazioni dovranno essere dotate di idonea struttura di supporto per l'installazione consistente in:

- palo di sostegno di 6 metri per l'installazione dell'unità di acquisizione, della cella solare e dell'antenna, su piano campagna tramite plinto di fondazione in calcestruzzo dimensionato opportunamente per mantenere in stabilità la stazione o, in alternativa, in funzione della migliore soluzione ritenuta utile, tramite staffatura diretta a manufatto esistente;
- staffa di supporto sensore a sbalzo, in acciaio zincato a caldo, da installarsi su piano campagna o, in alternativa, in funzione della migliore soluzione ritenuta utile, tramite staffatura diretta a manufatto esistente;
- cavidotti di collegamento tra i sensori e l'unità di acquisizione, interrati o a muro a seconda dei casi, costituiti da apposita guaina di protezione, con cavi di collegamento passanti nella stessa e internamente ai pali, per consentire la massima protezione dagli agenti esterni;
- tutti gli accessori necessari per l'installazione al fine di fornire le stazioni nelle modalità chiavi in mano.

Le nuove apparecchiature dovranno essere caratterizzate dalle specifiche tecniche e funzionali minime riportate nel successivo § 6.5.3.

6.5.2.1.3 Ampliamento della rete monitoraggio nivometrica

Al fine di ampliare il quadro conoscitivo delle condizioni meteo del territorio, si prevede il potenziamento della rete di monitoraggio esistente, consistente nella fornitura, installazione ed inserimento nella suddetta rete di monitoraggio di nuove stazioni di monitoraggio nivometrico. Nell'allegato "Consistenza interventi" è riportato un elenco delle località in cui è prevista l'installazione delle suddette stazioni. L'ubicazione precisa del punto di installazione delle nuove stazioni previste dovrà essere identificata nell'intorno del punto di coordinata indicato per ciascuna stazione. Le installazioni dovranno essere realizzate accuratamente secondo criteri di ottimizzazione della misura e preventivamente alla loro installazione dovranno essere autorizzate dall'Amministrazione.

Le stazioni nivometriche previste dovranno essere di tipo automatico, in grado di rilevare a scadenze prefissate i dati monitorati dai sensori connessi e trasmettere gli stessi alla Centrale di Controllo. Tutte le stazioni dovranno essere equipaggiate con doppio sistema di comunicazione, uno primario basato sul sistema radio in banda UHF e uno di backup basato su sistema xG.

Le stazioni dovranno essere equipaggiate almeno con le seguenti componenti:

- n.1 unità di acquisizione con modulo di registrazione locale dei dati sia in memoria residente nell'unità stessa che su supporto estraibile, completa di contenitore da esterno in acciaio con fascia di blindatura;
- n.1 modulo di alimentazione a celle solari e batteria tampone;
- n.1 modulo di comunicazione radio in banda UHF della tipologia 1;
- n.1 modulo di comunicazione xG;
- n.1 sensore nivometrico a ultrasuoni;
- n. sensore di radiazione UV;
- n.1 sonda di temperatura neve;

- n.1 sensore termometrico aria;

Le stazioni dovranno essere dotate di idonea struttura di supporto per l'installazione consistente in:

- palo di sostegno di 6 metri per l'installazione dell'unità di acquisizione, della cella solare e dell'antenna, su piano campagna tramite plinto di fondazione in calcestruzzo dimensionato opportunamente per mantenere in stabilità la stazione;
- staffa di supporto del sensore nivometrico da installarsi direttamente sul palo stazione;
- braccetti e staffe per il supporto dei sensori UV e sonda temperatura neve
- cavi di collegamento passanti internamente ai pali, per consentire la massima protezione dagli agenti esterni;
- tutti gli accessori necessari per l'installazione al fine di fornire le stazioni nelle modalità chiavi in mano.

Le nuove apparecchiature dovranno essere caratterizzate dalle specifiche tecniche e funzionali minime riportate nel paragrafo 6.5.3 successivo.

6.5.2.1.4 Nuovi ripetitori radio

Con il fine di estendere la copertura radio UHF del territorio per garantire tutti gli ampliamenti richiesti e nello stesso tempo fornire eventuali percorsi alternativi ai collegamenti esistenti per aumentare la robustezza della rete è richiesta la fornitura e installazione nuovi ripetitori della tipologia 1. Tutti i nuovi ripetitori dovranno essere forniti in configurazione ridondata; quindi, occorre prevedere la fornitura e installazione in ciascun sito di un ripetitore principale e di un ripetitore riserva.

Il numero di nuovi ripetitori necessari e l'esatta collocazione degli stessi dovrà essere in particolare individuata, attraverso un apposito studio, con l'obiettivo di massimizzare la copertura radio per permettere gli ampliamenti richiesti.

6.5.2.1.5 Riattivazione di stazioni termo-pluviometriche dismesse

È richiesta la riattivazione delle stazioni attualmente dismesse di Cagnano Amiterno, Palena e Rocca di Mezzo. Per tali stazioni dovranno essere forniti i nuovi apparati, oltre ai sensori previsti come integrazione al precedente § 6.5.2.1.1.9, di seguito elencati:

- n.1 unità di acquisizione con modulo di registrazione locale dei dati sia in memoria residente nell'unità stessa che su supporto estraibile, completa di contenitore da esterno in acciaio con fascia di blindatura;
- n.1 modulo di alimentazione a celle solari e batteria tampone;
- n.1 modulo di comunicazione radio in banda UHF.

6.5.2.2 Rete Regione Basilicata

La rete di monitoraggio idrometeorologico in tempo reale della Regione Basilicata è propedeutica al rilevamento dei dati idrometrici e meteorologici sul territorio regionale, alla loro archiviazione ed elaborazione in tempo reale a fini di protezione civile, nonché per scopi di studio, analisi e valutazione delle caratteristiche climatiche, idrologiche e idrografiche a supporto della difesa del suolo e della pianificazione territoriale. Grazie a continui interventi di espansione attuati con vari progetti di potenziamento, a partire dal primo impianto di rete di proprietà del Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale, la rete è stata ampliata fino alla sua configurazione attuale costituita da:

- 65 stazioni idrometeorologiche dislocate su tutto il territorio regionale, comprensive di una boa ondometrica;
- 11 ripetitori radio in banda UHF digitale;
- una Centrale di Controllo e gestione della rete in Potenza presso la sede dell'Ufficio Protezione Civile, in corso Garibaldi 139.

L'acquisizione dei dati e la gestione dell'intero sistema di monitoraggio avvengono presso la Centrale di Controllo della rete, ubicata presso la sede del CFD Basilicata, C.so Garibaldi 139 – 85100

Potenza. La Centrale di Controllo è costituita da un sistema Hardware/Software che consente: l'acquisizione dei dati delle centraline direttamente connesse via dorsale radio UHF o via GPRS; l'archiviazione dei dati in un unico database relazionale; la visualizzazione di tutta la rete su un quadro sinottico, sia direttamente in centrale che su sistemi portatili (tablet, laptop). In allegato al presente, è altresì consultabile l'allegato "Allegato_01_Basilicata", che riporta:

- la descrizione del sistema esistente;
- La consistenza, configurazione e ubicazione delle stazioni periferiche e dei ripetitori del sistema di monitoraggio esistente;
- Le principali caratteristiche degli apparati di centrale e delle parti costituenti le stazioni periferiche (datalogger e sensori) e degli apparati rice-trasmissivi;
- Le caratteristiche di riferimento per la sensoristica.

Gli interventi richiesti prevedono sia l'ammodernamento tecnologico dell'attuale rete in telemisura sopra descritta, dal momento che una parte delle stazioni è ancora equipaggiata con componenti databili verso fine anni '80 per i quali iniziano ad oggi a mancare sul mercato pezzi di ricambio, sia un ampliamento della rete stessa per consentire un monitoraggio più efficace su un territorio che si prefigura idrologicamente sensibile e orograficamente complesso. In particolare, sono previsti i seguenti interventi:

- l'ammodernamento e l'ottimizzazione della rete, comprendente:
 - ♦ adeguamento delle centraline di acquisizione e trasmissione dati, con l'inserimento di apparati che permettano un sistema aperto di trasmissione;
 - ♦ adeguamento dei relativi sistemi di alimentazione a celle solari;
 - ♦ integrazione dei moduli trasmissivi xG sulle stazioni esistenti che attualmente non ne sono dotate;
 - ♦ aggiornamento soprattutto dei sensori pluviometrici, ma anche termometrici e idrometrici, che si trovano ad essere di vecchia generazione;
 - ♦ adeguamento di strutture di supporto;
- l'ampliamento della rete di monitoraggio idrometrico;
- l'incremento del numero di ripetitori radio per consentire una maggior copertura del territorio in relazione all'ampliamento della rete richiesto;
- l'integrazione di sensori e webcam su stazioni esistenti.

La modalità di trasmissione dei dati via radio UHF dovrà essere possibile sia tramite ciclo di chiamate (polling) periodiche automatiche dalla centrale di controllo con dato periodo di polling, sia tramite interrogazione manuale delle stazioni in tempo reale da parte di un operatore abilitato. Gli interventi dovranno essere realizzati in modo da assicurare per il sistema complessivo adeguato, un tempo di ciclo della rete (polling) inferiore o pari a 20 minuti primi, come attualmente garantito dal sistema. Entro tale tempo dovrà pertanto essere assicurata l'acquisizione presso i server della centrale di controllo, dei dati rilevati da tutte le stazioni di monitoraggio a campo della rete, sia di quelle esistenti e non oggetto di aggiornamento che di quelle aggiornate. Dovranno inoltre essere mantenute tutte le attuali funzionalità di scambio dati. Si specifica inoltre che le stazioni attualmente dotate di moduli solo per la trasmissione in UHF, dovranno essere integrate con moduli di trasmissione xG. Il vettore radio UHF si configura quindi come il sistema primario di comunicazione per le stazioni, mentre il sistema xG ha il ruolo di backup al sistema radio e può essere utilizzato per attività di telecontrollo avanzate (es. aggiornamento firmware da remoto).

6.5.2.2.1 Ammodernamento e ottimizzazione della rete

Le attività di aggiornamento della rete di monitoraggio riguardano la sostituzione delle seguenti categorie di componenti:

- Aggiornamento dell'unità di acquisizione (datalogger) in dotazione alle stazioni periferiche;

- Aggiornamento sistema di alimentazione delle stazioni periferiche, contestuale all'aggiornamento dei datalogger;
- Integrazione di modulo XG dove non presente;
- Aggiornamento di sensori soggetti ad obsolescenza tecnologica e/o meccanica;
- Conseguente adeguamento delle strutture di supporto dei sensori.

A ciò vanno aggiunte tutte le attività di messa in esercizio della rete di monitoraggio aggiornata e tutte le azioni necessarie ad assicurare la coesistenza e il corretto funzionamento della parte di rete di monitoraggio esistente durante l'avanzamento lavori.

6.5.2.2.1.1 Aggiornamento delle unità di acquisizione (datalogger)

Per tutte le stazioni indicate nell'allegato "Consistenza interventi", è previsto l'adeguamento tecnologico con la sostituzione dei datalogger obsoleti che non consentono l'installazione di sensoristica di nuova generazione (anche in sostituzione di quella esistente).

Nell'allegato "Consistenza interventi" sono indicate le stazioni della rete per le quali dovrà essere sostituito il datalogger esistente con un nuovo datalogger conforme a quanto specificato al § 6.5.3.1.1, preservando la sensoristica esistente ad eccezione di quella per cui di seguito è espressamente richiesta la sostituzione, al fine di allineare le performance a quelle dei datalogger di più recente fornitura già utilizzati nel sistema e aventi un adeguato livello prestazionale.

I nuovi datalogger dovranno poter operare in situ in modo continuo (24 ore al giorno, 7 giorni alla settimana senza standby) e in modalità non presidiata, alloggiati nei contenitori già presenti. I nuovi datalogger dovranno essere in grado di rilevare e acquisire, a scadenze prefissate o su richiesta estemporanea, i dati monitorati dai sensori connessi, sia già esistenti nel sito che di nuova fornitura.

6.5.2.2.1.2 Aggiornamento dei sistemi di alimentazione a celle solari delle stazioni periferiche

Per le stesse stazioni oggetto di aggiornamento dei datalogger, è previsto anche l'adeguamento tecnologico dei sistemi di alimentazione a celle solari, che altrimenti sarebbero sottodimensionati oppure obsoleti per gli apparati a cui fornire l'alimentazione elettrica.

Nell'allegato "Consistenza interventi" è riportato l'elenco delle stazioni della rete che necessitano di tale tipo di aggiornamento, per le quali è richiesta nello specifico la sostituzione delle attuali celle solari con celle da almeno 50 W, aventi le caratteristiche tecniche minime riportate al successivo § 6.5.3.1.2.

Il pannello fotovoltaico dovrà essere posizionato nel punto di collocazione dell'esistente con orientamento e angolazione ideali per garantire la massima producibilità per le latitudini del territorio regionale. Il pannello fotovoltaico dovrà essere comprensivo di cavi elettrici, connettori e qualsiasi altro componente necessario a garantire con continuità l'alimentazione e la funzionalità della stazione e delle dotazioni accessorie.

6.5.2.2.1.3 Integrazione di modulo xG

Il modulo GPRS/UMTS/LTE viene previsto per tutte le stazioni della rete come sistema di comunicazione aggiuntivo al modulo radio in banda UHF. Nell'allegato "Consistenza interventi" è riportato l'elenco delle stazioni della rete che necessitano di tale integrazione o eventualmente, se già presente, di aggiornamento dell'esistente. Il modulo dovrà avere le caratteristiche tecniche riportate al successivo § 6.5.3.1.5 e dovrà acquisire i dati dalle stazioni periferiche e trasmetterli alla Centrale di controllo, utilizzando l'infrastruttura GPRS e/o LTE fornita da uno dei gestori della rete pubblica presente in loco. Gli apparati GPRS/UMTS/LTE da installare sulle singole stazioni dovranno essere completi di antenna esterna e di tutti gli specifici accessori di installazione, in modo da fornire l'integrazione nelle modalità "chiavi in mano".

6.5.2.2.2 Aggiornamento di sensori

È richiesta la sostituzione in diverse stazioni di alcune tipologie di sensori di vecchia generazione, come indicato nell'allegato "Consistenza interventi", al fine di allineare le performance degli stessi a quelle dei sensori di più recente fornitura già utilizzati nel sistema ed aventi un adeguato livello prestazionale, o a quelle di sensori presenti sul mercato di più recente progettazione e con livelli prestazionali o funzionali superiori a quelli esistenti. In particolare, rimandando alla consultazione dell'allegato "Consistenza interventi", gli interventi di aggiornamento richiesti sono di seguito elencati:

- sostituzione di **sensori pluviometrici** con nuovi pluviometri dotati di maggiore precisione e del calcolo dell'intensità di pioggia;
- sostituzione di **sensori termometrici** con nuovi termometri in grado di garantire una migliore ventilazione naturale e stabilità di misura;
- sostituzione di **sensori idrometrici a ultrasuoni** con nuovi esemplari in grado di garantire una maggiore sicurezza di misura e immunità ai disturbi.

Le specifiche tecniche minime dei nuovi sensori sono riportate al successivo § 6.5.3.2.

6.5.2.2.3 Ampliamento della rete di monitoraggio idrometeorologico

Al fine di ampliare il quadro conoscitivo delle condizioni idrometeorologiche del territorio, si prevede il potenziamento della rete di monitoraggio esistente, tramite la fornitura, installazione ed inserimento nella suddetta rete di monitoraggio di nuove stazioni di misura, le quali consentiranno di completare il monitoraggio dei livelli idrometrici a valle di tutte le "grandi dighe" della Basilicata (anche ai fini della DPCM 8 luglio 2014-Direttiva dighe), avendo il controllo, ancorché indiretto, delle portate effluenti dagli invasi. Le stesse stazioni saranno equipaggiate anche di sensori meteorologici (pioggia, temperatura e umidità, pressione atmosferica). Nell'allegato "Consistenza interventi" vengono riportati il numero delle stazioni e l'elenco delle località in cui è prevista l'installazione delle suddette stazioni; l'ubicazione precisa del punto di installazione delle nuove stazioni previste dovrà essere identificata a partire dalle coordinate indicate per ciascuna stazione. Le installazioni dovranno essere realizzate accuratamente secondo criteri di ottimizzazione della misura e preventivamente alla loro installazione, dovranno essere autorizzate dall'Amministrazione.

Le stazioni previste dovranno essere di tipo automatico, in grado di rilevare a scadenze prefissate i dati monitorati dai sensori connessi e trasmettere gli stessi alla Centrale di Controllo. Tutte le stazioni dovranno essere equipaggiate con doppio sistema di comunicazione, uno primario basato sul sistema radio in banda UHF e uno di backup basato su sistema xG. In particolare, tali stazioni dovranno essere equipaggiate almeno con le seguenti componenti:

- n. 1 unità di acquisizione con modulo di registrazione locale dei dati sia in memoria residente nell'unità stessa che su supporto estraibile, completa di contenitore da esterno in acciaio con fascia di blindatura;
- n. 1 modulo di alimentazione a celle solari e batteria tampone;
- n. 1 modulo di comunicazione radio in banda UHF;
- n. 1 modulo di comunicazione xG;
- n. 1 sensore idrometrico a ultrasuoni;
- n. 1 sensore pluviometrico;
- n. 1 sensore termoigrometrico;
- n. 1 sensore barometrico.
- asta idrometrica come indicato nell'allegato "Consistenza interventi";

Le stazioni dovranno essere dotate di idonea struttura di supporto per l'installazione consistente in:

- palo di sostegno di 6 metri per l'installazione dell'unità di acquisizione, della cella solare e dell'antenna, su piano campagna tramite plinto di fondazione in calcestruzzo armato, dimensionato opportunamente per mantenere in stabilità la stazione o, in alternativa, in funzione della migliore soluzione ritenuta utile, tramite staffatura diretta a manufatto esistente;

- staffa a sbalzo di supporto per il sensore idrometrico, in acciaio zincato a caldo, da installarsi su piano campagna o, in alternativa, in funzione della migliore soluzione ritenuta utile, tramite staffatura diretta a manufatto esistente;
- palo di sostegno di 2 metri per l'installazione del sensore pluviometrico e del sensore termigrometrico, su piano campagna tramite plinto di fondazione in calcestruzzo armato, dimensionato opportunamente per mantenere in stabilità i sensori di misura;
- cavidotti di collegamento tra i sensori e l'unità di acquisizione, interrati o a muro a seconda dei casi, costituiti da apposita guaina di protezione, con cavi di collegamento passanti nella stessa e internamente ai pali, per consentire la massima protezione dagli agenti esterni;
- tutti gli accessori necessari per l'installazione al fine di fornire le stazioni nelle modalità chiavi in mano.

Le nuove apparecchiature dovranno essere caratterizzate dalle specifiche tecniche e funzionali minime riportate nel successivo § 6.5.3.

6.5.2.2.4 Nuovi ripetitori radio

Con il fine di estendere la copertura radio UHF del territorio per garantire tutti gli ampliamenti richiesti e, allo stesso tempo, fornire eventuali percorsi alternativi ai collegamenti esistenti per aumentare la robustezza della rete è richiesta la fornitura e installazione di nuovi ripetitori da posizionarsi nelle località riportate nell'allegato "Consistenza interventi". Tutti i nuovi ripetitori dovranno essere forniti in configurazione ridondata, quindi occorrerà prevedere, per ogni sito, la fornitura e l'installazione di un ripetitore "principale" e di un ripetitore "riserva".

L'esatta collocazione del ripetitore dovrà essere individuata con l'obiettivo di massimizzare la copertura radio garantendo al contempo un accesso il più agevole possibile al sito per permettere l'effettuazione di interventi di manutenzione rapidi ed efficaci in caso di malfunzionamenti.

Le nuove apparecchiature dovranno essere caratterizzate dalle specifiche tecniche e funzionali minime riportate nel § 6.5.3.1.6.1 successivo per i ripetitori di tipologia 1.

6.5.2.2.5 Integrazioni di sensori e webcam su stazioni esistenti

Come meglio dettagliato nell'allegato "Consistenza interventi", alcune stazioni esistenti saranno integrate con sensori aggiuntivi per la misura della velocità superficiale al fine di consentire, a conclusione della campagna di misura delle portate per l'aggiornamento delle scale di deflusso (progetto POA), di avere, nei limiti dell'accuratezza dei modelli di calcolo, dati quantitativi in continuo. Le stesse stazioni saranno integrate anche con l'installazione di webcam per il controllo visivo delle sezioni strumentate, anche al fine di evitare "falsi allertamenti" per dati anomali. Anche questa attività è subordinata all'adeguamento tecnologico descritto in precedenza.

Inoltre, sempre come meglio descritto nell'allegato "Consistenza interventi", alcune tra le stazioni appena citate, ma anche altre facenti parte della rete fiduciaria, saranno integrate anche con sensori per la misura di:

- cumulata e intensità di pioggia;
- temperatura e umidità dell'aria;
- direzione e velocità del vento;
- temperatura e umidità del suolo.

Per ogni tipologia di nuovo sensore fornito, deve essere garantita la compatibilità delle connessioni con gli standard presenti sui datalogger esistenti. Dovranno essere inoltre preservate le infrastrutture esistenti (contenitori, opere edili, pali e supporti), integrando solo gli accessori necessari per la corretta installazione dei nuovi sensori come ad esempio braccetti di supporto, collari, ecc. Per le webcam, sarà necessario individuare in accordo con l'Amministrazione il posizionamento ottimale per garantire la migliore inquadratura possibile.

6.5.2.2.6 Adeguamento di strutture di supporto

L'integrazione di nuovi sensori o nuovi apparati prevede per diversi siti il rifacimento delle strutture di supporto in accordo con quanto indicato nell'allegato "Consistenza interventi", fornendo a seconda dei casi nuovi pali da 2 metri o da 10 metri ribaltabili. Le caratteristiche tecniche delle strutture richieste sono riportate al successivo § 6.5.3.3.

6.5.2.3 Rete Regione Campania

Le reti di monitoraggio idrometeorologia presenti sul territorio della regione Campania vengono gestite dal Centro Funzionale Multirischi di Protezione Civile, struttura dirigenziale che, ai sensi del vigente ordinamento regionale, assicura il monitoraggio quantitativo in tempo reale delle grandezze meteorologiche, idrologiche, idrauliche e marino-ondametriche, con finalità sia di protezione civile (vigilanza/sorveglianza e allertamento), che di conoscenza dello stato del clima e della sua evoluzione, anche a supporto della definizione di strategie di mitigazione degli impatti e adattamento ai cambiamenti in atto.

Nello specifico, il sistema di monitoraggio in uso è costituito da n. 3 reti osservative, così distinte:

- Rete "fiduciaria" di protezione civile, utilizzata per analisi meteorologiche e idrologiche e per l'allertamento di protezione civile, costituita da 210 stazioni periferiche di monitoraggio;
- Rete "integrativa" meteorologica, utilizzata a integrazione e supporto delle valutazioni e analisi effettuate sulla base dei dati della rete fiduciaria, costituita da 190 stazioni periferiche di monitoraggio;
- Rete "marino-ondametrica", utilizzata per analisi meteomarine e ondametriche.

I dati rilevati dai sensori di ognuna delle n. 3 sottoreti vengono trasmessi in tempo reale, attraverso un sistema di ripetitori operante in ponte radio troposferico in banda UHF, direttamente al Centro di Analisi e Controllo (CAC) della rete, ubicato presso la sede del Centro Funzionale al Centro Direzionale di Napoli.

Negli elaborati allegati al presente documento, viene riportata la descrizione del sistema esistente con indicazione della consistenza e delle principali caratteristiche tecniche. In particolare, si rimanda all'Allegato "Allegato_01_Campania_Reti meteoidropluviomare CAMPANIA Centro Funzionale" per la consultazione delle caratteristiche e della configurazione dei n. 3 sottosistemi funzionali.

Gli interventi prevedono sia il miglioramento delle prestazioni delle due reti "fiduciaria" e "integrativa", sia in termini di supporto alla valutazione, non solo a fini di protezione civile, delle criticità attese e/o in atto sul territorio regionale, sia un ammodernamento tecnologico della misura puntuale pluviometrica e idrometrica nei siti della rete integrativa, già strumentati ma necessitanti di adeguamento tecnologico-funzionale della sensoristica presente. Lo scopo è quello di consentire e migliorare il regolare svolgimento delle attività di monitoraggio idro-meteorologico, specialmente in caso di emergenze legate al rischio idrogeologico e idraulico per finalità di allertamento e mitigazione del rischio per la popolazione nelle situazioni di preallerta, attenzione, preallarme, allarme ed emergenza idro-meteorologica.

A tale scopo è previsto l'ammodernamento e l'ottimizzazione tecnologico delle reti comprendente:

- l'aggiornamento dei sensori idrometrici e pluviometrici di vecchia generazione nei siti individuati all'interno della rete integrativa;
- l'integrazione dei moduli di acquisizione immagini (webcam) su stazioni esistenti già individuate all'interno delle reti fiduciaria e integrativa.

I dettagli delle attività previste sono riportati nell'allegato "Consistenza interventi".

6.5.2.3.1 Ammodernamento e ottimizzazione della rete

Le attività di aggiornamento della rete di monitoraggio riguardano la sostituzione delle seguenti categorie di componenti:

- Aggiornamento di sensori;
- Integrazione di webcam.

A ciò vanno aggiunte tutte le attività di messa in esercizio della rete di monitoraggio aggiornata e tutte le azioni necessarie ad assicurare la coesistenza ed il corretto funzionamento della parte di rete di monitoraggio esistente durante l'avanzamento lavori.

6.5.2.3.1.1 *Aggiornamento di sensori*

Viene richiesta la sostituzione in diverse stazioni della rete integrativa di alcune tipologie di sensori di vecchia generazione come indicato nell'allegato "Consistenza interventi" al fine di allineare le performance degli stessi a quelle dei sensori di più recente fornitura già utilizzati nel sistema ed aventi un adeguato livello prestazionale o a quelle di sensori presenti sul mercato di più recente progettazione e con livelli prestazionali o funzionali superiori a quelli esistenti. In particolare, gli interventi di aggiornamento richiesti sono di seguito elencati:

- sostituzione di pluviometri esistenti, come indicato nell'allegato "Consistenza interventi", con nuovi pluviometri dotati di misura dell'intensità di pioggia, sistemi di diagnostica e conformi alla norma UNI 17277:2020;
- sostituzione di sensori idrometrici a ultrasuoni, come indicato nell'allegato "Consistenza interventi", con nuovi sensori a tecnologia radar in grado di garantire maggior precisione di misura e immunità ai disturbi.

Le specifiche tecniche minime dei nuovi sensori sono riportate al successivo § 6.5.3.2.

6.5.2.3.1.2 *Integrazioni webcam su stazioni esistenti*

Si prevede la fornitura e l'installazione di nuove webcam per le valutazioni presupposte e connesse alle attività di previsione e monitoraggio meteorologico in tempo reale e/o differito, al fine di ottenere l'integrazione della strumentazione per diverse stazioni sia della rete fiduciaria sia della rete integrativa, come indicato nell'allegato "Consistenza interventi".

Ogni webcam sarà costituita da moduli di sensori Elettro-ottici e videocamere CCTV (visibile e IR termico) per l'acquisizione di video e immagini ad alta risoluzione, i quali dovranno essere collegati con i datalogger di ultima generazione presenti sulle stazioni delle reti e consentire l'acquisizione delle immagini sia a scadenza programmata, che su evento al superamento di prefissate soglie pluvioidrometriche. L'acquisizione delle immagini è prevista tramite i modem xG in dotazione alla stazione.

Sarà necessario individuare in accordo con l'Amministrazione il posizionamento ottimale delle webcam per garantire la migliore inquadratura possibile. Deve essere garantita la compatibilità delle connessioni con gli standard presenti sui datalogger esistenti. Dovranno essere inoltre preservate le infrastrutture esistenti (contenitori, opere edili, pali e supporti), integrando solo gli accessori necessari per la corretta installazione dei nuovi sensori.

6.5.2.4 **Rete Regione Emilia-Romagna**

La rete di monitoraggio idrometeorologico in tempo reale della Regione Emilia-Romagna è costituita da stazioni, ripetitori e centrali dislocate su tutto il territorio regionale e nelle aree immediatamente limitrofe delle regioni confinanti. La rete è gestita dal Servizio Idro-Meteo-Clima di Arpae (L.R. 7/2004) e presiede:

- al rilevamento delle grandezze idrometeorologiche misurate attraverso l'uso di idonei sensori installati nelle stazioni periferiche;
- alla preelaborazione in stazione delle misure grezze per la loro trasformazione in dati da trasmettere;
- alla trasmissione troposferica dei dati, previa modulazione e demodulazione, su frequenze dedicate, mediante ponti radio UHF, e in alcuni casi anche cellulare, dalle stazioni al centro di controllo ubicato presso la sede centrale di Arpae a Bologna e, in backup, al centro di controllo ubicato presso la sede Arpae a Parma;
- alla ritrasmissione via radio e/o via ADSL e/o ISDN e/o via telefono, dei dati da parte del centro di controllo a centri secondari di altre Amministrazioni regionali ed extraregionali;

- ad integrare i dati della rete nell'ambito del database UDB della centrale di controllo di Bologna della rete UHF, e stazioni dotate di solo modem cellulare.

La rete idrometeorologica in tempo reale con collegamento radio UHF e, in alcuni casi, con collegamento cellulare, è composta indicativamente da:

- n.375 stazioni di misura per il rilevamento di parametri idrometeorologici, dotate di sistema di alimentazione a batteria e sistema di ricarica a pannello solare o, in alcuni casi, da rete elettrica, di sistema di ricetrasmisione radio UHF e/o cellulare e configurate con sensori di tipo idrometrico e/o meteorologico;
- n.42 ripetitori radio di tipo, operanti in modalità Store&forward, con coppia di frequenza Frx/Ftx distinte per la trasmissione e la ricezione dei dati;
- n.1 centrale di controllo principale, ubicata presso la sede Arpae di Bologna, composta da Cluster Server informatico virtualizzato, quadri radio UHF ridonati, piattaforma software di gestione della rete e visualizzazione dei dati;
- n.1 centrale di controllo di backup, ubicata presso la sede Arpae di Parma, composta da Cluster Server informatico virtualizzato, quadri radio UHF, piattaforma software di gestione della rete e visualizzazione dei dati; tale centrale in caso di guasto alla centrale di controllo primaria di Bologna, è in grado di subentrare al controllo dell'intero sistema;
- n.21 centrali secondarie via radio, di sola ricezione dati, composte da Server e/o Workstation, quadri radio UHF e apparati di networking per collegamenti terrestri con la centrale di controllo, software di ricezione e visualizzazione dati;
- n.7 centrali secondarie tramite collegamento terrestre (ADSL, ISDN, ...), di sola ricezione dati, composte da Server e/o Workstation e apparati di networking per collegamenti terrestri con la centrale di controllo, software di ricezione e visualizzazione dati.

L'architettura base del sistema è costituita da una struttura a intelligenza distribuita, basata su moduli intelligenti collegati in rete, in grado di comunicare tra loro e con il mondo esterno, sia localmente, che in remoto, via radio UHF. L'uso combinato di comunicazioni radio e sistemi hardware/software informatici consente al sistema di acquisire e visualizzare periodicamente presso i centri di controllo nelle sedi Arpae di Bologna e di Parma, tutti i parametri rilevati dai sensori delle stazioni periferiche, e da queste distribuirli presso tutte le centrali secondarie inserite nella rete.

La rete regionale è inoltre integrata in tempo reale via radio con alcune reti di monitoraggio di altri enti, aventi competenze territoriali in aree limitrofe. L'integrazione di dette reti è ottenuta tramite l'utilizzo di ripetitori radio detti Pivot, situati in aree in visibilità radio con le reti da integrare, aventi funzioni specifiche di deposito/scambio dati.

L'attuale configurazione della rete di monitoraggio è costituita da quattro sottoreti radio, operanti in banda UHF ed in parallelo, di cui tre dedicate all'acquisizione dei dati dalle stazioni periferiche ed una dedicata allo scambio dati con i centri secondari del sistema; in particolare la rete è composta da:

- tre sottoreti stazioni (denominate sottorete Bologna-350, sottorete Bologna-950, sottorete Bologna-875) adibite alla sola raccolta dati dalle stazioni di misura di detta sottorete;
- una sottorete di scambio dati (sottorete Bologna-375 detta anche Bologna-SCAMBIO) adibita al solo scambio dati della centrale di controllo con le altre centrali secondarie del sistema e con le reti degli enti collegati.

I dati rilevati dalla rete vengono inoltre già inviati al DPC nell'ambito della rete nazionale dei CFD.

In allegati al presente è consultabile la consistenza e configurazione della rete di monitoraggio "Allegato_01_Emil-Romagna_Consistenza rete Emilia-Romagna", lo schema radio della rete "Allegato_02_Emil-Romagna_A Schema rete radio Emilia-Romagna" e i protocolli rete "Allegato_03_Emil-Romagna_Protocolli rete Emilia Romagna"

Gli interventi prevedono sia l'ammodernamento tecnologico dell'attuale rete in telemisura sopra descritta sia un ampliamento della rete stessa per consentire un monitoraggio più efficace su un territorio che si prefigura orograficamente complesso. Lo scopo è quello di consentire e migliorare il

regolare svolgimento delle attività di monitoraggio idro-meteorologico, specialmente in caso di emergenze legate al rischio idrogeologico e idraulico per finalità di allertamento e mitigazione del rischio per la popolazione nelle situazioni di preallerta, attenzione, preallarme, allarme ed emergenza idro-meteorologica.

A tale scopo sono previsti:

- l'ammodernamento della rete e l'ottimizzazione della rete comprendente:
 - ♦ aggiornamento degli apparati di trasmissione radio in dotazione alle stazioni i ripetitori, alle centrali di controllo e alle centrali secondarie esistenti nella rete, con integrazione degli apparati necessari alla realizzazione di una quarta sottorete per la gestione dei dati acquisiti dalle stazioni periferiche;
 - ♦ aggiornamento dell'unità di acquisizione (datalogger) in dotazione alle stazioni periferiche più datate
 - ♦ aggiornamento/integrazione degli apparati di comunicazione xG alle stazioni periferiche;
 - ♦ aggiornamento dei sistemi di alimentazione in dotazione alle stazioni periferiche;
 - ♦ aggiornamento dei sensori pluviometrici, idrometrici, termometrici e in generale meteorologici di alcuni sensori di vecchia generazione;
 - ♦ integrazione sensori idrometrici e meteorologici su stazioni esistenti;
 - ♦ aggiornamento/integrazione strutture di supporto;
 - ♦ spostamento di alcune stazioni della rete;
- l'ampliamento della rete di monitoraggio idrometrica;
- l'ampliamento della rete monitoraggio meteorologica;
- l'integrazione in diversi siti di sonde CRNS (sensori di neutroni da raggi cosmici) per stimare l'umidità del suolo su aree estese;
- l'incremento del numero di ripetitori radio per consentire una maggior copertura del territorio in relazione all'ampliamento della rete richiesto e alla creazione di una quarta sottorete di gestione delle stazioni periferiche;

Si specifica inoltre che le stazioni attualmente dotate di moduli solo per la trasmissione in UHF, dovranno essere integrate con moduli di trasmissione xG. Il vettore radio UHF è il sistema primario di comunicazione per le stazioni, il sistema xG ha il ruolo di backup al sistema radio e può essere utilizzato per attività di telecontrollo avanzate (es. aggiornamento firmware da remoto).

La modalità di trasmissione dei dati via radio UHF dovrà essere possibile sia tramite ciclo di chiamate (polling) periodiche automatiche dalla centrale di controllo con dato periodo di polling, sia tramite interrogazione manuale delle stazioni in tempo reale da parte di un operatore abilitato. Gli interventi dovranno essere realizzati in modo da assicurare per il sistema complessivo adeguato, un tempo di ciclo della rete (polling) inferiore o pari a 15 minuti primi, come attualmente garantito dal sistema. Entro tale tempo dovrà pertanto essere assicurata l'acquisizione presso i server della centrale di controllo, dei dati rilevati da tutte le stazioni di monitoraggio a campo della rete, sia di quelle esistenti e non oggetto di aggiornamento che di quelle aggiornate. Dovranno inoltre essere mantenute tutte le attuali funzionalità di scambio dati.

6.5.2.4.1 Ammodernamento e ottimizzazione della rete

Le attività di aggiornamento della rete di monitoraggio riguardano la sostituzione delle seguenti categorie di componenti:

- aggiornamento degli apparati di trasmissione radio in dotazione alle stazioni i ripetitori, alle centrali di controllo e alle centrali secondarie esistenti nella rete, con integrazione degli apparati necessari alla realizzazione di una quarta sottorete per la gestione dei dati acquisiti dalle stazioni periferiche;
- aggiornamento dell'unità di acquisizione (datalogger) in dotazione limitatamente ad alcune delle stazioni periferiche più datate;

- aggiornamento/integrazione degli apparati di comunicazione xG alle stazioni periferiche;
- aggiornamento dei sistemi di alimentazione in dotazione alle stazioni periferiche;
- aggiornamento di sensori pluviometrici, idrometrici, termometrici e in generale meteorologici di vecchia generazione su stazioni esistenti;
- integrazione sensori idrometrici, meteorologici e del suolo su stazioni esistenti;
- integrazione di webcam su stazioni esistenti;
- aggiornamento/integrazione strutture di supporto;
- sostituzione/integrazione di alcuni contenitori esistenti;
- spostamento di una stazione esistente della rete;

A ciò vanno aggiunte tutte le attività di messa in esercizio della rete di monitoraggio aggiornata e tutte le azioni necessarie ad assicurare la coesistenza ed il corretto funzionamento della parte di rete di monitoraggio esistente durante l'avanzamento lavori. Tutte le componenti indicate si intendono fornite e messe in opera complete di tutte le parti e gli accessori necessarie allo svolgimento delle funzioni richieste.

6.5.2.4.1.1 *Aggiornamento/integrazione di nuovi apparati di trasmissione radio*

L'attuale rete di monitoraggio regionale è strutturata in quattro sottoreti radio, operanti su frequenze distinte, in modo da parallelizzare le attività e ridurre le tempistiche di acquisizione e di redistribuzione dei dati. In particolare, tre delle sottoreti sono dedicate esclusivamente all'acquisizione dati dalle stazioni periferiche di misura presenti sul territorio regionale, mentre la quarta sottorete è dedicata unicamente alla redistribuzione dei dati alle varie centrali secondarie collegate al sistema regionale ed agli interscambi dati con le reti di monitoraggio delle Regioni e degli Enti limitrofi.

L'attuale rete è composta da stazioni, ripetitori e quadri radio (di centrale), equipaggiati con radiomodem UHF di differente tecnologia e diverso grado di obsolescenza; le attuali dotazioni di radiomodem comportano tempi di ciclo per l'acquisizione dati dalle stazioni dell'intero sistema, pari a 15 minuti, non più comprimibili, e che ne limitano l'ulteriore espandibilità. Le stazioni esistenti della rete sono già praticamente tutte dotate di datalogger di ultima generazione, per le quali non è pertanto da prevedersi alcuna sostituzione.

Si prevede pertanto l'adeguamento del sistema trasmissivo in uso, consistente nella sostituzione completa di tutti gli apparati radio esistenti in dotazione a stazioni periferiche, ai ripetitori e ai quadri radio di centrale finalizzato a predisporre un sistema maggiormente efficiente, interoperabile e basato su protocolli di comunicazioni aperti.

Al fine di velocizzare l'acquisizione dei dati durante il ciclo di polling, si prevede inoltre la riprogettazione della rete radio, passando dall'attuale struttura a quattro sottoreti ad una nuova struttura a cinque sottoreti. In particolare, al termine dell'intervento la nuova rete dovrà essere composta da quattro sottoreti dedicate all'acquisizione dati dalle sole stazioni ed una sottorete dedicata alla redistribuzione dei dati alle centrali secondarie del sistema e per lo scambio dati con le reti di monitoraggio di Regioni e Enti limitrofi.

L'intervento dovrà prevedere l'inserimento dei nuovi ripetitori e dei nuovi quadri radio (previsti al § 6.5.2.4.8) necessari a creare la nuova sottorete nell'ambito della nuova struttura a cinque sottoreti ed a sanare eventuali situazioni che a seguito degli aggiornamenti e dell'aggiunta di nuove stazioni dovessero risultare con segnale radio marginale o assente. Per quanto riguarda i nuovi ripetitori della rete e i nuovi quadri radio delle centrali di Bologna e Parma, dovranno essere forniti i gruppi filtro e le schede di gestione necessarie.

Dovranno quindi essere forniti e installati su tutti i siti che compongono la rete nuovi apparati radio relative della tipologia 1, le cui caratteristiche minime sono riportate al successivo § 6.5.3.1.4.1. È inoltre richiesta l'integrazione del nuovo modulo radio sulle stazioni attualmente sprovviste indicate nell'allegato "Consistenza interventi".

I nuovi apparati dovranno consentire una maggiore ottimizzazione dei tempi di acquisizione consentendo quindi gli ampliamenti previsti, la minimizzazione dei tempi di fuori servizio e nuove funzionalità in termini di facilità di configurazione, telegestione e diagnostica.

In aggiunta alle frequenze radio attualmente in uso, dovrà pertanto essere utilizzata una nuova frequenza aggiuntiva dedicata alla nuova sottorete in progetto.

L'intervento dovrà comunque preservare l'attuale funzionalità H24 della rete in ogni condizione ambientale e mantenere inalterati tutti gli scambi dati in essere.

Gli apparati ricetrasmittivi devono essere omologati dal Ministero delle Comunicazioni e perfettamente conformi alle specifiche previste dalla vigente legislazione in materia. I collegamenti tra le nuove radio e ogni apparato della rete (datalogger e apparati di centrale) dovranno avvenire tramite protocolli ed interfacce standard, ossia ampiamente riconosciuti a livello internazionale, pubblicamente disponibili, ed utilizzati sul mercato da più produttori e in particolare a livello di rete dovrà essere utilizzato il protocollo IP.

Sono consentiti eventuali protocolli proprietari tra radio e radio "in aria", purché di produttori noti e diffusi a livello internazionale, ovvero implementati in prodotti disponibili sul mercato europeo tramite più distributori e/o rivenditori, ed a condizione che la rete di trasmissione radio sia del tutto trasparente al datalogger.

6.5.2.4.1.2 Aggiornamento delle unità di acquisizione (datalogger)

Un numero limitato di stazioni in uso, non ad oggi integrate nell'ambito della rete di monitoraggio radio regionale, è basato sull'utilizzo di datalogger con tecnologia obsoleta. Per tali stazioni è ritenuto necessario prevedere un aggiornamento tecnologico per implementare nuove evolute funzionalità ed integrarle nell'ambito della rete radio in corso di aggiornamento, consentendo un orizzonte temporale di utilizzo a lungo termine.

Nell'allegato "Consistenza interventi" sono indicate le stazioni della rete per le quali dovrà essere sostituito il datalogger esistente con un nuovo datalogger conforme a quanto specificato al § 6.5.3.1.1 prevedendo l'aggiornamento della sensoristica esistente e di cui è espressamente richiesta la sostituzione, al fine di allineare le performance a quelle dei datalogger di più recente fornitura già utilizzati nel sistema ed aventi un adeguato livello prestazionale.

I nuovi datalogger dovranno poter operare in situ in modo continuo (24 ore al giorno, 7 giorni alla settimana senza standby) e in modalità non presidiata, alloggiati nei contenitori già presenti o di nuova fornitura dove previsto.

I nuovi datalogger dovranno essere in grado di rilevare e acquisire, a scadenze prefissate o su richiesta estemporanea, i dati monitorati dai sensori connessi, sia già esistenti nel sito che di nuova fornitura.

6.5.2.4.1.3 Aggiornamento dei sistemi di alimentazione a celle solari delle stazioni periferiche

Nell'allegato "Consistenza interventi" è riportato un elenco delle stazioni della rete per le quali è prevista la necessità di aggiornamento/integrazione del sistema di alimentazione a celle solari. Per queste stazioni è richiesto quindi l'adeguamento degli apparati di alimentazione con l'aggiornamento o l'integrazione dei sistemi di alimentazione a celle solari ottenuto tramite la sostituzione delle attuali celle solari con celle da almeno 50 W aventi le caratteristiche tecniche minime riportate al successivo § 6.5.3.1.2.

Il pannello fotovoltaico dovrà essere posizionato nel punto di collocazione dell'esistente con orientamento e angolazione ideali per garantire la massima producibilità per le latitudini del territorio regionale. Il pannello fotovoltaico dovrà essere comprensivo di cavi elettrici, connettori e qualsiasi altro componente necessario a garantire con continuità l'alimentazione e la funzionalità della stazione e delle dotazioni accessorie.

6.5.2.4.1.4 Aggiornamento dei sistemi di alimentazione da rete elettrica

Nell'allegato "Consistenza interventi" è riportato un elenco delle stazioni della rete per le quali è prevista la necessità di aggiornamento del sistema di alimentazione da rete elettrica. Per queste stazioni è richiesto quindi l'adeguamento degli apparati di alimentazione con l'aggiornamento dei sistemi di alimentazione ottenuto tramite la sostituzione delle attuali apparati aventi le caratteristiche tecniche minime riportate al successivo § 6.5.3.1.3.

6.5.2.4.1.5 Integrazione/aggiornamento di modulo xG

Il modulo GPRS/UMTS/LTE viene previsto per tutte le stazioni della rete come sistema di comunicazione aggiuntivo al modulo radio in banda UHF. Nell'allegato "Consistenza interventi" è riportato un elenco delle stazioni della rete con l'indicazione per diverse di queste della necessità di integrazione del modulo xG o eventualmente se già presente di aggiornamento dell'esistente. Il modulo dovrà avere le caratteristiche tecniche riportate al successivo § 6.5.3.1.5 e dovrà acquisire i dati dalle stazioni periferiche e trasmetterli alla Centrale di controllo, utilizzando l'infrastruttura GPRS e/o LTE fornita da uno dei gestori della rete pubblica, presente in loco. Gli apparati GPRS/UMTS/LTE da installare sulle singole stazioni dovranno essere completi di antenna esterna e di tutti gli accessori di installazione specifici, in modo da fornire l'integrazione nelle modalità "chiavi in mano".

6.5.2.4.1.6 Aggiornamento di sensori

È richiesta la sostituzione in diverse stazioni di alcune tipologie di sensori di vecchia generazione come indicato nell'allegato "Consistenza interventi" al fine di allineare le performance degli stessi a quelle dei sensori di più recente fornitura già utilizzati nel sistema ed aventi un adeguato livello prestazionale o a quelle di sensori presenti sul mercato di più recente progettazione e con livelli prestazionali o funzionali superiori a quelli esistenti.

In particolare, gli interventi di aggiornamento richiesti sono di seguito elencati:

- Aggiornamento pluviometri: la rete è composta da sensori pluviometrici di differente livello tecnologico, alcuni dei quali di vecchia generazione. L'aggiornamento si rende necessario per uniformare la rete, installando sensori di nuova generazione che, oltre ad essere più performanti in termini di precisione (secondo la norma UNI 17277:2020), campo di misura e tipologia di misura (oltre alla cumulata forniscono anche il valore di intensità di pioggia), sono dotati di interfaccia e protocolli standard e di sistemi di diagnostica che consentono di ridurre i tempi di fuori servizio. L'intervento prevede anche l'aggiornamento di alcuni sensori presenti in versione riscaldata.
- Aggiornamento barometri: si ritiene necessario aggiornare il sensore barometrico con strumento di tecnologia moderna che offre migliori prestazioni;
- Aggiornamento termoigrometri: si ritiene necessario aggiornare i sensori termoigrometrici con strumenti di tecnologia moderna che offrono migliori prestazioni.
- Aggiornamento radiometri: si ritiene necessario aggiornare il sensore di radiazione globale con strumento di tecnologia moderna che offre migliori prestazioni.
- Aggiornamento idrometri: si ritiene necessario aggiornare i sensori idrometrici con strumento di tecnologia moderna a tecnologia radar che offre migliori prestazioni.

Le specifiche tecniche minime dei nuovi sensori sono riportate al successivo § 6.5.3.2.

6.5.2.4.1.7 Integrazioni di sensori e webcam su stazioni esistenti

Si prevede la fornitura e l'installazione di diversi nuovi sensori per il monitoraggio in tempo reale delle variabili ambientali al fine di ottenere l'integrazione e adeguamento della strumentazione di misura per diverse stazioni della rete come indicato nell'allegato "Consistenza interventi". Nello specifico è richiesta l'integrazione di:

Per i sensori idrometrici, l'ubicazione precisa dei sensori dovrà essere definita nella posizione individuata nell'allegato "Consistenza interventi" ed il collegamento con la stazione dovrà avvenire per mezzo della fornitura di apparati di comunicazione wireless dotati di adeguata antenna.

Per le webcam sarà necessario individuare il posizionamento ottimale per garantire la migliore inquadratura possibile.

Per ogni tipologia di nuovo sensore e apparato wireless fornito deve essere garantita la compatibilità delle connessioni con gli standard presenti sui datalogger esistenti. Dovranno essere inoltre preservate le infrastrutture esistenti (contenitori, opere edili, pali e supporti), integrando solo gli accessori necessari per la corretta installazione dei nuovi sensori come ad esempio braccetti di supporto, collari, staffa di supporto sensore idrometrico, ecc.

Dovranno essere forniti i cavi elettrici di connessione, le guaine di protezione degli stessi, le eventuali scatole di derivazione, i sistemi di protezione dalle sovratensioni e le morsettiere di connessione e realizzati tutti i cablaggi necessari per consegnare i sensori e gli apparati wireless correttamente funzionanti e pronti all'uso. I sensori oggetto della fornitura devono essere accompagnati da idoneo documento di certificazione e di calibrazione.

6.5.2.4.1.8 Spostamento di stazioni

Per la stazione indicata Nell'allegato "Consistenza interventi" è previsto lo spostamento dall'attuale sito in nuovo. L'ubicazione precisa del punto di reinstallazione delle stazioni dovrà essere identificata nell'intorno del punto di coordinata indicato dall'Amministrazione. L'intervento comprende lo smontaggio di tutti gli apparati e le impiantistiche esistenti nell'attuale sito e lo smaltimento a discarica autorizzata di quanto non riutilizzabile nel nuovo sito.

Dovranno essere realizzate nel nuovo sito tutte le lavorazioni necessarie di aggiornamento delle strutture per come descritto al successivo § 6.5.2.4.1.10, le impiantistiche e i cablaggi tra i sensori e l'unità di acquisizione e forniti tutti gli accessori necessari per garantire il corretto funzionamento delle stazioni nel nuovo sito individuato.

6.5.2.4.1.9 Sostituzioni contenitori

Nell'allegato "Consistenza interventi" è riportato un elenco delle stazioni della rete con l'indicazione per diverse di queste della necessità di sostituzione di contenitore esistente con nuovo contenitore o di integrazione di nuovo contenitore. Per queste stazioni è necessaria la sostituzione dei contenitori esistenti o l'integrazione con nuovi contenitori, con caratteristiche tecniche riportate al § 6.5.3.3.1, in acciaio di classe IP65, isolati termicamente, muniti di serratura e atti ad assicurare la migliore protezione da atti vandalici. Il contenitore deve essere dotato di dispositivo che eviti la condensazione interna. Nello stesso vano dovranno poter essere alloggiati diversi dispositivi di sistema, tra cui il datalogger, la batteria, il modulo xG e il modulo radio UHF e comunque quanto già oggi presente nel contenitore da sostituire.

6.5.2.4.1.10 Aggiornamento/integrazione di strutture di supporto

L'integrazione di nuovi sensori o nuovi apparati e lo spostamento di stazioni prevedono per diversi siti la realizzazione o il rifacimento delle strutture di supporto in accordo con quanto indicato nell'allegato "Consistenza interventi". In particolare, a seconda dei casi è prevista la fornitura di nuovi pali (6 metri, 2 metri o 10 metri ribaltabili) e nuove strutture di supporto per gli idrometri e la realizzazione delle relative opere civili. Le caratteristiche tecniche delle strutture richieste sono riportate al successivo paragrafo 6.5.3.3.

L'attività comprende tutte le lavorazioni necessarie, le opere per il posizionamento ed ancoraggio dei pali e degli sbracci di supporto previsti, ivi compresi la realizzazione di cavidotti e pozzetti, gli eventuali scavi, lo smaltimento a discarica autorizzata e ogni altro onere.

6.5.2.4.2 Ampliamento della rete di monitoraggio idrometrica

Al fine di ampliare il quadro conoscitivo delle condizioni idrometriche del territorio, si prevede il potenziamento della rete di monitoraggio esistente, consistente nella fornitura, installazione ed inserimento nella suddetta rete di monitoraggio di nuove stazioni di monitoraggio idrometrico. Nell'allegato "Consistenza interventi" è riportato un elenco delle località in cui è prevista l'installazione delle suddette stazioni. L'ubicazione precisa del punto di installazione delle nuove

stazioni previste dovrà essere identificata nell'intorno del punto di coordinata indicato per ciascuna stazione. Le installazioni dovranno essere realizzate accuratamente secondo criteri di ottimizzazione della misura e preventivamente alla loro installazione dovranno essere autorizzate dall'Amministrazione.

Le stazioni idrometriche previste dovranno essere di tipo automatico, in grado di rilevare a scadenze prefissate i dati monitorati dai sensori connessi e trasmettere gli stessi alla Centrale di Controllo. Tutte le stazioni dovranno essere equipaggiate con doppio sistema di comunicazione, uno primario basato sul sistema radio in banda UHF e uno di backup basato su sistema xG.

Le stazioni dovranno essere equipaggiate almeno con le seguenti componenti:

- n.1 unità di acquisizione con modulo di registrazione locale dei dati sia in memoria residente nell'unità stessa che su supporto estraibile, completa di contenitore da esterno in acciaio con fascia di blindatura;
- n.1 modulo di alimentazione a celle solari e batteria tampone;
- n.1 modulo di comunicazione radio in banda UHF della tipologia 1;
- n.1 modulo di comunicazione xG;
- n.1 sensore idrometrico di tipo radar o ultrasuono o piezometrico, come specificato per ciascuna singola stazione, nell'allegato "Consistenza interventi";
- n.1 sensore di velocità idrica superficiale, per le sole stazioni specificate nell'allegato "Consistenza interventi";
- n.1 webcam, per le sole stazioni specificate nell'allegato "Consistenza interventi";
- asta idrometrica di adeguata lunghezza, come specificato nell'allegato "Consistenza interventi".

Le stazioni dovranno essere dotate di idonea struttura di supporto per l'installazione consistente in:

- palo di sostegno di 6 metri per l'installazione dell'unità di acquisizione, della cella solare e dell'antenna, su piano campagna tramite plinto di fondazione in calcestruzzo dimensionato opportunamente per mantenere in stabilità la stazione o, in alternativa, in funzione della migliore soluzione ritenuta utile, tramite staffatura diretta a manufatto esistente;
- nel caso di sensore idrometrico radar o ad ultrasuoni, staffa di supporto sensore a sbalzo, in acciaio zincato a caldo, da installarsi su piano campagna o, in alternativa, in funzione della migliore soluzione ritenuta utile, tramite staffatura diretta a manufatto esistente;
- nel caso di sensore idrometrico a pressione, tubo guida di supporto sensore a immersione, da installarsi su lato arginale o, in funzione della migliore soluzione ritenuta utile, tramite staffatura diretta a manufatto esistente;
- cavidotti di collegamento tra i sensori e l'unità di acquisizione, interrati o a muro a seconda dei casi, costituiti da apposita guaina di protezione, con cavi di collegamento passanti nella stessa e internamente ai pali, per consentire la massima protezione dagli agenti esterni;
- braccetti e staffe per il supporto dei sensori;
- tutti gli accessori necessari per l'installazione al fine di fornire le stazioni nelle modalità chiavi in mano.

Le nuove apparecchiature dovranno essere caratterizzate dalle specifiche tecniche e funzionali minime riportate nel successivo § 6.5.3.

6.5.2.4.3 Ampliamento della rete monitoraggio termopluviometrica

Al fine di ampliare il quadro conoscitivo delle condizioni termopluviometriche del territorio, si prevede il potenziamento della rete di monitoraggio esistente, consistente nella fornitura, installazione ed inserimento nella suddetta rete di monitoraggio di nuove stazioni di monitoraggio pluviometrico e termopluviometrico. Nell'allegato "Consistenza interventi" è riportato un elenco delle località in cui è prevista l'installazione delle suddette stazioni. L'ubicazione precisa del punto di installazione delle nuove stazioni previste dovrà essere identificata nell'intorno del punto di coordinata indicato per

ciascuna stazione. Le installazioni dovranno essere realizzate accuratamente secondo criteri di ottimizzazione della misura e preventivamente alla loro installazione dovranno essere autorizzate dall'Amministrazione.

Le stazioni termopluviometriche previste dovranno essere di tipo automatico, in grado di rilevare a scadenze prefissate i dati monitorati dai sensori connessi e trasmettere gli stessi alla Centrale di Controllo. Tutte le stazioni dovranno essere equipaggiate con doppio sistema di comunicazione, uno primario basato sul sistema radio in banda UHF e uno di backup basato su sistema xG.

Le stazioni dovranno essere equipaggiate almeno con le seguenti componenti:

- n.1 unità di acquisizione con modulo di registrazione locale dei dati sia in memoria residente nell'unità stessa che su supporto estraibile, completa di contenitore da esterno in acciaio con fascia di blindatura;
- n.1 modulo di alimentazione a celle solari e batteria tampone o, in alternativa, solo dove espressamente previsto (allegato "Consistenza interventi") modulo di alimentazione da rete elettrica e batteria tampone;
- n.1 modulo di comunicazione radio in banda UHF della tipologia 1;
- n.1 modulo di comunicazione xG;
- n.1 sensore pluviometrico (riscaldato dove richiesto);
- n.1 sensore termoigrometrico;

Le stazioni dovranno essere dotate di idonea struttura di supporto per l'installazione consistente in:

- struttura autoportante costituita da un palo di sostegno da 2 metri con una zavorra in cemento per garantirne la stabilità, in grado di supportare l'installazione dell'unità di acquisizione, della cella solare, dell'antenna, del sensore pluviometrico e del sensore termoigrometrico;
- in alternativa alla struttura autoportante, dove previsto nell'allegato "Consistenza interventi", palo di sostegno di 6 metri per l'installazione dell'unità di acquisizione, della cella solare, dell'antenna e palo di sostegno di 2 metri per l'installazione di sensore pluviometrico e termoigrometrico; entrambi i pali sono da prevedersi su piano installati tramite plinto di fondazione in calcestruzzo dimensionato opportunamente o tramite staffatura diretta a manufatto esistente, in funzione della migliore soluzione ritenuta utile;
- cavidotti di collegamento tra i sensori e l'unità di acquisizione, interrati o a muro dove previsti ed a seconda dei casi, costituiti da apposita guaina di protezione, con cavi di collegamento passanti nella stessa e internamente ai pali, per consentire la massima protezione dagli agenti esterni;
- braccetti e staffe per il supporto dei sensori;
- tutti gli accessori necessari per l'installazione al fine di fornire le stazioni nelle modalità chiavi in mano.

Le nuove apparecchiature dovranno essere caratterizzate dalle specifiche tecniche e funzionali minime riportate nel successivo § 6.5.3.

6.5.2.4.4 Ampliamento della rete monitoraggio meteorologica

Al fine di ampliare il quadro conoscitivo delle condizioni meteorologiche del territorio, si prevede il potenziamento della rete di monitoraggio esistente, consistente nella fornitura, installazione ed inserimento nella suddetta rete di monitoraggio di nuove stazioni di monitoraggio meteorologico. Nell'allegato "Consistenza interventi" è riportato un elenco delle località in cui è prevista l'installazione delle suddette stazioni. L'ubicazione precisa del punto di installazione delle nuove stazioni previste dovrà essere identificata nell'intorno del punto di coordinata indicato per ciascuna stazione. Le installazioni dovranno essere realizzate accuratamente secondo criteri di ottimizzazione della misura e preventivamente alla loro installazione dovranno essere autorizzate dall'Amministrazione.

Le stazioni meteorologiche previste dovranno essere di tipo automatico, in grado di rilevare a scadenze prefissate i dati monitorati dai sensori connessi e trasmettere gli stessi alla Centrale di

Controllo. Tutte le stazioni dovranno essere equipaggiate con doppio sistema di comunicazione, uno primario basato sul sistema radio in banda UHF e uno di backup basato su sistema xG.

Le stazioni dovranno essere equipaggiate almeno con le seguenti componenti:

- n.1 unità di acquisizione con modulo di registrazione locale dei dati sia in memoria residente nell'unità stessa che su supporto estraibile, completa di contenitore da esterno in acciaio con fascia di blindatura;
- n.1 modulo di alimentazione a celle solari e batteria tampone;
- n.1 modulo di comunicazione radio in banda UHF della tipologia 1;
- n.1 modulo di comunicazione xG;
- n.1 pluviometro;
- n.1 termoigrometro aria;
- n.1 barometro (solo per alcune stazioni specificate nell'allegato "Consistenza interventi");
- n.1 anemometro a ultrasuoni;
- n.1 sensore di radiazione globale (solo per alcune stazioni specificate nell'allegato "Consistenza interventi").

Le stazioni di tipo meteorologiche di tipo sinottico (specificate nell'allegato "Consistenza interventi") dovranno essere dotate di idonea struttura di supporto per l'installazione consistente in:

- struttura autoportante costituita da un palo di sostegno da 2 metri con una zavorra in cemento per garantirne la stabilità su tetto di edificio, in grado di supportare l'installazione dell'unità di acquisizione, della cella solare, dell'antenna, del sensore barometrico, del sensore pluviometrico e del sensore termoigrometrico;
- palo di sostegno di altezza adeguata, massimo 6 metri, per l'installazione del sensore anemometrico da staffarsi a manufatto esistente su tetto di edificio;
- cavidotti di collegamento tra i sensori e l'unità di acquisizione a muro, costituiti da apposita guaina di protezione, con cavi di collegamento passanti nella stessa e internamente ai pali, per consentire la massima protezione dagli agenti esterni;
- braccetti e staffe per il supporto dei sensori;
- tutti gli accessori necessari per l'installazione al fine di fornire le stazioni nelle modalità chiavi in mano.

Le altre stazioni di tipo meteorologico (non sinottiche) dovranno essere dotate di idonea struttura di supporto per l'installazione consistente in:

- palo di sostegno di 10 metri ribaltabile per l'installazione dell'unità di acquisizione, della cella solare e dell'antenna, su piano campagna tramite plinto di fondazione in calcestruzzo dimensionato opportunamente per mantenere in stabilità la stazione;
- palo di sostegno di 2 metri per l'installazione di sensori, su piano campagna tramite plinto di fondazione in calcestruzzo dimensionato;
- cavidotti di collegamento tra i sensori e l'unità di acquisizione, interrati o a muro dove previsti ed a seconda dei casi, costituiti da apposita guaina di protezione, con cavi di collegamento passanti nella stessa e internamente ai pali, per consentire la massima protezione dagli agenti esterni;
- braccetti e staffe per il supporto dei sensori;
- tutti gli accessori necessari per l'installazione al fine di fornire le stazioni nelle modalità chiavi in mano.

Le nuove apparecchiature dovranno essere caratterizzate dalle specifiche tecniche e funzionali minime riportate nel § 6.5.3 del presente progetto.

6.5.2.4.5 Ampliamento della rete monitoraggio umidità suolo

Al fine di ampliare il quadro conoscitivo delle condizioni di umidità suolo del territorio, oltre alla sensoristica CRNS e di umidità suolo puntuale, prevista ad integrazione di stazioni esistenti, si prevede la fornitura, installazione ed inserimento nella rete di monitoraggio regionale di una nuova stazione di monitoraggio di umidità del suolo meteorologico. Nell'allegato "Consistenza interventi" è riportata l'ubicazione in cui è prevista l'installazione della suddetta stazione. L'ubicazione precisa del punto di installazione delle nuove stazioni previste dovrà essere identificata nell'intorno del punto di coordinata indicato. Le installazioni dovranno essere realizzate accuratamente secondo criteri di ottimizzazione della misura e preventivamente alla loro installazione dovranno essere autorizzate dall'Amministrazione.

La stazione prevista dovrà essere di tipo automatico, in grado di rilevare a scadenze prefissate i dati monitorati dai sensori connessi e trasmettere gli stessi alla Centrale di Controllo. La stazione dovrà essere equipaggiata con doppio sistema di comunicazione, uno primario basato sul sistema radio in banda UHF e uno di backup basato su sistema xG.

La stazione dovrà essere equipaggiata almeno con le seguenti componenti:

- n.1 unità di acquisizione con modulo di registrazione locale dei dati sia in memoria residente nell'unità stessa che su supporto estraibile, completa di contenitore da esterno in acciaio con fascia di blindatura;
- n.1 modulo di alimentazione a celle solari e batteria tampone;
- n.1 modulo di comunicazione xG;
- n.3 sensori di umidità del suolo a diverse profondità.

La stazione dovrà essere dotata di idonea struttura di supporto per l'installazione consistente in:

- palo di sostegno di altezza 2 metri per l'installazione dell'unità di acquisizione, della cella solare, dell'antenna, tramite plinto di fondazione in calcestruzzo dimensionato opportunamente per mantenere in stabilità la stazione;
- cavidotti di collegamento tra i sensori e l'unità di acquisizione, interrati, costituiti da apposita guaina di protezione, con cavi di collegamento passanti nella stessa e internamente ai pali, per consentire la massima protezione dagli agenti esterni;
- tutti gli accessori necessari per l'installazione al fine di fornire le stazioni nelle modalità chiavi in mano.

Le nuove apparecchiature dovranno essere caratterizzate dalle specifiche tecniche e funzionali minime riportate nel § 6.5.3 del presente progetto.

6.5.2.4.6 Ampliamento della rete con sistemi di monitoraggio dei profili idraulici di piena in tratto arginato di pianura

L'intervento prevede la realizzazione di un sistema di rilevamento in tempo reale dei profili idraulici di piena in tempo reale in un tratto del fiume Reno, compreso tra due stazioni idrometriche successive: Casalecchio Tiro a Volo e Bonconvento. Il sistema è composto da una serie ordinata di sensori piezometrici di semplice installazione con appositi tubi guida, posizionati alternativamente in sponda destra (DX) e sinistra (SX), e opportunamente distanziati per rappresentare il profilo idraulico di piena su argine DX e SX. Lo scopo è quello di monitorare soltanto i livelli idrometrici più alti e che abbracciano un franco di almeno 3 m rispetto alla sommità arginale.

Indicativamente saranno da utilizzarsi distanze tra i sensori compresi tra 300 metri e 500 metri, seguendo le sezioni topografiche di rilievo fluviale esistenti. Per questi sensori non è stata indicata una coordinata specifica di installazione, in quanto la stessa dipenderà dalla visibilità radio reciproca dei vari punti lungo il tratto e alle indicazioni di progetto; resta pertanto necessaria la determinazione del punto esatto di installazione.

Ciascun piezometro dovrà misurare il livello idrometrico durante la fase di piena, non serve quindi che lo stesso fornisca la misura in magra; per tale motivo il sensore piezometrico dovrà essere

posizionato al massimo ad una distanza massima 3 o 4 metri dalla sommità arginale. In sommità arginale sono previsti i sistemi elettronici e di ricovero come palo stazione, contenitore, sistema di alimentazione a cella solare, sistema di trasmissione wireless alla stazione di riferimento più vicina che si occuperà di acquisire il dato e trasmetterlo alla centrale di controllo e opportuno chiodo di livellazione geostazionabile.

Per l'acquisizione wireless dei dati dei nuovi piezometri, oltre all'utilizzo delle stazioni già esistenti che delimitano il tratto di interesse, ovvero della stazione idrometrica di Casalecchio Tiro a Volo e della stazione idrometrica di Bonconvento, si prevede l'utilizzo di massimo due nuove stazioni di collegamento wireless e raccolta intermedie.

A tale scopo, verrà previsto che le stazioni di Casalecchio Tiro a Volo e di Bonconvento siano dotate di moduli di collegamento wireless, mentre verrà previsto che le eventuali stazioni intermedie siano dotate di unità di acquisizione, di doppio sistema di trasmissione dati, radio UHF e mobile 2G/4G, di sistema di alimentazione a celle solari, di modulo di collegamento wireless verso i sensori piezometrici, di contenitore e struttura di supporto rilocabile con palo di altezza 2 metri. Le due nuove stazioni dovranno essere inserite nella rete radio del sistema regionale e dovranno inviare i dati al centro di controllo della rete sia tramite il sistema radio UHF che tramite il sistema 2G/4G.

In aggiunta, per completare il sistema di rilevamento del profilo di piena si prevede l'installazione, nelle vicinanze della stazione idrometrica di SP Bonconvento, di una nuova stazione permanente GNSS, da prevedersi ad integrazione del sistema di rilevamento dinamico altimetrico GNSS già in dotazione all'Amministrazione presso i siti di Cattolica, Cervia e Tagliata.

Occorrerà inoltre rilevare, con attrezzatura topografica GNSS, le quote dei chiodi associati a ciascun punto di monitoraggio suddetto, comprese le stazioni di riferimento a monte e a valle del tratto suddetto (Casalecchio Tiro a Volo e Bonconvento), nonché la quota della stazione permanente GNSS.

In sintesi, le postazioni di rilevamento piezometrico dovranno essere equipaggiate almeno con le seguenti componenti:

- n.1 modulo di trasmissione wireless verso la stazione di raccolta più vicina;
- n.1 sistema di alimentazione a cella solare di dimensione minima possibile;
- n.1 contenitore di alloggiamento dell'elettronica;
- n.1 sensore idrometrico a pressione;
- tubo guida di supporto sensore idrometrico a pressione, da installarsi su lato arginale o, in funzione della migliore soluzione ritenuta utile, tramite staffatura diretta a manufatto esistente;
- palo di sostegno di 2 metri per l'installazione dei sistemi elettronici in sommità arginale, su piano campagna tramite plinto di fondazione in calcestruzzo dimensionato opportunamente per mantenere in stabilità la postazione o, in alternativa, in funzione della migliore soluzione ritenuta utile, tramite staffatura diretta a manufatto esistente;
- opportuno chiodo di livellazione geostazionabile.

Per l'alimentazione delle postazioni piezometriche potrà essere utilizzato anche sistema alternativo a sola batteria, purché ne sia garantita una durata funzionale superiore a 6 mesi, in modo da consentire la loro sostituzione durante il ciclo ordinario della manutenzione che sarà previsto (non incluso nel presente progetto) per i sistemi in oggetto.

Le stazioni intermedie di raccolta dati dovranno essere equipaggiate almeno con le seguenti componenti:

- n.1 unità di acquisizione con modulo di registrazione locale dei dati sia in memoria residente nell'unità stessa che su supporto estraibile, completa di contenitore da esterno in acciaio con fascia di blindatura;
- n.1 modulo di alimentazione a celle solari e batteria tampone;
- n.1 modulo di comunicazione radio in banda UHF della tipologia 1;
- n.1 modulo di comunicazione xG;
- n.1 sistema di trasmissione wireless per la raccolta dati dai sensori piezometrici di riferimento.

Inoltre:

- n.1 modulo di trasmissione wireless verso la stazione di raccolta;
- n.1 sistema di alimentazione a cella solare di dimensione minima possibile;
- n.1 contenitore di alloggiamento dell'elettronica;
- n.1 sensore idrometrico a pressione;
- tubo guida di supporto sensore idrometrico a pressione, da installarsi su lato arginale o, in funzione della migliore soluzione ritenuta utile, tramite staffatura diretta a manufatto esistente;
- palo di sostegno di 2 metri per l'installazione dei sistemi elettronici in sommità arginale, su piano campagna tramite plinto di fondazione in calcestruzzo dimensionato opportunamente per mantenere in stabilità la postazione o, in alternativa, in funzione della migliore soluzione ritenuta utile, tramite staffatura diretta a manufatto esistente;
- opportuno chiodo di livellazione geostazionabile.

Le stazioni GNSS, da prevedersi in prossimità della stazione idrometrica di Bonconvento, dovrà essere in grado di produrre e inviare i dati sia in formato proprietario o RTCM che in formato RINEX (il cui formato sarà da concordare con l'Amministrazione) alla centrale di controllo per la loro successiva elaborazione. Le stazioni dovranno consentire l'invio dei dati in tempo reale e comunque con trasmissione del file giornaliero, in caso di interruzione del sistema di comunicazione durante il giorno, a fine giornata.

La stazione dovrà essere alloggiata in modo da avere l'antenna di ricezione di tipo geodetico collocata sulla sommità di un palo dotato sulla sommità di filettatura 5/8° whitworth, tale da garantire stabilità nel tempo e l'assenza di oscillazioni in condizioni climatiche normali. Dovrà essere collocata ad una altezza tale da non avere ostacoli significativi all'interno di un cono di 15°/20° dall'orizzonte. La stazione dovrà essere composta almeno dai seguenti elementi:

- ricevitore GNSS multifrequenza e multiconstellazione (GPS - GALILEO - GLONASS - BEIDOU) con relativa antenna, adatto per costituire una stazione permanente GNSS;
- modulo di alimentazione da rete elettrica a 220 V, con batteria tampone;
- modulo di comunicazione xG, completo di antenna, per la trasmissione dei dati alla centrale Arpa;
- box di contenimento in acciaio per le componenti di acquisizione, trasmissione ed alimentazione con grado di protezione almeno IP65 ed essere in acciaio;
- palo di sostegno di altezza 2 metri atto ad alloggiare il box di contenimento, l'antenna del sistema xG..

Le postazioni dovranno essere installate complete di tutti gli accessori necessari per l'installazione al fine di fornire le stazioni nelle modalità chiavi in mano.

Le nuove apparecchiature dovranno essere caratterizzate dalle specifiche tecniche e funzionali minime riportate nel successivo § 6.5.3.

6.5.2.4.7 Integrazioni di sonde CRNS

È richiesta l'integrazione in stazioni esistenti di sonde di umidità del suolo aventi le specifiche tecniche minime riportate al successivo § 6.5.3.2.19. Nell'allegato "Consistenza interventi" sono state indicate le stazioni per le quali si prevede di installare tali strumentazioni. Si informa che in fase esecutiva, su indicazione dell'Amministrazione, le ubicazioni delle stazioni potranno subire variazioni.

Nello specifico le sonde umidità del suolo da fornire ed integrare sono sonde CRNS (sensori di neutroni da raggi cosmici) in grado di stimare l'umidità del suolo su aree estese e costituiscono una migliore alternativa ai tradizionali dispositivi di monitoraggio di questi parametri. La tecnica CRNS si basa sulla rilevazione di neutroni naturali provenienti dal cosmo. I neutroni in arrivo sono molto veloci e, penetrando nel suolo, perdono energia a causa di successive collisioni principalmente con gli atomi di idrogeno (molecole di acqua) per poi disperdersi nell'atmosfera. I neutroni così dispersi provengono quindi soprattutto dall'umidità del suolo e poiché si disperdono su grandi distanze

nell'aria risultano utili a monitorare vaste aree. Nell'ambito del potenziamento dei sistemi della rete, si prevede quindi l'installazione di sonde basate sulla tecnologia CRNS, da integrarsi nei sistemi di acquisizione componenti la rete, per ampliare il pannello informativo della strumentazione di misura a campo.

Per ogni nuova sonda fornita deve essere garantita la compatibilità delle connessioni con gli standard presenti sui datalogger esistenti. Dovranno essere inoltre preservate le infrastrutture esistenti (contenitori, opere edili, pali e supporti), integrando solo gli accessori necessari per la corretta installazione dei nuovi sensori come ad esempio braccetti di supporto, collari, ecc.

Dovranno essere forniti i cavi elettrici di connessione, le guaine di protezione degli stessi, le eventuali scatole di derivazione, i sistemi di protezione dalle sovratensioni e le morsettiere di connessione e realizzare tutti i cablaggi necessari per consegnare i sensori correttamente funzionanti e pronti all'uso. I sensori oggetto della fornitura devono essere accompagnati da idoneo documento di certificazione e di calibrazione.

6.5.2.4.8 Nuovi ripetitori radio

Con il fine di estendere la copertura radio UHF del territorio per garantire tutti gli ampliamenti richiesti, per la creazione della quarta sottorete di acquisizione dati per le stazioni periferiche e nello stesso tempo per fornire eventuali percorsi alternativi ai collegamenti esistenti per aumentare la robustezza della rete, è richiesta la fornitura e installazione di nuovi ripetitori della tipologia 1. Tutti i nuovi ripetitori dovranno essere forniti in configurazione ridondata; quindi, occorre prevedere la fornitura e installazione in ciascun sito di un ripetitore principale e di un ripetitore riserva.

Il numero di nuovi ripetitori necessari e l'esatta collocazione degli stessi dovrà essere in particolare individuata, attraverso un apposito studio, con l'obiettivo di massimizzare la copertura radio per permettere gli ampliamenti e gli obiettivi richiesti.

I nuovi ripetitori, completi di adeguato sistema di alimentazione, gruppo filtri e antenne, dovranno essere realizzati con modalità "chiavi in mano" completi di fornitura, installazione delle apparecchiature e di ogni accessorio di installazione, in modo da garantirne la piena funzionalità. Le nuove apparecchiature dovranno essere caratterizzate dalle specifiche tecniche e funzionali minime riportate nel § 6.5.3.1.6.1 per i ripetitori di tipologia 1.

6.5.2.5 Rete Regione Friuli-Venezia Giulia

La Centrale di acquisizione a Palmanova (UD) della rete si trova nella sede della Protezione civile della Regione e acquisisce dati sia tramite rete radio proprietaria UHF (identificativi e coordinate dei siti sono riportati nel nell'allegato "Consistenza interventi") sia tramite modem xG, a seconda dei casi. La frequenza di acquisizione è di 15 minuti (polling da centrale via UHF) o di 5 minuti (push dalle stazioni via xG).

La rete radio è basata su 26 siti ripetitori, completamente ridondata (52 radio) e n.3 radiomodem di centrale, ridondata (n.6 radio). I terminali radio nelle stazioni sono collegati ai datalogger con protocollo MODBUS. La stazione memorizza i dati in formato ASCII strutturato e poi invia li stessi tramite i vettori UHF e xG. L'alimentazione elettrica delle stazioni è generalmente a pannello solare e nei casi ove disponibile tramite rete 220V. I Datalogger esistenti sono tutti di marca Siap+Micros, modello DA18K. La rete utilizza il software di acquisizione e gestione "Polaris" di Siap+Micros e gli apparati radio UHF sono apparati di marca SATEL Oy.

Gli interventi richiesti prevedono sia l'ammodernamento tecnologico degli apparati più datati per implementare nuove evolute funzionalità e offrire un orizzonte temporale di utilizzo più lungo, sia un ampliamento del monitoraggio introducendo anche nuove variabili. Lo scopo è quello di consentire e migliorare il regolare svolgimento delle attività di monitoraggio idro-meteorologico, specialmente in caso di emergenze legate al rischio idrogeologico e idraulico per finalità di allertamento e mitigazione del rischio per la popolazione nelle situazioni di preallerta, attenzione, preallarme, allarme ed emergenza idro-meteorologica.

A tale scopo sono previsti:

- l'ammodernamento della rete e l'ottimizzazione della rete comprendente:
- l'aggiornamento di sensori pluviometrici, anemometrici, termometrici e in generale meteorologici di vecchia generazione;
- l'integrazione su stazioni esistenti di nuovi nivometri, di pali termoneve e sensori di temperatura superficiale per incrementare i punti di misura di livello nivologico, anche a bassa quota, per massimizzare la conoscenza dei fenomeni nel dominio geografico;
- l'integrazione su stazioni esistenti di sensori umidità del suolo a 3 diverse profondità;
- l'integrazione su stazioni esistenti di telecamere IP;
- integrazione di nuovi sensori radar e di velocità superficiale su stazioni esistenti e ripristino e implementazione di aste idrometriche;
- l'aggiornamento/integrazione strutture di supporto;
- aggiornamento del sistema trasmissivo;
- l'ampliamento della rete monitoraggio nivometrica;
- l'ampliamento della rete di monitoraggio idrometrica;
- implementazione monitoraggio grandine;
- implementazione monitoraggio di profilo del vento;
- implementazione monitoraggio UV;
- implementazione stazione di monitoraggio mobile;
- l'incremento del numero di ripetitori radio per consentire una maggior copertura del territorio in relazione all'ampliamento della rete richiesto.

Gli interventi dovranno essere realizzati in modo da assicurare per il sistema complessivo adeguato, un tempo di ciclo della rete (polling) inferiore o pari a 15 minuti primi, come attualmente garantito dal sistema. Entro tale tempo dovrà pertanto essere assicurata l'acquisizione presso i server della centrale di controllo, dei dati rilevati da tutte le stazioni di monitoraggio a campo della rete, sia di quelle esistenti e non oggetto di aggiornamento che di quelle aggiornate.

6.5.2.5.1 Ammodernamento e ottimizzazione della rete

Le attività di aggiornamento della rete di monitoraggio riguardano la sostituzione delle seguenti categorie di componenti:

- Aggiornamento di sensori;
- Aggiornamento dei sistemi di alimentazione in dotazione alle stazioni periferiche;
- Integrazione di sensori, webcam su stazioni esistenti e integrazione/ripristino di aste idrometriche;
- Aggiornamento/integrazione di strutture di supporto;
- Aggiornamento del modulo radio per i ripetitori della rete.

A ciò vanno aggiunte tutte le attività di messa in esercizio della rete di monitoraggio aggiornata e tutte le azioni necessarie ad assicurare la coesistenza ed il corretto funzionamento della parte di rete di monitoraggio esistente durante l'avanzamento lavori. Tutte le componenti indicate si intendono fornite e messe in opera complete di tutte le parti e gli accessori necessarie allo svolgimento delle funzioni richieste.

6.5.2.5.1.1 Aggiornamento di sensori

È richiesta la sostituzione in diverse stazioni di alcune tipologie di sensori di vecchia generazione come indicato nell'allegato "Consistenza interventi" al fine di allineare le performance degli stessi a quelle dei sensori di più recente fornitura già utilizzati nel sistema ed aventi un adeguato livello prestazionale o a quelle di sensori presenti sul mercato di più recente progettazione e con livelli prestazionali o funzionali superiori a quelli esistenti.

In particolare, gli interventi di aggiornamento richiesti sono di seguito elencati:

- Aggiornamento di pluviometri esistenti con strumenti a norma ISO 17277:2020 con compensazione elettronica: adeguamento degli strumenti allo stato dell'arte per migliorare l'accuratezza delle misure di precipitazione;
- Aggiornamento di pluviometri riscaldati esistenti con strumenti a norma ISO 17277:2020 con compensazione elettronica: adeguamento degli strumenti allo stato dell'arte per migliorare l'accuratezza delle misure di precipitazione;
- Aggiornamento di anemometri meccanici con strumenti ultrasonici: migliorare l'efficienza, la manutenibilità e l'accuratezza, così da massimizzare la conoscenza dei fenomeni nel dominio geografico;
- Aggiornamento di sensori termometrici/termoigrometrici con nuovi sensori termoigrometrici per garantire la presenza di schermi solari passivi ad alte prestazioni: l'adozione di schermi solari allo stato dell'arte consentirà di migliorare la qualità delle misure, minimizzando effetti indesiderati quali surriscaldamento, irradiazione, scarsa ventilazione.

Le specifiche tecniche minime dei nuovi sensori sono riportate al successivo § 6.5.3.2.

6.5.2.5.1.2 Aggiornamento dei sistemi di alimentazione a celle solari delle stazioni periferiche

Nell'allegato "Consistenza interventi" è riportato un elenco delle stazioni della rete con l'indicazione per diverse di queste della necessità di aggiornamento del sistema di alimentazione. Per queste stazioni è richiesto quindi l'adeguamento degli apparati di alimentazione con l'aggiornamento dei sistemi di alimentazione a celle solari ottenuto tramite la sostituzione delle attuali celle solari con celle da almeno 50 W aventi le caratteristiche tecniche minime riportate al successivo § 6.5.3.1.2.

Il pannello fotovoltaico dovrà essere posizionato nel punto di collocazione dell'esistente con orientamento e angolazione ideali per garantire la massima producibilità per le latitudini del territorio regionale. Il pannello fotovoltaico dovrà essere comprensivo di cavi elettrici, connettori e qualsiasi altro componente necessario a garantire con continuità l'alimentazione e la funzionalità della stazione e delle dotazioni accessorie.

6.5.2.5.1.3 Integrazioni di sensori e webcam su stazioni esistenti

Si prevede la fornitura e l'installazione di diversi nuovi sensori per il monitoraggio in tempo reale delle variabili ambientali al fine di ottenere l'integrazione e adeguamento della strumentazione di misura per diverse stazioni della rete come indicato nell'allegato "Consistenza interventi". Nello specifico è richiesta:

- l'integrazione su stazioni esistenti di nuovi nivometri, di pali termoneve e sensori di temperatura superficiale;
- l'integrazione su stazioni esistenti di sensori umidità del suolo a 3 diverse profondità;
- l'integrazione su stazioni esistenti di telecamere IP;
- l'integrazione di nuovi sensori radar e di velocità superficiale su stazioni esistenti
- il ripristino e l'implementazione di aste idrometriche;

Le specifiche tecniche minime dei nuovi sensori sono riportate al successivo § 6.5.3.2. Per le webcam sarà necessario individuare in accordo con l'Amministrazione il posizionamento ottimale per garantire la migliore inquadratura possibile.

Per ogni tipologia di nuovo sensore fornito deve essere garantita la compatibilità delle connessioni con gli standard presenti sui datalogger esistenti. Dovranno essere inoltre preservate le infrastrutture esistenti (contenitori, opere edili, pali e supporti), integrando solo gli accessori necessari per la corretta installazione dei nuovi sensori come ad esempio braccetti di supporto, collari, ecc.

Dovranno essere forniti i cavi elettrici di connessione, le guaine di protezione degli stessi, le eventuali scatole di derivazione, i sistemi di protezione dalle sovratensioni e le morsettiere di connessione e

realizzare tutti i cablaggi necessari per consegnare i sensori correttamente funzionanti e pronti all'uso. I sensori oggetto della fornitura devono essere accompagnati da idoneo documento di certificazione e di calibrazione.

6.5.2.5.1.4 Aggiornamento/integrazione di strutture di supporto

L'integrazione di nuovi sensori o nuovi apparati e lo spostamento di stazioni prevedono per diversi siti il rifacimento delle strutture di supporto in accordo con quanto indicato nell'allegato "Consistenza interventi". In particolare, a seconda dei casi è prevista la fornitura di nuovi pali (6 metri, 2 metri o 10 metri ribaltabili) e nuove strutture di supporto per gli idrometri radar o di velocità superficiale e la realizzazione delle relative opere civili. Le caratteristiche tecniche delle strutture richieste sono riportate al successivo § 6.5.3.3.

L'attività comprende tutte le lavorazioni necessarie, le opere per il posizionamento ed ancoraggio dei pali e degli sbracci di supporto previsti, ivi compresi la realizzazione di cavidotti e pozzetti, gli eventuali scavi, lo smaltimento a discarica autorizzata e ogni altro onere.

6.5.2.5.1.5 Aggiornamento/integrazione di nuovi apparati di trasmissione radio

Si prevede l'adeguamento del sistema trasmissivo in uso sui ripetitori della rete, consistente nella sostituzione completa di tutti gli apparati radio esistenti in dotazione ai ripetitori e ai quadri radio di centrale finalizzata a migliorare la qualità del segnale, la raggiungibilità delle stazioni in condizioni meteo avverse, la facilità di gestione e la velocità di trasmissione.

Dovranno quindi essere forniti e installati nuovi apparati radio relative della tipologia 2, le cui caratteristiche minime sono riportate al successivo § 6.5.3.1.4.2.

L'intervento dovrà preservare l'attuale funzionalità H24 della rete in ogni condizione ambientale e mantenere inalterati tutti gli scambi dati in essere.

Gli apparati ricetrasmittivi devono essere omologati dal Ministero delle Comunicazioni e perfettamente conformi alle specifiche previste dalla vigente legislazione in materia.

6.5.2.5.2 Ampliamento della rete di monitoraggio idrometrica

Al fine di ampliare il quadro conoscitivo delle condizioni idrometriche del territorio anche in condizioni di magra, si prevede il potenziamento della rete di monitoraggio esistente, consistente nella fornitura, installazione ed inserimento nella suddetta rete di monitoraggio di nuove stazioni di monitoraggio idrometrico. In allegato è riportato un elenco delle località in cui è prevista l'installazione delle suddette stazioni. L'ubicazione precisa del punto di installazione delle nuove stazioni previste dovrà essere identificata nell'intorno del punto di coordinata indicato per ciascuna stazione. Le installazioni dovranno essere realizzate accuratamente secondo criteri di ottimizzazione della misura e preventivamente alla loro installazione dovranno essere autorizzate dall'Amministrazione.

Le stazioni idrometriche previste dovranno essere di tipo automatico, in grado di rilevare a scadenze prefissate i dati monitorati dai sensori connessi e trasmettere gli stessi alla Centrale di Controllo. Le stazioni, ad eccezione di Tagliamento Ronchis, dovranno essere equipaggiate con doppio sistema di comunicazione, uno primario basato sul sistema radio in banda UHF e uno di backup basato su sistema xG.

Le stazioni dovranno essere equipaggiate almeno con le seguenti componenti:

- n.1 unità di acquisizione con modulo di registrazione locale dei dati sia in memoria residente nell'unità stessa che su supporto estraibile, completa di contenitore da esterno in acciaio con fascia di blindatura;
- n.1 modulo di alimentazione a celle solari o da rete elettrica e batteria tampone in accordo con quanto riportato in allegato;
- n.1 modulo di comunicazione radio in banda UHF della tipologia 2 ad eccezione della stazione di Tagliamento Ronchis;
- n.1 modulo di comunicazione xG;

- n.1 sensore idrometrico radar o a pressione in accordo con quanto riportato in allegato;
- asta idrometrica di adeguata lunghezza, come specificato nell'allegato "Consistenza interventi".

Le stazioni, in funzione della specificità del sito, dovranno essere dotate di idonea struttura di supporto per l'installazione consistente in:

- palo di sostegno di 6 metri per l'installazione dell'unità di acquisizione, della cella solare e dell'antenna, su piano campagna tramite plinto di fondazione in calcestruzzo dimensionato opportunamente per mantenere in stabilità la stazione o, in alternativa, in funzione della migliore soluzione ritenuta utile, tramite staffatura diretta a manufatto esistente;
- staffa di supporto sensore a sbalzo, in acciaio zincato a caldo, da installarsi su piano campagna o, in alternativa, in funzione della migliore soluzione ritenuta utile, tramite staffatura diretta a manufatto esistente;
- cavidotti di collegamento tra i sensori e l'unità di acquisizione, interrati o a muro a seconda dei casi, costituiti da apposita guaina di protezione, con cavi di collegamento passanti nella stessa e internamente ai pali, per consentire la massima protezione dagli agenti esterni;
- tutti gli accessori necessari per l'installazione al fine di fornire le stazioni nelle modalità chiavi in mano.

Le nuove apparecchiature dovranno essere caratterizzate dalle specifiche tecniche e funzionali minime riportate nel successivo § 6.5.3.

6.5.2.5.3 Ampliamento della rete monitoraggio nivometrica

Al fine di ampliare il quadro conoscitivo delle condizioni nivometriche per l'area montana del Comune di Sappada recentemente passato alla regione Friuli Venezia Giulia, si prevede il potenziamento della rete di monitoraggio esistente, consistente nella fornitura, installazione ed inserimento nella suddetta rete di monitoraggio di nuove stazioni di monitoraggio nivometrico. L'ubicazione precisa del punto di installazione delle nuove stazioni previste dovrà essere identificata nell'intorno delle località indicate nell'allegato "Consistenza interventi". Le installazioni dovranno essere realizzate accuratamente secondo criteri di ottimizzazione della misura e preventivamente alla loro installazione dovranno essere autorizzate dall'Amministrazione.

Le stazioni nivometriche previste dovranno essere di tipo automatico, in grado di rilevare a scadenze prefissate i dati monitorati dai sensori connessi e trasmettere gli stessi alla Centrale di Controllo. Tutte le stazioni dovranno essere equipaggiate con doppio sistema di comunicazione, uno primario basato sul sistema radio in banda UHF e uno di backup basato su sistema xG.

Le stazioni dovranno essere equipaggiate almeno con le seguenti componenti:

- n.1 unità di acquisizione con modulo di registrazione locale dei dati sia in memoria residente nell'unità stessa che su supporto estraibile, completa di contenitore da esterno in acciaio con fascia di blindatura;
- n.1 modulo di alimentazione a celle solari e batteria tampone;
- n.1 modulo di comunicazione radio in banda UHF della tipologia 2;
- n.1 modulo di comunicazione xG;
- n.1 pluviometro;
- n.1 termoigrometro;
- n.1 sensore nivometrico a ultrasuoni;
- n.1 sensore di temperatura neve superficiale.

Le stazioni dovranno essere dotate di idonea struttura di supporto per l'installazione consistente in:

- palo di sostegno (2 o 6 o 10 metri ribaltabile in base alla tipologia) per l'installazione dell'unità di acquisizione, della cella solare e dell'antenna, su piano campagna tramite plinto di fondazione in calcestruzzo dimensionato opportunamente per mantenere in stabilità la stazione;

- staffa di supporto del sensore nivometrico da installarsi direttamente sul palo stazione;
- braccetti e staffe per il supporto dei restanti sensori;
- cavi di collegamento passanti internamente ai pali, per consentire la massima protezione dagli agenti esterni;
- recinzione in legno 6X6 metri;
- tutti gli accessori necessari per l'installazione al fine di fornire le stazioni nelle modalità chiavi in mano.

Le nuove apparecchiature dovranno essere caratterizzate dalle specifiche tecniche e funzionali minime riportate nel successivo § 6.5.3.

6.5.2.5.4 Ampliamento della rete monitoraggio grandine

Al fine di ampliare il quadro conoscitivo delle condizioni meteorologiche con un monitoraggio più continuo ed oggettivo del fenomeno grandine, si prevede il potenziamento della rete di monitoraggio esistente, consistente nella fornitura, installazione ed inserimento nella suddetta rete di monitoraggio di nuove stazioni di monitoraggio grandine. In allegato è riportato un elenco delle località in cui è prevista l'installazione delle suddette stazioni. L'ubicazione precisa del punto di installazione delle nuove stazioni previste dovrà essere identificata nell'intorno del punto di coordinata indicato per ciascuna stazione. Le installazioni dovranno essere realizzate accuratamente secondo criteri di ottimizzazione della misura e preventivamente alla loro installazione dovranno essere autorizzate dall'Amministrazione.

Le stazioni di monitoraggio grandine previste dovranno essere di tipo automatico, in grado di rilevare a scadenze prefissate i dati monitorati dai sensori connessi e trasmettere gli stessi con sistema di comunicazione xG alla Centrale di Controllo. Le stazioni dovranno essere equipaggiate almeno con le seguenti componenti:

- n.1 unità di acquisizione con modulo di registrazione locale dei dati sia in memoria residente nell'unità stessa che su supporto estraibile, completa di contenitore da esterno in acciaio con fascia di blindatura;
- n.1 modulo di alimentazione a celle solari e batteria tampone;
- n.1 modulo di comunicazione xG;
- n.1 sensore monitoraggio grandine.
- Le stazioni dovranno essere dotate di idonea struttura di supporto per l'installazione consistente in:
 - palo di sostegno di 6 metri per l'installazione dell'unità di acquisizione, della cella solare e dell'antenna, su piano campagna tramite plinto di fondazione in calcestruzzo dimensionato opportunamente per mantenere in stabilità la stazione;
 - staffa di supporto del sensore da installarsi direttamente sul palo stazione;
 - cavi di collegamento passanti internamente ai pali, per consentire la massima protezione dagli agenti esterni;
 - recinzione in rete metallica 6X6 metri;
 - tutti gli accessori necessari per l'installazione al fine di fornire le stazioni nelle modalità chiavi in mano.

Le nuove apparecchiature dovranno essere caratterizzate dalle specifiche tecniche e funzionali minime riportate nel successivo § 6.5.3.

6.5.2.5.5 Ampliamento della rete monitoraggio UV

Al fine di ampliare il quadro conoscitivo con il monitoraggio delle radiazioni UV, importante fattore di rischio nell'ottica della valutazione degli impatti sulla salute umana e sulla dinamica chimico fisica dell'atmosfera che i cambiamenti climatici producono, si prevede il potenziamento della rete di monitoraggio esistente, consistente nella fornitura, installazione ed inserimento nella suddetta rete di

monitoraggio di nuove stazioni di monitoraggio. In allegato è riportato un elenco delle località in cui è prevista l'installazione delle suddette stazioni. L'ubicazione precisa del punto di installazione delle nuove stazioni previste dovrà essere identificata nell'intorno del punto di coordinata indicato per ciascuna stazione. Le installazioni dovranno essere realizzate accuratamente secondo criteri di ottimizzazione della misura e preventivamente alla loro installazione dovranno essere autorizzate dall'Amministrazione.

Le stazioni di monitoraggio UV previste dovranno essere di tipo automatico, in grado di rilevare a scadenze prefissate i dati monitorati dai sensori connessi e trasmettere gli stessi con sistema di comunicazione xG alla Centrale di Controllo. Le stazioni dovranno essere equipaggiate almeno con le seguenti componenti:

- n.1 unità di acquisizione con modulo di registrazione locale dei dati sia in memoria residente nell'unità stessa che su supporto estraibile, completa di contenitore da esterno in acciaio con fascia di blindatura;
- n.1 modulo di alimentazione a celle solari e batteria tampone;
- n.1 modulo di comunicazione xG;
- n.1 sensore monitoraggio UV.

Le stazioni dovranno essere dotate di idonea struttura di supporto per l'installazione consistente in:

- palo di sostegno di 2 metri per l'installazione dell'unità di acquisizione, della cella solare e dell'antenna, su piano campagna tramite plinto di fondazione in calcestruzzo dimensionato opportunamente per mantenere in stabilità la stazione;
- braccetti e staffe per il supporto del sensore;
- cavi di collegamento passanti internamente ai pali, per consentire la massima protezione dagli agenti esterni;
- recinzione in rete metallica 6X6 metri;
- tutti gli accessori necessari per l'installazione al fine di fornire le stazioni nelle modalità chiavi in mano.

Le nuove apparecchiature dovranno essere caratterizzate dalle specifiche tecniche e funzionali minime riportate nel successivo § 6.5.3.

6.5.2.5.6 Ampliamento monitoraggio con wind profiler

In Friuli-Venezia Giulia l'Aeronautica Militare effettua due volte al giorno il lancio del sondaggio atmosferico dalla base di Rivolto. Con la fornitura e installazione di un wind profiler per misurare la direzione e la velocità dei venti in modo da migliorare il monitoraggio atmosferico passando a misure continue e non ogni 12 ore. Queste misure possono contribuire alla valutazione della variabilità dei flussi umidi, specialmente nei bassi strati atmosferici, e a migliorare il nowcasting delle piogge alluvionali.

Le nuove apparecchiature dovranno essere caratterizzate dalle specifiche tecniche e funzionali minime riportate nel successivo § 6.5.3.

L'alimentazione dovrà essere prevista da rete elettrica 220V.

6.5.2.5.7 Ampliamento monitoraggio con stazione mobile

L'acquisizione della stazione mobile permetterà di migliorare la conoscenza dei microclimi in siti particolari, anche in relazione ad altre variabili ambientali come la qualità dell'aria e la stima, attraverso la misura del flusso radiativo netto, della stabilità dell'atmosfera.

La stazione di tipo mobile dovrà essere equipaggiata almeno con le seguenti componenti:

- n.1 unità di acquisizione con modulo di registrazione locale dei dati sia in memoria residente nell'unità stessa che su supporto estraibile, completa di contenitore da esterno;
- n.1 modulo di alimentazione a celle solari e batteria tampone;

- n.1 modulo di comunicazione xG;
- n.1 pluviometro;
- n.1 termoigrometro;
- n.1 barometro;
- n.1 anemometro sonico;
- n.1 radiometro globale;

Sarà necessario fornire una struttura di supporto con palo da 6 metri autoportante rilocabile con facilità.

Le nuove apparecchiature dovranno essere caratterizzate dalle specifiche tecniche e funzionali minime riportate nel § 6.5.3 successivo.

6.5.2.5.8 Nuovi ripetitori radio

Con il fine di estendere la copertura radio UHF del territorio per garantire tutti gli ampliamenti richiesti e nello stesso tempo fornire eventuali percorsi alternativi ai collegamenti esistenti per aumentare la robustezza della rete è richiesta la fornitura e installazione di nuovi ripetitori in funzione della progettazione effettuata. Tutti i nuovi ripetitori dovranno essere forniti in configurazione ridondata, occorre quindi prevedere la fornitura e installazione in ciascun sito di un ripetitore principale e di un ripetitore riserva.

Il numero di nuovi ripetitori necessari e l'esatta collocazione degli stessi dovrà essere in particolare individuata, attraverso un apposito studio, con l'obiettivo di massimizzare la copertura radio per permettere gli ampliamenti richiesti.

I nuovi ripetitori, completi di adeguato sistema di alimentazione, gruppo filtri e antenne, dovranno essere realizzati con modalità "chiavi in mano" completi di fornitura, installazione delle apparecchiature e di ogni accessorio di installazione, in modo da garantirne la piena funzionalità. Le nuove apparecchiature dovranno essere caratterizzate dalle specifiche tecniche e funzionali minime riportate nel § 6.5.3.1.6.2 successivo per i ripetitori di tipologia 2.

6.5.2.6 Rete Regione Lazio

La rete in telemisura della Regione Lazio è un sistema di monitoraggio in tempo reale dedicato alla misura e acquisizione dei dati pluviometrici, idrometrici e meteorologici, per scopi di protezione civile. La rete in telemisura è nata all'inizio degli anni '90 ed è la risultante di diversi interventi di ampliamento e di aggiornamento eseguiti nel tempo, le cui personalizzazioni e implementazioni hanno seguito le esigenze funzionali e operative della Regione Lazio e in particolare del Centro Funzionale. I dati del sistema regionale vengono inoltre scambiati con i sistemi delle regioni limitrofe in modo da rendere disponibile un sistema integrato di monitoraggio interregionale. L'insieme degli elementi che costituiscono l'intero sistema di acquisizione (stazioni, ripetitori e centri di acquisizione), sono tra di loro completamente compatibili e omogenei, creando un sistema che risponde alle fondamentali esigenze di Protezione Civile che la rete deve soddisfare, come specificato nell'"Allegato_01_Lazio – Descrizione_sistema_monitoraggio_Lazio_2022" al par.6.4.

I dati rilevati dalle stazioni confluiscono quindi, sempre in tempo reale, alla Centrale di Roma, presso la Centrale di Protezione Civile della Regione Lazio, dove vengono visualizzati, elaborati e archiviati. I dati rilevati vengono già inviati inoltre al DPC nell'ambito della rete dei CFD.

Nell'"Allegato_01_Lazio - Descrizione_sistema_monitoraggio_Lazio_2022", sono altresì consultabili la consistenza, la configurazione e le specifiche tecniche funzionali degli apparati costituenti la rete di monitoraggio.

Gli interventi richiesti prevedono sia l'ammodernamento tecnologico dell'attuale rete in telemisura sopra descritta, sia un ampliamento della rete stessa per consentire un monitoraggio più efficace su un territorio che si prefigura orograficamente complesso. Lo scopo è quello di consentire e migliorare il regolare svolgimento delle attività di monitoraggio idro-meteorologico, specialmente in caso di emergenze legate al rischio idrogeologico e idraulico per finalità di allertamento e mitigazione del

rischio per la popolazione nelle situazioni di preallerta, attenzione, preallarme, allarme ed emergenza idro-meteorologica.

A tale scopo sono previsti:

- l'ammodernamento della rete e l'ottimizzazione della rete comprendente:
- l'aggiornamento di nuovi apparati di trasmissione radio e moduli xG;
- l'aggiornamento dell'unità di acquisizione (datalogger) in dotazione alle stazioni periferiche;
- l'aggiornamento dei pluviometri già esistenti, che presentano una tecnologia obsoleta di funzionamento;
- l'aggiornamento dei sistemi di alimentazione a celle solari in dotazione alle stazioni periferiche;
- la sostituzione di contenitori di alloggiamento dell'elettronica con nuovi esemplari;
- l'installazione di nuove stazioni meteorologiche;
- l'installazione di nuove stazioni nivometriche;
- l'installazione di nuove stazioni idrometriche dotate anche di webcam;
- l'incremento del numero di ripetitori radio per consentire una maggior copertura del territorio in relazione all'ampliamento della rete richiesto;
- l'integrazione in diversi siti di sonde CRNS (sensori di neutroni da raggi cosmici) per stimare l'umidità del suolo su aree estese.

Si specifica inoltre che le stazioni attualmente dotate di moduli solo per la trasmissione in UHF, dovranno essere integrate con moduli di trasmissione xG e, viceversa, quelle dotate solo di moduli con tecnologia xG dovranno essere integrate con moduli per trasmissione UHF (ponte radio). Il vettore radio UHF è il sistema primario di comunicazione per le stazioni, il sistema xG ha il ruolo di backup al sistema radio e può essere utilizzato per attività di telecontrollo avanzate (es. aggiornamento firmware da remoto).

La modalità di trasmissione dei dati via radio UHF dovrà essere possibile sia tramite ciclo di chiamate (polling) periodiche automatiche dalla centrale di controllo con dato periodo di polling, sia tramite interrogazione manuale delle stazioni in tempo reale da parte di un operatore abilitato. Gli interventi dovranno essere realizzati in modo da assicurare per il sistema complessivo adeguato, un tempo di ciclo della rete (polling) inferiore o pari a 15 minuti, come attualmente garantito dal sistema. Entro tale tempo dovrà pertanto essere assicurata l'acquisizione, presso i server della centrale di controllo, dei dati rilevati da tutte le stazioni di monitoraggio a campo della rete, sia di quelle esistenti e non oggetto di aggiornamento che di quelle aggiornate o nuove. Dovranno inoltre essere mantenute tutte le attuali funzionalità di scambio dati.

Tutti gli apparati e le nuove stazioni fornite dovranno integrarsi nella rete radio regionale, senza prevedere interventi generali di sostituzione delle apparecchiature e/o di rifacimento di porzioni di rete.

6.5.2.6.1 Ammodernamento e ottimizzazione della rete

Le attività di aggiornamento della rete di monitoraggio riguardano la sostituzione delle seguenti categorie di componenti:

- Aggiornamento/integrazione di nuovi apparati di trasmissione radio in dotazione a stazioni periferiche, ai ripetitori e ai quadri radio di centrale per le comunicazioni con le stazioni periferiche stesse;
- Aggiornamento dell'unità di acquisizione (datalogger) in dotazione alle stazioni periferiche;
- Aggiornamento dei sistemi di alimentazione a celle solari in dotazione alle stazioni periferiche;
- Sostituzione contenitori di alloggiamento dell'elettronica con nuovi esemplari;
- Aggiornamento/integrazione di moduli xG;
- Aggiornamento dei pluviometri già esistenti, che presentano una tecnologia obsoleta di funzionamento;

- Integrazione di sensori;
- Integrazione di sonde CRNS.

A ciò vanno aggiunte tutte le attività di messa in esercizio della rete di monitoraggio aggiornata e tutte le azioni necessarie ad assicurare la coesistenza ed il corretto funzionamento della parte di rete di monitoraggio esistente durante l'avanzamento lavori.

6.5.2.6.1.1 Aggiornamento/integrazione di nuovi apparati di trasmissione radio

Si prevede l'integrazione del nuovo modulo radio sulle stazioni attualmente sprovviste di un modulo radio interoperabile e basato su protocolli di comunicazioni aperti, come indicato nell'allegato "Consistenza interventi". Il modulo radio dovrà avere le caratteristiche tecniche minime relative alla tipologia 4 riportata al successivo § 6.5.3.1.4.3. Gli apparati ricetrasmittivi dovranno essere omologati dal Ministero delle Comunicazioni e perfettamente conformi alle specifiche previste dalla vigente legislazione in materia.

6.5.2.6.1.2 Aggiornamento delle unità di acquisizione (datalogger)

Nell'allegato "Consistenza interventi" sono indicate le stazioni della rete per le quali dovrà essere sostituito il datalogger esistente con un nuovo datalogger conforme a quanto specificato al paragrafo 6.5.3.1.1, preservando la sensoristica esistente ad eccezione di quella per cui di seguito è espressamente richiesta la sostituzione al fine di allineare le performance a quelle dei datalogger di più recente fornitura già utilizzati nel sistema ed aventi un adeguato livello prestazionale.

I nuovi datalogger dovranno poter operare in situ in modo continuo (24 ore al giorno, 7 giorni alla settimana senza standby) e in modalità non presidiata, alloggiati nei contenitori già presenti o di nuova fornitura dove previsto.

I nuovi datalogger dovranno essere in grado di rilevare e acquisire, a scadenze prefissate o su richiesta estemporanea, i dati monitorati dai sensori connessi, sia già esistenti nel sito che di nuova fornitura.

6.5.2.6.1.3 Aggiornamento dei sistemi di alimentazione a celle solari delle stazioni periferiche

Nell'allegato "Consistenza interventi" è riportato un elenco delle stazioni della rete con l'indicazione per diverse di queste della necessità di aggiornamento del sistema di alimentazione. Per queste stazioni è richiesto quindi l'adeguamento degli apparati di alimentazione con l'aggiornamento dei sistemi di alimentazione a celle solari ottenuto tramite la sostituzione delle attuali celle solari con celle da almeno 50 W aventi le caratteristiche tecniche minime riportate al successivo § 6.5.3.1.3.

Il pannello fotovoltaico dovrà essere posizionato nel punto di collocazione dell'esistente con orientamento e angolazione ideali per garantire la massima producibilità per le latitudini del territorio regionale. Il pannello fotovoltaico dovrà essere comprensivo di cavi elettrici, connettori e qualsiasi altro componente necessario a garantire con continuità l'alimentazione e la funzionalità della stazione e delle dotazioni accessorie.

6.5.2.6.1.4 Sostituzioni contenitori

Nell'allegato "Consistenza interventi" è riportato un elenco delle stazioni della rete con l'indicazione per diverse di queste della necessità di sostituzione del contenitore esistente con nuovo contenitore. Per queste stazioni è necessaria la sostituzione dei contenitori esistenti con nuovi, con caratteristiche tecniche riportate al § 6.5.3.3.1, in acciaio di classe IP65, isolati termicamente, muniti di serratura e atti ad assicurare la migliore protezione da atti vandalici. Il contenitore deve essere dotato di dispositivo che eviti la condensazione interna. Nello stesso vano dovranno poter essere alloggiati diversi dispositivi di sistema, tra cui il datalogger, la batteria, il modulo xG e il modulo radio UHF e comunque quanto già oggi presente nel contenitore da sostituire.

6.5.2.6.1.5 Integrazione/aggiornamento di modulo XG

Il modulo GPRS/UMTS/LTE viene previsto per tutte le stazioni della rete come sistema di comunicazione aggiuntivo al modulo radio in banda UHF. Nell'allegato "Consistenza interventi" è riportato un elenco delle stazioni della rete con l'indicazione per diverse di queste della necessità di integrazione del modulo xG o eventualmente se già presente di aggiornamento dell'esistente. Il modulo dovrà avere le caratteristiche tecniche riportate al successivo § 6.5.3.1.5 e dovrà acquisire i dati dalle stazioni periferiche e trasmetterli alla Centrale di controllo, utilizzando l'infrastruttura GPRS e/o LTE fornita da uno dei gestori della rete pubblica, presente in loco. Gli apparati GPRS/UMTS/LTE da installare sulle singole stazioni dovranno essere completi di antenna esterna e di tutti gli accessori di installazione specifici, in modo da fornire l'integrazione nelle modalità "chiavi in mano".

6.5.2.6.1.6 Aggiornamento di sensori

È richiesta la sostituzione in diverse stazioni di alcune tipologie di sensori di vecchia generazione come indicato nell'allegato "Consistenza interventi" al fine di allineare le performance degli stessi a quelle dei sensori di più recente fornitura già utilizzati nel sistema ed aventi un adeguato livello prestazionale o a quelle di sensori presenti sul mercato di più recente progettazione e con livelli prestazionali o funzionali superiori a quelli esistenti. In particolare, gli interventi di aggiornamento richiesti prevede la sostituzione dei sensori pluviometrici con nuovi pluviometri dotati di misura dell'intensità di pioggia come esplicitato nell'allegato "Consistenza interventi".

Le specifiche tecniche minime dei nuovi sensori sono riportate al successivo § 6.5.3.2.

6.5.2.6.1.7 Integrazioni di sensori su stazioni esistenti

Si prevede la fornitura e l'installazione di diversi nuovi sensori per il monitoraggio in tempo reale delle variabili ambientali al fine di ottenere l'integrazione e adeguamento della strumentazione di misura per diverse stazioni della rete come indicato nell'allegato "Consistenza interventi". Nello specifico è richiesta l'integrazione di:

- sensori pluviometrici;
- sensori pluviometrici riscaldati;
- sensori termoisolometrici;
- sensori anemometrici meccanici;
- sensori anemometrici a ultrasuoni;
- sensori barometrici;
- sensori nivometrici.

Per ogni tipologia di nuovo sensore fornito dovrà essere garantita la compatibilità delle connessioni con gli standard presenti sui datalogger esistenti. Dovranno essere inoltre preservate le infrastrutture esistenti (contenitori, opere edili, pali e supporti), integrando solo gli accessori necessari per la corretta installazione dei nuovi sensori come ad esempio braccetti di supporto, collari, ecc.

Dovranno essere forniti i cavi elettrici di connessione, le guaine di protezione degli stessi, le eventuali scatole di derivazione, i sistemi di protezione dalle sovratensioni e le morsettiere di connessione e realizzare tutti i cablaggi necessari per consegnare i sensori correttamente funzionanti e pronti all'uso. I sensori oggetto della fornitura devono essere accompagnati da idoneo documento di certificazione e di calibrazione.

6.5.2.6.1.8 Integrazioni di sonde CRNS

È richiesta l'integrazione in stazioni esistenti di sonde di umidità del suolo aventi le specifiche tecniche minime riportate al successivo § 6.5.3.2.19. Al fine di ampliare il quadro conoscitivo delle condizioni meteo del territorio, si prevede il potenziamento della rete di monitoraggio esistente, consistente nella fornitura, installazione ed inserimento nella suddetta rete di monitoraggio di sonde da integrare in stazioni esistenti saranno indicate in fase esecutiva. Nell'allegato "Consistenza interventi" sono state inserite le aree in cui si prevede di installare tali strumentazioni.

Le sonde serviranno per determinare l'umidità del suolo, infatti le sonde CRNS (sensori di neutroni da raggi cosmici) sono sensori in grado di stimare l'umidità del suolo su aree estese e costituiscono una migliore alternativa ai tradizionali dispositivi di monitoraggio di questi parametri. La tecnica CRNS si basa sulla rilevazione di neutroni naturali provenienti dal cosmo. I neutroni in arrivo sono molto veloci e, penetrando nel suolo, perdono energia a causa di successive collisioni principalmente con gli atomi di idrogeno (molecole di acqua) per poi disperdersi nell'atmosfera. I neutroni così dispersi provengono quindi soprattutto dall'umidità del suolo e poiché si disperdono su grandi distanze nell'aria risultano utili a monitorare vaste aree. Nell'ambito del potenziamento dei sistemi della rete, si prevede quindi l'installazione di sonde basate sulla tecnologia CRNS, da integrarsi nei sistemi di acquisizione componenti la rete, per ampliare il pannello informativo della strumentazione di misura a campo.

Per ogni nuovo sensore fornito deve essere garantita la compatibilità delle connessioni con gli standard presenti sui datalogger esistenti. Dovranno essere inoltre preservate le infrastrutture esistenti (contenitori, opere edili, pali e supporti), integrando solo gli accessori necessari per la corretta installazione dei nuovi sensori come ad esempio braccetti di supporto, collari, ecc.

Dovranno essere forniti i cavi elettrici di connessione, le guaine di protezione degli stessi, le eventuali scatole di derivazione, i sistemi di protezione dalle sovratensioni e le morsettiere di connessione e realizzare tutti i cablaggi necessari per consegnare i sensori correttamente funzionanti e pronti all'uso. I sensori oggetto della fornitura devono essere accompagnati da idoneo documento di certificazione e di calibrazione.

6.5.2.6.2 Ampliamento della rete di monitoraggio idrometrico

Al fine di ampliare il quadro conoscitivo delle condizioni idrometriche del territorio, si prevede il potenziamento della rete di monitoraggio esistente, consistente nella fornitura, installazione ed inserimento nella suddetta rete di monitoraggio di nuove stazioni di monitoraggio idrometrico come indicato nell'allegato "Consistenza interventi". Nell'allegato è riportato un elenco delle località in cui è prevista l'installazione delle suddette stazioni. L'ubicazione precisa del punto di installazione delle nuove stazioni previste dovrà essere identificata nell'intorno del punto di coordinata indicato per ciascuna stazione. Le installazioni dovranno essere realizzate accuratamente secondo criteri di ottimizzazione della misura e preventivamente alla loro installazione dovranno essere autorizzate dall'Amministrazione.

Le stazioni idrometriche previste dovranno essere di tipo automatico, in grado di rilevare a scadenze prefissate i dati monitorati dai sensori connessi e trasmettere gli stessi alla Centrale di Controllo. Tutte le stazioni dovranno essere equipaggiate con doppio sistema di comunicazione, uno primario basato sul sistema radio in banda UHF e uno di backup basato su sistema xG. Le stazioni previste saranno nel numero e nelle configurazioni indicate nell'allegato "Consistenza interventi".

Le stazioni di tipo idrometrico dovranno essere equipaggiate almeno con le seguenti componenti:

- n.1 unità di acquisizione con modulo di registrazione locale dei dati sia in memoria residente nell'unità stessa che su supporto estraibile, completa di contenitore da esterno in acciaio con fascia di blindatura;
- n.1 modulo di alimentazione a celle solari e batteria tampone;
- n.1 modulo di comunicazione radio in banda UHF;
- n.1 modulo di comunicazione xG;
- n.1 sensore idrometrico radar oppure a ultrasuoni, a seconda delle indicazioni espresse nell'allegato "Consistenza interventi";
- n.1 sensore di velocità idrica superficiale;
- asta idrometrica di adeguata lunghezza, come specificato nell'allegato "Consistenza interventi";
- n.1 webcam.

Le stazioni dovranno essere dotate di idonea struttura di supporto per l'installazione consistente in:

- palo di sostegno di 6 metri per l'installazione dell'unità di acquisizione, della cella solare e dell'antenna, su piano campagna tramite plinto di fondazione in calcestruzzo dimensionato opportunamente per mantenere in stabilità la stazione o, in alternativa, in funzione della migliore soluzione ritenuta utile, tramite staffatura diretta a manufatto esistente;
- staffa di supporto sensore a sbalzo, in acciaio zincato a caldo, da installarsi su piano campagna o, in alternativa, in funzione della migliore soluzione ritenuta utile, tramite staffatura diretta a manufatto esistente;
- cavidotti di collegamento tra i sensori e l'unità di acquisizione, interrati o a muro a seconda dei casi, costituiti da apposita guaina di protezione, con cavi di collegamento passanti nella stessa e internamente ai pali, per consentire la massima protezione dagli agenti esterni;
- tutti gli accessori necessari per l'installazione al fine di fornire le stazioni nelle modalità chiavi in mano.

Le nuove apparecchiature dovranno essere caratterizzate dalle specifiche tecniche e funzionali minime riportate nel § 6.5.3 successivo.

6.5.2.6.3 Ampliamento della rete di monitoraggio nivometrico

Al fine di ampliare il quadro conoscitivo delle condizioni meteo del territorio, si prevede il potenziamento della rete di monitoraggio esistente, consistente nella fornitura, installazione ed inserimento nella suddetta rete di monitoraggio di nuove stazioni di monitoraggio nivometrico come indicato nell'allegato "Consistenza interventi". Nell'allegato è riportato un elenco delle località in cui è prevista l'installazione delle suddette stazioni. L'ubicazione precisa del punto di installazione delle nuove stazioni previste dovrà essere identificata nell'intorno del punto di coordinata indicato per ciascuna stazione. Le installazioni dovranno essere realizzate accuratamente secondo criteri di ottimizzazione della misura e preventivamente alla loro installazione dovranno essere autorizzate dall'Amministrazione.

Le stazioni nivometriche previste dovranno essere di tipo automatico, in grado di rilevare a scadenze prefissate i dati monitorati dai sensori connessi e trasmettere gli stessi alla Centrale di Controllo. Tutte le stazioni dovranno essere equipaggiate con doppio sistema di comunicazione, uno primario basato sul sistema radio in banda UHF e uno di backup basato su sistema xG. Le stazioni previste saranno nel numero e nelle configurazioni indicate nell'allegato "Consistenza interventi".

Le stazioni di tipo nivometrico dovranno essere equipaggiate almeno con le seguenti componenti:

- n.1 unità di acquisizione con modulo di registrazione locale dei dati sia in memoria residente nell'unità stessa che su supporto estraibile, completa di contenitore da esterno in acciaio con fascia di blindatura;
- n.1 modulo di alimentazione a celle solari e batteria tampone;
- n.1 modulo di comunicazione radio in banda UHF;
- n.1 modulo di comunicazione xG;
- n.1 sensore nivometrico a ultrasuoni.

Le stazioni dovranno essere dotate di idonea struttura di supporto per l'installazione consistente in:

- palo di sostegno di 6 metri per l'installazione dell'unità di acquisizione, della cella solare e dell'antenna, su piano campagna tramite plinto di fondazione in calcestruzzo dimensionato opportunamente per mantenere in stabilità la stazione;
- staffa di supporto del sensore nivometrico da installarsi direttamente sul palo stazione;
- cavi di collegamento passanti internamente ai pali, per consentire la massima protezione dagli agenti esterni;
- tutti gli accessori necessari per l'installazione al fine di fornire le stazioni nelle modalità chiavi in mano.

Le nuove apparecchiature dovranno essere caratterizzate dalle specifiche tecniche e funzionali minime riportate nel § 6.5.3 successivo.

6.5.2.6.4 Ampliamento della rete di monitoraggio ambientale

Al fine di ampliare il quadro conoscitivo delle condizioni meteo del territorio, si prevede il potenziamento della rete di monitoraggio esistente, consistente nella fornitura, installazione e inserimento nella suddetta rete di monitoraggio di nuove stazioni di monitoraggio ambientale. Nell'allegato "Consistenza interventi" è riportato un elenco delle località in cui è prevista l'installazione delle suddette stazioni. L'ubicazione precisa del punto di installazione delle nuove stazioni previste dovrà essere identificata nell'intorno del punto di coordinata indicato per ciascuna stazione. Le installazioni dovranno essere realizzate accuratamente secondo criteri di ottimizzazione della misura e preventivamente alla loro installazione dovranno essere autorizzate dall'Amministrazione.

Le stazioni meteorologiche previste dovranno essere di tipo automatico, in grado di rilevare a scadenze prefissate i dati monitorati dai sensori connessi e trasmettere gli stessi alla Centrale di Controllo, saranno nel numero e nelle configurazioni come indicato nell'allegato "Consistenza interventi". Tutte le stazioni dovranno essere equipaggiate con doppio sistema di comunicazione, uno primario basato sul sistema radio in banda UHF e uno di backup basato su sistema xG.

Le stazioni dovranno essere equipaggiate almeno con le seguenti componenti:

- n.1 unità di acquisizione con modulo di registrazione locale dei dati sia in memoria residente nell'unità stessa che su supporto estraibile, completa di contenitore da esterno in acciaio con fascia di blindatura;
- n.1 modulo di alimentazione a celle solari e batteria tampone;
- n.1 modulo di comunicazione radio in banda UHF;
- n.1 modulo di comunicazione xG;
- n.1 sensore pluviometrico;
- n.1 sensore termoigrometro;
- n. 1 sensore barometrico;
- n.1 sensore anemometrico sonico o meccanico;
- n.1 webcam;
- n.1 sonda CRNS per determinare l'umidità del suolo.

Le stazioni dovranno essere dotate di idonea struttura di supporto per l'installazione consistente in:

- palo di sostegno di 6 metri per l'installazione dell'unità di acquisizione, della cella solare e dell'antenna, su piano campagna tramite plinto di fondazione in calcestruzzo dimensionato opportunamente per mantenere in stabilità la stazione;
- palo ribaltabile da 10 metri se sono presenti i sensori anemometrici, sul palo sono previsti all'unità di acquisizione, la cella solare, l'antenna e gli eventuali bracci di sostegno dei sensori, su piano campagna tramite plinto di fondazione in calcestruzzo dimensionato opportunamente per mantenere in stabilità la stazione;
- palo di sostegno di 2 metri se è prevista l'installazione di un pluviometro, su piano campagna tramite plinto di fondazione in calcestruzzo dimensionato opportunamente per mantenere in stabilità del sensore.
- cavi di collegamento passanti internamente ai pali, per consentire la massima protezione dagli agenti esterni;
- tutti gli accessori necessari per l'installazione al fine di fornire le stazioni nelle modalità chiavi in mano.

Le nuove apparecchiature dovranno essere caratterizzate dalle specifiche tecniche e funzionali minime riportate nel § 6.5.3 successivo.

Per le webcam sarà necessario individuare in accordo con l'Amministrazione il posizionamento ottimale per garantire la migliore inquadratura possibile.

6.5.2.6.5 Nuovi ripetitori radio

Con il fine di estendere la copertura radio UHF del territorio per garantire tutti gli ampliamenti richiesti e, allo stesso tempo, fornire eventuali percorsi alternativi ai collegamenti esistenti per aumentare la robustezza della rete, viene richiesta la fornitura e installazione di nuovi ripetitori.

Il numero di nuovi ripetitori necessari e l'esatta collocazione degli stessi dovrà essere in particolare individuata, attraverso un apposito studio, con l'obiettivo di massimizzare la copertura radio per permettere gli ampliamenti richiesti.

6.5.2.7 Rete Regione Liguria

L'attuale rete di rilevamento dell'Osservatorio regionale meteo-idrologico OMIRL è costituita complessivamente da circa 200 stazioni ed è gestita da ARPAL, ai sensi degli artt. 34 e 38 della Legge Regionale n. 20 del 4 agosto 2006 e ss.mm.ii. per conto della Regione Liguria – Settore Protezione Civile.

Tutte le stazioni sono dotate di sistemi di memorizzazione automatica del dato e di invio degli stessi in telemisura, suddividendo le principali componenti elettroniche di misura in due distinte sottoreti MTX ed ex ETG, differenziate tra loro principalmente per la diversa tipologia di radio-modem e di sensori utilizzati. Tale rete in telemisura attualmente utilizza come dispositivo primario la rete di telefonia mobile (dorsale principale), per le comunicazioni tra il centro di acquisizione (Centro Elaborazione Dati) e la periferia; in caso di guasti o malfunzionamenti alla dorsale principale, le stazioni possono inviare ugualmente i dati al centro di controllo (CED) attraverso una rete radio all'uopo realizzata dal Servizio Protezione Civile di Regione Liguria (dorsale di backup). La dorsale radio è in grado di supportare, con adeguati standard di affidabilità e sicurezza, fino a due protocolli di trasmissione, garantendo la libera coesistenza di apparecchiature di monitoraggio di marche e tipologie differenti.

In allegato al presente, sono altresì consultabili l'"Allegato_01_Liguria_Consistenza_Rete" e l'"Allegato_02_Liguria_Anagrafica_e_componentistica_Rete", che riportano:

- La descrizione del sistema esistente;
- La descrizione del funzionamento di centrale in rapporto al sistema di misura e trasmissione a campo;
- La consistenza, configurazione e ubicazione delle stazioni periferiche e dei ripetitori del sistema di monitoraggio esistente;
- Le principali caratteristiche degli apparati di centrale e delle parti costituenti le stazioni periferiche (datalogger e sensori) e degli apparati rice-trasmissivi;
- Le caratteristiche di riferimento per la sensoristica.

Gli interventi richiesti prevedono sia l'ammodernamento tecnologico dell'attuale rete in telemisura sopra descritta, sia un ampliamento della rete stessa per consentire un monitoraggio più efficace su un territorio che si prefigura idrologicamente sensibile e orograficamente complesso. In particolare, sono previsti i seguenti interventi:

- l'ammodernamento e l'ottimizzazione della rete, comprendente:
 - adeguamento degli acquisitori stazione, per migliorare l'efficienza generale del sistema;
 - adeguamento dei moduli trasmissivi xG per migliorare l'affidabilità trasmissiva del dato e velocizzarne la ricezione;
 - sostituzione dei contenitori di alloggiamento dell'elettronica;
 - aggiornamento dei sensori pluviometrici, termometrici e idrometrici, che si trovano ad essere di vecchia generazione;
 - adeguamento del sistema informatico del Centro di Controllo;
- l'ampliamento della rete di monitoraggio idrometrico;
- l'ampliamento della rete di monitoraggio meteorologico;

- l'integrazione di sensori e webcam su stazioni esistenti.

6.5.2.7.1 Ammodernamento e ottimizzazione della rete

Al fine di migliorare l'efficienza generale del sistema e la qualità di misura delle grandezze meteorologiche, verranno previste le seguenti attività di aggiornamento e/o sostituzione di componenti della rete di monitoraggio:

- Aggiornamento degli acquisitori in dotazione alle stazioni periferiche (datalogger);
- Aggiornamento dei moduli trasmissivi xG per migliorare l'affidabilità trasmissiva del dato e velocizzarne la ricezione;
- Sostituzione dei contenitori che presentano ormai funzioni inadeguate di protezione dell'elettronica;
- Aggiornamento di sensori soggetti ad obsolescenza tecnologica e/o meccanica;
- Adeguamento del sistema informatico di controllo.

A ciò vanno aggiunte tutte le attività di messa in esercizio della rete di monitoraggio aggiornata e tutte le azioni necessarie ad assicurare la coesistenza e il corretto funzionamento della parte di rete di monitoraggio esistente durante l'avanzamento lavori. Tutte le componenti indicate si intendono fornite e messe in opera complete di tutte le parti e gli accessori necessarie allo svolgimento delle funzioni richieste.

6.5.2.7.1.1 Aggiornamento degli acquisitori stazione (datalogger)

Per tutte le stazioni indicate nell'allegato "Consistenza interventi", è previsto l'ammodernamento tecnologico dei datalogger, basati su vecchie piattaforme hardware e software, permettendo così di migliorare l'efficienza generale del sistema in termini di velocità e affidabilità e rendendolo inoltre aperto alle potenziali nuove tecnologie fronte wireless e trasmissione dati.

Nell'allegato "Consistenza interventi" sono indicate le stazioni della rete per le quali dovrà essere sostituito il datalogger esistente con un nuovo datalogger conforme a quanto specificato al § 6.5.3.1.1, preservando la sensoristica esistente ad eccezione di quella per cui di seguito è espressamente richiesta la sostituzione, al fine di allineare le performance a quelle dei datalogger di più recente fornitura già utilizzati nel sistema e aventi un adeguato livello prestazionale.

I nuovi datalogger dovranno poter operare in situ in modo continuo (24 ore al giorno, 7 giorni alla settimana senza standby) e in modalità non presidiata, alloggiati nei contenitori già presenti oppure nei nuovi contenitori oggetto di sostituzione nel contesto di tale aggiornamento di rete. I nuovi datalogger dovranno essere in grado di rilevare e acquisire, a scadenze prefissate o su richiesta estemporanea, i dati monitorati dai sensori connessi, sia già esistenti nel sito che di nuova fornitura.

6.5.2.7.1.2 Aggiornamento di modulo xG

Al fine di migliorare l'affidabilità trasmissiva del dato e velocizzarne la ricezione, è previsto l'aggiornamento di tutti i modem attualmente basati sulla tecnologia 2G/3G. Ciò trova fondamento a seguito di tali considerazioni:

- l'aggiornamento del modem telefonico in dotazione della stazione alla tecnologia 4G ormai ampiamente diffusa sul territorio permetterà di sopperire da un lato all'abbandono delle vecchie tecnologie trasmissive e allo stesso tempo di migliorare sensibilmente l'affidabilità e la velocità di trasmissione del dato;
- l'aumento della banda trasmissiva permetterà di effettuare da remoto molte operazioni di teleassistenza (es: riconfigurazione datalogger / sensori con risoluzione di malfunzionamenti informatici), riducendo al minimo i fuori esercizio del sistema.

Nell'allegato "Consistenza interventi" è riportato l'elenco delle stazioni della rete che necessitano di tale aggiornamento trasmissivo. Il modulo dovrà avere le caratteristiche tecniche riportate al successivo § 6.5.3.1.5 e dovrà acquisire i dati dalle stazioni periferiche e trasmetterli alla Centrale di controllo, utilizzando l'infrastruttura GPRS e/o LTE fornita da uno dei gestori della rete pubblica

presente in loco. Gli apparati GPRS/UMTS/LTE da installare sulle singole stazioni dovranno essere completi di antenna esterna e di tutti gli specifici accessori di installazione, in modo da fornire l'integrazione nelle modalità "chiavi in mano".

6.5.2.7.1.3 Sostituzione contenitori

Nell'allegato "Consistenza interventi" è riportato un elenco delle stazioni della rete che necessitano la **sostituzione del contenitore esistente con nuovo contenitore**, al fine di aumentare sensibilmente la protezione dell'elettronica di stazione, garantendo una maggiore affidabilità di funzionamento in tutte le condizioni meteorologiche. Per queste stazioni è necessaria la sostituzione dei contenitori esistenti con nuovi, con caratteristiche tecniche riportate al paragrafo 6.5.3.3.1, in acciaio di classe IP65, isolati termicamente, muniti di serratura e atti ad assicurare la migliore protezione da atti vandalici. Il contenitore deve essere dotato di dispositivo che eviti la condensazione interna. Nello stesso vano dovranno poter essere alloggiati diversi dispositivi di sistema, tra cui il datalogger, la batteria, il modulo xG e il modulo radio UHF e comunque quanto già oggi presente nel contenitore da sostituire.

6.5.2.7.1.4 Aggiornamento di sensori

È richiesta la sostituzione in diverse stazioni di alcune tipologie di sensori di vecchia generazione, come indicato nell'allegato "Consistenza interventi", al fine di allineare le performance degli stessi a quelle dei sensori di più recente fornitura già utilizzati nel sistema ed aventi un adeguato livello prestazionale, o a quelle di sensori presenti sul mercato di più recente progettazione e con livelli prestazionali o funzionali superiori a quelli esistenti. In particolare, rimandando alla consultazione dell'allegato "Consistenza interventi", gli interventi di aggiornamento richiesti sono di seguito elencati:

- sostituzione di sensori termometrici e igrometrici con nuovi termoigrometri in grado di garantire una migliore ventilazione naturale e stabilità di misura;
- sostituzione di sensori anemometrici sonici (2D) con nuovi esemplari in grado di garantire una migliore stabilità di misura della direzione e della velocità del vento;
- sostituzione di sensori radiometrici con nuovi esemplari in grado di garantire una migliore stabilità di misura della radiazione globale;
- sostituzione di sensori igrometrici per il suolo con nuovi esemplari in grado di garantire un minore disturbo e una maggior stabilità nelle variazioni di misura dell'umidità del suolo;
- sostituzione di sensori idrometrici radar e a pressione con nuovi esemplari in grado di garantire una maggiore sicurezza di misura e immunità ai disturbi.

Le specifiche tecniche minime dei nuovi sensori sono riportate al successivo § 6.5.3.2.

6.5.2.7.1.5 Adeguamento del sistema informatico del centro di controllo

Si prevede l'adeguamento dei software del centro di controllo a seguito dell'ammodernamento degli apparati trasmissivi e dei relativi protocolli di comunicazione. Il Centro di Controllo dovrà acquisire e archiviare tramite tale software i dati dalle stazioni di misura dislocate sul territorio. L'aggiudicatario dovrà fornire una piattaforma software per lo stesso Centro, che consenta le seguenti funzionalità:

- acquisizione ed archiviazione di tutti i dati provenienti dalle stazioni di misura sia in modalità pianificata che estemporanea (su richiesta operatori);
- visualizzazione e gestione dei dati e delle componenti della rete anche attraverso sistema GIS.

Le caratteristiche funzionali minime richieste per il software di centrale sono descritte al successivo § 6.5.3.4. Il nuovo software dovrà permettere il mantenimento di tutti gli scambi dati in essere e garantire che la centrale di controllo riceva i dati tramite collegamento GPRS/UMTS/LTE e, per situazioni di emergenza, via ponte radio lungo la dorsale regionale.

Ogni attività prevista nell'ambito dell'adeguamento del sistema informatico del centro di controllo dovrà garantire il funzionamento complessivo dello stesso e della rete di monitoraggio nel suo complesso, senza alcuna perdita di dati sia di archivio sia di nuova acquisizione. Dovranno essere adottate opportune procedure di migrazione, integrazione e riconfigurazione dei sistemi esistenti,

così da minimizzare eventuali interruzioni nella disponibilità delle funzioni di acquisizione, distribuzione, visualizzazione ed elaborazione dei dati provenienti sia dalla rete di monitoraggio sia da altri Enti. Tali brevi disservizi dovranno comunque essere adeguatamente pianificati e concordati con l'Amministrazione. Nel rispetto di questi vincoli, in osservanza delle rispettive condizioni di licenza, è consentito il riutilizzo o la riconfigurazione di eventuali moduli software già presente ed installati presso le centrali di controllo.

6.5.2.7.2 Ampliamento della rete di monitoraggio idrometrico

Al fine di completare il monitoraggio dei corsi d'acqua su tutti i comprensori idrologici nei quali è suddiviso il territorio regionale, si prevede il potenziamento della rete di monitoraggio esistente, tramite la fornitura, installazione e inserimento nella suddetta rete di monitoraggio di nuove stazioni di misura dei livelli idrometrici. Nell'allegato "Consistenza interventi" vengono riportati il numero delle stazioni e l'elenco delle località in cui è prevista l'installazione delle suddette stazioni; l'ubicazione precisa del punto di installazione delle nuove stazioni previste dovrà essere identificata a partire dalle coordinate indicate per ciascuna stazione. Le installazioni dovranno essere realizzate accuratamente secondo criteri di ottimizzazione della misura e preventivamente alla loro installazione, dovranno essere autorizzate dall'Amministrazione.

Le stazioni previste dovranno essere di tipo automatico, in grado di rilevare a scadenze prefissate i dati monitorati dai sensori connessi e trasmettere gli stessi alla Centrale di Controllo. Tutte le stazioni dovranno essere equipaggiate con doppio sistema di comunicazione, uno primario basato sul sistema xG e uno di backup basato su sistema radio in banda UHF. In particolare, tali stazioni dovranno essere equipaggiate almeno con le seguenti componenti:

- n. 1 unità di acquisizione con modulo di registrazione locale dei dati sia in memoria residente nell'unità stessa che su supporto estraibile, completa di contenitore da esterno in acciaio con fascia di blindatura;
- n. 1 modulo di alimentazione a celle solari e batteria tampone;
- n. 1 modulo di comunicazione radio in banda UHF;
- n. 1 modulo di comunicazione xG;
- n. 1 sensore idrometrico radar;
- asta idrometrica di adeguata lunghezza, come specificato nell'allegato "Consistenza interventi";

Le stazioni dovranno essere dotate di idonea struttura di supporto per l'installazione consistente in:

- palo di sostegno di 6 metri per l'installazione dell'unità di acquisizione, della cella solare e dell'antenna, su piano campagna tramite plinto di fondazione in calcestruzzo armato, dimensionato opportunamente per mantenere in stabilità la stazione o, in alternativa, in funzione della migliore soluzione ritenuta utile, tramite staffatura diretta a manufatto esistente;
- staffa a sbalzo di supporto per il sensore idrometrico, in acciaio zincato a caldo, da installarsi su piano campagna o, in alternativa, in funzione della migliore soluzione ritenuta utile, tramite staffatura diretta a manufatto esistente;
- cavidotti di collegamento tra i sensori e l'unità di acquisizione, interrati o a muro a seconda dei casi, costituiti da apposita guaina di protezione, con cavi di collegamento passanti nella stessa e internamente ai pali, per consentire la massima protezione dagli agenti esterni;
- tutti gli accessori necessari per l'installazione al fine di fornire le stazioni nelle modalità chiavi in mano.

Le nuove apparecchiature dovranno essere caratterizzate dalle specifiche tecniche e funzionali minime riportate nel § 6.5.3 successivo.

6.5.2.7.3 Ampliamento della rete di monitoraggio meteorologico

Al fine di ampliare il quadro conoscitivo delle condizioni meteo del territorio, si prevede il potenziamento della rete di monitoraggio esistente, consistente nella fornitura, installazione ed inserimento nella suddetta rete di monitoraggio di nuove stazioni di monitoraggio meteorologico.

Nell'allegato "Consistenza interventi" è riportato un elenco delle località in cui è prevista l'installazione delle suddette stazioni; l'ubicazione precisa del punto di installazione delle nuove stazioni previste dovrà essere identificata a partire dalle coordinate indicate per ciascuna stazione. Le installazioni dovranno essere realizzate accuratamente secondo criteri di ottimizzazione della misura e preventivamente alla loro installazione, dovranno essere autorizzate dall'Amministrazione.

Le stazioni previste dovranno essere di tipo automatico, in grado di rilevare a scadenze prefissate i dati monitorati dai sensori connessi e trasmettere gli stessi alla Centrale di Controllo. Tutte le stazioni dovranno essere equipaggiate con doppio sistema di comunicazione, uno primario basato sul sistema xG e uno di backup basato su sistema radio in banda UHF. In particolare, tali stazioni dovranno essere equipaggiate almeno con le seguenti componenti:

- n. 1 unità di acquisizione con modulo di registrazione locale dei dati sia in memoria residente nell'unità stessa che su supporto estraibile, completa di contenitore da esterno in acciaio con fascia di blindatura;
- n. 1 modulo di alimentazione a celle solari e batteria tampone;
- n. 1 modulo di comunicazione radio in banda UHF;
- n. 1 modulo di comunicazione xG;
- n. 1 sensore termoigrometrico;
- n. 1 sensore anemometrico di tipo meccanico.

Le stazioni dovranno essere dotate di idonea struttura di supporto per l'installazione consistente in:

- palo di sostegno di 10 metri per l'installazione del sensore anemometrico, dell'unità di acquisizione, della cella solare e dell'antenna, su piano campagna tramite plinto di fondazione in calcestruzzo armato dimensionato opportunamente per mantenere in stabilità la stazione;
- recinzione metallica di dimensioni 6x6 metri;
- staffa a sbalzo di supporto per il sensore termoigrometrico, da installarsi a un'adeguata altezza rispetto al piano campagna direttamente sul palo stazione;
- cavidotti di collegamento tra i sensori e l'unità di acquisizione, interrati o a muro a seconda dei casi, costituiti da apposita guaina di protezione, con cavi di collegamento passanti nella stessa e internamente ai pali, per consentire la massima protezione dagli agenti esterni;
- tutti gli accessori necessari per l'installazione al fine di fornire le stazioni nelle modalità chiavi in mano.

Le nuove apparecchiature dovranno essere caratterizzate dalle specifiche tecniche e funzionali minime riportate nel § 6.5.3 successivo.

6.5.2.7.4 Integrazioni di sensori e webcam su stazioni esistenti

Il progetto richiede la fornitura e l'installazione di diversi nuovi sensori per il monitoraggio in tempo reale delle variabili ambientali, al fine di ottenere l'integrazione e adeguamento della strumentazione di misura per diverse stazioni della rete, come indicato nell'allegato "Consistenza interventi". L'acquisto di nuovi sensori finalizzati alle attività di prevenzione, monitoraggio ed eventuale allarme delle zone a rischio, permetterà infatti di monitorare meglio e in modo più capillare eventuali configurazioni meteorologiche o idrologiche/idrauliche potenzialmente pericolose; inoltre, l'aggiunta di nuova componentistica contribuirà a migliorare le capacità previsionali a breve termine delle catene modellistiche dotate di assimilazione dati locale, grazie ad una migliore descrizione delle condizioni iniziali presenti sul territorio. Per il raggiungimento di tali fini, sarà quindi richiesta l'integrazione di sensori per la misura di:

- temperatura e umidità dell'aria;
- livello nivometrico;
- radiometria globale;
- tipologia e quantità di precipitazione (tempo presente);

- intensità, velocità e diametro delle particelle precipitate (disdrometri);
- direzione e velocità del vento;
- temperatura e umidità del suolo;
- direzione e velocità del vento lungo la verticale (wind profiler);
- livello idrometrico con tecnologia radar e a pressione;
- velocità idrica superficiale;
- velocità idrica in immersione;

Potranno anche essere integrate nuove webcam per il controllo visivo delle sezioni strumentate, anche al fine di evitare “falsi allertamenti” per dati anomali. Anche questa attività è subordinata all’adeguamento tecnologico descritto in precedenza.

Per ogni tipologia di nuovo sensore fornito, deve essere garantita la compatibilità delle connessioni con gli standard presenti sui datalogger esistenti. Dovranno essere inoltre preservate le infrastrutture esistenti (contenitori, opere edili, pali e supporti), integrando solo gli accessori necessari per la corretta installazione dei nuovi sensori come ad esempio braccetti di supporto, collari, ecc. Per le webcam, sarà necessario individuare in accordo con l’Amministrazione il posizionamento ottimale per garantire la migliore inquadratura possibile.

Dovranno essere forniti i cavi elettrici di connessione, le guaine di protezione degli stessi, le eventuali scatole di derivazione, i sistemi di protezione dalle sovratensioni e le morsettiere di connessione e realizzare tutti i cablaggi necessari per consegnare i sensori correttamente funzionanti e pronti all’uso. I sensori oggetto della fornitura devono essere accompagnati da idoneo documento di certificazione e di calibrazione.

6.5.2.7.5 Aggiornamento/integrazione di strutture di supporto

L’attività comprende tutte le lavorazioni necessarie, le opere per il posizionamento e per l’ancoraggio degli sbracci di supporto previsti, ivi compresi la realizzazione di cavidotti e pozzetti, gli eventuali scavi, lo smaltimento a discarica autorizzata e ogni altro onere.

6.5.2.8 Rete Regione Lombardia

La rete idronivometeo di ARPA Lombardia è divisa in tre lotti distinti (A, B e C), ciascun lotto è oggetto di un contratto di manutenzione appaltato a una diversa Ditta manutentrice.

Le stazioni con numero progressivo da 1 a 168 del file allegato “Allegato_03_Lombardia_5-LottoA_Anagrafica_stazioni” appartengono al Lotto A e sono dotate di datalogger “CAE-opendata20” e comunicano con la centrale tramite rete cellulare mobile (xG) come mezzo primario e con la rete radio come mezzo secondario. La rete radio è composta da due centrali di acquisizione (Milano e Bormio) e da 24 ripetitori che dialogano con le stazioni sia via radio che tramite la rete cellulare mobile (xG). La descrizione della struttura e del funzionamento della rete radio è riportata nel capitolato di manutenzione della rete, di cui si riportano degli stralci nei seguenti allegati. A pagina 7 del file “Allegato_1-Lotto A_all 2” sono indicate le caratteristiche tecniche del datalogger Opendata20. La descrizione della struttura e del funzionamento della rete radio è riportata nel capitolato di manutenzione della rete, di cui si riportano degli stralci nei seguenti allegati.

- “Allegato_1_Lombardia_Lotto A_all 2”: riporta la descrizione del funzionamento della rete, del Sistema di Supervisione e Controllo (SSC), dello Schema datacenter SSC, del Sistema di Visualizzazione MAPS & VIEW, della Centrale di Bormio e del Formato file. Il formato deve essere comunque editabile e soggetto a modifiche su richiesta di ARPA Lombardia.
- “Allegato_04_Lombardia_4-Lotto A_all 3”: riporta la descrizione del Backbone, della sottorete del nodo, del nodo di Bormio e delle Radiofrequenze (attualmente oggetto di aggiornamento e potranno quindi subire delle modeste modifiche nel prossimo futuro).
- “Allegato_05_Lombardia_5-LottoA_Anagrafica_stazioni”: riporta in formato tabellare l’anagrafica delle stazioni del Lotto A con indicazione del mezzo trasmissivo di ciascuna stazione.

- “Allegato_06_Lombardia_6-LottoA_Anagrafica_ripetitori”: riporta i nomi e le coordinate dei 24 ripetitori.

Le stazioni con numero progressivo da 169 a 191 appartengono al lotto C e sono dotate di datalogger “ETG-iLogger”. Le caratteristiche tecniche del datalogger iLogger sono riportate nel file “Allegato_2-Lotto C_iLogger”.

Le stazioni del lotto B sono dotate di datalogger OTT-netdl500, le cui specifiche tecniche sono riportate in allegato “Allegato_3-Lotto B_OTTnetDL” e disponibili al link <https://www.ott.com/it-it/prodotti/acquisizione-dati-e-teletrasmissione-212/ott-netdl-767/>. I datalogger inviano dati al server FTP ARPA in formato testo aperto ogni 10 minuti. L’invio dei file è effettuato attraverso la rete cellulare mobile (xG). Il file deve avere un formato editabile, non prefissato e modificabile secondo le esigenze di ARPA Lombardia. I dati, oltre che al server FTP di ARPA Lombardia, sono inviati con protocollo HTTP in formato file OML/MIS a un server parallelo messo a disposizione dall’attuale aggiudicatario (Corr-tek). Da questo server i file MIS vengono messi a disposizione, ogni 10 minuti, per il download sul server FTP di ARPA. ARPA li recupera e li visualizza attraverso il software OTT Hydras3 (<https://www.ott.com/it-it/prodotti/software-213/>) installato presso un pc fisso di ARPA Lombardia.

L’obiettivo degli interventi nel suo complesso è l’ammodernamento tecnologico del monitoraggio termopluviometrico della rete idronivometeorologica e della rete radio attualmente in uso per garantire la ridondanza della trasmissione del dato in tempo reale - l’ultimo intervento esteso di ammodernamento della rete risale infatti al 2012 e attualmente alcune parti di ricambio non sono più reperibili sul mercato - e il potenziamento del sistema con nuove installazioni idrometriche che hanno la finalità di rafforzare la rete per la misura del bilancio idrico in punti in cui attualmente non è presente informazione diretta.

Gli interventi richiesti si possono quindi categorizzare nelle seguenti tre tipologie.

- Integrazione e aggiornamento di sensori in datalogger esistenti e operativi su alcune stazioni del lotto A e del lotto C;
- Fornitura e installazione di 3 nuove stazioni idrometriche per la misura delle portate con finalità di bilancio idrico da integrarsi pienamente nella rete del lotto B;
- aggiornamento dei sistemi trasmissivi di ripetizione della rete radio del lotto A.

6.5.2.8.1 Ammodernamento e ottimizzazione della rete

Le attività di aggiornamento della rete di monitoraggio riguardano la sostituzione delle seguenti categorie di componenti:

- Aggiornamento/integrazione di nuovi apparati di trasmissione radio in dotazione ai ripetitori e ai quadri radio di centrale per le comunicazioni con le stazioni periferiche stesse;
- Aggiornamento di sensori;
- Integrazione di sensori;
- Aggiornamento del modulo radio per i ripetitori della rete.

A ciò vanno aggiunte tutte le attività di messa in esercizio della rete di monitoraggio aggiornata e tutte le azioni necessarie ad assicurare la coesistenza ed il corretto funzionamento della parte di rete di monitoraggio esistente durante l’avanzamento lavori. Tutte le componenti si intendono fornite e messe in opera complete di tutte le parti e gli accessori necessarie allo svolgimento delle funzioni richieste.

6.5.2.8.1.1 Aggiornamento/integrazione di nuovi apparati di trasmissione radio

Si prevede l’adeguamento del sistema trasmissivo in uso sui ripetitori della rete, consistente nella sostituzione completa di tutti gli apparati radio esistenti in dotazione ai ripetitori e ai quadri radio di centrale finalizzata a migliorare qualità del segnale, raggiungibilità delle stazioni in condizioni meteo avverse, facilità di gestione, velocità di trasmissione. Si potrà così configurare una dorsale che

utilizza protocolli di connessione IP e consentire, in futuro, di prevedere un aggiornamento delle radio terminali delle stazioni con apparati che supportano protocolli standard del mondo internet.

Dovranno quindi essere forniti e installati nuovi apparati radio relative della tipologia 5, le cui caratteristiche minime sono riportate al successivo § 6.5.3.1.4.4.

L'intervento dovrà preservare l'attuale funzionalità H24 della rete in ogni condizione ambientale e mantenere inalterati tutti gli scambi dati in essere.

Gli apparati ricetrasmittivi devono essere omologati dal Ministero delle Comunicazioni e perfettamente conformi alle specifiche previste dalla vigente legislazione in materia.

6.5.2.8.1.2 Aggiornamento di sensori

È richiesta la sostituzione in diverse stazioni di alcune tipologie di sensori di vecchia generazione come indicato nell'allegato "Consistenza interventi" al fine di allineare le performance degli stessi a quelle dei sensori di più recente fornitura già utilizzati nel sistema e aventi un adeguato livello prestazionale o a quelle di sensori presenti sul mercato di più recente progettazione e con livelli prestazionali o funzionali superiori a quelli esistenti. In particolare, gli interventi di aggiornamento richiesti sono di seguito elencati:

- sostituzione di pluviometri con nuovi pluviometri dotati di misura dell'intensità di pioggia;
- sostituzione di pluviometri riscaldati con nuovi pluviometri dotati di misura dell'intensità di pioggia;
- sostituzione di sensori termoigrometrici con nuovi sensori in grado di garantire una migliore ventilazione naturale e stabilità di misura.

Le specifiche tecniche minime dei nuovi sensori sono riportate al successivo § 6.5.3.2.

6.5.2.8.1.3 Integrazioni di sensori su stazioni esistenti

Si prevede la fornitura e l'installazione di diversi nuovi sensori per il monitoraggio in tempo reale delle variabili ambientali al fine di ottenere l'integrazione e adeguamento della strumentazione di misura per diverse stazioni della rete come indicato nell'allegato "Consistenza interventi". Nello specifico è richiesta l'integrazione di nuovi sensori termoigrometrici su stazioni esistenti.

Le specifiche tecniche minime dei nuovi sensori sono riportate al successivo § 6.5.3.2. Per le webcam sarà necessario individuare in accordo con l'Amministrazione il posizionamento ottimale per garantire la migliore inquadratura possibile.

Per ogni tipologia di nuovo sensore fornito deve essere garantita la compatibilità delle connessioni con gli standard presenti sui datalogger esistenti. Dovranno essere inoltre preservate le infrastrutture esistenti (contenitori, opere edili, pali e supporti), integrando solo gli accessori necessari per la corretta installazione dei nuovi sensori come ad esempio braccetti di supporto, collari, ecc.

Dovranno essere forniti i cavi elettrici di connessione, le guaine di protezione degli stessi, le eventuali scatole di derivazione, i sistemi di protezione dalle sovratensioni e le morsettiere di connessione e realizzare tutti i cablaggi necessari per consegnare i sensori correttamente funzionanti e pronti all'uso. I sensori oggetto della fornitura devono essere accompagnati da idoneo documento di certificazione e di calibrazione.

6.5.2.8.2 Ampliamento della rete di monitoraggio idrometrica

Al fine di ampliare quindi il quadro conoscitivo delle condizioni idrometriche del territorio, si prevede il potenziamento della rete di monitoraggio esistente, consistente nella fornitura, installazione ed inserimento nella suddetta rete di monitoraggio di nuove stazioni di monitoraggio idrometrico. Nell'allegato "Consistenza interventi" è riportato un elenco delle località in cui è prevista l'installazione delle suddette stazioni. L'ubicazione precisa del punto di installazione delle nuove stazioni previste dovrà essere identificata nell'intorno del punto di coordinata indicato per ciascuna stazione. Le installazioni dovranno essere realizzate accuratamente secondo criteri di ottimizzazione della misura e preventivamente alla loro installazione dovranno essere autorizzate dall'Amministrazione.

Le stazioni idrometriche previste dovranno essere di tipo automatico, in grado di rilevare a scadenze prefissate i dati monitorati dai sensori connessi e trasmettere gli stessi alla Centrale di Controllo. Tutte le stazioni dovranno essere equipaggiate con sistema di comunicazione xG.

Le stazioni dovranno essere equipaggiate con le seguenti componenti (per il dettaglio della divisione delle componenti per ogni nuova stazione si rimanda all'allegato "Consistenza interventi"):

- n.1 unità di acquisizione con modulo di registrazione locale dei dati sia in memoria residente nell'unità stessa che su supporto estraibile, completa di contenitore da esterno in acciaio con fascia di blindatura;
- n.1 modulo di alimentazione a celle solari o da rete elettrica e batteria tampone in accordo con quanto riportato in allegato;
- n.1 modulo di comunicazione xG;
- n.1 sensore idrometrico radar o a pressione in accordo con quanto riportato in allegato;
- n. 1 sensore di velocità idrica superficiale ad eccezione della stazione di Mincio – Laghi di Mantova;
- n. 1 sensore di velocità idrica a immersione, a eccezione della stazione di Chiese a Gavardo;
- asta idrometrica di lunghezza definita secondo quanto riportato in allegato.

Le stazioni dovranno essere dotate di idonea struttura di supporto per l'installazione consistente in:

- palo di sostegno di 6 metri per l'installazione dell'unità di acquisizione, della cella solare e dell'antenna, su piano campagna tramite plinto di fondazione in calcestruzzo dimensionato opportunamente per mantenere in stabilità la stazione o, in alternativa, in funzione della migliore soluzione ritenuta utile, tramite staffatura diretta a manufatto esistente;
- staffa di supporto sensore a sbalzo, in acciaio zincato a caldo, da installarsi su piano campagna o, in alternativa, in funzione della migliore soluzione ritenuta utile, tramite staffatura diretta a manufatto esistente;
- cavidotti di collegamento tra i sensori e l'unità di acquisizione, interrati o a muro a seconda dei casi, costituiti da apposita guaina di protezione, con cavi di collegamento passanti nella stessa e internamente ai pali, per consentire la massima protezione dagli agenti esterni;
- tutti gli accessori necessari per l'installazione al fine di fornire le stazioni nelle modalità chiavi in mano.

Le nuove apparecchiature dovranno essere caratterizzate dalle specifiche tecniche e funzionali minime riportate nel § 6.5.3 del presente progetto.

6.5.2.9 Rete Regione Marche

Il Sistema della Regione Marche oggetto di adeguamento e ampliamento con il presente progetto è la "Rete Meteo Idropluviometrica Regionale", comunemente denominata in forma abbreviata "Rete MIR".

Si tratta di una rete strumentale di monitoraggio e sorveglianza per scopi di protezione civile, dedicata specificatamente alle attività di previsione e prevenzione dei rischi idraulici, idrogeologici e nivologici, oltreché all'allertamento delle popolazioni ad essi esposte. A tal scopo opera quindi in telemisura e tempo reale, provvedendo automaticamente al rilevamento su tutto il territorio regionale delle grandezze fisiche dei principali parametri idrologici, meteorologici e nivologici caratterizzanti i fenomeni precursori delle suddette situazioni di rischio.

La Rete MIR è costituita da una piattaforma tecnologica unitaria perfettamente integrata con altre infrastrutture tecnologiche regionali. Il Sistema ha un'estensione territoriale sovrapponibile a quella del territorio regionale marchigiano e la sua architettura di sistema è costituita da tre elementi principali:

- le stazioni in campo, che hanno il compito di rilevare costantemente le misure dei parametri idrometeorologici e nivologici previsti;

- il sistema trasmissivo, che funge da vettore in tempo reale per il transito, attraverso la Rete Dati idrogeo, la Rete MarcheWay e la rete dati di telefonia mobile, delle misure osservate sul territorio dalle stazioni verso la Centrale, ubicata presso la sede del Centro Funzionale;
- le Centrali, dove i dati acquisiti dalle stazioni vengono archiviati in banca dati, ridistribuiti verso le varie banche dati previste, elaborati e restituiti per l'utilizzo da parte della Regione.

Nell'Allegato_01_MARCHE_DescrizioneSintetica Rete MIR_reti_idro_meteo", viene riportata la descrizione del sistema esistente con indicazione della consistenza e delle principali caratteristiche tecniche.

Gli interventi richiesti prevedono sia l'ammmodernamento tecnologico degli apparati più datati per implementare nuove evolute funzionalità e offrire un orizzonte temporale di utilizzo più lungo, sia un ampliamento della rete introducendo nuove strutture trasmissive. Lo scopo è quello di consentire e migliorare il regolare svolgimento delle attività di monitoraggio idro-meteorologico, specialmente in caso di emergenze legate al rischio idrogeologico e idraulico per finalità di allertamento e mitigazione del rischio per la popolazione nelle situazioni di preallerta, attenzione, preallarme, allarme ed emergenza idro-meteorologica.

A tale scopo sono previsti:

- il rinnovamento dei sistemi di alimentazione fotovoltaica delle stazioni, sostituendo pannelli solari ormai obsoleti o non più perfettamente efficienti, con conseguente miglioramento dell'affidabilità funzionale delle stazioni anche in occasione di lunghi periodi di insufficiente irraggiamento solare;
- l'aggiornamento tecnologico e potenziamento del sistema trasmissivo dedicato della Rete MIR con upgrade dall'attuale tecnologia analogica a quella digitale. L'aggiornamento consentirà di ottenere un notevole miglioramento prestazionale soprattutto in termini di velocità trasmissiva, quindi di ottenere una significativa riduzione dei tempi di polling e un aggiornamento tempestivo ed accurato dell'evoluzione dei fenomeni in campo.

Infine, l'aggiornamento, unito all'implementazione di ulteriori nuovi siti trasmissivi, permetterà di incrementare la ridondanza dei sistemi con conseguente notevole aumento dell'affidabilità globale della rete.

6.5.2.9.1 Aggiornamento dei sistemi di alimentazione a celle solari delle stazioni periferiche

Nell'allegato "Consistenza interventi" è riportato un elenco delle stazioni della rete con l'indicazione per diverse di queste della necessità di aggiornamento del sistema di alimentazione. Per queste stazioni è richiesto quindi l'adeguamento degli apparati di alimentazione con l'aggiornamento dei sistemi di alimentazione a celle solari ottenuto tramite la sostituzione delle attuali celle solari con celle da almeno 50 W aventi le caratteristiche tecniche minime riportate al successivo § 6.5.3.1.2.

Il pannello fotovoltaico dovrà essere posizionato nel punto di collocazione dell'esistente con orientamento e angolazione ideali per garantire la massima producibilità per le latitudini del territorio regionale. Il pannello fotovoltaico dovrà essere comprensivo di cavi elettrici, connettori e qualsiasi altro componente necessario a garantire con continuità l'alimentazione e la funzionalità della stazione e delle dotazioni accessorie.

6.5.2.9.2 Adeguamento ripetitori radio

Il sistema trasmissivo che si intende ottenere al termine delle attività di ammodernamento e potenziamento indicate è un sistema operante completamente tramite trasmissioni in digitale (in banda UHF digitale per il tratto stazioni – ponte radio di riferimento e in banda SHF, tramite la Rete MarcheWay, da quest'ultimo fino alla Centrale di Ancona).

Inoltre, in caso di indisponibilità della Rete MarcheWay, le limitazioni prestazionali insite nella ridondanza d'area effettuata attualmente in banda UHF con trasmissione analogiche, saranno di fatto completamente superate grazie alle prestazioni della nuova tecnologia digitale adottata, notevolmente superiori in termini di velocità trasmissiva e affidabilità.

Si prevede quindi l'adeguamento dei ripetitori esistenti con la sostituzione degli apparati attuali con nuovi.

6.5.2.9.3 Nuovi ripetitori radio

Con il fine di estendere la copertura radio UHF del territorio per garantire tutti gli ampliamenti richiesti e, allo stesso tempo, fornire eventuali percorsi alternativi ai collegamenti esistenti per aumentare la robustezza della rete, vengono richieste la fornitura e l'installazione di nuovi ripetitori come riportato nell'allegato "Consistenza interventi".

Il numero necessario di nuovi ripetitori e le coordinate degli stessi dovrà essere individuata attraverso un apposito studio, mirante a determinarne la posizione ottimale in relazione sia alla copertura trasmissiva da assicurare al territorio sotteso, sia dell'eventuale possibilità di utilizzare infrastrutture (tralicci, ricoveri ecc.) già esistenti di proprietà della Regione Marche, o anche di Soggetti diversi con i quali dovranno essere stipulati appositi accordi di ospitalità delle apparecchiature.

I nuovi ripetitori, completi di adeguato sistema di alimentazione da rete elettrica 220V, gruppo filtri e antenne, dovranno essere realizzati con modalità "chiavi in mano" completi di fornitura, installazione delle apparecchiature e di ogni accessorio di installazione, in modo da garantirne la piena funzionalità. I nuovi ripetitori dovranno essere dotati anche di modulo di comunicazione xG per attività di telecontrollo.

6.5.2.10 Rete Regione Molise

La rete di monitoraggio meteo idro pluviometrico in tempo reale in esercizio presso il Centro Funzionale Decentrato della Protezione Civile della regione Molise e utilizzata quale rete fiduciaria di protezione civile nell'ambito del sistema regionale di allertamento per il rischio idrogeologico e idraulico a fini di protezione civile.

È dotata di sensoristica, installata sulle stazioni periferiche elettroniche automatiche, con trasmissione dei dati in tempo reale, mediante ponti radio troposferici, alla centrale di controllo della rete, in esercizio presso la sede del Centro Funzionale di Campochiaro (CB). La configurazione attuale della rete è il risultato di più di quindici anni di interventi, risalendo al 2006 l'aggiornamento funzionale/tecnologico delle stazioni di rilevamento idrometriche e pluviometriche in teletrasmissione della rete per il monitoraggio dei principali bacini dell'ex Ufficio Compartimentale di Pescara del Servizio idrografico e Mareografico Nazionale del Dipartimento per i Servizi Tecnici Nazionali, che ha realizzato e gestito la rete fino ad allora. La rete ad oggi garantisce un livello di funzionalità ed affidabilità idoneo agli scopi di Protezione Civile per cui è utilizzata.

- La rete attuale è costituita da:
- stazioni periferiche;
- ripetitori radio;
- centrale di controllo
- centrale di controllo secondaria di Civitacampomarano frana.

Gli interventi prevedono sia l'ammodernamento tecnologico dei sensori più datati e non per implementare nuove evolute funzionalità e offrire un orizzonte temporale di utilizzo più lungo, sia un ampliamento del monitoraggio introducendo anche nuove variabili. Lo scopo è quello di consentire e migliorare il regolare svolgimento delle attività di monitoraggio idro-meteorologico, specialmente in caso di emergenze legate al rischio idrogeologico e idraulico per finalità di allertamento e mitigazione del rischio per la popolazione nelle situazioni di preallerta, attenzione, preallarme, allarme ed emergenza idro-meteorologica, con particolare riferimento al raggiungimento dei seguenti obiettivi:

- Raggiungimento del massimo livello di accuratezza per le misure di intensità e cumulata di pioggia per le stazioni esistenti, così come standardizzato dalla recente norma ISO 17277;
- Potenziamento/adeguamento tecnologico su stazioni esistenti dei sensori di misura della direzione e intensità del vento, umidità e temperatura dell'aria (a altre variabili meteo), ai fini del monitoraggio meteorologico nonché per la prevenzione degli incendi boschivi;
- Miglioramento della resilienza della radio copertura UHF sul territorio regionale;
- Efficientamento della rete di misura idrologica esistente con miglioramento della tecnologia di acquisizione del livello idrometrico;

- Sostituzione delle componenti più obsolete delle stazioni esistenti al fine di migliorare la qualità dei siti di misura.

6.5.2.10.1 Ammodernamento e ottimizzazione della rete

Le attività di aggiornamento e ottimizzazione della rete di monitoraggio riguardano le seguenti categorie di componenti:

- Aggiornamento delle unità di acquisizione (datalogger) più datate in dotazione alle stazioni periferiche;
- Aggiornamento di sistemi di alimentazione in dotazione a stazioni periferiche;
- Sostituzioni contenitori per diverse stazioni periferiche;
- Aggiornamento di sensori;
- Aggiornamento/integrazione di modulo xG;
- Aggiornamento di apparati di trasmissione radio.

A ciò vanno aggiunte tutte le attività di messa in esercizio della rete di monitoraggio aggiornata e tutte le azioni necessarie ad assicurare la coesistenza ed il corretto funzionamento della parte di rete di monitoraggio esistente durante l'avanzamento lavori. Tutte le componenti indicate nel presente elaborato si intendono fornite e messe in opera complete di tutte le parti e gli accessori necessarie allo svolgimento delle funzioni richieste.

6.5.2.10.1.1 Aggiornamento delle unità di acquisizione (datalogger)

Per tutte le stazioni indicate nell'allegato "Consistenza interventi", è previsto l'adeguamento tecnologico con la sostituzione dei datalogger obsoleti che non consentono l'installazione di sensoristica di nuova generazione (anche in sostituzione di quella esistente).

Nell'allegato "Consistenza interventi" sono indicate le stazioni della rete per le quali dovrà essere sostituito il datalogger esistente con un nuovo datalogger conforme a quanto specificato al § 6.5.3.1.1, preservando la sensoristica esistente ad eccezione di quella per cui di seguito è espressamente richiesta la sostituzione, al fine di allineare le performance a quelle dei datalogger di più recente fornitura già utilizzati nel sistema e aventi un adeguato livello prestazionale.

I nuovi datalogger dovranno poter operare in situ in modo continuo (24 ore al giorno, 7 giorni alla settimana senza standby) e in modalità non presidiata, alloggiati nei contenitori già presenti. I nuovi datalogger dovranno essere in grado di rilevare e acquisire, a scadenze prefissate o su richiesta estemporanea, i dati monitorati dai sensori connessi, sia già esistenti nel sito che di nuova fornitura.

6.5.2.10.1.2 Aggiornamento dei sistemi di alimentazione a celle solari delle stazioni periferiche

Nell'allegato "Consistenza interventi" è riportato un elenco delle stazioni della rete con l'indicazione per diverse di queste della necessità di aggiornamento del sistema di alimentazione. Per queste stazioni è richiesto quindi l'adeguamento degli apparati di alimentazione con l'aggiornamento dei sistemi di alimentazione a celle solari ottenuto tramite la sostituzione delle attuali celle solari con celle da almeno 50 W aventi le caratteristiche tecniche minime riportate al successivo § 6.5.3.1.2.

Il pannello fotovoltaico dovrà essere posizionato nel punto di collocazione dell'esistente con orientamento e angolazione ideali per garantire la massima producibilità per le latitudini del territorio regionale. Il pannello fotovoltaico dovrà essere comprensivo di cavi elettrici, connettori e qualsiasi altro componente necessario a garantire con continuità l'alimentazione e la funzionalità della stazione e delle dotazioni accessorie.

6.5.2.10.1.3 Sostituzioni contenitori

Nell'allegato "Consistenza interventi" è riportato un elenco delle stazioni della rete con l'indicazione per diverse di queste della necessità di sostituzione del contenitore esistente con nuovo contenitore. Per queste stazioni è necessaria la sostituzione dei contenitori esistenti con nuovi, con caratteristiche tecniche riportate al § 6.5.3.3.1, in acciaio di classe IP65, isolati termicamente, muniti di serratura e

atti ad assicurare la migliore protezione da atti vandalici. Il contenitore deve essere dotato di dispositivo che eviti la condensazione interna. Nello stesso vano dovranno poter essere alloggiati diversi dispositivi di sistema, tra cui il datalogger, la batteria, il modulo xG e il modulo radio UHF e comunque quanto già oggi presente nel contenitore da sostituire.

6.5.2.10.1.4 Integrazione/aggiornamento di modulo xG

Il modulo GPRS/UMTS/LTE viene previsto per tutte le stazioni della rete come sistema di comunicazione aggiuntivo al modulo radio in banda UHF. Nell'allegato "Consistenza interventi" è riportato un elenco delle stazioni della rete con l'indicazione per diverse di queste della necessità di integrazione del modulo xG o eventualmente se già presente di aggiornamento dell'esistente. Il modulo dovrà avere le caratteristiche tecniche riportate al successivo § 6.5.3.1.5 e dovrà acquisire i dati dalle stazioni periferiche e trasmetterli alla Centrale di controllo, utilizzando l'infrastruttura GPRS e/o LTE fornita da uno dei gestori della rete pubblica, presente in loco. Gli apparati GPRS/UMTS/LTE da installare sulle singole stazioni dovranno essere completi di antenna esterna e di tutti gli accessori di installazione specifici, in modo da fornire l'integrazione nelle modalità "chiavi in mano".

6.5.2.10.1.5 Aggiornamento di sensori

È richiesta la sostituzione in diverse stazioni di alcune tipologie di sensori di vecchia generazione come indicato nell'allegato "Consistenza interventi" al fine di allineare le performance degli stessi a quelle dei sensori di più recente fornitura già utilizzati nel sistema ed aventi un adeguato livello prestazionale o a quelle di sensori presenti sul mercato di più recente progettazione e con livelli prestazionali o funzionali superiori a quelli esistenti. In particolare, gli interventi di aggiornamento richiesti sono di seguito elencati:

- sostituzione di pluviometri con nuovi pluviometri dotati di misura dell'intensità di pioggia;
- sostituzione di pluviometri riscaldato con nuovi pluviometri dotati di misura dell'intensità di pioggia;
- sostituzione di sensori termometrici con nuovi sensori in grado di garantire una migliore ventilazione naturale e stabilità di misura;
- sostituzione di sensori igrometrici con nuovi sensori in grado di garantire una migliore ventilazione naturale e stabilità di misura;
- sostituzione di sensori barometrici con nuovi sensori in grado di garantire una maggior precisione di misura;
- sostituzione di anemometri meccanici con nuovi sensori in grado di garantire una maggior precisione di misura;
- sostituzione di sensori nivometrici ad ultrasuoni con nuovi sensori in grado di garantire una migliore compensazione della dipendenza dalla temperatura;
- sostituzione di sensori per la misura di temperatura del suolo e umidità del suolo con nuovi sensori in grado di garantire una maggior precisione di misura;
- sostituzione di sensori idrometrici a ultrasuoni con nuovi sensori a tecnologia radar in grado di garantire maggior precisione di misura e immunità ai disturbi;

Le specifiche tecniche minime dei nuovi sensori sono riportate al successivo § 6.5.3.2.

6.5.2.10.1.6 Aggiornamento di nuovi apparati di trasmissione radio

È richiesta l'integrazione di un nuovo modulo radio sulle stazioni esistenti come indicato nell'allegato "Consistenza interventi".

Mantenendo le frequenze attualmente in uso dovranno quindi essere forniti e installati sui siti indicati nuovi apparati radio della tipologia 1, le cui caratteristiche minime sono riportate al successivo § 6.5.3.1.4.1.

L'intervento dovrà comunque preservare l'attuale funzionalità H24 della rete in ogni condizione ambientale e mantenere inalterati tutti gli scambi dati in essere.

Gli apparati ricetrasmittivi devono essere omologati dal Ministero delle Comunicazioni e perfettamente conformi alle specifiche previste dalla vigente legislazione in materia.

6.5.2.10.2 Ampliamento della rete di monitoraggio idrometeorologico

Al fine di ampliare il quadro conoscitivo delle condizioni idro-meteorologiche del territorio, si prevede il potenziamento della rete di monitoraggio esistente, consistente nella fornitura, installazione ed inserimento nella suddetta rete di monitoraggio nuove stazioni di monitoraggio idrometeorologico. Nell'allegato "Consistenza interventi" è riportato un elenco delle località in cui è prevista l'installazione delle suddette stazioni. L'ubicazione precisa del punto di installazione delle nuove stazioni previste dovrà essere identificata nell'intorno del punto di coordinata indicato per ciascuna stazione. Le installazioni dovranno essere realizzate accuratamente secondo criteri di ottimizzazione della misura e preventivamente alla loro installazione dovranno essere autorizzate dall'Amministrazione.

Le stazioni idrometeorologiche previste dovranno essere di tipo automatico, in grado di rilevare a scadenze prefissate i dati monitorati dai sensori connessi e trasmettere gli stessi alla Centrale di Controllo. Tutte le stazioni dovranno essere equipaggiate con doppio sistema di comunicazione, uno primario basato sul sistema radio in banda UHF e uno di backup basato su sistema xG.

Le stazioni di tipo idrometeorologico dovranno essere equipaggiate almeno con le seguenti componenti:

- n.1 unità di acquisizione con modulo di registrazione locale dei dati sia in memoria residente nell'unità stessa che su supporto estraibile, completa di contenitore da esterno in acciaio con fascia di blindatura;
- n.1 modulo di alimentazione a celle solari e batteria tampone;
- n.1 modulo di comunicazione radio in banda UHF;
- n.1 modulo di comunicazione xG;
- sensori idrometeorologici in accordo con l'allegato "Consistenza interventi";
- asta idrometrica in accordo con l'allegato "Consistenza interventi".

Le stazioni dovranno essere dotate di idonea struttura di supporto per l'installazione consistente in:

- palo di sostegno (2 o 6 o 10 metri ribaltare in base alla tipologia) per l'installazione dell'unità di acquisizione, sensori, della cella solare e dell'antenna, su piano campagna tramite plinto di fondazione in calcestruzzo dimensionato opportunamente per mantenere in stabilità la stazione o, in alternativa, in funzione della migliore soluzione ritenuta utile, tramite staffatura diretta a manufatto esistente;
- staffa di supporto sensore a sbalzo, in acciaio zincato a caldo, da installarsi su piano campagna o, in alternativa, in funzione della migliore soluzione ritenuta utile, tramite staffatura diretta a manufatto esistente;
- cavidotti di collegamento tra i sensori e l'unità di acquisizione, interrati o a muro a seconda dei casi, costituiti da apposita guaina di protezione, con cavi di collegamento passanti nella stessa e internamente ai pali, per consentire la massima protezione dagli agenti esterni;
- tutti gli accessori necessari per l'installazione al fine di fornire le stazioni nelle modalità chiavi in mano.

Le nuove apparecchiature dovranno essere caratterizzate dalle specifiche tecniche e funzionali minime riportate nel paragrafo 6.5.3 successivo.

6.5.2.10.3 Nuovi ripetitori radio

Con il fine di estendere la copertura radio UHF del territorio per garantire tutti gli ampliamenti richiesti e nello stesso tempo fornire eventuali percorsi alternativi ai collegamenti esistenti per aumentare la robustezza della rete è richiesta la fornitura e installazione di nuovi ripetitori radio di tipologia 1.

Il numero di nuovi ripetitori necessari e l'esatta collocazione degli stessi dovrà essere in particolare individuata, attraverso un apposito studio, con l'obiettivo di massimizzare la copertura radio per permettere gli ampliamenti richiesti.

I nuovi ripetitori, completi di adeguato sistema di alimentazione, gruppo filtri e antenne, dovranno essere realizzati con modalità "chiavi in mano" completi di fornitura, installazione delle apparecchiature e di ogni accessorio di installazione, in modo da garantirne la piena funzionalità. Le nuove apparecchiature dovranno essere caratterizzate dalle specifiche tecniche e funzionali minime della tipologia 1 riportate nel § 6.5.3.1.6.2 successivo.

6.5.2.11 Rete Regione Piemonte

La rete di monitoraggio meteorologica ed idrometrica regionale è costituita da apparecchiature di proprietà di Arpa Piemonte, della Regione Liguria e delle Province Piemontesi che costituiscono un unico sistema funzionale. Il sistema è composto in particolare da elementi interoperabili, finalizzati a raccogliere, trasmettere e visualizzare in tempo reale dati relativi a grandezze ambientali rilevate sul territorio. Nel dettaglio gli elementi principali sono:

- la centrale di acquisizione, elaborazione e visualizzazione dati;
- le stazioni periferiche di monitoraggio ambientale;
- la rete di trasferimento dati.

La Centrale di Controllo, vero e proprio cuore operativo, mediante software specialistici dedicati, consente l'acquisizione, l'elaborazione e l'organizzazione dei dati, visualizzandoli in tempo reale e consentendo anche l'analisi di serie storiche di dati pregressi o la gestione di situazioni critiche di allerta idrologica tramite l'attivazione di allarmi.

Le stazioni periferiche di monitoraggio ambientale presenti nel territorio sono equipaggiate con vari sensori, tipicamente meteorologici e idrometrici, ma anche per la misura dei parametri della neve, dell'acqua e della radiazione gamma.

La rete di comunicazione e trasferimento dati consente il passaggio delle informazioni dalle stazioni periferiche alla centrale ed è il nodo cruciale del sistema poiché ne determina l'affidabilità e le performance. Il mezzo di comunicazione maggiormente utilizzato è il sistema radio in banda UHF, che sfrutta una rete di ripetitori per comunicare i dati a una centrale, in alternativa o come backup al sistema di trasmissione radio principale possono essere impiegati anche il sistema pubblico di trasmissione dati cellulare e il sistema satellitare.

Negli allegati al presente elaborato, viene riportata la descrizione del sistema esistente con indicazione della sua consistenza e delle sue principali caratteristiche tecniche. Di seguito l'elenco degli allegati:

- Allegato_01_Piemonte_sezione 4.1 Anagrafiche apparati rete_PIEMONTE;
- Allegato_02_Piemonte_sezione 4.1 Descrizione Generale rete esistente_PIEMONTE;
- Allegato_03_sezione 4.1 Schema rete radio_PIEMONTE;
- Allegato_04_sezione 4.2 Descrizione scambio dati DPC e web-services_PIEMONTE;
- Allegato_05_sezione 4.3 Consistenza stazioni da aggiornare_PIEMONTE;
- Allegato_06_Piemonte_sezione 4.4 Ingressi datalogger esistenti_PIEMONTE;
- Allegato_07_sezione 4.5 Protocolli rete_PIEMONTE.

Gli interventi richiesti prevedono sia l'ammodernamento tecnologico degli apparati più datati, per implementare nuove evolute funzionalità e offrire un orizzonte temporale di utilizzo più lungo, sia un ampliamento del monitoraggio introducendo anche nuove variabili. Lo scopo è quello di consentire e migliorare il regolare svolgimento delle attività di monitoraggio idro-meteorologico, specialmente in caso di emergenze legate al rischio idrogeologico e idraulico per finalità di allertamento e mitigazione del rischio per la popolazione nelle situazioni di preallerta, attenzione, preallarme, allarme ed emergenza idro-meteorologica.

A tale scopo sono previsti:

- l'ammodernamento della rete e l'ottimizzazione della rete comprendente:
- l'adeguamento delle centraline di acquisizione più datate
- l'aggiornamento dei sensori pluviometrici, idrometrici e barometrici di vecchia generazione;
- lo spostamento di diverse stazioni della rete;
- l'integrazione sensori meteorologici su stazioni esistenti;
- l'aggiornamento/integrazione strutture di supporto;
- l'ampliamento della rete di monitoraggio idrometrica;
- l'incremento del numero di ripetitori radio per consentire una maggior copertura del territorio in relazione all'ampliamento della rete richiesto;
- l'integrazione in diversi siti di sonde CRNS (sensori di neutroni da raggi cosmici) per stimare l'umidità del suolo su aree estese;
- l'integrazione in diversi siti di sonde CRNS (sensori di neutroni da raggi cosmici) in grado di stimare anche il contenuto idrico di un manto nevoso (SWE) su aree estese

Si specifica inoltre che le stazioni attualmente dotate di moduli solo per la trasmissione in banda radio UHF, dovranno essere integrate con moduli di trasmissione xG. Il vettore radio UHF rimarrà perciò il sistema primario di comunicazione per le stazioni, mentre il sistema xG avrà un ruolo di backup al sistema radio e potrà essere utilizzato per attività di telecontrollo avanzate (es. aggiornamento firmware da remoto). La modalità di trasmissione dei dati via radio UHF dovrà essere possibile sia tramite ciclo di chiamate (polling) periodiche automatiche dalla centrale di controllo con dato periodo di polling, sia tramite interrogazione manuale delle stazioni in tempo reale da parte di un operatore abilitato. Gli interventi dovranno essere realizzati in modo da assicurare per il sistema complessivo adeguato, un tempo di ciclo della rete (polling) inferiore o pari a 15 minuti, come attualmente garantito dal sistema. Entro tale tempo dovrà pertanto essere assicurata l'acquisizione presso i server della centrale di controllo, dei dati rilevati da tutte le stazioni di monitoraggio a campo della rete, sia di quelle esistenti e non oggetto di aggiornamento che di quelle aggiornate o nuove.

Tutti gli apparati e le nuove stazioni fornite dovranno integrarsi nella rete radio regionale, descritta nei documenti allegati, senza prevedere interventi generali di sostituzione delle apparecchiature e/o di rifacimento di porzioni di rete.

6.5.2.11.1 Ammodernamento e ottimizzazione della rete

Le attività di aggiornamento della rete di monitoraggio riguardano la sostituzione delle seguenti categorie di componenti:

- Aggiornamento delle unità di acquisizione (datalogger) più datate in dotazione alle stazioni periferiche;
- Aggiornamento di sistemi di alimentazione in dotazione a stazioni periferiche;
- Sostituzioni contenitori per diverse stazioni periferiche;
- Aggiornamento/integrazione di modulo xG;
- Aggiornamento/integrazione di sensori;
- Aggiornamento/integrazione di strutture di supporto.

A ciò vanno aggiunte tutte le attività di messa in esercizio della rete di monitoraggio aggiornata e tutte le azioni necessarie ad assicurare la coesistenza e il corretto funzionamento della parte di rete di monitoraggio esistente durante l'avanzamento lavori. Tutte le componenti indicate nel presente Elaborato si intendono fornite e messe in opera complete di tutte le parti e gli accessori necessarie allo svolgimento delle funzioni richieste.

6.5.2.11.1.1 Aggiornamento delle unità di acquisizione (datalogger)

Una porzione della rete di monitoraggio è basata sull'utilizzo di datalogger con tecnologia progettata oltre 20 anni fa (SPM20), pertanto si ritiene importante prevedere un aggiornamento tecnologico sia

per superare condizioni di lock-in sia per implementare nuove evolute funzionalità e offrire un orizzonte temporale di utilizzo più lungo. I datalogger attualmente proposti sul mercato sono infatti programmabili, con architettura aperta e in grado di poter integrare sistemi trasmissivi moderni e sensoristica tecnologicamente evoluta, grazie anche a porte di comunicazione che implementano moderni protocolli standard (ethernet, SDI-12, IoT, ...). L'aggiornamento garantirebbe così il mantenimento di una funzionalità ottimale per il prossimo decennio, che possa far fronte anche ad eventuali ulteriori evoluzioni tecnologiche. Inoltre, i datalogger più moderni consentono di implementare algoritmi di calcolo complessi, che possono essere utilizzati per finalità multi-purpose, anche grazie a nuove caratteristiche di standardizzazione, interoperabilità e apertura.

L'aggiornamento dei datalogger comporta anche la sostituzione di tutti i moduli GPRS installati, come descritto al successivo § 6.5.2.11.1.3 con l'integrazione di nuovi moduli che consentono di implementare un collegamento 4G, e l'aggiornamento di tutti i sistemi di alimentazione, come descritto al successivo § 6.5.2.11.1.2, con nuovi apparati più efficienti che utilizzano algoritmi moderni che consentono una ricarica più efficace e intelligente e nuovi pannelli solari di maggiore efficacia e potenza.

Nell'allegato "Consistenza interventi" sono indicate le stazioni della rete per le quali dovrà essere sostituito il datalogger esistente con un nuovo datalogger conforme a quanto specificato al § 6.5.3.1.1 preservando la sensoristica esistente ad eccezione di quella per cui di seguito è espressamente richiesta la sostituzione al fine di allineare le performance a quelle dei datalogger di più recente fornitura già utilizzati nel sistema ed aventi un adeguato livello prestazionale.

I nuovi datalogger dovranno poter operare in situ in modo continuo (24 ore al giorno, 7 giorni alla settimana senza standby) e in modalità non presidiata, alloggiati nei contenitori già presenti o di nuova fornitura dove previsto.

I nuovi datalogger dovranno essere in grado di rilevare e acquisire, a scadenze prefissate o su richiesta estemporanea, i dati monitorati dai sensori connessi, sia già esistenti nel sito che di nuova fornitura.

6.5.2.11.1.2 Aggiornamento dei sistemi di alimentazione a celle solari delle stazioni periferiche

Nell'allegato "Consistenza interventi" è riportato un elenco delle stazioni della rete con l'indicazione per diverse di queste della necessità di aggiornamento del sistema di alimentazione. Per queste stazioni viene quindi richiesto l'adeguamento degli apparati di alimentazione con l'aggiornamento dei sistemi di alimentazione a celle solari ottenuto tramite la sostituzione delle attuali celle solari con celle da almeno 50 W aventi le caratteristiche tecniche minime riportate al successivo § 6.5.3.1.2.

Il pannello fotovoltaico dovrà essere posizionato nel punto di collocazione dell'esistente con orientamento e angolazione ideali per garantire la massima producibilità per le latitudini del territorio regionale. Il pannello fotovoltaico dovrà essere comprensivo di cavi elettrici, connettori e qualsiasi altro componente necessario a garantire con continuità l'alimentazione e la funzionalità della stazione e delle dotazioni accessorie.

6.5.2.11.1.3 Integrazione/aggiornamento di modulo XG

Il modulo GPRS/UMTS/LTE viene previsto per tutte le stazioni della rete come sistema di comunicazione aggiuntivo al modulo radio in banda UHF. Nell'allegato "Consistenza interventi" viene riportato un elenco delle stazioni della rete con l'indicazione per diverse di queste della necessità di integrazione del modulo xG o eventualmente se già presente di aggiornamento dell'esistente. Il modulo dovrà avere le caratteristiche tecniche riportate al successivo § 6.5.3.1.5 e dovrà acquisire i dati dalle stazioni periferiche e trasmetterli alla Centrale di controllo, utilizzando l'infrastruttura GPRS e/o LTE fornita da uno dei gestori della rete pubblica, presente in loco. Gli apparati GPRS/UMTS/LTE da installare sulle singole stazioni dovranno essere completi di antenna esterna e di tutti gli accessori di installazione specifici, in modo da fornire l'integrazione nelle modalità "chiavi in mano".

6.5.2.11.1.4 Aggiornamento/integrazione di sensori

Viene richiesta la sostituzione in diverse stazioni di alcune tipologie di sensori di vecchia generazione, come indicato nell'allegato "Consistenza interventi", al fine di allineare le performance degli stessi a quelle dei sensori di più recente fornitura già utilizzati nel sistema e aventi un adeguato livello prestazionale, o a quelle di sensori presenti sul mercato di più recente progettazione e con livelli prestazionali o funzionali superiori a quelli esistenti. Inoltre, il progetto prevede la fornitura e l'installazione di diversi nuovi sensori per il monitoraggio in tempo reale dei livelli idrometrici al fine di ottenere l'integrazione e adeguamento della strumentazione di misura per diverse stazioni della rete come indicato sempre nell'allegato "Consistenza interventi".

In particolare, si prevede:

- **Aggiornamento Pluviometri:** la rete è composta da sensori pluviometrici di vecchia generazione. L'aggiornamento si rende necessario per uniformare la rete, installando sensori di nuova generazione che, oltre ad essere più performanti in termini di precisione (secondo la norma UNI 17277:2020), campo di misura e tipologia di misura (oltre alla cumulata forniscono anche il valore di intensità di pioggia), sono dotati di interfaccia e protocolli standard e di sistemi di diagnostica che consentono di ridurre i tempi di fuori servizio. L'intervento prevede anche l'aggiornamento della quantità, residuale, di pluviometri non riscaldati di vecchia generazione attualmente presenti nella rete. Grazie a un sistema di alimentazione più efficace e algoritmi appositamente progettati, i nuovi sensori consentiranno di minimizzare il problema legato all'evaporazione della neve e di ridurre i consumi energetici.
- **Aggiornamento Barometri:** si ritiene necessario aggiornare i sensori barometrici con strumenti di tecnologia moderna che offrono migliori prestazioni grazie a una maggiore precisione, a un campo di misura più esteso, un intervallo di operatività più ampio e collegamenti tramite protocolli di comunicazione standard.
- **Aggiornamento/implementazione di idrometri:** i sensori idrometrici che compongono la rete sono attualmente di tipologia a ultrasuoni. Si ritiene utile prevedere la sostituzione/ l'affiancamento dei sensori esistenti con nuovi sensori radar, tecnologia che offre numerosi miglioramenti grazie all'indipendenza dalle variazioni in temperatura e umidità e che consente misurazioni accurate in ogni condizione climatica. Gli idrometri radar inoltre hanno una minore sensibilità agli ostacoli; quindi, sono ottimali in presenza di vegetazione o di detriti, e una maggiore precisione nella misura anche con scarsa presenza di acqua, e offrono un campo di misura molto superiore rispetto a quello dei sensori a ultrasuoni. In fase esecutiva sarà necessario definire in accordo con l'Amministrazione in quali casi l'intervento riguarderà l'aggiunta di un nuovo sensore su una arcata del ponte diversa da dove si trova l'ultrasuoni, oppure la sostituzione del sensore esistente fermo restando invariato il numero complessivo di nuovi supporti indicati nell'allegato "Consistenza interventi".

Le specifiche tecniche minime dei nuovi sensori sono riportate al successivo § 6.5.3.2.

6.5.2.11.2 Ampliamento della rete di monitoraggio idrometrica

La rete di monitoraggio idrometrica è adeguata al controllo dei parametri idrologici a scala regionale; pur tuttavia, gli eventi alluvionali degli ultimi anni hanno evidenziato che, in particolare nell'area appenninica, alcuni sottobacini del Fiume Tanaro avrebbero la necessità di dotarsi di nuovi punti di monitoraggio per meglio seguire la formazione delle piene improvvise che si generano nello spartiacque tra Liguria e Piemonte.

Al fine di ampliare quindi il quadro conoscitivo delle condizioni idrometriche del territorio, si prevede il potenziamento della rete di monitoraggio esistente, consistente nella fornitura, installazione e inserimento nella suddetta rete di monitoraggio di nuove stazioni di monitoraggio idrometrico. Nell'allegato "Consistenza interventi" è riportato un elenco delle località in cui è prevista l'installazione delle suddette stazioni. L'ubicazione precisa del punto di installazione delle nuove stazioni previste dovrà essere identificata nell'intorno del punto di coordinata indicato per ciascuna stazione. Le installazioni dovranno essere realizzate accuratamente secondo criteri di ottimizzazione

della misura e preventivamente alla loro installazione dovranno essere autorizzate dall'Amministrazione.

Le stazioni idrometriche previste dovranno essere di tipo automatico, in grado di rilevare a scadenze prefissate i dati monitorati dai sensori connessi e trasmettere gli stessi alla Centrale di Controllo. Tutte le stazioni dovranno essere equipaggiate con doppio sistema di comunicazione, uno primario basato sul sistema radio in banda UHF e uno di backup basato su sistema xG.

Le stazioni dovranno essere equipaggiate almeno con le seguenti componenti:

- n.1 unità di acquisizione con modulo di registrazione locale dei dati sia in memoria residente nell'unità stessa che su supporto estraibile, completa di contenitore da esterno in acciaio con fascia di blindatura;
- n.1 modulo di alimentazione a celle solari e batteria tampone;
- n.1 modulo di comunicazione radio in banda UHF della tipologia 1;
- n.1 modulo di comunicazione xG;
- n.1 sensore idrometrico radar;
- asta idrometrica di adeguata lunghezza, come specificato nell'allegato "Consistenza interventi";

Le stazioni dovranno essere dotate di idonea struttura di supporto per l'installazione consistente in:

- palo di sostegno di 6 metri per l'installazione dell'unità di acquisizione, della cella solare e dell'antenna, su piano campagna tramite plinto di fondazione in calcestruzzo dimensionato opportunamente per mantenere in stabilità la stazione o, in alternativa, in funzione della migliore soluzione ritenuta utile, tramite staffatura diretta a manufatto esistente;
- staffa di supporto sensore a sbalzo, in acciaio zincato a caldo, da installarsi su piano campagna o, in alternativa, in funzione della migliore soluzione ritenuta utile, tramite staffatura diretta a manufatto esistente;
- cavidotti di collegamento tra i sensori e l'unità di acquisizione, interrati o a muro a seconda dei casi, costituiti da apposita guaina di protezione, con cavi di collegamento passanti nella stessa e internamente ai pali, per consentire la massima protezione dagli agenti esterni;
- tutti gli accessori necessari per l'installazione al fine di fornire le stazioni nelle modalità chiavi in mano.

Le nuove apparecchiature dovranno essere caratterizzate dalle specifiche tecniche e funzionali minime riportate nel § 6.5.3 successivo.

6.5.2.11.3 Integrazioni di sonde CRNS

Viene richiesta l'integrazione in stazioni esistenti di sonde di umidità del suolo e snow water equivalent (SWE) aventi le specifiche tecniche minime riportate al successivo paragrafo 6.5.3.2.20. Come già descritto, tali sonde saranno integrate in stazioni esistenti e saranno indicate in fase esecutiva. Nell'allegato "Consistenza interventi" sono state inserite le aree in cui verrà previsto di installare tali strumentazioni.

Nello specifico le sonde si distinguono in due diverse tipologie.

- Sonde umidità del suolo: le sonde CRNS (sensori di neutroni da raggi cosmici) sono sensori in grado di stimare l'umidità del suolo su aree estese e costituiscono una migliore alternativa ai tradizionali dispositivi di monitoraggio di questi parametri. La tecnica CRNS si basa sulla rilevazione di neutroni naturali provenienti dal cosmo. I neutroni in arrivo sono molto veloci e, penetrando nel suolo, perdono energia a causa di successive collisioni principalmente con gli atomi di idrogeno (molecole di acqua) per poi disperdersi nell'atmosfera. I neutroni così dispersi provengono quindi soprattutto dall'umidità del suolo e poiché si disperdono su grandi distanze nell'aria risultano utili a monitorare vaste aree. Nell'ambito del potenziamento dei sistemi della rete, verrà prevista quindi l'installazione di sonde basate sulla tecnologia CRNS, da integrarsi nei sistemi di acquisizione componenti la rete, per ampliare il pannello informativo della strumentazione di misura a campo.

- Sonde snow water equivalent (SWE): le sonde CRNS sono sensori in grado di stimare anche il contenuto idrico di un manto nevoso su aree estese e costituiscono una migliore alternativa ai tradizionali dispositivi di monitoraggio di questi parametri. In continuità con quanto già svolto su alcuni siti pilota, verrà prevista quindi l'installazione di sonde basate sulla tecnologia CRNS, da integrarsi nei sistemi di acquisizione componenti la rete.

Per ogni tipologia di nuovo sensore fornito dovrà essere garantita la compatibilità delle connessioni con gli standard presenti sui datalogger esistenti. Dovranno essere inoltre preservate le infrastrutture esistenti (contenitori, opere edili, pali e supporti), integrando solo gli accessori necessari per la corretta installazione dei nuovi sensori come ad esempio braccetti di supporto, collari, ecc.

Dovranno essere forniti i cavi elettrici di connessione, le guaine di protezione degli stessi, le eventuali scatole di derivazione, i sistemi di protezione dalle sovratensioni e le morsettiere di connessione e realizzare tutti i cablaggi necessari per consegnare i sensori correttamente funzionanti e pronti all'uso. I sensori oggetto della fornitura devono essere accompagnati da idoneo documento di certificazione e di calibrazione.

6.5.2.11.4 Nuovi ripetitori radio

Con il fine di estendere la copertura radio in banda UHF del territorio per garantire tutti gli ampliamenti richiesti e, allo stesso tempo, fornire eventuali percorsi alternativi ai collegamenti esistenti per aumentare la robustezza della rete, viene richiesta la fornitura e installazione di nuovi ripetitori della tipologia 1.

Il numero di nuovi ripetitori necessari e l'esatta collocazione degli stessi dovrà essere in particolare individuata, attraverso un apposito studio, con l'obiettivo di massimizzare la copertura radio per permettere gli ampliamenti richiesti.

I nuovi ripetitori, completi di adeguato sistema di alimentazione, gruppo filtri e antenne, dovranno essere realizzati con modalità "chiavi in mano" completi di fornitura, installazione delle apparecchiature e di ogni accessorio di installazione, in modo da garantirne la piena funzionalità. Le nuove apparecchiature dovranno essere caratterizzate dalle specifiche tecniche e funzionali minime riportate nel § 6.5.3.1.6.1 successivo per i ripetitori di tipologia 1.

6.5.2.12 Rete Regione Puglia

La rete di monitoraggio meteo-idrometrico regionale della regione Puglia costituita da n. 200 stazioni è stata recentemente oggetto di un primo potenziamento di 19 stazioni e, successivamente, di una integrazione (per unificazione) della rete agro-meteo regionale di 84 stazioni.

Il sistema trasmissivo UHF costituito da 12 ripetitori che inizialmente gestiva 200 stazioni, ne dovrà gestire 303. Per tale ragione, si ritiene necessario il potenziamento della rete UHF di trasmissione dati per garantire una copertura omogenea e ottimale su tutto il territorio regionale, anche in caso di condizioni meteorologiche avverse.

In considerazione delle attuali condizioni della rete, inoltre, si rende opportuno un intervento di ammodernamento e potenziamento delle dotazioni sensoristiche volte a garantire una corretta e più capillare rilevazione dei dati.

Al fine di preservare lo stato di funzionamento delle stazioni e di adeguare al doppio sistema di comunicazione Radio UHF e GSM (che comporta un maggiore assorbimento energetico) si rende necessaria l'acquisizione di nuovi contenitori metallici, anche con blindatura, e di nuovi pannelli solari opportunamente dimensionati.

Gli interventi richiesti prevedono sia l'ammodernamento tecnologico dei sensori più datati e non per implementare nuove evolute funzionalità e offrire un orizzonte temporale di utilizzo più lungo, sia un ampliamento del monitoraggio introducendo anche nuove variabili. Lo scopo è quello di consentire e migliorare il regolare svolgimento delle attività di monitoraggio idro-meteorologico, specialmente in caso di emergenze legate al rischio idrogeologico e idraulico per finalità di allertamento e mitigazione del rischio per la popolazione nelle situazioni di preallerta, attenzione, preallarme, allarme ed emergenza idro-meteorologica, con particolare riferimento al raggiungimento dei seguenti obiettivi:

- Potenziamento/adequamento tecnologico su stazioni esistenti di sensori ai fini del monitoraggio meteorologico nonché per la prevenzione degli incendi boschivi;
- Miglioramento della resilienza della radio copertura UHF sul territorio regionale;
- Sostituzione delle componenti più obsolete delle stazioni esistenti al fine di migliorare la qualità dei siti di misura.

6.5.2.12.1 Ammodernamento e ottimizzazione della rete

Le attività di aggiornamento della rete di monitoraggio riguardano la sostituzione delle seguenti categorie di componenti:

- Aggiornamento dei sistemi di alimentazione in dotazione alle stazioni periferiche
- Aggiornamento di sensori
- Sostituzioni contenitori
- Integrazione di sensori su stazioni esistenti

A ciò vanno aggiunte tutte le attività di messa in esercizio della rete di monitoraggio aggiornata e tutte le azioni necessarie ad assicurare la coesistenza ed il corretto funzionamento della parte di rete di monitoraggio esistente durante l'avanzamento lavori. Tutte le componenti indicate nel presente elaborato si intendono fornite e messe in opera complete di tutte le parti e gli accessori necessarie allo svolgimento delle funzioni richieste.

6.5.2.12.1.1 Aggiornamento dei sistemi di alimentazione a celle solari delle stazioni periferiche

Nell'allegato "Consistenza interventi" è riportato un elenco delle stazioni della rete con l'indicazione per diverse di queste della necessità di aggiornamento del sistema di alimentazione. Per queste stazioni è richiesto quindi l'adequamento degli apparati di alimentazione con l'aggiornamento dei sistemi di alimentazione a celle solari ottenuto tramite la sostituzione delle attuali celle solari con celle da almeno 50 W aventi le caratteristiche tecniche minime riportate al successivo § 6.5.3.1.2.

Il pannello fotovoltaico dovrà essere posizionato nel punto di collocazione dell'esistente con orientamento e angolazione ideali per garantire la massima producibilità per le latitudini del territorio regionale. Il pannello fotovoltaico dovrà essere comprensivo di cavi elettrici, connettori e qualsiasi altro componente necessario a garantire con continuità l'alimentazione e la funzionalità della stazione e delle dotazioni accessorie.

6.5.2.12.1.2 Aggiornamento di sensori

È richiesta la sostituzione in diverse stazioni di alcune tipologie di sensori di vecchia generazione come indicato nell'allegato "Consistenza interventi" al fine di allineare le performance degli stessi a quelle dei sensori di più recente fornitura già utilizzati nel sistema ed aventi un adeguato livello prestazionale o a quelle di sensori presenti sul mercato di più recente progettazione e con livelli prestazionali o funzionali superiori a quelli esistenti. In particolare, gli interventi includono la sostituzione di barometri con nuovi sensori in grado di garantire una maggior precisione di misura.

Le specifiche tecniche minime dei nuovi sensori sono riportate al successivo § 6.5.3.2.

6.5.2.12.1.3 Sostituzioni contenitori

Nell'allegato "Consistenza interventi" è riportato un elenco delle stazioni della rete con l'indicazione per diverse di queste della necessità di sostituzione del contenitore esistente con nuovo contenitore. Per queste stazioni è necessaria la sostituzione dei contenitori esistenti con nuovi, con caratteristiche tecniche riportate al paragrafo 6.5.3.3.1, in acciaio di classe IP65, isolati termicamente, muniti di serratura e atti ad assicurare la migliore protezione da atti vandalici. Il contenitore deve essere dotato di dispositivo che eviti la condensazione interna. Nello stesso vano dovranno poter essere alloggiati diversi dispositivi di sistema, tra cui il datalogger, la batteria, il modulo xG e il modulo radio UHF e comunque quanto già oggi presente nel contenitore da sostituire.

6.5.2.12.1.4 Integrazioni di sensori su stazioni esistenti

Il progetto richiede la fornitura e l'installazione di diversi nuovi sensori per il monitoraggio in tempo reale delle variabili ambientali al fine di ottenere l'integrazione e adeguamento della strumentazione di misura per diverse stazioni della rete come indicato nell'allegato "Consistenza interventi". Nello specifico è richiesta l'integrazione di:

- sensori termometrici;
- sensori igrometrici;
- sensori radiometrici.

Per ogni tipologia di nuovo sensore fornito deve essere garantita la compatibilità delle connessioni con gli standard presenti sui datalogger esistenti. Dovranno essere inoltre preservate le infrastrutture esistenti (contenitori, opere edili, pali e supporti), integrando solo gli accessori necessari per la corretta installazione dei nuovi sensori come ad esempio braccetti di supporto, collari, ecc.

Dovranno essere forniti i cavi elettrici di connessione, le guaine di protezione degli stessi, le eventuali scatole di derivazione, i sistemi di protezione dalle sovratensioni e le morsettiere di connessione e realizzare tutti i cablaggi necessari per consegnare i sensori correttamente funzionanti e pronti all'uso. I sensori oggetto della fornitura devono essere accompagnati da idoneo documento di certificazione e di calibrazione.

6.5.2.12.2 Nuovi ripetitori radio

Con il fine di estendere la copertura radio UHF del territorio per garantire tutti gli ampliamenti richiesti e nello stesso tempo fornire eventuali percorsi alternativi ai collegamenti esistenti per aumentare la robustezza della rete è richiesta la fornitura e installazione di n. 5 nuovi ripetitori radio Tipologia 2.

L'esatta collocazione del ripetitore dovrà essere individuata con l'obiettivo di massimizzare la copertura radio garantendo al contempo un accesso il più agevole possibile al sito per permettere l'effettuazione di interventi di manutenzione rapidi ed efficaci in caso di malfunzionamenti.

I nuovi ripetitori, completi di adeguato sistema di alimentazione, gruppo filtri e antenne, dovranno essere realizzati con modalità "chiavi in mano" completi di fornitura, installazione delle apparecchiature e di ogni accessorio di installazione, in modo da garantirne la piena funzionalità. Le nuove apparecchiature dovranno essere caratterizzate dalle specifiche tecniche e funzionali minime della tipologia 2 riportate nel § 6.5.3.1.6.2 successivo.

6.5.2.13 Rete Regione Sardegna

La rete sulla quale si interviene è la parte della rete termopluviomerica storica del servizio idrografico che ancora utilizza una capannina lignea gestita da un operatore. Ogni capannina lignea, altresì detta *Schermo di Stevenson*, è installata su un basamento metallico fissato al suolo. All'interno della capannina si trova un pluviografo meccanico collegato a una bocca tarata installata sul tetto della capannina. All'interno di ogni capannina si trova anche un termometro elettronico nel 2012 ha sostituito il termometro a mercurio. A fianco alla capannina è ancora presente il vecchio pluviometro a serbatoio con rubinetto.

I due sistemi meccanici (pluviografo e pluviometro) vengono operati manualmente da un osservatore idrografico. Sul retro di quasi tutte le capannine si trova una stazione elettronica compatta installata negli anni '90. La stazione elettronica compatta è collegata a un termometro a termocopia e a un sistema che intercetta la bascula del pluviografo meccanico, traducendola in un segnale elettronico.

Le misure vengono registrate su una memoria di massa collegata alla stazione elettronica che viene prelevata periodicamente e letta in un secondo tempo. L'intero sistema elettronico testé descritto è completamente obsoleto, per cui necessita con urgenza di essere sostituito. Col presente intervento, inoltre, s'intendono sostituire diversi pluviometri di stazioni automatiche esistenti e acquistare un ulteriore pluviometro per il magazzino ricambi.

6.5.2.13.1 Aggiornamento pluviometri

È richiesto l'aggiornamento di pluviometri con bocca di raccolta da 200 cm² con nuovi pluviometri con bocca di raccolta da 1000 cm² come riportato nell'allegato "Consistenza interventi". Le specifiche tecniche minime dei nuovi sensori sono riportate al successivo paragrafo 6.5.3.2.

Le stazioni sono operative e non necessitano di ulteriori aggiornamenti, è inoltre prevista la possibilità di utilizzare i cavi di collegamento e i supporti meccanici per il fissaggio dei sensori già presenti nei siti.

6.5.2.13.2 Adeguamento stazioni tradizionali

Come riportato nell'allegato "Consistenza interventi", col presente intervento s'intendono rinnovare n.47 stazioni termopluviometriche oggi costituite da una capannina lignea (*Schermo di Stevenson*) sulle quali sono installate delle stazioni elettroniche compatte di tecnologia anni '90.

In n.33 casi la stazione elettronica obsoleta sarà sostituita da una stazione elettronica di tecnologia moderna che sarà installata sulla capannina al posto di quella vecchia. Il rinnovamento strumentale riguarderà anche il termometro e il sistema di alimentazione. La nuova stazione compatta sarà dotata di un nuovo pluviometro, di un igrometro (non presente nelle vecchie stazioni) e di un sistema di comunicazione in rete dati (xG) per permettere l'interrogazione da remoto della stazione e il trasferimento di file dal sistema di misura alla centrale di acquisizione ARPAS basato su protocollo FTP. In qualche caso la stazione sarà anche dotata di nivometro. L'intervento non avrà impatto sul pluviografo meccanico che continuerà a operare all'interno della capannina lignea.

In n.14 casi la capannina lignea dovrà essere completamente dismessa e sostituita con una stazione termopluviometrica elettronica di concezione moderna dotata di struttura autoportante costituita da un palo di sostegno da 2m con una zavorra in cemento per garantirne la stabilità. Sul palo di due metri saranno quindi collocati il datalogger e relativo contenitore, gli strumenti meteo, il sistema di alimentazione e il sistema di trasmissione. Per alcune stazioni, come indicato nell'allegato "Consistenza interventi", è prevista la realizzazione di una recinzione in rete metallica (6X6 metri). Anche queste nuove stazioni saranno dotate di un sistema di comunicazione xG per permettere l'interrogazione da remoto della stazione e il trasferimento di file dal sistema di misura alla centrale di acquisizione ARPAS basato su protocollo FTP. Ove possibile il sito sarà preservato per garantire la continuità della serie storica. Ove questo non sia possibile, sarà necessario individuare un sito il più vicino possibile a quello storico per garantire la continuità climatica.

Tutte le nuove apparecchiature dovranno essere caratterizzate dalle specifiche tecniche e funzionali minime riportate nel paragrafo 6.5.3 successivo.

6.5.2.14 Rete Regione Sicilia

La rete di monitoraggio idrometeorologica regionale gestita dal Centro Funzionale Decentrato- Idro (CFD-Idro), è costituita da differenti tipologie di apparecchiature di misura di parametri ambientali, dislocate sul territorio regionale, tutte di proprietà della Regione Siciliana. I dati confluiscono nelle due centrali principali di controllo: una ubicata presso il CFD-Idro (del DRPC) e l'altra presso l'Autorità di Bacino del Distretto Idrografico della Sicilia (AdB). Il normale funzionamento prevede che la gestione della rete e l'acquisizione ciclica dei dati dalle stazioni periferiche di misura sia in carico al CFD-Idro; il centro presso l'Autorità di Bacino in condizioni di normale operatività riceve quindi i dati dal CFD-Idro ma, in caso di necessità, può subentrare allo stesso nella gestione e nell'acquisizione dei dati dalle stazioni della rete. Presso il SIAS (Servizio Informativo Agrometeorologico Siciliano) è inoltre presente una ulteriore centrale in grado di ricevere i dati della rete di monitoraggio idrometeorologica regionale. I dati rilevati vengono già inviati inoltre al DPC nell'ambito della rete dei CFD.

In allegato al presente elaborato, sono consultabili la consistenza, la configurazione della rete di monitoraggio con le specifiche tecniche funzionali della rete di monitoraggio nel documento "Allegato_01Sicilia_CFD-SIC_SCHEDE_MASE_All1_Descrizione dei sistemi esistenti".

Gli interventi richiesti nel presente progetto prevedono sia l'ammodernamento tecnologico dell'attuale rete in telemisura sopra descritta sia un ampliamento della rete stessa per consentire un monitoraggio più efficace su un territorio che si prefigura orograficamente complesso. Lo scopo è quello di consentire e migliorare il regolare svolgimento delle attività di monitoraggio idro-meteorologico, specialmente in caso di emergenze legate al rischio idrogeologico e idraulico per finalità di allertamento e mitigazione del rischio per la popolazione nelle situazioni di preallerta, attenzione, preallarme, allarme ed emergenza idro-meteorologica.

A tale scopo sono previsti:

- l'ammodernamento della rete e l'ottimizzazione della rete, secondo le modalità indicate nei paragrafi successivi;
- l'ampliamento della rete di monitoraggio idrometrica;
- l'ampliamento della rete di monitoraggio idrometeorologico;
- l'incremento del numero di ripetitori radio per consentire una maggior copertura del territorio in relazione all'ampliamento della rete richiesto.

Si specifica inoltre che le stazioni attualmente dotate di moduli solo per la trasmissione in UHF, dovranno essere integrate con moduli di trasmissione xG e, viceversa, quelle dotate solo di moduli con tecnologia xG dovranno essere integrate con moduli per trasmissione UHF (ponte radio). Il vettore radio UHF è il sistema primario di comunicazione per le stazioni, il sistema xG ha il ruolo di backup al sistema radio e può essere utilizzato per attività di telecontrollo avanzate (es. aggiornamento firmware da remoto).

La modalità di trasmissione dei dati via radio UHF dovrà essere possibile sia tramite ciclo di chiamate (polling) periodiche automatiche dalla centrale di controllo con dato periodo di polling, sia tramite interrogazione manuale delle stazioni in tempo reale da parte di un operatore abilitato. Gli interventi dovranno essere realizzati in modo da assicurare per il sistema complessivo adeguato, un tempo di ciclo della rete (polling) inferiore o pari a 10 minuti primi, come attualmente garantito dal sistema. Entro tale tempo dovrà pertanto essere assicurata l'acquisizione presso i server della centrale di controllo, dei dati rilevati da tutte le stazioni di monitoraggio a campo della rete, sia di quelle esistenti e non oggetto di aggiornamento che di quelle aggiornate o nuove. Dovranno inoltre essere mantenute tutte le attuali funzionalità di scambio dati tra le varie centrali di controllo.

Tutti gli apparati e le nuove stazioni fornite dovranno integrarsi nella rete radio regionale, descritta nei documenti allegati, senza prevedere interventi generali di sostituzione delle apparecchiature e/o di rifacimento di porzioni di rete.

6.5.2.14.1 Ammodernamento e ottimizzazione della rete

Le attività di aggiornamento della rete di monitoraggio riguardano la sostituzione delle seguenti categorie di componenti:

- aggiornamento dell'unità di acquisizione (datalogger) più datate in dotazione alle stazioni periferiche;
- aggiornamento di sistemi di alimentazione in dotazione a stazioni periferiche;
- aggiornamento/integrazione radio in banda UHF;
- aggiornamento/integrazione di modulo xG.

A ciò vanno aggiunte tutte le attività di messa in esercizio della rete di monitoraggio aggiornata e tutte le azioni necessarie ad assicurare la coesistenza e il corretto funzionamento della parte di rete di monitoraggio esistente durante l'avanzamento lavori. Tutte le componenti indicate si intendono fornite e messe in opera complete di tutte le parti e gli accessori necessarie allo svolgimento delle funzioni richieste.

6.5.2.14.1.1 Aggiornamento delle unità di acquisizione (datalogger)

Nell'allegato "Consistenza interventi" sono indicate le stazioni della rete per le quali dovrà essere sostituito il datalogger esistente con un nuovo datalogger conforme a quanto specificato al paragrafo

6.5.3.1.1 preservando la sensoristica esistente ad eccezione di quella per cui di seguito è espressamente richiesta la sostituzione al fine di allineare le performance a quelle dei datalogger di più recente fornitura già utilizzati nel sistema ed aventi un adeguato livello prestazionale.

I nuovi datalogger dovranno poter operare in situ in modo continuo (24 ore al giorno, 7 giorni alla settimana senza standby) e in modalità non presidiata, alloggiati nei contenitori già presenti o di nuova fornitura dove previsto.

I nuovi datalogger dovranno essere in grado di rilevare e acquisire, a scadenze prefissate o su richiesta estemporanea, i dati monitorati dai sensori connessi, sia già esistenti nel sito che di nuova fornitura.

6.5.2.14.1.2 Aggiornamento dei sistemi di alimentazione a celle solari delle stazioni periferiche

Nell'allegato "Consistenza interventi" è riportato un elenco delle stazioni della rete con l'indicazione per diverse di queste della necessità di aggiornamento del sistema di alimentazione. Per queste stazioni è richiesto quindi l'adeguamento degli apparati di alimentazione con l'aggiornamento dei sistemi di alimentazione a celle solari ottenuto tramite la sostituzione delle attuali celle solari con celle da almeno 50 W aventi le caratteristiche tecniche minime riportate al successivo § 6.5.3.1.2.

Il pannello fotovoltaico dovrà essere posizionato nel punto di collocazione dell'esistente con orientamento e angolazione ideali per garantire la massima producibilità per le latitudini del territorio regionale. Il pannello fotovoltaico dovrà essere comprensivo di cavi elettrici, connettori e qualsiasi altro componente necessario a garantire con continuità l'alimentazione e la funzionalità della stazione e delle dotazioni accessorie.

6.5.2.14.1.3 Aggiornamento/integrazione di nuovi apparati di trasmissione radio

Si prevede di aggiornare il metodo trasmissivo UHF per integrare nella rete radio esistente anche stazioni datate. L'attività consiste nell'aggiornamento gli apparati radio obsoleti in dotazione a stazioni periferiche.

Dovranno quindi essere forniti e installati su tutti i siti che lo richiedono, nuovi apparati radio relative della tipologia 1, le cui caratteristiche minime sono riportate al successivo § 6.5.3.1.4.1.

L'intervento dovrà comunque preservare l'attuale funzionalità H24 della rete in ogni condizione ambientale e mantenere inalterati tutti gli scambi dati in essere.

Gli apparati ricetrasmittivi devono essere omologati dal Ministero delle Comunicazioni e perfettamente conformi alle specifiche previste dalla vigente legislazione in materia. I collegamenti tra le nuove radio e quelle esistenti dovranno avvenire tramite protocolli standard attualmente in uso nella rete in Telemisura.

6.5.2.14.1.4 Aggiornamento/integrazione del modulo xG

Il modulo GPRS/UMTS/LTE viene previsto per tutte le stazioni della rete come sistema di comunicazione aggiuntivo al modulo radio in banda UHF. Nell'allegato "Consistenza interventi" è riportato un elenco delle stazioni della rete con l'indicazione per diverse di queste della necessità di integrazione del modulo xG o eventualmente se già presente di aggiornamento dell'esistente. Il modulo dovrà avere le caratteristiche tecniche riportate al successivo § 6.5.3.1.5 e dovrà acquisire i dati dalle stazioni periferiche e trasmetterli alla Centrale di controllo, utilizzando l'infrastruttura GPRS e/o LTE fornita da uno dei gestori della rete pubblica, presente in loco. Gli apparati GPRS/UMTS/LTE da installare sulle singole stazioni dovranno essere completi di antenna esterna e di tutti gli accessori di installazione specifici, in modo da fornire l'integrazione nelle modalità "chiavi in mano".

6.5.2.14.2 Ampliamento della rete idrometeorologica

Al fine di ampliare il quadro conoscitivo delle condizioni idrometeorologiche del territorio, si prevede il potenziamento della rete di monitoraggio esistente, tramite la fornitura, installazione ed inserimento nella suddetta rete di monitoraggio di nuove stazioni di misura, le quali consentiranno di completare il monitoraggio idrometrico, pluvio termo igrometrico e anemometrico dei sottobacini in cui insistono

invasi artificiali, tramite l'integrazione nella rete idro meteorologica esistente. Nell'allegato "Consistenza interventi" vengono riportati il numero delle stazioni e l'elenco delle località in cui è prevista l'installazione delle suddette stazioni; l'ubicazione precisa del punto di installazione delle nuove stazioni previste dovrà essere identificata a partire dalle coordinate indicate per ciascuna stazione. Le installazioni dovranno essere realizzate accuratamente secondo criteri di ottimizzazione della misura e preventivamente alla loro installazione, dovranno essere autorizzate dall'Amministrazione.

Le stazioni previste dovranno essere di tipo automatico, in grado di rilevare a scadenze prefissate i dati monitorati dai sensori connessi e trasmettere gli stessi alla Centrale di Controllo. Tutte le stazioni dovranno essere equipaggiate con doppio sistema di comunicazione, uno primario basato sul sistema radio in banda UHF e uno di backup basato su sistema xG.

In particolare, tali stazioni dovranno essere equipaggiate almeno con le seguenti componenti:

- n.1 unità di acquisizione con modulo di registrazione locale dei dati sia in memoria residente nell'unità stessa che su supporto estraibile, completa di contenitore da esterno in acciaio con fascia di blindatura;
- n.1 modulo di alimentazione a celle solari e batteria tampone;
- n.1 modulo di comunicazione radio in banda UHF;
- n.1 modulo di comunicazione xG;
- sensori idrometeorologici in accordo con l'allegato "Consistenza interventi";
- modulo di collegamento wireless se previsto nell'allegato "Consistenza interventi";
- webcam nei siti indicati nell'allegato "Consistenza interventi";
- asta idrometrica nei siti indicati nell'allegato "Consistenza interventi".

Nel presente progetto, come dettagliato nell'allegato "Consistenza interventi", sono previsti dei soli sensori idrometrici che saranno collegati via wireless alle stazioni previste nel seguente ampliamento. Per tali siti non sono previsti il datalogger, il modulo radio UHF e il modulo di comunicazione xG.

Le stazioni dovranno essere dotate di idonea struttura di supporto per l'installazione consistente in:

- palo di sostegno (2 o 6 o 10 metri ribaltare in base alla tipologia) per l'installazione dell'unità di acquisizione, dei sensori, della cella solare e dell'antenna, su piano campagna tramite plinto di fondazione in calcestruzzo dimensionato opportunamente per mantenere in stabilità la stazione o, in alternativa, in funzione della migliore soluzione ritenuta utile, tramite staffatura diretta a manufatto esistente;
- staffa di supporto sensore a sbalzo, in acciaio zincato a caldo, da installarsi su piano campagna o, in alternativa, in funzione della migliore soluzione ritenuta utile, tramite staffatura diretta a manufatto esistente;
- cavidotti di collegamento tra i sensori e l'unità di acquisizione, interrati o a muro a seconda dei casi, costituiti da apposita guaina di protezione, con cavi di collegamento passanti nella stessa e internamente ai pali, per consentire la massima protezione dagli agenti esterni;
- tutti gli accessori necessari per l'installazione al fine di fornire le stazioni nelle modalità chiavi in mano.

Le nuove apparecchiature dovranno essere caratterizzate dalle specifiche tecniche e funzionali minime riportate nel § 6.5.3 del presente progetto.

6.5.2.14.3 Nuovi ripetitori radio

Con il fine di estendere la copertura radio UHF del territorio per garantire tutti gli ampliamenti richiesti e nello stesso tempo fornire eventuali percorsi alternativi ai collegamenti esistenti per aumentare la robustezza della rete è richiesta la fornitura e installazione di nuovi ripetitori.

Il numero di nuovi ripetitori necessari e l'esatta collocazione degli stessi dovrà essere in particolare individuata, attraverso un apposito studio, con l'obiettivo di massimizzare la copertura radio per permettere gli ampliamenti richiesti.

I nuovi ripetitori, completi di adeguato sistema di alimentazione, gruppo filtri e antenne, dovranno essere realizzati con modalità "chiavi in mano" completi di fornitura, installazione delle apparecchiature e di ogni accessorio di installazione, in modo da garantirne la piena funzionalità. Le nuove apparecchiature dovranno essere caratterizzate dalle specifiche tecniche e funzionali minime per i ripetitori di tipologia 1 riportati nel § 6.5.3.1.6.1 del presente progetto.

6.5.2.15 Rete Regione Toscana

La rete di monitoraggio meteorologica ed idrometrica regionale è costituita da apparecchiature di proprietà del Servizio Idrologico Regionale della Toscana e costituiscono un unico sistema funzionale. Il sistema è composto in particolare da elementi interoperabili, finalizzati a raccogliere, trasmettere e visualizzare in tempo reale dati relativi a grandezze ambientali rilevate sul territorio. Le attività del Servizio Idrologico Regionale sono di seguito sinteticamente elencate:

- Rilevamento dei dati pluviometrici, termometrici, anemometrici e idrometrici acquisiti dalla rete di rilevamento automatica e tradizionale afferente al territorio di competenza;
- Misure relative al regime delle acque superficiali (altezze idrometriche e portate) e sotterranee (freatimetria);
- Misure torbiometriche e del trasporto solido fluviale;
- Misure mareografiche;
- Report idrologici;
- Elaborazione delle Precipitazioni estreme;
- Elaborazione delle Linee Segnalatrici di Possibilità Pluviometrica (LSPP);
- Elaborazione delle Scale di deflusso.

Gli elementi principali che compongono una rete di monitoraggio sono la centrale di acquisizione, elaborazione e visualizzazione dati, le stazioni periferiche di monitoraggio ambientale e la rete di trasferimento dati.

La Centrale di Controllo, vero e proprio cuore operativo, mediante software specialistici dedicati, consente l'acquisizione, l'elaborazione e l'organizzazione dei dati, visualizzandoli in tempo reale e consentendo anche l'analisi di serie storiche di dati pregressi o la gestione di situazioni critiche di allerta idrologica tramite l'attivazione di allarmi.

Le stazioni periferiche di monitoraggio ambientale presenti nel territorio sono equipaggiate con vari sensori, tipicamente meteorologici e idrometrici, ma anche per la misura dei parametri della neve, dell'acqua e della radiazione gamma.

La rete di comunicazione e trasferimento dati consente il passaggio delle informazioni dalle stazioni periferiche alla centrale ed è il nodo cruciale del sistema poiché ne determina l'affidabilità e le performance. Il mezzo di comunicazione maggiormente utilizzato è il sistema radio UHF, che sfrutta una rete di ripetitori per comunicare i dati ad una centrale, in alternativa o come backup al sistema di trasmissione radio principale possono essere impiegati anche il sistema pubblico di trasmissione dati cellulare e/o il sistema satellitare.

Negli elaborati allegati al presente è riportata la descrizione del sistema esistente con indicazione della consistenza e delle principali caratteristiche tecniche. Di seguito l'elenco degli allegati:

- "Allegato_01_Toscana_Componenti_RETI": Descrizione delle attuali reti di rilevamento del settore idrologico regionale;

Gli interventi richiesti prevedono sia l'ammmodernamento tecnologico dei sensori più datati e non per implementare nuove evolute funzionalità e offrire un orizzonte temporale di utilizzo più lungo, sia un ampliamento del monitoraggio introducendo anche nuove variabili. Lo scopo è quello di consentire e migliorare il regolare svolgimento delle attività di monitoraggio idro-meteorologico, specialmente in

caso di emergenze legate al rischio idrogeologico e idraulico per finalità di allertamento e mitigazione del rischio per la popolazione nelle situazioni di preallerta, attenzione, preallarme, allarme ed emergenza idro-meteorologica, con particolare riferimento al raggiungimento dei seguenti obiettivi:

- Raggiungimento del massimo livello di accuratezza per le misure di intensità e cumulata di pioggia per le stazioni esistenti, così come standardizzato dalla recente norma ISO 17277;
- Potenziamento/adequamento tecnologico su stazioni esistenti dei sensori di misura della direzione e intensità del vento, umidità e temperatura dell'aria (a altre variabili meteo), ai fini del monitoraggio meteorologico nonché per la prevenzione degli incendi boschivi;
- Miglioramento della resilienza della radio copertura UHF sul territorio regionale;
- Efficientamento della rete di misura idrologica esistente con miglioramento della tecnologia di acquisizione del livello idrometrico;
- Potenziamento della capacità di misurazione delle portate con stima dei volumi in transito in tempo reale in corrispondenza delle stazioni idrometriche esistenti più significative e su nuovi siti;
- Sostituzione delle componenti più obsolete delle stazioni esistenti al fine di migliorare la qualità dei siti di misura.

6.5.2.15.1 Ammodernamento e ottimizzazione della rete

Le attività di aggiornamento della rete di monitoraggio riguardano la sostituzione delle seguenti categorie di componenti:

- Aggiornamento/integrazione di nuovi apparati di trasmissione radio in dotazione a stazioni periferiche, ai ripetitori e ai quadri radio di centrale per le comunicazioni con le stazioni periferiche stesse;
- Aggiornamento dei sistemi di alimentazione in dotazione alle stazioni periferiche
- Sostituzioni contenitori
- Aggiornamento di sensori
- Spostamento di stazioni
- Integrazione di sensori
- Aggiornamento/integrazione di strutture di supporto

A ciò vanno aggiunte tutte le attività di messa in esercizio della rete di monitoraggio aggiornata e tutte le azioni necessarie ad assicurare la coesistenza ed il corretto funzionamento della parte di rete di monitoraggio esistente durante l'avanzamento lavori. Tutte le componenti indicate nel presente elaborato si intendono fornite e messe in opera complete di tutte le parti e gli accessori necessarie allo svolgimento delle funzioni richieste.

6.5.2.15.1.1 *Aggiornamento/integrazione di nuovi apparati di trasmissione radio*

Nell'ambito del presente progetto è richiesta l'integrazione di un nuovo modulo radio sulle stazioni esistenti come indicato nell'allegato "Consistenza interventi".

Mantenendo le frequenze attualmente in uso dovranno quindi essere forniti e installati sui siti indicati nuovi apparati radio relative della tipologia 2, le cui caratteristiche minime sono riportate al successivo § 6.5.3.1.4.2.

L'intervento dovrà comunque preservare l'attuale funzionalità H24 della rete in ogni condizione ambientale e mantenere inalterati tutti gli scambi dati in essere.

Gli apparati ricetrasmittivi devono essere omologati dal Ministero delle Comunicazioni e perfettamente conformi alle specifiche previste dalla vigente legislazione in materia.

6.5.2.15.1.2 *Aggiornamento dei sistemi di alimentazione a celle solari delle stazioni periferiche*

Nell'allegato "Consistenza interventi" è riportato un elenco delle stazioni della rete con l'indicazione per diverse di queste della necessità di aggiornamento del sistema di alimentazione. Per queste

stazioni è richiesto quindi l'adeguamento degli apparati di alimentazione con l'aggiornamento dei sistemi di alimentazione a celle solari ottenuto tramite la sostituzione delle attuali celle solari con celle da almeno 50 W aventi le caratteristiche tecniche minime riportate al successivo § 6.5.3.1.2.

Il pannello fotovoltaico dovrà essere posizionato nel punto di collocazione dell'esistente con orientamento e angolazione ideali per garantire la massima producibilità per le latitudini del territorio regionale. Il pannello fotovoltaico dovrà essere comprensivo di cavi elettrici, connettori e qualsiasi altro componente necessario a garantire con continuità l'alimentazione e la funzionalità della stazione e delle dotazioni accessorie.

6.5.2.15.1.3 Sostituzioni contenitori

Nell'allegato "Consistenza interventi" è riportato un elenco delle stazioni della rete con l'indicazione per diverse di queste della necessità di sostituzione del contenitore esistente con nuovo contenitore. Per queste stazioni è necessaria la sostituzione dei contenitori esistenti con nuovi, con caratteristiche tecniche riportate al § 6.5.3.3.1, in acciaio di classe IP65, isolati termicamente, muniti di serratura e atti ad assicurare la migliore protezione da atti vandalici. Il contenitore deve essere dotato di dispositivo che eviti la condensazione interna. Nello stesso vano dovranno poter essere alloggiati diversi dispositivi di sistema, tra cui il datalogger, la batteria, il modulo xG e il modulo radio UHF e comunque quanto già oggi presente nel contenitore da sostituire.

6.5.2.15.1.4 Aggiornamento di sensori

È richiesta la sostituzione in diverse stazioni di alcune tipologie di sensori di vecchia generazione come indicato nell'allegato "Consistenza interventi" al fine di allineare le performance degli stessi a quelle dei sensori di più recente fornitura già utilizzati nel sistema ed aventi un adeguato livello prestazionale o a quelle di sensori presenti sul mercato di più recente progettazione e con livelli prestazionali o funzionali superiori a quelli esistenti. In particolare, gli interventi di aggiornamento richiesti sono di seguito elencati:

- sostituzione di pluviometri esistenti con nuovi pluviometri dotati di misura dell'intensità di pioggia a norma ISO 17277;
- sostituzione di barometri con nuovi sensori in grado di garantire una maggior precisione di misura;
- sostituzione di sensori anemometrici esistenti con nuovi sensori a ultrasuoni in grado di garantire una maggior precisione di misura;
- sostituzione di sensori per la misura della radiazione globale con nuovi sensori in grado di garantire una maggior precisione di misura;
- sostituzione di sensori idrometrici a ultrasuoni esistenti con nuovi sensori a tecnologia radar in grado di garantire maggior precisione di misura e immunità ai disturbi.

Le specifiche tecniche minime dei nuovi sensori sono riportate al successivo § 6.5.3.2.

6.5.2.15.1.5 Spostamento di stazioni

Per diverse stazioni in accordo con quanto indicato nell'allegato "Consistenza interventi" è previsto lo spostamento dall'attuale sito in nuovo. L'ubicazione precisa del punto di reinstallazione delle stazioni dovrà essere identificata nell'intorno del punto di coordinata indicato dall'Amministrazione. L'intervento comprende lo smontaggio di tutti gli apparati e le impiantistiche esistenti nell'attuale sito e lo smaltimento a discarica autorizzata di quanto non riutilizzabile nel nuovo sito.

Dovranno essere realizzate nel nuovo sito tutte le lavorazioni necessarie di aggiornamento delle strutture per come descritto al successivo § 6.5.2.15.1.7, le impiantistiche e i cablaggi tra i sensori e l'unità di acquisizione e forniti tutti gli accessori necessari per garantire il corretto funzionamento delle stazioni nel nuovo sito individuato.

6.5.2.15.1.6 Integrazioni di sensori su stazioni esistenti

Il progetto richiede la fornitura e l'installazione di diversi nuovi sensori per il monitoraggio in tempo reale delle variabili ambientali al fine di ottenere l'integrazione e adeguamento della strumentazione di misura per diverse stazioni della rete come indicato nell'allegato "Consistenza interventi". Nello specifico è richiesta l'integrazione di:

- sensori termoigrometrici;
- sensori anemometrici;
- sensori radiometrici;
- sensori temperatura e umidità suolo;
- sensori di velocità superficiale dell'acqua.

Per ogni tipologia di nuovo sensore fornito deve essere garantita la compatibilità delle connessioni con gli standard presenti sui datalogger esistenti. Dovranno essere inoltre preservate le infrastrutture esistenti (contenitori, opere edili, pali e supporti), integrando solo gli accessori necessari per la corretta installazione dei nuovi sensori come ad esempio braccetti di supporto, collari, ecc.

Dovranno essere forniti i cavi elettrici di connessione, le guaine di protezione degli stessi, le eventuali scatole di derivazione, i sistemi di protezione dalle sovratensioni e le morsettiere di connessione e realizzare tutti i cablaggi necessari per consegnare i sensori correttamente funzionanti e pronti all'uso. I sensori oggetto della fornitura devono essere accompagnati da idoneo documento di certificazione e di calibrazione.

6.5.2.15.1.7 Aggiornamento/integrazione di strutture di supporto

L'integrazione di nuovi sensori o nuovi apparati e lo spostamento di stazioni prevedono per diversi siti il rifacimento delle strutture di supporto in accordo con quanto indicato nell'allegato "Consistenza interventi". In particolare, a seconda dei casi è prevista la fornitura di nuovi pali (6 metri, 2 metri o 10 metri ribaltabili) e nuove strutture di supporto per gli idrometri radar e sensori di velocità superficiale e la realizzazione delle relative opere civili. Le caratteristiche tecniche delle strutture richieste sono riportate al successivo § 6.5.3.3.

L'attività comprende tutte le lavorazioni necessarie, le opere per il posizionamento ed ancoraggio dei pali e degli sbracci di supporto previsti, ivi compresi la realizzazione di cavidotti e pozzetti, gli eventuali scavi, lo smaltimento a discarica autorizzata e ogni altro onere.

6.5.2.15.2 Ampliamento della rete di monitoraggio idrometeorologico

Al fine di ampliare il quadro conoscitivo delle condizioni idro-meteorologiche del territorio, si prevede il potenziamento della rete di monitoraggio esistente, consistente nella fornitura, installazione ed inserimento nella suddetta rete di monitoraggio nuove stazioni di monitoraggio idrometeorologico. Nell'allegato "Consistenza interventi" è riportato un elenco delle località in cui è prevista l'installazione delle suddette stazioni. L'ubicazione precisa del punto di installazione delle nuove stazioni previste dovrà essere identificata nell'intorno del punto di coordinata indicato per ciascuna stazione. Le installazioni dovranno essere realizzate accuratamente secondo criteri di ottimizzazione della misura e preventivamente alla loro installazione dovranno essere autorizzate dall'Amministrazione.

Le stazioni idrometeorologiche previste dovranno essere di tipo automatico, in grado di rilevare a scadenze prefissate i dati monitorati dai sensori connessi e trasmettere gli stessi alla Centrale di Controllo. Tutte le stazioni dovranno essere equipaggiate con doppio sistema di comunicazione, uno primario basato sul sistema radio in banda UHF e uno di backup basato su sistema xG.

Le stazioni di tipo idrometeorologico dovranno essere equipaggiate almeno con le seguenti componenti:

- n.1 unità di acquisizione con modulo di registrazione locale dei dati sia in memoria residente nell'unità stessa che su supporto estraibile, completa di contenitore da esterno in acciaio con fascia di blindatura;

- n.1 modulo di alimentazione a celle solari e batteria tampone;
- n.1 modulo di comunicazione radio in banda UHF;
- n.1 modulo di comunicazione xG;
- sensori idrometeorologici in accordo con l'allegato "Consistenza interventi";
- asta idrometrica in accordo con l'allegato "Consistenza interventi".

Le stazioni dovranno essere dotate di idonea struttura di supporto per l'installazione consistente in:

- palo di sostegno (2 o 6 o 10 metri ribaltare in base alla tipologia) per l'installazione dell'unità di acquisizione, sensori, della cella solare e dell'antenna, su piano campagna tramite plinto di fondazione in calcestruzzo dimensionato opportunamente per mantenere in stabilità la stazione o, in alternativa, in funzione della migliore soluzione ritenuta utile, tramite staffatura diretta a manufatto esistente;
- staffa di supporto sensore a sbalzo, in acciaio zincato a caldo, da installarsi su piano campagna o, in alternativa, in funzione della migliore soluzione ritenuta utile, tramite staffatura diretta a manufatto esistente;
- cavidotti di collegamento tra i sensori e l'unità di acquisizione, interrati o a muro a seconda dei casi, costituiti da apposita guaina di protezione, con cavi di collegamento passanti nella stessa e internamente ai pali, per consentire la massima protezione dagli agenti esterni;
- tutti gli accessori necessari per l'installazione al fine di fornire le stazioni nelle modalità chiavi in mano.

Le nuove apparecchiature dovranno essere caratterizzate dalle specifiche tecniche e funzionali minime riportate nel § 6.5.3 successivo.

6.5.2.15.3 Nuovi ripetitori radio

Con il fine di estendere la copertura radio UHF del territorio per garantire tutti gli ampliamenti richiesti e nello stesso tempo fornire eventuali percorsi alternativi ai collegamenti esistenti per aumentare la robustezza della rete è richiesta la fornitura e installazione di nuovi ripetitori radio Tipologia 2.

Il numero di nuovi ripetitori necessari e l'esatta collocazione degli stessi dovrà essere in particolare individuata, attraverso un apposito studio, con l'obiettivo di massimizzare la copertura radio per permettere gli ampliamenti richiesti.

I nuovi ripetitori, completi di adeguato sistema di alimentazione, gruppo filtri e antenne, dovranno essere realizzati con modalità "chiavi in mano" completi di fornitura, installazione delle apparecchiature e di ogni accessorio di installazione, in modo da garantirne la piena funzionalità. Le nuove apparecchiature dovranno essere caratterizzate dalle specifiche tecniche e funzionali minime della tipologia 2 riportate nel § 6.5.3.1.6.2 successivo.

6.5.2.16 Rete Regione Valle d'Aosta

La rete attuale di telemisura meteo-idrografica della Regione Autonoma Valle d'Aosta ha avuto origine dalla coalescenza di reti pre-esistenti, fornite da altrettante aziende, realizzate in passato con finalità diverse. Negli anni passati l'intera rete di monitoraggio meteo-idrografica è stata oggetto di adeguamento tecnico e ottimizzazione alle più moderne tecnologie di acquisizione e trasmissione dati, ambendo quindi a rendere più agevole e razionale la manutenzione dell'intera rete, introducendo tecnologie aperte.

La Centrale Operativo, vero e proprio cuore operativo, mediante software specialistici dedicati, consente l'acquisizione, l'elaborazione e l'organizzazione dei dati, visualizzandoli in tempo reale e consentendo anche l'analisi di serie storiche di dati pregressi o la gestione di situazioni critiche di allerta idrologica tramite l'attivazione di allarmi.

Le stazioni periferiche di monitoraggio meteo-idrografica presenti nel territorio sono equipaggiate con vari sensori, tipicamente meteorologici e idrometrici, ma anche per la misura dei parametri della neve, dell'acqua e della radiazione gamma.

La rete di comunicazione e trasferimento dati consente il passaggio delle informazioni dalle stazioni periferiche alla centrale ed è il nodo cruciale del sistema poiché ne determina l'affidabilità e le performance. Il mezzo di comunicazione maggiormente utilizzato è il sistema radio UHF, che sfrutta una rete di ripetitori per comunicare i dati ad una centrale, in alternativa o come backup al sistema di trasmissione radio principale possono essere impiegati anche il sistema pubblico di trasmissione dati cellulare.

Negli elaborati allegati al presente è riportata la descrizione del sistema esistente con indicazione della consistenza e delle principali caratteristiche tecniche. Di seguito l'elenco degli allegati:

- Descrizione generale della rete: Allegato "Allegato_2_rete-ValledAosta-CAPITOLATO_SPECIALE";
- Le caratteristiche e configurazione della rete: Allegato "Allegato_3_rete-ValledAosta-anagrafica_telerilevate" e Allegato "Allegato4_Protocolli rete Valle d'Aosta";

Gli interventi richiesti prevedono sia l'ottimizzazione tecnologico con integrazione di nuovi apparati per implementare nuove evolute funzionalità sia un ampliamento della rete stessa per consentire un monitoraggio più efficace su un territorio che si prefigura orograficamente complesso. Lo scopo è quello di consentire e migliorare il regolare svolgimento delle attività di monitoraggio idro-meteorologico, specialmente in caso di emergenze legate al rischio idrogeologico e idraulico per finalità di allertamento e mitigazione del rischio per la popolazione nelle situazioni di preallerta, attenzione, preallarme, allarme ed emergenza idro-meteorologica.

A tale scopo sono previsti:

- l'ottimizzazione della rete comprendente l'integrazione sensori meteorologici su stazioni esistenti;
- l'ampliamento della rete di monitoraggio idrometrico;
- l'ampliamento della rete di monitoraggio meteorologico;
- l'ampliamento della rete di acquisizione di video e immagini;

I dettagli delle attività previste sono riportati nell'allegato "Consistenza interventi".

6.5.2.16.1 Ottimizzazione della rete con integrazioni di sensori su stazioni esistenti

Si prevede la fornitura e l'installazione di diversi nuovi sensori per il monitoraggio meteorologico in tempo reale delle variabili ambientali al fine di ottenere l'integrazione e adeguamento della strumentazione di misura per diverse stazioni della rete. Nell'allegato "Consistenza interventi" è riportato un elenco delle località in cui è prevista l'integrazione di sensori delle suddette stazioni. Nello specifico è richiesta l'integrazione dei seguenti tipi di sensori:

- sensore termoigrometrico;
- sensore anemometrico meccanico;
- nivometro;
- radiometro globale;
- temperatura neve superficiale;
- disdrometro;
- temperatura del suolo;
- umidità del suolo.

A ciò vanno aggiunte tutte le attività di messa in esercizio della rete di monitoraggio aggiornata e tutte le azioni necessarie ad assicurare la coesistenza ed il corretto funzionamento della parte di rete di monitoraggio esistente durante l'avanzamento lavori. Tutte le componenti indicate nel presente Elaborato si intendono fornite e messe in opera complete di tutte le parti e gli accessori necessarie allo svolgimento delle funzioni richieste.

Per ogni tipologia di nuovo sensore fornito deve essere garantita la compatibilità delle connessioni con gli standard presenti sui datalogger esistenti. Dovranno essere inoltre preservate le infrastrutture

esistenti (contenitori, opere edili, pali e supporti), integrando solo gli accessori necessari per la corretta installazione dei nuovi sensori come ad esempio braccetti di supporto, collari, ecc.

Dovranno essere forniti i cavi elettrici di connessione, le guaine di protezione degli stessi, le eventuali scatole di derivazione, i sistemi di protezione dalle sovratensioni e le morsettiere di connessione e realizzare tutti i cablaggi necessari per consegnare i sensori correttamente funzionanti e pronti all'uso. I sensori oggetto della fornitura devono essere accompagnati da idoneo documento di certificazione e di calibrazione.

6.5.2.16.2 Ampliamento della rete di monitoraggio idrometrica

Al fine di ampliare il quadro conoscitivo delle condizioni idrometriche del territorio, si prevede il potenziamento della rete di monitoraggio esistente, consistente nella fornitura, installazione ed inserimento nella suddetta rete di monitoraggio di nuove stazioni di monitoraggio idrometrico. Nell'allegato "Consistenza interventi" è riportato un elenco delle località in cui è prevista l'installazione delle suddette stazioni. L'ubicazione precisa del punto di installazione delle nuove stazioni previste dovrà essere identificata nell'intorno del punto di coordinata indicato per ciascuna stazione. Le installazioni dovranno essere realizzate accuratamente secondo criteri di ottimizzazione della misura e preventivamente alla loro installazione dovranno essere autorizzate dall'Amministrazione.

Per le webcam sarà necessario individuare in accordo con l'Amministrazione il posizionamento ottimale per garantire la migliore inquadratura possibile.

Le stazioni idrometriche previste dovranno essere di tipo automatico, in grado di rilevare a scadenze prefissate i dati monitorati dai sensori connessi e trasmettere gli stessi alla Centrale di Controllo. Tutte le stazioni dovranno essere equipaggiate con doppio sistema di comunicazione, uno primario basato sul sistema radio in banda UHF e uno di backup basato su sistema xG.

Le stazioni di tipo idrometrico dovranno essere equipaggiate almeno con le seguenti componenti:

- n.1 unità di acquisizione con modulo di registrazione locale dei dati sia in memoria residente nell'unità stessa che su supporto estraibile, completa di contenitore da esterno in acciaio con fascia di blindatura;
- n.1 modulo di alimentazione a celle solari e batteria tampone;
- n.1 modulo di alimentazione a rete elettrica;
- n.1 modulo di comunicazione radio in banda UHF della tipologia 1;
- n.1 modulo di comunicazione xG;
- n.1 sensore idrometrico a ultrasuoni;
- asta idrometrica di adeguata lunghezza, come specificato nell'allegato "Consistenza interventi";
- n.1 modulo di acquisizione di immagini (webcam);
- eventuale distrometro come da indicazioni dell'allegato "Consistenza interventi";

Le stazioni dovranno essere dotate di idonea struttura di supporto per l'installazione consistente in:

- palo di sostegno di 6 metri per l'installazione dell'unità di acquisizione, della cella solare e dell'antenna, su piano campagna tramite plinto di fondazione in calcestruzzo dimensionato opportunamente per mantenere in stabilità la stazione o, in alternativa, in funzione della migliore soluzione ritenuta utile, tramite staffatura diretta a manufatto esistente;
- staffa di supporto sensore a sbalzo, in acciaio zincato a caldo, da installarsi su piano campagna o, in alternativa, in funzione della migliore soluzione ritenuta utile, tramite staffatura diretta a manufatto esistente;
- cavidotti di collegamento tra i sensori e l'unità di acquisizione, interrati o a muro a seconda dei casi, costituiti da apposita guaina di protezione, con cavi di collegamento passanti nella stessa e internamente ai pali, per consentire la massima protezione dagli agenti esterni;
- eventuale recinzione in legno 6x6m come indicato nell'allegato "Consistenza interventi";

- asta idrometrica di lunghezza adeguata;
- tutti gli accessori necessari per l'installazione al fine di fornire le stazioni nelle modalità chiavi in mano.

Le nuove apparecchiature dovranno essere caratterizzate dalle specifiche tecniche e funzionali minime riportate nel § 6.5.3 successivo.

6.5.2.16.3 Ampliamento della rete monitoraggio meteorologica

Al fine di ampliare il quadro conoscitivo delle condizioni meteorologiche e nivometriche per l'area montana della Regione, si prevede il potenziamento della rete di monitoraggio esistente, consistente nella fornitura, installazione ed inserimento nella suddetta rete di monitoraggio di nuove stazioni di monitoraggio meteorologico. Nell'allegato "Consistenza interventi" è riportato un elenco delle località in cui è prevista l'installazione delle suddette stazioni. L'ubicazione precisa del punto di installazione delle nuove stazioni previste dovrà essere identificata nell'intorno del punto di coordinata indicato per ciascuna stazione. Le installazioni dovranno essere realizzate accuratamente secondo criteri di ottimizzazione della misura e preventivamente alla loro installazione dovranno essere autorizzate dall'Amministrazione.

Le stazioni meteorologiche previste dovranno essere di tipo automatico, in grado di rilevare a scadenze prefissate i dati monitorati dai sensori connessi e trasmettere gli stessi alla Centrale di Controllo. Tutte le stazioni dovranno essere equipaggiate con doppio sistema di comunicazione, uno primario basato sul sistema radio in banda UHF e uno di backup basato su sistema xG.

Le stazioni dovranno essere equipaggiate almeno con le seguenti componenti:

- n.1 unità di acquisizione con modulo di registrazione locale dei dati sia in memoria residente nell'unità stessa che su supporto estraibile, completa di contenitore da esterno in acciaio con fascia di blindatura;
- n.1 modulo di alimentazione a celle solari e batteria tampone;
- n.1 modulo di alimentazione a rete elettrica;
- n.1 modulo di comunicazione radio in banda UHF della tipologia 1;
- n.1 modulo di comunicazione xG;
- n.1 pluviometro riscaldato;
- n.1 termoigrometro aria;
- n.1 barometro;
- n.1 anemometro meccanico
- n.1 sensore nivometrico;
- n.1 sensore di radiometro globale.

Le stazioni dovranno essere dotate di idonea struttura di supporto per l'installazione consistente in:

- palo di sostegno di 10 metri ribaltabile per l'installazione dell'unità di acquisizione, della cella solare e dell'antenna, su piano campagna tramite plinto di fondazione in calcestruzzo dimensionato opportunamente per mantenere in stabilità la stazione;
- palo di sostegno di 2 metri per l'installazione di sensori, su piano campagna tramite plinto di fondazione in calcestruzzo dimensionato;
- staffa di supporto del sensore nivometrico da installarsi direttamente sul palo stazione;
- braccetti e staffe per il supporto dei restanti sensori;
- cavi di collegamento passanti internamente ai pali, per consentire la massima protezione dagli agenti esterni;
- recinzione in legno 6X6 metri;
- tutti gli accessori necessari per l'installazione al fine di fornire le stazioni nelle modalità chiavi in mano.

Le nuove apparecchiature dovranno essere caratterizzate dalle specifiche tecniche e funzionali minime riportate nel § 6.5.3 successivo.

6.5.2.16.4 Ampliamento della rete di acquisizione di video e immagini

Al fine di ottimizzare il quadro conoscitivo delle condizioni idrometeorologiche del territorio, funzionali alle valutazioni presupposte e connesse alle attività di previsione e monitoraggio meteorologico in tempo reale e/o differito, si prevede il potenziamento della rete di monitoraggio esistente, consistente nella fornitura, installazione ed inserimento nella suddetta rete di monitoraggio di nuove stazioni di acquisizione di video e immagini. Nell'allegato "Consistenza interventi" è riportato un elenco delle località in cui è prevista l'installazione delle suddette stazioni. L'ubicazione precisa del punto di installazione delle nuove stazioni previste dovrà essere identificata nell'intorno del punto di coordinata indicato per ciascuna stazione. Per l'installazione delle webcam sarà necessario individuare in accordo con l'Amministrazione il posizionamento ottimale per garantire la migliore inquadratura possibile.

Le stazioni previste dovranno essere di tipo automatico, in grado di rilevare a scadenze prefissate i dati monitorati dai sensori connessi e trasmettere gli stessi alla Centrale di Controllo. Tutte le stazioni dovranno essere equipaggiate con doppio sistema di comunicazione, uno primario basato sul sistema radio in banda UHF e uno di backup basato su sistema xG.

Le stazioni di tipo idrometrico dovranno essere equipaggiate almeno con le seguenti componenti:

- n.1 unità di acquisizione con modulo di registrazione locale dei dati sia in memoria residente nell'unità stessa che su supporto estraibile, completa di contenitore da esterno in acciaio con fascia di blindatura;
- n.1 modulo di alimentazione a celle solari e batteria tampone;
- n.1 modulo di comunicazione radio in banda UHF;
- n.1 modulo di comunicazione xG;
- n.1 modulo di acquisizione di immagini (webcam);

Le stazioni dovranno essere dotate di idonea struttura di supporto per l'installazione consistente in:

- palo di sostegno di 6 metri per l'installazione dell'unità di acquisizione, della cella solare e dell'antenna, su piano campagna tramite plinto di fondazione in calcestruzzo dimensionato opportunamente per mantenere in stabilità la stazione o, in alternativa, in funzione della migliore soluzione ritenuta utile, tramite staffatura diretta a manufatto esistente;
- tutti gli accessori necessari per l'installazione al fine di fornire le stazioni nelle modalità chiavi in mano.

Le nuove apparecchiature dovranno essere caratterizzate dalle specifiche tecniche e funzionali minime riportate nel § 6.5.3 successivo.

6.5.2.17 Rete Regione Veneto

La rete di monitoraggio idro-nivo-agro-meteorologica in tempo reale della Regione Veneto è un complesso sistema di monitoraggio dislocato su tutto il territorio regionale che presiede:

- al rilevamento delle grandezze meteorologiche, idrologiche, agrometeorologiche e nivologiche misurate attraverso l'uso di idonei sensori installati nelle singole stazioni di monitoraggio;
- alla preelaborazione presso la stazione delle misure grezze per la loro trasformazione in dati da trasmettere;
- alla trasmissione dei dati su frequenze dedicate in banda UHF, mediante ponti radio, o via rete dati GPRS/UMTS, dalle singole stazioni alla Centrale di Controllo principale presso il Centro Funzionale Decentrato (CFD) di Marghera o alla Centrale secondaria del Centro Meteo di Teolo (sito di disaster recovery);

- alla trasmissione dei dati tra la Centrale di Controllo del CFD di Marghera, le Postazioni di Acquisizione di altre Amministrazioni, dei Geni Civili a livello provinciale, nonché al Dipartimento della Protezione Civile Nazionale (DPCN).

La rete di monitoraggio affidata all'avvio del contratto è costituita da circa 150 stazioni, 23 ripetitori, 2 Centrali di Controllo (il CFD di Marghera e la sede ARPAV di Teolo) e 19 postazioni di acquisizione dei dati presso gli uffici periferici del Genio Civile regionale e i caselli idraulici. Integrano la rete 5 stazioni dedicate al monitoraggio automatico della portata con 4 stazioni dotate di strumentazione di misura con sistema doppler e una con sistema di misura ad ultrasuoni a tempo di transito (rete BSL). L'attuale sistema è il risultato di progressivi ampliamenti, integrazioni e adeguamenti tecnologici della rete stessa, realizzati tramite diversi appalti affidati negli ultimi anni; pertanto, alcune componenti risultano ancora soggette a contratti di manutenzione o di garanzia legati ai singoli appalti.

Il dettaglio è rappresentato nell'Allegato "Allegato_01_Veneto", nel quale sono indicate anche le coordinate di ogni singolo apparato. Le specifiche tecniche degli strumenti e apparecchiature che compongono le singole stazioni sono descritte nell'Allegato 2 "Allegato_02_Veneto".

In ogni stazione vi è un sistema di automazione che controlla e governa i sensori e provvede alle letture dei segnali provenienti da strumenti e sensori e alla loro elaborazione e memorizzazione. I dati prodotti vengono poi trasferiti alle Centrali di Controllo della rete dislocate presso il CFD di Marghera (principale) e il CMT Teolo (secondaria) e da queste alle postazioni di acquisizione. La gestione, il controllo e la validazione dei dati viene svolta da personale ARPAV, tramite l'impiego di varie applicazioni software.

Alla fine di questo processo i dati validati vengono trasferiti, con procedure automatiche nelle banche dati di monitoraggio del SIRAV (Sistema Informativo Regionale Ambientale del Veneto). La rete è completata da apparati e manufatti connessi al funzionamento generale. In particolare:

- opere civili (accessi, recinzioni, ricoveri provvisori e fissi, staffe, sostegni, ecc.);
- dispositivi installati (quali meccanismi cinematici, funi, impianti di illuminazione, elettrificazione e di forza motrice, ecc.);
- allacci alle reti di servizi pubblici (rete elettrica, telefonica, ecc.).

Gli interventi richiesti prevedono sia l'ammodernamento tecnologico dell'attuale rete in telemisura sopra descritta, sia un ampliamento della rete stessa per consentire un monitoraggio più efficace su un territorio che si prefigura idrologicamente sensibile e orograficamente complesso. In particolare, sono previsti i seguenti interventi:

- l'ammodernamento e l'ottimizzazione della rete, comprendente l'aggiornamento dei sensori pluviometrici, i sensori per la misura radiometrica globale e gli albedometri che si trovano ad essere di vecchia generazione;
- l'ampliamento della rete di monitoraggio idrometrico;
- l'incremento del numero di ripetitori radio per consentire una maggior copertura del territorio in relazione all'ampliamento della rete richiesto;
- l'integrazione di sensori per il tempo presente sulle stazioni esistenti.

La modalità di trasmissione dei dati via radio UHF dovrà essere possibile sia tramite ciclo di chiamate (polling) periodiche automatiche dalla centrale di controllo con dato periodo di polling, sia tramite interrogazione manuale delle stazioni in tempo reale da parte di un operatore abilitato. Gli interventi dovranno essere realizzati in modo da assicurare per il sistema complessivo adeguato, un tempo di ciclo della rete (polling) inferiore o pari a **10 minuti primi**, come attualmente garantito dal sistema. Entro tale tempo dovrà pertanto essere assicurata l'acquisizione presso i server della centrale di controllo, dei dati rilevati da tutte le stazioni di monitoraggio a campo della rete, sia di quelle esistenti e non oggetto di aggiornamento che di quelle aggiornate. Dovranno inoltre essere mantenute tutte le attuali funzionalità di scambio dati. Si specifica inoltre che le stazioni attualmente dotate di moduli solo per la trasmissione in UHF, dovranno essere integrate con moduli di trasmissione xG. Il vettore radio UHF si configura quindi come il sistema primario di comunicazione per le stazioni, mentre il

sistema xG ha il ruolo di backup al sistema radio e può essere utilizzato per attività di telecontrollo avanzate (es. aggiornamento firmware da remoto).

6.5.2.17.1 Ammodernamento e ottimizzazione della rete

Le attività di aggiornamento della rete di monitoraggio riguardano le seguenti categorie di componenti:

- Aggiornamento di sensori;
- Integrazione di sensori;
- Aggiornamento/integrazione di strutture di supporto.

A ciò vanno aggiunte tutte le attività di messa in esercizio della rete di monitoraggio aggiornata e tutte le azioni necessarie ad assicurare la coesistenza ed il corretto funzionamento della parte di rete di monitoraggio esistente durante l'avanzamento lavori. Tutte le componenti indicate nel presente elaborato si intendono fornite e messe in opera complete di tutte le parti e gli accessori necessarie allo svolgimento delle funzioni richieste.

6.5.2.17.1.1 Aggiornamento dei sensori

È richiesta la sostituzione in diverse stazioni di alcune tipologie di sensori di vecchia generazione come indicato nell'allegato "Consistenza interventi" al fine di allineare le performance degli stessi a quelle dei sensori di più recente fornitura già utilizzati nel sistema ed aventi un adeguato livello prestazionale o a quelle di sensori presenti sul mercato di più recente progettazione e con livelli prestazionali o funzionali superiori a quelli esistenti. In particolare, gli interventi di aggiornamento richiesti sono di seguito elencati:

- sostituzione di pluviometri esistenti con nuovi pluviometri dotati di misura dell'intensità di pioggia a norma ISO 17277;
- sostituzione di sensori per la misura della radiazione globale con nuovi sensori in grado di garantire una maggior precisione di misura;
- sostituzione di sensori albedometrici esistenti con nuovi sensori in grado di garantire maggior precisione di misura.

Le specifiche tecniche minime dei nuovi sensori sono riportate al successivo § 6.5.3.2.

6.5.2.17.1.2 Integrazioni di sensori su stazioni esistenti

Il progetto richiede la fornitura e l'installazione di diversi nuovi sensori per il monitoraggio in tempo reale delle variabili ambientali al fine di ottenere l'integrazione e adeguamento della strumentazione di misura per diverse stazioni della rete come indicato nell'allegato "Consistenza interventi". Nello specifico è richiesta l'integrazione del sensore per il tempo presente.

Per ogni tipologia di nuovo sensore fornito deve essere garantita la compatibilità delle connessioni con gli standard presenti sui datalogger esistenti. Dovranno essere inoltre preservate le infrastrutture esistenti (contenitori, opere edili, pali e supporti), integrando solo gli accessori necessari per la corretta installazione dei nuovi sensori come ad esempio braccetti di supporto, collari, ecc.

Dovranno essere forniti i cavi elettrici di connessione, le guaine di protezione degli stessi, le eventuali scatole di derivazione, i sistemi di protezione dalle sovratensioni e le morsettiere di connessione e realizzare tutti i cablaggi necessari per consegnare i sensori correttamente funzionanti e pronti all'uso. I sensori oggetto della fornitura devono essere accompagnati da idoneo documento di certificazione e di calibrazione.

6.5.2.17.1.3 Aggiornamento/integrazione di strutture di supporto

L'integrazione di nuovi sensori o nuovi apparati e lo spostamento di stazioni prevedono per diversi siti il rifacimento delle strutture di supporto in accordo con quanto indicato nell'allegato "Consistenza interventi". In particolare, a seconda dei casi è prevista la fornitura di nuovi pali (6 metri, 2 metri o 10 metri ribaltabili) e nuove strutture di supporto per gli idrometri radar e sensori di velocità superficiale e

la realizzazione delle relative opere civili. Le caratteristiche tecniche delle strutture richieste sono riportate al successivo § 6.5.3.3.

L'attività comprende tutte le lavorazioni necessarie, le opere per il posizionamento ed ancoraggio dei pali e degli sbracci di supporto previsti, ivi compresi la realizzazione di cavidotti e pozzetti, gli eventuali scavi, lo smaltimento a discarica autorizzata e ogni altro onere.

Al completamento della realizzazione delle nuove impiantistiche sarà necessario l'allestimento degli apparati esistenti e nuovi sulle nuove strutture prevedendo tutti gli accessori di installazione necessari per garantire il corretto funzionamento di tutti gli apparati e delle stazioni nel loro complesso.

6.5.2.17.2 Ampliamento della rete di monitoraggio idrometeorologico

Al fine di ampliare il quadro conoscitivo delle condizioni idro-meteorologiche del territorio, si prevede il potenziamento della rete di monitoraggio esistente, consistente nella fornitura, installazione ed inserimento nella suddetta rete di monitoraggio nuove stazioni di monitoraggio idrometeorologico. Le stesse stazioni saranno equipaggiate anche di sensori meteorologici (pioggia, temperatura e umidità, pressione atmosferica, anemometro sonico, ecc.). Nell'allegato "Consistenza interventi" è riportato un elenco delle località in cui è prevista l'installazione delle suddette stazioni. L'ubicazione precisa del punto di installazione delle nuove stazioni previste dovrà essere identificata nell'intorno del punto di coordinata indicato per ciascuna stazione. Le installazioni dovranno essere realizzate accuratamente secondo criteri di ottimizzazione della misura e preventivamente alla loro installazione dovranno essere autorizzate dall'Amministrazione.

Le stazioni idrometeorologiche previste dovranno essere di tipo automatico, in grado di rilevare a scadenze prefissate i dati monitorati dai sensori connessi e trasmettere gli stessi alla Centrale di Controllo. Tutte le stazioni dovranno essere equipaggiate con doppio sistema di comunicazione, uno primario basato sul sistema radio in banda UHF e uno di backup basato su sistema xG.

Le stazioni di tipo idrometeorologico dovranno essere equipaggiate almeno con le seguenti componenti:

- n.1 unità di acquisizione con modulo di registrazione locale dei dati sia in memoria residente nell'unità stessa che su supporto estraibile, completa di contenitore da esterno in acciaio con fascia di blindatura;
- n.1 modulo di alimentazione a celle solari e batteria tampone o a rete elettrica in accordo con l'allegato "Consistenza interventi";
- n.1 modulo di comunicazione radio in banda UHF;
- n.1 modulo di comunicazione xG;
- sensori idrometeorologici in accordo con l'allegato "Consistenza interventi";
- asta idrometrica in accordo con l'allegato "Consistenza interventi".

Le stazioni dovranno essere dotate di idonea struttura di supporto per l'installazione consistente in:

- palo di sostegno (2 o 6 o 10 metri ribaltabile in base alla tipologia) per l'installazione dell'unità di acquisizione, sensori, della cella solare e dell'antenna, su piano campagna tramite plinto di fondazione in calcestruzzo dimensionato opportunamente per mantenere in stabilità la stazione o, in alternativa, in funzione della migliore soluzione ritenuta utile, tramite staffatura diretta a manufatto esistente;
- staffa di supporto sensore a sbalzo, in acciaio zincato a caldo, da installarsi su piano campagna o, in alternativa, in funzione della migliore soluzione ritenuta utile, tramite staffatura diretta a manufatto esistente;
- cavidotti di collegamento tra i sensori e l'unità di acquisizione, interrati o a muro a seconda dei casi, costituiti da apposita guaina di protezione, con cavi di collegamento passanti nella stessa e internamente ai pali, per consentire la massima protezione dagli agenti esterni;

- tutti gli accessori necessari per l'installazione al fine di fornire le stazioni nelle modalità chiavi in mano.

Le nuove apparecchiature dovranno essere caratterizzate dalle specifiche tecniche e funzionali minime riportate nel § 6.5.3 successivo.

6.5.2.17.3 Nuovi ripetitori radio

Con il fine di estendere la copertura radio UHF del territorio per garantire tutti gli ampliamenti richiesti e nello stesso tempo fornire eventuali percorsi alternativi ai collegamenti esistenti per aumentare la robustezza della rete è richiesta la fornitura e installazione di nuovi ripetitori radio di tipologia 2.

Il numero di nuovi ripetitori necessari e l'esatta collocazione degli stessi dovrà essere in particolare individuata, attraverso un apposito studio, con l'obiettivo di massimizzare la copertura radio per permettere gli ampliamenti richiesti.

I nuovi ripetitori, completi di adeguato sistema di alimentazione, gruppo filtri e antenne, dovranno essere realizzati con modalità "chiavi in mano" completi di fornitura, installazione delle apparecchiature e di ogni accessorio di installazione, in modo da garantirne la piena funzionalità. Le nuove apparecchiature dovranno essere caratterizzate dalle specifiche tecniche e funzionali minime della tipologia 2 riportate nel § 6.5.3.1.6.2 successivo.

6.5.2.18 Rete Agrometeorologica Nazionale (RAN)

Il CREA è il principale Ente di ricerca italiano dedicato all'agroalimentare, ha competenza scientifica nel settore agricolo, ittico, forestale, nutrizionale e socioeconomico nonché piena autonomia scientifica, statutaria, organizzativa, amministrativa e finanziaria e opera con 12 Centri di ricerca presenti sul territorio nazionale.

Al fine di consentire l'adeguamento funzionale delle stazioni meteorologiche della Rete Agrometeorologica Nazionale (RAN) è stato espletato dal CREA nel 2021 (gara a procedura aperta sopra soglia comunitaria ID 376 CIG 878703068B) l'appalto per la fornitura, messa in opera e manutenzione delle prime 47 stazioni, la cui installazione è ancora in corso.

Si riportano, nei documenti allegati "ALLEGATO_01_RAN_INFORMAZIONI SULLA RAN", e "Allegato_02_RAN_schede tecniche attrezzature RAN" i principali dettagli sulla configurazione delle 47 stazioni RAN preesistenti.

L'obiettivo del presente progetto è quello di avere una rappresentazione adeguata dei principali fenomeni meteorologici che interessano le aree agricole del Paese, attraverso l'infittimento della rete di rilevazione agrometeorologica a livello nazionale. Per avere una adeguata rappresentazione dell'umidità del suolo, grandezza di estrema rilevanza per lo sviluppo delle colture, si propone inoltre di dotare tutte le nuove stazioni dei sensori CNRS (Cosmic Ray Neutron Sensing) di nuova concezione e, allo stesso tempo, di integrare con detto sensore 44 delle 47 stazioni RAN preesistenti, cioè tutte quelle collocate in ambito agricolo.

Tutti dati rilevati dalle nuove stazioni devono confluire sulla centrale di controllo CREA, installata sul CLOUD CREA MICROSOFT AZURE tramite il vettore di comunicazione xG.

6.5.2.18.1 Integrazioni di sonde CRNS per stazioni esistenti

Viene richiesta l'integrazione in stazioni esistenti di sonde di umidità del suolo aventi le specifiche tecniche minime riportate al successivo paragrafo 6.5.3.2.19. Come già anticipato, tali sonde saranno integrate nelle stazioni esistenti elencate nell'allegato "Consistenza interventi".

Le sonde CRNS (sensori di neutroni da raggi cosmici) sono sensori in grado di stimare l'umidità del suolo su aree estese e costituiscono una migliore alternativa ai tradizionali dispositivi di monitoraggio di questi parametri. La tecnica CRNS si basa sulla rilevazione di neutroni naturali provenienti dal cosmo. I neutroni in arrivo sono molto veloci e, penetrando nel suolo, perdono energia a causa di successive collisioni principalmente con gli atomi di idrogeno (molecole di acqua) per poi disperdersi nell'atmosfera. I neutroni così dispersi provengono quindi soprattutto dall'umidità del suolo e poiché si disperdono su grandi distanze nell'aria risultano utili a monitorare vaste aree. Nell'ambito del

potenziamento dei sistemi della rete, si prevede quindi l'installazione di sonde basate sulla tecnologia CRNS, da integrarsi nei sistemi di acquisizione componenti la rete, per ampliare il pannello informativo della strumentazione di misura a campo.

Per ogni nuovo sensore fornito, dovrà essere garantita la compatibilità delle connessioni con gli standard presenti sui datalogger esistenti. Dovranno essere inoltre preservate le infrastrutture esistenti (contenitori, opere edili, pali e supporti), integrando solo gli accessori necessari per la corretta installazione dei nuovi sensori come ad esempio braccetti di supporto, collari, ecc.

Dovranno essere forniti i cavi elettrici di connessione, le guaine di protezione degli stessi, le eventuali scatole di derivazione, i sistemi di protezione dalle sovratensioni e le morsettiere di connessione e realizzare tutti i cablaggi necessari per consegnare i sensori correttamente funzionanti e pronti all'uso. I sensori oggetto della fornitura devono essere accompagnati da idoneo documento di certificazione e di calibrazione.

6.5.2.18.2 Ampliamento della rete di monitoraggio

Al fine di raggiungere la densità media di 1 stazione agrometeorologica ogni 120.000 ha di SAU (Superficie Agricola Utilizzata), che corrisponde alle necessità minime per un monitoraggio agrometeorologico a livello nazionale e, inoltre, al fine di raggiungere anche l'obiettivo di migliorare il monitoraggio a livello regionale su aree altrimenti scoperte, viene richiesto il potenziamento della rete agrometeorologica nazionale con la fornitura, installazione e inserimento nella suddetta rete di monitoraggio di 78 nuove stazioni automatiche di monitoraggio. In allegato è riportata la consistenza e l'elenco delle località in cui è prevista l'installazione delle suddette stazioni. L'ubicazione precisa del punto di installazione delle nuove stazioni previste dovrà essere identificata nell'intorno del punto identificato tramite le coordinate per ciascuna stazione. Le installazioni dovranno essere realizzate accuratamente secondo criteri di ottimizzazione della misura e preventivamente alla loro installazione dovranno essere autorizzate dall'Amministrazione.

Le stazioni di monitoraggio previste dovranno essere di tipo automatico, in grado di rilevare a scadenze prefissate i dati monitorati dai sensori connessi e trasmettere gli stessi con sistema di comunicazione xG alla Centrale di Controllo sul CLOUD CREA MICROSOFT AZURE. Le stazioni dovranno essere equipaggiate con le seguenti componenti:

- n.1 unità di acquisizione con modulo di registrazione locale dei dati sia in memoria residente nell'unità stessa che su supporto estraibile, completa di contenitore da esterno in acciaio con fascia di blindatura;
- n.1 modulo di alimentazione a celle solari e batteria tampone;
- n.1 modulo di comunicazione xG;
- sensori: pluviometro riscaldato, termometro aria, barometro, anemometro sonico, radiazione globale, temperatura suolo, umidità del suolo, velocità del vento e bagnatura fogliare;
- sonda CRNS di umidità suolo.

Le stazioni dovranno essere dotate di idonea struttura di supporto per l'installazione consistente in:

- palo di sostegno di 10 metri ribaltabile per l'installazione dell'unità di acquisizione, della cella solare e dell'antenna, su piano campagna tramite plinto di fondazione in calcestruzzo dimensionato opportunamente per mantenere in stabilità la stazione;
- palo di 2 metri per la collocazione dei sensori;
- braccetti e staffe per il supporto dei sensori;
- pozzetto per collocazione sensori suolo;
- cavi di collegamento passanti internamente ai pali, per consentire la massima protezione dagli agenti esterni;
- recinzione in rete metallica 10x10 metri;
- tutti gli accessori necessari per l'installazione al fine di fornire le stazioni nelle modalità chiavi in mano.

Le nuove apparecchiature dovranno essere caratterizzate dalle specifiche tecniche e funzionali minime riportate nel § 6.5.3 successivo.

6.5.2.19 Rete Servizio Integrato Agrometeorologico della Regione Lazio (SIARL)

La rete agrometeorologica è costituita da 95 stazioni elettroniche configurate per rilevare i parametri atmosferici strettamente correlabili con la fenologia delle piante, quali la temperatura dell'aria e del suolo, l'umidità, le precipitazioni, la bagnatura fogliare, la radiazione fotosinteticamente attiva (PAR), la direzione e la velocità dei venti, ecc.

Tutti gli apparati sono dotati di un numero di sensori che, a seconda delle esigenze del sito, varia da un minimo di 3 ad un massimo di 12. Alcune installazioni sono equipaggiate di sensori TDR (riflettometria nel dominio del tempo) per rilevare il contenuto d'acqua nel suolo a profondità variabili da -10 a -80 cm.

Tutte le stazioni sono alimentate per mezzo di un modulo fotovoltaico, integrato con batteria tampone e regolatore di carica, che le rende completamente autonome dal punto di vista energetico. La batteria tampone è dimensionata in modo da garantire la completa funzionalità degli apparati nel loro complesso, compresi quelli di comunicazione, per un periodo di almeno 5 giorni nella caso della configurazione più complessa.

Tutte le stazioni sono dotate di datalogger, per l'acquisizione e l'elaborazione dei dati, funzionanti in condizioni ambientali estreme (temperatura da -20 a +70 °C; umidità relativa 0-100%), e di modem GSM per la trasmissione dei dati al Centro di Controllo, che rendono automatiche le operazioni di rilevamento dei dati. In altre parole, i datalogger hanno la duplice funzione di misura e di telecomunicazione, in particolare la prima funzione si esplica attraverso l'utilizzo di sensori specifici per ognuna delle grandezze rilevate. Le funzioni di telecomunicazione consentono la transazione dei dati al Centro di Controllo, infatti, tutta la rete è collegata mediante modem GSM, pertanto, il datalogger interfacciando e interrogando un set di sensori specifici acquisisce le misurazioni e le trasmette via modem GSM al Centro di Controllo. Le misure, scaricate tutte le notti mediante chiamate automatiche, vengono uniformate e rese disponibili entro le ore 10 del giorno seguente. Le modalità di acquisizione possono essere, a seconda della grandezza misurata:

- istantanea, quando il valore registrato si riferisce ad una misura puntuale effettuata in un determinato istante nel periodo di acquisizione (pressione, temperature dell'aria e del suolo, direzione del vento...);
- totale (orario e giornaliero), quando il valore registrato si riferisce alla somma delle misure istantanee effettuate nel periodo di acquisizione (radiazione solare, precipitazione, bagnatura fogliare, evaporazione);

media (oraria o giornaliera), quando il valore si riferisce alla media delle misure istantanee effettuate nel periodo di acquisizione (velocità del vento).

Tutte le stazioni sono programmabili, dal Centro di Controllo o in loco, ovvero è possibile modificare alcune specifiche di misura, come ad esempio il periodo di acquisizione o l'intervallo di elaborazione (il tempo in cui si effettua il riepilogo ponderato). L'intervallo di elaborazione può essere di 24 ore (riepilogo giornaliero), 60 minuti o addirittura 10 minuti, quando si verifica l'evento (precipitazione). Gli ingressi e le uscite delle stazioni sono protetti da sovratensioni e transienti di corrente generati da scariche elettromagnetiche esterne.

Le stazioni sono state installate rispettando le prescrizioni dell'UCEA, oggi Ministero delle politiche agricole alimentari e forestali; i sensori installati sono conformi alle normative W.M.O. (World Meteorological Organization) e le apparecchiature sono prodotte da aziende quali: SIAP, CAMPBELL e MTX.

6.5.2.19.1 Ottimizzazione della rete con integrazione di sensori su stazioni esistenti

Il progetto prevede la fornitura e l'installazione di diversi nuovi sensori per il monitoraggio meteorologico in tempo reale delle variabili ambientali al fine di ottenere l'integrazione e adeguamento della strumentazione di misura per diverse stazioni della rete. Nell'allegato

“Consistenza interventi” è riportato un elenco delle località in cui è prevista l’integrazione di sensori delle suddette stazioni. Nello specifico è richiesta l’ottimizzazione delle stazioni con i seguenti sistemi di acquisizione:

- datalogger;
- router 4G;
- batterie a tampone;
- alimentazione a pannelli solari;

Per quanto riguarda le integrazioni della sensoristica, esse riguarderanno:

- sensore PAR;
- eliofanometro;
- nivometro;
- radiometro globale;
- sensore velocità del vento;
- disdrometro;
- sensore temperatura del suolo e profilazione;
- sensore umidità del suolo e profilazione;
- pluviometro riscaldato;
- barometro;
- sensore misura bagnatura fogliare.

A ciò vanno aggiunte tutte le attività di messa in esercizio della rete di monitoraggio aggiornata e tutte le azioni necessarie ad assicurare la coesistenza ed il corretto funzionamento della parte di rete di monitoraggio esistente durante l’avanzamento lavori. Tutte le componenti indicate nel presente Elaborato si intendono fornite e messe in opera complete di tutte le parti e gli accessori necessarie allo svolgimento delle funzioni richieste.

Per ogni tipologia di nuovo sensore fornito deve essere garantita la compatibilità delle connessioni con gli standard presenti sui datalogger esistenti. Dovranno essere inoltre preservate le infrastrutture esistenti (contenitori, opere edili, pali e supporti), integrando solo gli accessori necessari per la corretta installazione dei nuovi sensori come ad esempio braccetti di supporto, collari, ecc.

Dovranno essere forniti i cavi elettrici di connessione, le guaine di protezione degli stessi, le eventuali scatole di derivazione, i sistemi di protezione dalle sovratensioni e le morsettiere di connessione e realizzare tutti i cablaggi necessari per consegnare i sensori correttamente funzionanti e pronti all’uso. I sensori oggetto della fornitura devono essere accompagnati da idoneo documento di certificazione e di calibrazione.

6.5.3 Caratteristiche tecniche minime

6.5.3.1 Sistemi di acquisizione, alimentazione e trasmissione dati

6.5.3.1.1 Datalogger

Le unità di acquisizione sono il dispositivo di controllo che dovrà consentire la gestione completa delle stazioni periferiche di misura, provvedendo al campionamento, elaborazione e memorizzazione delle misure rilevate dai sensori collegati. Tramite i sistemi di comunicazione di cui è dotato dovrà consentire l’acquisizione dei dati da parte del centro di controllo, per la loro archiviazione nel database di centrale.

Le unità dovranno risultare completamente configurabili attraverso una regolazione parametrica del proprio codice che dovrà permettere di controllare, verificare e, se necessario, modificare la

metodologia di calcolo e l'intervallo di lettura delle misure rilevate dai sensori collegati e le modalità di registrazione degli stessi.

Le unità di acquisizione dovranno consentire di gestire sia tempi analoghi di scansione per tutti i sensori collegati che tempi differenti di scansione per ciascun singolo sensore.

Mediante display touch screen con menu grafico le unità dovranno consentire l'interfacciamento dell'operatore, per l'effettuazione delle seguenti operazioni:

- configurazione dei parametri di funzionamento;
- lettura dei dati registrati sui moduli di memoria locale;
- visualizzazione istantanea della misura effettuata da ciascun sensore;
- visualizzazione tabellare e grafica dei dati dei sensori;
- operazioni di controllo funzionale da remoto.

Il software delle unità dovrà essere programmabile e aggiornabile anche da remoto, tramite il centro di controllo della rete.

I dati acquisiti ed elaborati dalla unità dovranno essere memorizzati sia nella memoria interna fissa delle unità che in scheda di memoria commerciale rimovibile (SD card, USB, ...), il sistema di registrazione dovrà consentire di gestire memorie removibili con capacità di almeno 4 GB.

L'architettura delle unità dovrà essere di tipo modulare, basata su microprocessore multitasking e componentistica a basso consumo di corrente. Dovrà pertanto essere possibile espandere l'unità stessa, anche in tempi successivi all'installazione, con moduli hardware aggiuntivi, incrementando la disponibilità di gestione di sensori aggiuntivi, senza dover sostituire l'unità.

L'unità deve avere caratteristiche di programmabilità e personalizzazione evolute e deve essere basato su una architettura aperta con sistema operativo Linux (con versione kernel almeno 4.0) o comunque Open Source. Dovrà essere incentivato l'uso di protocolli, interfacce e database standard/aperti e l'ampia disponibilità di servizi web-based. L'unità di acquisizione dovrà inoltre possedere i seguenti requisiti tecnici e funzionali minimi.

- tecnologia a microprocessore;
- buffer di memoria per la gestione dei software applicativi e dei dati acquisiti;
- memoria non volatile per la gestione dei software di processamento, dei parametri di configurazione della stazione e per l'elaborazione dati;
- caricabatterie integrato con pieno supporto sia di batterie al Piombo che di batteria a nuova tecnologia LiFePO4;
- memoria locale di tipo asportabile a stato solido per la registrazione dei dati di capacità adeguata rispetto al numero dei dati campionati;
- dispositivo di restart automatico della stazione;
- sistema di autodiagnostica in real time, con verifica delle anomalie di funzionamento relative ai sensori, al sistema di registrazione, di alimentazione, di trasmissione, ecc.;
- software di elaborazione, gestione e validazione dati, residente nell'unità (firmware), in grado di svolgere tutte le funzioni necessarie alla restituzione del dato in centrale;
- disponibilità di un software di gestione che consenta la comunicazione bidirezionale con il centro di controllo, in modo da poter eseguire chiamate cicliche o dirette alle stazioni;
- sistema di interfaccia utente locale touch-screen per verificare il funzionamento della stazione e visualizzare le misure effettuate;
- disponibilità standard trasmissivo Wi-Fi IEEE 802.11 b.g.n.
- disponibilità bluetooth;
- disponibilità di protocolli IoT;
- implementazione di protocolli di trasferimento file sicuri (SFTP, FTPS, HTTPS);

- implementazione del protocollo Common Alerting Protocol CAP per lo scambio di messaggi standard di allerta;
- sistema di protezione dalle sovratensioni indotte da scariche atmosferiche e sistema di messa a terra di tutte le parti metalliche conforme alle vigenti disposizioni di legge;
- disponibilità di un software di allertamento in grado di effettuare valutazioni in tempo reale sui dati acquisiti ed eseguire particolari azioni al superamento di soglie preimpostate (invio SMS, attivare digital-output).

Inoltre, dovrà essere dotato almeno dei seguenti ingressi:

- 4 ingressi analogici con risoluzione 24 bit;
- interfacce seriali RS-232 RS-485;

interfacce per collegamento e la gestione contemporanea di più apparati di comunicazione (modem telefonico, apparati radio per comunicazioni terrestri, terminale per comunicazioni satellitari);

- 3 ingressi logici digitali;
- 1 uscita logica digitale;
- 2 ingressi contatore;
- 1 canale SDI-12;
- 1 canale ethernet.

La memoria locale della stazione deve avere una capacità tale da poter conservare i dati per un periodo minimo di:

- 5 giorni per dati con risoluzione temporale di 1 minuto;
- 1 mese per dati con risoluzione temporale di 10 minuti.

L'unità dovrà garantire un funzionamento con temperature tra -30 e +60 °C e dovrà essere alloggiata dentro contenitore IP65.

6.5.3.1.2 Alimentazione pannelli solari

Il sistema di alimentazione dovrà essere di tipo a celle solari con batteria in tampone, conforme alle norme CEI. Il sistema dovrà essere dimensionato in modo da garantire il funzionamento della stazione periferica o del ripetitore per diversi giorni in assenza totale di insolazione o alimentazione da rete elettrica.

Il valore della tensione della batteria deve essere monitorato con continuità e, nel caso di condizioni critiche di carica, determinate da un livello di carica inferiore ad una prefissata soglia di sicurezza, segnalato mediante allarme visualizzato in locale e in remoto alla centrale di controllo.

Specifiche Tecniche:

- pannello fotovoltaico in silicio da 50 W ad alto rendimento;
- batterie tampone ricaricabile da 100 Ah del tipo "senza manutenzione", con dispositivo elettronico di regolazione per la ricarica automatica delle batterie, limitato in tensione e compensato in temperatura;
- utilizzo di algoritmi in grado di massimizzare la potenza prelevata dalla cella solare;
- pannello fotovoltaico dotato di sistema antifurto;
- intervallo di operatività in temperatura: -30 ÷ +70 °C;
- circuiti di protezione contro le scariche atmosferiche.

6.5.3.1.3 Alimentazione rete elettrica

Il sistema di alimentazione da rete elettrica 220 Vac deve essere costituito da un quadro elettrico, alloggiato all'interno di un contenitore in resina termoplastica differente da quello dove alloggia il datalogger, composto da trasformatore 220/24Vac, modulo di protezione dalle sovratensioni e alimentatore AC/DC con tensione continua di uscita 18 VDC nominale necessaria per il funzionamento della stazione.

6.5.3.1.4 Radiomodem UHF

6.5.3.1.4.1 Radiomodem UHF tipologia 1

Gli apparati di ricetrasmisione da installare dovranno essere del tipo omologato dal Ministero delle Comunicazioni e perfettamente conformi alle specifiche previste dalla vigente legislazione in materia. A tali norme si fa espresso rinvio, per tutto quanto non riportato in questa sede.

In particolare, gli apparati di comunicazione previsti dovranno essere conformi alle norme, e alle specifiche fissate dal vigente Codice delle Comunicazioni per gli apparati ricetrasmisivi a radiofrequenza, e dovranno pertanto essere operativi con canalizzazione a 12,5 kHz.

Il modulo di comunicazione dovrà consentire alle stazioni di poter svolgere, per un limitato numero di stazioni, le funzioni di ripetitore. Esso dovrà consentire di acquisire i dati di eventuali stazioni ripetute, intercettando le chiamate della Centrale dirette a tali stazioni, dovrà rispondere con l'invio dei relativi dati.

I requisiti tecnico funzionali minimi da assicurare per gli apparati radio UHF terminali sono i seguenti:

- funzionamento continuo, H24, nella gamma UHF con sistema a tecnologia digitale;
- gamma di frequenza in banda UHF 410-460 MHz;
- canalizzazione 12,5 kHz;
- tecnologia trasmissiva digitale;
- velocità di trasmissione di almeno 9600 bps@12,5 kHz;
- temperatura operativa -20 - +55 °C;
- contenitore con grado di protezione IP65.

6.5.3.1.4.2 Radiomodem UHF tipologia 2

Gli apparati di ricetrasmisione da installare dovranno essere del tipo omologato dal Ministero delle Comunicazioni e perfettamente conformi alle specifiche previste dalla vigente legislazione in materia. A tali norme si fa espresso rinvio, per tutto quanto non riportato in questa sede. In particolare, gli apparati di comunicazione previsti dovranno essere conformi alle norme, e alle specifiche fissate dal vigente Codice delle Comunicazioni per gli apparati ricetrasmisivi a radiofrequenza, e dovranno pertanto essere operativi con canalizzazione a 12,5 kHz.

I requisiti tecnico funzionali minimi da assicurare per gli apparati radio UHF terminali sono i seguenti:

- funzionamento continuo, H24, nella gamma UHF con sistema a tecnologia digitale;
- gamma di frequenza in banda UHF 410-460 MHz;
- canalizzazione 12,5 kHz;
- tecnologia trasmissiva digitale;
- velocità di trasmissione di almeno 14400 bps@12,5 kHz;
- temperatura operativa -20 - +55 °C;

6.5.3.1.4.3 Radiomodem UHF tipologia 4

Gli apparati di ricetrasmisione da installare sulle stazioni dovranno essere del tipo omologato dal Ministero delle Comunicazioni e perfettamente conformi alle specifiche previste dalla vigente legislazione in materia. A tali norme si fa espresso rinvio, per tutto quanto non riportato in questa sede.

Gli apparati radio devono dovranno avere le caratteristiche tecniche minime di seguito elencate:

- funzionamento continuo, H24, nella gamma UHF;
- gamma di frequenza in banda UHF 410-460 MHz;
- canalizzazione 12,5 kHz;
- tipo di modulazione 4FSK;

- potenza in trasmissione: $\geq 2W$;
- temperatura operativa -20 - +50 °C;
- alimentazione fornita dal sistema di alimentazione della stazione.

Le apparecchiature radio devono inoltre operare in conformità allo standard europeo DMR ETSI TS 102 361-1, 2, 3, 4, oltre che essere rispondenti alle norme ETSI EN 300-086, ETSI EN 300-113 e devono essere corredate di certificazione CE in conformità alla normativa vigente. Il modulo radio deve essere caratterizzato da bassi assorbimenti (assorbimento in ricezione \leq di 3W) e da caratteristiche dimensionali ridotte.

6.5.3.1.4.4 Radiomodem UHF tipologia 5

Gli apparati di ricetrasmisione dovranno essere del tipo omologato dal Ministero delle Comunicazioni e perfettamente conformi alle specifiche previste dalla vigente legislazione in materia. A tali norme si fa espresso rinvio, per tutto quanto non riportato in questa sede.

In particolare, gli apparati di comunicazione previsti dovranno essere conformi alle norme, e alle specifiche fissate dal vigente Codice delle Comunicazioni per gli apparati ricetrasmisivi a radiofrequenza, e dovranno pertanto essere operativi con canalizzazione a 12,5 kHz.

Gli apparati radio devono dovranno avere le caratteristiche tecniche minime di seguito elencate:

- funzionamento continuo, H24, nella gamma UHF;
- gamma di frequenza in banda UHF 410-460 MHz;
- canalizzazione 12,5 kHz;
- velocità di trasmissione di almeno 83 kb/s @12,5 kHz;
- tipo di modulazione 4FSK;
- temperatura operativa -20 - +50 °C;

6.5.3.1.5 Modulo xG

Il modulo GPRS/UMTS/LTE viene previsto generalmente come sistema di comunicazione aggiuntivo al modulo radio in banda UHF. Il modulo dovrà acquisire i dati dalle stazioni periferiche e trasmetterli alla Centrale di controllo, utilizzando l'infrastruttura GPRS e/o LTE (UMTS è in via di dismissione) fornita da uno dei gestori della rete pubblica, presente in loco. Gli apparati GPRS/UMTS/LTE da installare sulle singole stazioni dovranno essere del tipo omologato dal Ministero delle Comunicazioni e perfettamente conformi alle specifiche previste dalla vigente legislazione in materia. A tali norme si fa espresso rinvio, per tutto quanto non riportato in questa sede.

Le principali caratteristiche minime previste per gli apparati terminali GPRS/UMTS/LTE delle stazioni periferiche sono i seguenti:

- campo di temperatura operativo -30°C ÷ +60°C;
- alimentazione fornita dal sistema di alimentazione della stazione;
- connettività GPRS e/o UMTS e/o LTE.

6.5.3.1.6 Ripetitori

6.5.3.1.6.1 Ripetitori tipologia 1

Il nuovo ripetitore dovrà permettere di collegare una o più stazioni con la centrale di controllo o con uno degli altri ripetitori esistenti. I messaggi in transito dai nuovi ripetitori dovranno essere rigenerati in maniera digitale con un minimo ritardo e indirizzati ai ripetitori a valle. Le specifiche tecniche funzionali minime richieste per i ripetitori sono le seguenti:

- tecnologia digitale;
- gamma di frequenza: 410-460 MHz;
- canalizzazione 12,5 kHz;

- velocità trasmissiva minima 9600 bps@12,5 kHz;
- temperatura di funzionamento -20 - +55 °C;
- campo di umidità: 0 ± 100 % UR;
- protezione dati FEC (Forward Error Connection);
- gruppo filtri.

I ripetitori dovranno essere forniti completi di sistema di alimentazione fotovoltaico con batteria tampone per le cui specifiche si fa riferimento al paragrafo 6.5.3.1.2.

6.5.3.1.6.2 Ripetitori tipologia 2

Il nuovo ripetitore dovrà permettere di collegare una o più stazioni con la centrale di controllo o con uno degli altri ripetitori esistenti. I messaggi in transito dai nuovi ripetitori dovranno essere rigenerati in maniera digitale con un minimo ritardo e indirizzati ai ripetitori a valle. Le specifiche tecniche funzionali minime richieste per i ripetitori sono le seguenti:

- tecnologia digitale;
- gamma di frequenza: 410-460 MHz;
- canalizzazione 12,5 kHz;
- velocità trasmissiva minima 14.400 bps@12,5 kHz;
- temperatura di funzionamento -20 - +55 °C;
- campo di umidità: 0 ÷ 100 % UR;
- protezione dati FEC (Forward Error Connection);
- gruppo filtri.

I ripetitori dovranno essere forniti completi di sistema di alimentazione fotovoltaico con batteria tampone per le cui specifiche si fa riferimento al § 6.5.3.1.2.

6.5.3.1.6.3 Ripetitori tipologia 4

Il nuovo ripetitore dovrà permettere di collegare una o più stazioni con la centrale di controllo o con uno degli altri ripetitori esistenti. Gli eventuali nuovi ripetitori devono essere conformi alle normative europee:

- ETSI EN 300-113 "Radio Equipment and Systems (RES); Land mobile service; Technical characteristics and test conditions for radio equipment intended for the transmission of data (and speech) and having an antenna connector" (Trasmissione dati);
- ETSI EN 300-086 "Radio Equipment and Systems Land mobile service – Technical characteristics and test conditions for radio equipment with an internal or external RF connector intended primarily for analogue speech" (Trasmissione fonia);
- ETSI TS 102 361: Digital Mobile Radio (DMR) Systems:
 - ◆ TS 102 361-1 DMR Systems; Part 1: Air interface protocol
 - ◆ TS 102 361-2 DMR Systems; Part 2: DMR voice and generic services and facilities
 - ◆ TS 102 361-3 DMR Systems; Part 3: DMR data protocol
 - ◆ TS 102 361-4 DMR Systems; Part 4: DMR trunking protocol.

La configurazione dei nuovi ripetitori dovrà essere la stessa dei ripetitori attualmente esistenti. Le specifiche tecniche funzionali minime richieste per i ripetitori sono le seguenti:

- Gamma di frequenze: UHF configurabile almeno da 410MHz a 460MHz;
- Funzionamento: full-duplex;
- Canalizzazione: 12.5 kHz;
- Modulazione: digitale 4FSK;
- Potenza RF regolabile al massimo fino a 25W;

- Disporre di parametri configurabili per operare in configurazione cellulare o simulcast (Master, Satellite, sincronizzazione, equalizzazione, voting), in modalità trunking DMR Tier3 o convenzionale DMR Tier2;
- Disporre di interfaccia IP (Ethernet 10/100 baseT) per i collegamenti verso altri ripetitori o verso la Centrale Operativa;
- Telecontrollo con protocollo SNMP standard;
- Alimentazione a 12Vcc oppure a -48Vcc se equipaggiato di modulo convertitore DC/DC;
- Temperatura di funzionamento: -30°C ÷ +60°C.

Il nuovo ripetitore deve potere essere collegato con la dorsale regionale a microonde esistente tramite:

- gli apparati di Networking presenti nel sito o di nuova fornitura se ritenuti necessari, se l'ubicazione del nuovo ripetitore coincide con un nodo della rete a microonde regionale;
- attraverso la realizzazione di un nuovo ponte radio digitale per collegare il nuovo sito individuato ad un nodo della rete regionale a microonde.

Gli eventuali ponti radio digitale che dovessero risultare necessari devono essere forniti equipaggiati per supportare una capacità di traffico di almeno 100Mbps. Ciascuna tipologia di terminale può essere strutturata in due sezioni, una da montare all'esterno (ODU) ed una da montare all'interno (IDU), tale da poter essere alloggiata in armadi rack 19", oppure può essere strutturata in una unica sezione in configurazione " full-outdoor".

Negli eventuali nuovi siti devono essere forniti:

- armadi cablati per l'alloggiamento delle apparecchiature;
- stazioni di energia 220Vca/48Vcc, telecontrollabile da remoto via SNMP, con batteria di accumulatori esenti da manutenzione, dimensionata per assicurare il funzionamento dei ripetitori, dei ponti radio e delle componenti IP, in assenza di rete elettrica, non inferiore alle 4 ore;
- Switch LAN managed 24 porte per montaggio a rack 19";

I terminali ponte radio devono consentire:

- la programmazione e la configurazione dei principali parametri RF tramite apposito applicativo SW sia da remoto che localmente;
- Il supporto automatico di controllo della potenza (ATPC - Adaptive Tx Power Control);
- La gestione di funzionalità di livello 2, incluse le funzionalità di SYNC ETH, SYNC QUALITY MANAGEMENT, IEEE 1588;
- la modulazione adattativa, per garantire la migliore prestazione del collegamento di tratta in qualsiasi condizione.

I terminali in ponte radio devono rendere disponibili almeno le seguenti interfacce:

- interfacce Ethernet 10/100BaseT per la connessione con le utenze di sito;
- interfaccia di supervisione Ethernet con protocollo SNMP per la gestione delle segnalazioni di telecontrollo dell'apparecchiatura;
- connettore per collegamento all'antenna parabolica.

Devono essere fornite le MIB SNMP necessarie per assicurare che le apparecchiature previste per l'ampliamento della "Dorsale Regionale" possano essere telecontrollate anche dall'esistente centro di controllo (attualmente sito presso la C.O. 118 ROMA).

I terminali in ponte radio DEVONO essere completi di idoneo sistema di antenna parabolica di caratteristiche e dimensioni tali da garantire la massima affidabilità e disponibilità del collegamento radio assicurando una banda minima garantita di 100Mbps.

6.5.3.1.6.4 Ripetitori tipologia 5

Il nuovo ripetitore dovrà permettere di collegare la rete di ripetitori esistenti tramite protocolli di connessione IP. Si prevede l'aggiornamento dei soli apparati che compongono la backbone e i link.

Le specifiche tecniche funzionali minime richieste per i ripetitori sono le seguenti:

- funzionamento continuo, H24, nella gamma UHF;
- tecnologia digitale;
- gamma di frequenza: 410-460 MHz;
- canalizzazione 12,5 kHz;
- velocità di trasmissione di almeno 83 kb/s @12,5 kHz;
- tipo di modulazione 4FSK;
- temperatura di funzionamento -20 - +50 °C;
- gruppo filtri.

6.5.3.1.7 Quadri radio di centrale

Il quadro radio è l'apparato di trasmissione che consente ad una centrale di interfacciarsi con la rete di trasmissione dati. Il quadro radio sarà costituito da una scheda d'interfaccia, isolata galvanicamente, dall'apparato radio UHF e quando necessario dal gruppo filtri RF, che consente di eliminare le interferenze radio. L'interfaccia stessa fornisce l'alimentazione isolata all'apparato radio.

Le specifiche tecniche funzionali minime richieste per i ripetitori sono le seguenti:

- tecnologia digitale;
- gamma di frequenza: 410-460 MHz;
- canalizzazione 12,5 kHz;
- velocità trasmissiva minima 9600 bps@12,5 kHz;
- temperatura di funzionamento -20 - +55 °C;
- campo di umidità: 0 ÷ 100 % UR;
- protezione dati FEC (Forward Error Connection);
- gruppo filtri.

6.5.3.1.8 Remotizzatore wireless

Il remotizzatore è un apparato di comunicazione wireless che utilizza moduli radio UHF appartenenti alla categoria SRD, in un range di frequenza compresa nell'intervallo di 863 ÷ 870 MHz (conformi alla ETS 300 220 – 2), che consentono di comunicare a distanze anche di 2 km in campo aperto. Gli apparati operano in banda libera, senza necessità quindi di alcuna licenza d'uso via radio. Il modulo dovrà avere la funzione di remotizzatore wireless di interfaccia seriale.

Specifiche tecniche:

- banda di frequenza: 863 ÷ 870 MHz;
- interfacce seriali: RS232/RS485;
- intervallo di operatività: -40°C ÷ +60°C;
- grado di protezione: IP65.

6.5.3.2 Sensori

6.5.3.2.1 Sensore Pluviometrico

Il sensore pluviometrico deve essere conforme alle norme WMO, a vaschetta basculante, con bocca di raccolta circolare ad imbuto di 1000 cm². L'acqua raccolta dovrà essere convogliata tramite uno scarico su di un sistema di misura composto da vaschette basculanti con appoggio a coltello. Ad ogni

ribaltamento, corrispondente ad un quantitativo di pioggia caduta pari a 0,2 mm, dovrà essere azionato un contatto reed in grado di fornire un impulso elettrico in uscita.

Il sensore dovrà fornire sia il valore di pioggia cumulata che di intensità di pioggia, in conformità alla norma UNI EN 17277:2020. Il sensore dovrà essere dotato di propria capacità di memoria ed elaborazione interna, basata su microprocessore dedicato, in grado di attuare la correzione automatica delle misure in funzione della diversa intensità di pioggia caduta. Il sensore deve essere capace di implementare funzioni di autodiagnostica, con verifica delle anomalie di funzionamento relative al sensore.

Specifiche Tecniche:

- tipologia di misura: a bascula;
- superficie di captazione: 1000 cm²;
- grandezze misurate:
- intensità di pioggia (mm/h) media su un minuto;
- pioggia cumulata (mm);
- logica integrata per consentire il calcolo della correzione della misura in funzione dell'intensità di pioggia;
- campo di misura:
- intensità di pioggia: fino a 300 mm/h;
- pioggia cumulata: illimitata;
- risoluzione: 0.1 mm di pioggia;
- risoluzione temporale minima: 1 minuto;
- incertezza: ± 3% su tutto il campo di misura richiesto.
- intervallo di operatività in temperatura: 0 ÷ 60 °C.

6.5.3.2.2 Sensore Pluviometrico Riscaldato

Il pluviometro riscaldato dovrà avere le stesse caratteristiche del pluviometro indicate nel § 6.5.3.2.1. Nella versione riscaldata, il sensore dovrà essere dotato di riscaldatore in grado di consentire anche la misura del contenuto di acqua delle precipitazioni di tipo nevoso.

Le caratteristiche tecnico funzionali aggiuntive richieste sono:

- tensione di alimentazione: 24Vac;
- attivazione automatica del riscaldatore;
- intervallo di operatività in temperatura: -30 ÷ 60 °C.

6.5.3.2.3 Termometro aria

Il sensore termometro aria è un sensore composto da un termometro un termometro PT100 classe A o 1/3 DIN. Il termometro aria deve essere dotato di uno schermo di materiale appropriato e alloggiato in una struttura di contenimento in grado di garantire un'adeguata ventilazione e la protezione all'usura provocata dalle radiazioni solari e da eventuali altre interferenze esterne. Il sensore dovrà essere installato a palo mediante opportuna staffa e dovrà essere collegato all'unità di acquisizione e gestione mediante cavo schermato dotato di connettore stagno.

Specifiche Tecniche:

- elemento sensibile termometro: PT100 Classe A o 1/3 DIN;
- campo di misura: -40°C ÷ +60°C;
- risoluzione: ≤ 0,1°C;
- precisione: ≤ 0,3°C;

6.5.3.2.4 Termoigrometro aria

Il sensore termoigrometro è un sensore composto da un termometro e da un igrometro per misurare la temperatura dell'aria. Gli elementi sensibili che lo compongono sono rispettivamente un termometro PT100 classe A o 1/3 DIN e un igrometro elettronico, la cui capacità elettrica varia in maniera proporzionale all'umidità relativa.

Il termoigrometro deve essere dotato di uno schermo di materiale appropriato e alloggiato in una struttura di contenimento in grado di garantire un'adeguata ventilazione e la protezione all'usura provocata dalle radiazioni solari e da eventuali altre interferenze esterne. Il sensore dovrà essere installato a palo mediante opportuna staffa e dovrà essere collegato all'unità di acquisizione e gestione mediante cavo schermato dotato di connettore stagno.

La sezione per la misura della temperatura dell'aria dovrà essere costituita da un trasduttore in grado di assicurare un campo di misura $-40^{\circ}\text{C} \div +60^{\circ}\text{C}$; mentre la sezione per la misura dell'umidità relativa dell'aria dovrà essere costituita un elemento sensibile in grado di assicurare un campo effettivo di misura esteso fino al 100% ed immune da fenomeni di assorbimento della condensa in qualunque situazione operativa.

Specifiche Tecniche:

- elemento sensibile termometro: PT100 Classe A o 1/3 DIN;
- campo di misura termometro: $-40^{\circ}\text{C} \div +60^{\circ}\text{C}$;
- risoluzione termometro: $\leq 0,1^{\circ}\text{C}$;
- precisione termometro: $\leq 0,3^{\circ}\text{C}$;
- elemento sensibile igrometro: Condensatore con dielettrico polimerico;
- campo di misura igrometro: $0 \div 100\%$ U.R.;
- risoluzione igrometro: 1% U.R.;
- precisione igrometro: 2% su tutta la scala.

6.5.3.2.5 Barometro

Il sensore barometrico dovrà consentire la misurazione della pressione atmosferica. Il sensore dovrà essere del tipo elettronico, con circuiti di condizionamento del segnale di compensazione della temperatura.

Specifiche Tecniche:

- Campo di misura: $600 \div 1100$ hPa;
- Risoluzione: 0,01 % FS;
- Precisione: 0,5 hPa;
- Intervallo di operatività in temperatura: $-40 \div +60$ °C.

6.5.3.2.6 Anemometro meccanico

Il sensore anemometrico di tipo meccanico deve rilevare la velocità del vento e la direzione dello stesso.

Il sensore di velocità del vento dovrà essere composto da un mulinello a tre coppe giranti con trasduttore di velocità elettronico allo stato solido o da un altro sistema equivalente capace di garantire le seguenti caratteristiche tecniche funzionali:

Specifiche Tecniche:

- campo di misura: $0,5$ m/s \div 44 m/s;
- risoluzione: $0,1$ m/s;
- precisione complessiva: $0,5$ m/s fino a 5 m/s e $\pm 5\%$ oltre 5 m/s;
- sensibilità: $< 0,25$ m/s;
- intervallo di operatività: $0 \div 60^{\circ}\text{C}$; vento $0,5 \div 44$ m/s.

Il sensore di direzione del vento dovrà essere costituito da una banderuola girevole con trasduttore di posizione ad effetto Hall o da un sistema con un principio di trasduzione differente che sia in grado di garantire le seguenti caratteristiche funzionali:

Specifiche Tecniche:

- campo di misura: $0^\circ \div 360^\circ$;
- risoluzione: $< 1^\circ$;
- precisione complessiva: $\pm 3^\circ \text{ max}$;
- intervallo di operatività: $0 \div 60^\circ\text{C}$, velocità del vento $0,5 \div 44 \text{ m/s}$;
- sensibilità: $< 0,1^\circ$.

Entrambi i sensori sono installati al loro relativo supporto che sarà posto a un'altezza di 10m su un palo ribaltabile dotato di parafulmine. Lo strumento che misura l'intensità del vento sarà rivolto a Sud, mentre quello che ne misura la direzione sarà rivolto a Nord.

6.5.3.2.7 Velocità Vento

Il sensore di velocità di tipo meccanico deve rilevare la velocità del vento.

Il sensore di velocità del vento dovrà essere composto da un mulinello a tre coppe giranti con trasduttore di velocità elettronico allo stato solido o da un altro sistema equivalente capace di garantire le seguenti caratteristiche tecniche funzionali:

Specifiche Tecniche:

- campo di misura: $0,5 \text{ m/s} \div 44 \text{ m/s}$;
- risoluzione: $0,1 \text{ m/s}$;
- precisione complessiva: $0,5 \text{ m/s}$ fino a 5 m/s e $\pm 5\%$ oltre 5 m/s ;
- sensibilità: $< 0,25 \text{ m/s}$;
- intervallo di operatività: $0 \div 60^\circ\text{C}$; vento $0,5 \div 44 \text{ m/s}$.

6.5.3.2.8 Anemometro sonico 2D

Il sensore deve essere di tipo sonico biassiale, per la misura integrata della velocità del vento e della direzione dello stesso, in modo del tutto indipendente da fattori esterni quali temperatura e umidità.

Specifiche Tecniche:

- Parametri rilevati: velocità e direzione del vento;
- Campo di misura:
- Velocità vento: $0 \div 50 \text{ m/s}$;
- Direzione vento: $0 - 360^\circ$ sessagesimali;
- Risoluzione:
- Velocità vento: $0,1 \text{ m/s}$;
- Direzione vento: 1° ;
- Accuratezza:
- Velocità vento: $\pm 2\%$ @ 12 m/s ;
- Direzione vento: $\pm 2^\circ$ @ 12 m/s ;
- Intervallo di operatività in temperatura: $0 \div 60^\circ\text{C}$.

6.5.3.2.9 Nivometro

Il nivometro è un sensore di livello deve acquisire la misura di manto nevoso. Lo strumento deve misurare la distanza dall'elemento sensibile alla superficie inferiore riflettente del manto nevoso in base al tempo che un impulso a ultrasuoni impiega a coprire la distanza esistente tra l'apparato di misura e la superficie. Al fine di ovviare agli errori sistematici di misura, indotti dall'influenza che le variazioni della temperatura dell'aria hanno sulla velocità di propagazione del suono, il sensore dovrà

essere munito di un adeguato dispositivo interno di compensazione della temperatura. Il nivometro viene montato, tramite una staffa di ancoraggio, su un palo di adeguata sezione.

Specifiche Tecniche:

- principio di funzionamento: trasduttore a ultrasuoni;
- campo di misura: 0 – 6 m;
- risoluzione: 1 cm;
- precisione: 0,2% della misura;
- intervallo di operatività: -40 ÷ +60°C.

6.5.3.2.10 Radiometro globale

Il sensore radiometro deve consentire la misurazione dell'irradiazione solare globale nel campo spettrale 0.3µm ÷ 3µm. L'elemento sensibile del sensore di radiazione solare dovrà essere del tipo a termopila e protetto da doppia cupola in vetro. Il sensore deve rientrare nei piranometri Spectrally Flat Class B (Prima Classe) secondo la norma ISO 9060:2018 e secondo le norme di WMO. Il sensore deve essere dotato di tutti gli accorgimenti necessari onde evitare la formazione di condensa all'interno della cupola di protezione. Inoltre, dovrà permettere una semplice manutenzione nonché messa in bolla.

Specifiche Tecniche:

- Elemento sensibile a termopila;
- Campo di misura: 0 ÷ 2000 W/m²;
- Campo spettrale: 305 ÷ 2800 nm;
- Tempo di risposta: 18 s;
- Intervallo di operatività in temperatura: -30 ÷ +60 °C.

6.5.3.2.11 Albedometro

L'albedometro è un sensore composto da due piranometri uguali contrapposti, gli elementi sensibili dei sensori saranno del tipo termopila e saranno uno indipendente dall'altro, uno rivolto al cielo, che misura la radiazione incidente, e uno ruotato di 180° verso il suolo, che misura la radiazione riflessa. I sensori devono essere alloggiati in un contenitore ermetico con doppia cupola di vetro che ne garantisce un adeguato isolamento dagli agenti atmosferici, e dovrà essere dotato di tutti gli accorgimenti necessari onde evitare la formazione di condensa all'interno della cupola di protezione. I sensori non dovranno essere ombreggiati né dalla vegetazione, né da altri manufatti presente nei dintorni. I sensori andranno montati su un apposito braccio e collegate all'unità di acquisizione tramite un cavo schermato dotato di connettore stagno.

Specifiche Tecniche:

- campo di misura: 0 ÷ 1500W/m²
- campo spettrale: 305 ÷ 2800 nm
- intervallo di operatività: -40 ÷ +60°C
- risoluzione: < 5W/m²
- sensibilità: < 2% nell'intervallo da -10 ÷ +40°C

6.5.3.2.12 Temperatura neve superficiale

Il sensore deve consentire la misurazione non a contatto della temperatura superficiale del manto nevoso utilizzando un trasmettitore/ricevitore a infrarossi. L'elemento sensibile deve essere alloggiato all'interno di una campana opportunamente schermata in modo da proteggere il sensore dagli agenti esterni e da consentire l'effettuazione della misura senza alcun disturbo esterno.

Specifiche Tecniche:

- Tipologia di misura: tecnologia ad infrarossi;

- Campo di misura: $-20 \div +50$ °C;
- Risoluzione: 1 °C;
- Precisione: $\pm 1\%$ FS.

6.5.3.2.13 Tempo presente

I sensori di tempo presente sono sensori in grado di riconoscere la tipologia e la quantità di precipitazione secondo la normativa WMO, tabella di riferimento 4680. Il tempo presente è composto da una sorgente di luce nella lunghezza d'onda dell'infrarosso, il segnale modificato dall'aerosol atmosferico e/o dalle idrometeore viene captato da un ricevitore, elaborato e trasformato in uscita come valore elettrico proporzionale alla visibilità riscontrata e alle condizioni meteorologiche in atto. I sensori di tempo presente dovranno anche misurare la visibilità secondo la Meteorological Optical Range (MOR) e saranno montati su braccio uscente dal palo e avrà le seguenti caratteristiche tecniche minimali.

Specifiche Tecniche:

- tipo di trasduttore: infrarosso;
- output: visibilità MOR, tempo presente tabella 39 WMO 4680;
- risoluzione: visibilità 10m; pioggia 0,015 mm/h; neve 0,0015 mm/h;
- intervallo di operatività: $-40 \div +60$ °C;
- umidità di esercizio: $0 \div 100\%$ U.R.;
- uscite: RS232 e RS485.

6.5.3.2.14 Disdrometri

Il disdrometro deve essere basato sulla tecnologia di laser ottico per la misura di diverse tipologie di precipitazione in modo corretto e affidabile. Il sensore deve fornire simultaneamente la misura della quantità e l'intensità delle precipitazioni, la velocità di caduta delle idrometeore ed il loro diametro.

Sulla base di tali misure, il disdrometro deve essere in grado di determinare lo spettro delle precipitazioni atmosferiche e di rilevare e distinguere diverse tipologie di precipitazioni, per esempio: pioviggine, pioggia, grandine, neve, ecc.

Specifiche Tecniche:

- Tipologia di misura: sensore laser;
- Campo di misura:
- Diametro particelle: $0.2 \div 8$ mm;
- Velocità fino a 20 m/s;
- Intensità pioggia: fino a 1000 mm/h;
- Risoluzione intensità di pioggia: 0.002 mm/h;
- Errore intensità di pioggia: $\pm 15\%$ pioggia fino a 20 mm/h;
- Intervallo di operatività in temperatura: $-30 \div +60$ °C.

6.5.3.2.15 Grandine

Il sensore deve misurare in tempo reale gli impatti dovuti dalla grandine, in particolare deve rilevare l'energia cinetica dei chicchi di grandine e il loro diametro. Lo strumento deve essere composto da una superficie di rilevamento di circa 0,2m² (50cm di diametro) collegata alla scatola contenente l'elettronica, tale contenitore dovrà opportunamente isolare l'elettronica dagli agenti atmosferici. Il sensore deve essere fissato a un palo di supporto evitando qualsiasi tipo di ostacolo che possa impedirne la corretta misura, deve essere posto almeno 1m dal suolo.

Specifiche tecniche:

- campo di misura energia cinetica: $0,01 \div 28$ J;
- campo di misura del pellet: $5 \div 50$ mm;

- intervallo di operatività: $-40 \div +60^{\circ}\text{C}$;
- intervallo di operatività: $0 \div 100\%$ U.R.;

6.5.3.2.16 Temperatura suolo

Il termometro suolo deve consentire la misurazione della temperatura del suolo e la profilazione a diverse profondità. Deve essere composta da un sensore di temperatura racchiuso all'interno di una schermatura robusta per evitare qualsiasi danno e garantire l'integrità in ogni condizione ambientale.

Specifiche tecniche:

- Campo di misura: $-15 \div +50^{\circ}\text{C}$;
- Risoluzione: $0,1^{\circ}\text{C}$;
- Precisione: $0,5^{\circ}\text{C}$;
- Intervallo di operatività in temperatura: $-15 \div +50^{\circ}\text{C}$;
- Profilo di misura: $+5\text{m}$; -10cm ; -30cm ; -50cm .

6.5.3.2.17 Umidità suolo

Il sensore deve consentire la misurazione del contenuto volumetrico di acqua presente nel terreno e la profilazione a diverse profondità.

Specifiche tecniche:

- Tipologia di misura: TDR;
- Campo di misura: $0 \div 60\%$;
- Risoluzione: 1% ;
- Precisione: $\pm 5\%$;
- Intervallo di operatività in temperatura: $-10 \div +50^{\circ}\text{C}$.
- Profilo di misura: -10cm ; -50cm
- Grado di protezione: IP68.

6.5.3.2.18 Sensori UV

Il radiometro UV è un sensore che misura l'irradiazione globale nella regione spettrale UV, l'irradiazione globale è la somma dell'irradiazione diretto prodotto dal sole e dall'irradiazione diffuso dal cielo. Il radiometro UV è composto da un sensore allo stato solido e deve essere alloggiato in un contenitore ermetico con una cupola di vetro che ne garantisce un adeguato isolamento dagli agenti atmosferici. Lo strumento sarà dotato di tutti gli accorgimenti necessari onde evitare la formazione di condensa all'interno della cupola di protezione. Il sensore va installato lontano da ogni tipo di ostacolo che possa proiettare il riflesso del sole (o la sua ombra) sul radiometro stesso. I radiometri UV andranno montati su un apposito braccio e collegate all'unità di acquisizione tramite un cavo schermato dotato di connettore stagno.

Specifiche Tecniche:

- campo di misura: $280 \div 400\text{ nm}$;
- sensibilità: $300 \div 500\ \mu\text{V}/\text{Wm}^2$;
- intervallo di operatività: $-40 \div +60^{\circ}\text{C}$.

6.5.3.2.19 Sonda neutroni umidità suolo

La sonda è uno strumento per la misurazione dell'umidità del suolo media su un'aria ampia alcuni ettari, a una profondità variabile a seconda della quantità di acqua contenuta nel terreno. La sonda deve sfruttare la tecnologia CRNS (Cosmic Ray Neutron Sensing), deve essere alimentata tramite cella solare e deve essere in grado di effettuare misure in tempo reale in maniera continuativa. I dati dovranno anche essere salvati anche su scheda SD esterna. La sonda deve essere contenuta in un contenitore stagno IP66, dove sarà alloggiata anche l'elettronica e la batteria a tampone per

garantirne il corretto funzionamento, il contenitore dovrà essere installato a un'altezza del terreno di circa 2m.

Specifiche tecniche:

- dimensione dell'area di misura dell'umidità del suolo: > 3 ha;
- profondità di rilevazione dell'umidità del suolo: 30 ÷ 50 cm;
- intervallo di operatività: -40 ÷ +60°C;

6.5.3.2.20 Sonda neutroni SWE

La sonda è uno strumento per la misurazione del SWE - Snow Water Equivalent, che indica quanta acqua è mediamente contenuta nel manto nevoso ed è espressa in mm equivalenti su un'aria ampia alcuni ettari. La sonda deve sfruttare la tecnologia CRNS (Cosmic Ray Neutron Sensing), deve essere alimentata tramite cella solare e deve essere in grado di effettuare misure in tempo reale in maniera continuativa. I dati dovranno anche essere salvati anche su scheda SD esterna. La sonda deve essere contenuta in un contenitore stagno IP66, dove sarà alloggiata anche l'elettronica e la batteria a tampone per garantirne il corretto funzionamento, il contenitore dovrà essere installato a un'altezza del terreno di circa 2m.

Specifiche tecniche:

- dimensione dell'area di misura del SWE: 20 m;
- insensibilità all'umidità del suolo: oltre 15 cm di neve;
- intervallo di operatività: -40 ÷ +60°C.

6.5.3.2.21 Idrometro a ultrasuoni

Il sensore di livello di tipo ultrasuoni dovrà permettere di acquisire la misura del livello idrometrico, senza contatto con il corpo da cui viene misurata la distanza.

Il funzionamento avviene mediante la emissione di una serie di impulsi ultrasonici, l'eco ricevuto (dopo un ritardo che dipende dalla distanza che li separa dalla superficie) permette di misurare, attraverso opportuni algoritmi la distanza tra il sensore e la superficie da misurare. Poiché la velocità del suono nei gas dipende dalla temperatura viene misurata anche la temperatura dell'aria (temperatura di compensazione).

Specifiche tecniche:

- Tipologia di misura: trasduttori a ultrasuoni;
- Campo di misura: 0 – 12 m;
- Precisione: ±1 cm;
- Risoluzione: 1 cm;
- Intervallo di operatività in temperatura: -40 ÷ +60 °C.

6.5.3.2.22 Idrometro radar

Il sensore idrometrico dovrà essere caratterizzato da tecnologia radar per le misurazioni accurate del livello idrometrico, senza contatto con il corpo da cui viene misurata la distanza, in ogni condizione climatica.

Lo strumento deve essere realizzato con materiali robusti, affidabili e resistenti nel tempo ed in grado di sopportare variazioni climatiche brusche ed estreme. L'idrometro dovrà essere caratterizzato da assenza di parti immerse in acqua e non deve avere parti meccaniche in movimento.

Specifiche tecniche:

- Tipologia di misura: radar in banda K o W;
- Campo di misura: 0 – 12 m;
- Angolo di irraggiamento massimo 8°;
- Precisione: ±1 cm;

- Risoluzione: 1 cm;
- Intervallo di operatività in temperatura: -40 ÷ +60 °C;
- Grado di protezione: IP65.

6.5.3.2.23 Idrometro a pressione

Il sensore idrometrico dovrà di tipo piezometrico in grado di misurare il livello d'acqua presente in falda con elevata precisione, dotato di sistema di compensazione della pressione atmosferica. Il corpo sonda dovrà essere connesso senza interruzioni, tramite cavo immergibile, direttamente al datalogger della stazione.

Specifiche tecniche:

- Tipologia di misura: trasduttore di pressione elettronico;
- Campo di misura: 0 ÷ 40 m;
- Precisione: ± 0.1% F.S.;
- Risoluzione: 0,002% F.S.;
- Intervallo di operatività in temperatura: -20 ÷ +40 °C;
- Grado di protezione: IP68.

6.5.3.2.24 Velocità idrica superficiale

Il sensore di velocità idrica superficiale è un dispositivo di misurazione in continua per determinazione senza contatto la velocità superficiale di fiumi e canali. Lo strumento combina due sensori, il primo per determinare il livello dell'acqua misurando tramite segnale radar, il secondo determina la velocità del flusso superficiale utilizzando il metodo di spostamento della frequenza Doppler. Lo strumento va installato a un'altezza compresa tra 0,5m a 15 m, deve essere fissato a un manufatto a che ne renda possibile la misura dei valori utili alla determinazione della velocità superficiale del corso d'acqua.

A valle dell'esecuzione delle attività di campo, verrà calibrato un modello idrologico specifico riferito al sito, da inserire direttamente all'interno del sensore sotto forma di parametri di calibrazione (k_1, \dots, k_N), dipendenti in forma univoca da tutte le caratteristiche idraulico-geometriche della sezione. Grazie ai software di calcolo interni al sensore, sarà possibile quindi calcolare i valori di portata:

$$Q_i(t) = f(H_i(t), v_i(t)),$$

associati per ogni istante t alla misura del livello H_i e alla misura di velocità della corrente v_i .

Specifiche tecniche:

- intervallo di operatività: -35°C ÷ +60°C;
- misura di livello: 0 ÷ 15m;
- risoluzione misura di livello: 1mm;
- accuratezza misura di livello: ± 2mm;
- range di misura rilevabile: 0,10 ÷ 15 m/s;
- risoluzione velocità superficiale: 2 mm/s;
- rilievi topografici di sezione;
- n. 3 campagne di misura della portata in alveo, rappresentative dei regimi idrologici di magra, morbida e piena;
- calibrazione del sensore.

6.5.3.2.25 Temperatura acqua

Il termometro acqua deve consentire la misurazione della temperatura dell'acqua. Deve essere composta da un sensore Pt100 1/3 DIN racchiuso all'interno di una schermatura robusta per evitare qualsiasi danno e consentire di immergere il sensore in ambienti difficili.

Specifiche tecniche:

- Elemento sensibile: Pt100 1/3 DIN;
- Campo di misura: $-20 \div +50$ °C;
- Risoluzione: 0,1 °C;
- Precisione: 0,5 °C;
- Intervallo di operatività in temperatura: $-20 \div +50$ °C.

6.5.3.2.26 Asta idrometrica

L'asta idrometrica a scala graduata è composta da moduli a lunghezza variabile in funzione del fiume interessato, la sua lunghezza dovrà essere adeguata alla prevista escursione del livello idrometrico, Sarà posizionata in modo idoneo alla valutazione del livello per tutti i regimi idrologici (magra, morbida e piena), seguendo l'inclinazione del manufatto di base per la sua installazione. La numerazione avrà un intervallo ogni decimetro e sarà fissata con staffe e bulloneria opportunamente dimensionate su un manufatto che abbia caratteristiche di solidità e stabilità nel tempo, deve essere corredata da certificazione di origine e di composizione del materiale.

6.5.3.2.27 Webcam

La webcam dovrà essere basata su sensore CMOS con dimensione almeno pari a 1/3", del tipo a scansione progressiva, risoluzione 3MPX.

- Le lenti devono avere un angolo di vista non superiore a 99°, con diaframma non superiore a F2.0;
- La webcam deve poter operare in condizioni sia di luce diurna che di scarsa illuminazione, sino a 0,001 Lux misurati nella condizione di massima apertura del diaframma, e con campo operativo notturno non inferiore a 25 m. È ammesso l'impiego di illuminatore IR;
- La webcam deve essere alloggiata in un contenitore con grado di protezione IP66 o superiore;
- La webcam deve poter operare nell'intervallo di temperature tra -30 e $+60$ °C, con umidità non condensante non maggiore del 95%;
- La webcam deve potersi interfacciare al datalogger proposto senza necessità di componenti aggiuntive - a parte il cavo di connessione;
- La webcam deve poter produrre immagini statiche in formato JPEG, che devono poter essere acquisite a tempi prefissati e su richiesta, con invio presso il centro operativo.

6.5.3.2.28 Palo temperatura neve (0, 30, 60 e 90cm)

Il palo temperatura neve, ovvero il termometro neve, dovrà consentire la misurazione delle temperature all'interno del manto nevoso con 4 sensori di temperatura all'altezza di 0, 30, 60 e 90 cm. Ogni sensore di temperatura deve essere costituito da un elemento sensibile termoresistenza Pt100 Classe A. I sensori devono completamente stagni, fissati ad un palo di supporto in vetroresina che garantisce la minima perturbazione del gradiente termico del manto nevoso.

Specifiche tecniche:

- Elemento sensibile: Pt100 Classe A;
- L'altezza neve: 0, 30, 60 e 90 cm;
- Campo di misura: $-30 \div +50$ °C;
- Risoluzione: 0,1 °C;
- Precisione: 0,5 °C;
- Intervallo di operatività in temperatura: $-30 \div +50$ °C;
- Palo di supporto: in vetroresina.

6.5.3.2.29 Velocità idrica immersione

Lo strumento consente la misura in continuo delle portate, rappresentative dell'intera soluzione pluviale e deve essere in grado di operare in qualsiasi condizione idrometrica e ambientale. Il sensore impiega il principio acustico dell'effetto Doppler per misurare in modo affidabile la velocità idrica. L'installazione dovrà essere predisposta in modo da considerare la possibile variazione della velocità di propagazione dell'onda sonora nel mezzo in riferimento alle variazioni di temperatura. Lo strumento dovrà poter operare in tutte le condizioni ambientali che potrebbero potenzialmente presentarsi e dovrà consentire di effettuare le misure in tutti gli stati idrometrici e di velocità (condizioni di magra e bassa marea, deflussi di piena e alta marea, presenza di trasporto solido in sospensione, variazioni di salinità).

Specifiche tecniche:

- trasduttore con almeno 2 fasci per la misura delle velocità;
- sensore di temperatura integrato;
- temperatura di esercizio: $-4^{\circ}\text{C} \div +35^{\circ}\text{C}$;
- campo di misura: fino a 120m;

6.5.3.2.30 Bagnatura fogliare

Il sensore di bagnatura fogliare rileva la presenza della condensa sulla sua superficie sensibile. Sulla superficie sensibile del sensore sono presenti due elettrodi a forma di griglia. Il sensore rileva la variazione di costante dielettrica tra i due elettrodi causata dalla presenza di gocce d'acqua sulla superficie. La scheda elettronica è protetta all'interno di un contenitore a tenuta stagna in materiale plastico.

Specifiche tecniche:

- temperatura operativa: $-30^{\circ}\text{C} \div 60^{\circ}\text{C}$;
- campo di misura $0 \div 100\%$;
- grado di protezione: IP67.

6.5.3.2.31 Sensore di Radiazione PAR

La radiazione che guida la fotosintesi è chiamata radiazione fotosinteticamente attiva (PAR) ed è generalmente definita come radiazione totale in un intervallo compreso tra 400 e 700 nm. I sensori che misurano la PAR sono spesso chiamati sensori quantistici a causa della natura quantizzata della radiazione. Un quanto si riferisce alla quantità minima di radiazione (un fotone) coinvolta nelle interazioni fisiche (ad esempio, l'assorbimento da parte dei pigmenti fotosintetici). In altre parole, un fotone è un singolo quanto di radiazione. Le applicazioni tipiche dei sensori quantistici includono la misurazione della PAR sopra le chiome delle piante in ambienti esterni o in serre e camere di crescita e la misurazione della PAR riflessa o sotto la chioma (trasmessa) negli stessi ambienti.

Specifiche tecniche:

- Campo di Misura: 0 to 4000 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$
- Sensibilità: 0.01 mV per $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$
- Field of View (FOV): 180°
- Range spettrale: 389 to 692 nm ± 5 nm.

6.5.3.2.32 Eliofanometro

L'eliofanometro è uno strumento meteorologico che misura lo stato e la durata dell'insolazione. Il WMO (World Meteorological Organization) definisce la durata dell'insolazione come il tempo durante il quale l'irraggiamento diretto è maggiore di 120 W/m². L'eliofanometro, chiamato anche eliografo, esegue la misura dell'irraggiamento con una serie di fotodiodi disposti in modo "noto" (maniera geometrica specifica) che permette di ottenere una misura accurata in qualsiasi situazione e

condizione meteorologica. Lo strumento misura anche l'irraggiamento diretto (SRD) che può essere utilizzato come alternativa ad un pireliometro.

Specifiche tecniche:

- Range Spettrale: 360 to 1100 nm
- Valore di soglia: 120 W/m
- Campo di misura: -40° a +80° C
- Accuratezza: +/- 0.5° C.

6.5.3.3 Strutture e supporti

6.5.3.3.1 Contenitore

Il contenitore di stazione deve essere realizzato in acciaio inox verniciato o satinato, dotato di fascia di blindatura, con grado di protezione almeno IP65. Deve essere dotato di un piano di fondo ed alloggiamento di dimensione idonea per ospitare le componenti di acquisizione, trasmissione e di alimentazione. Il contenitore esterno munito di serratura dovrà essere atto ad assicurare la migliore protezione da atti vandalici. I contenitori dovranno essere fissati al palo stazione ad una altezza tale da consentirne il facile accesso per la gestione da parte degli operatori e per le attività manutentive.

6.5.3.3.2 Palo 6 metri con plinto

Il palo di sostegno rastremato in acciaio zincato a caldo da 6m, sarà dotato di bulloneria in acciaio inox, dovrà essere a sezione circolare con fissaggio su plinto in calcestruzzo per garantire la stabilità della stazione. Sul palo dovrà essere installata la cella solare, le antenne e il contenitore; i bracci di fissaggio dovranno essere in acciaio zincato a caldo. I cavi di collegamento, di alimentazione e dell'antenna dovranno scorrere all'interno del palo di supporto ed entrare nel contenitore attraverso aperture protette che impediscano la manomissione e il passaggio di insetti.

Il plinto di fondazione del palo da 6 metri sarà realizzato in opera previo scavo, verrà fornita e posata l'armatura composta da barre tonde, lisce o a aderenza migliorata. Il plinto di fondazione su cui sarà fissato il palo dovrà essere in cemento armato gettato in opera e dimensionato per garantire la stabilità del palo.

6.5.3.3.3 Palo da 6 metri su manufatto

Il palo di sostegno rastremato in acciaio zincato a caldo da 6m, sarà dotato di bulloneria in acciaio inox, dovrà essere a sezione circolare e verrà fissato tramite staffatura a un manufatto esistente. Sul palo dovrà essere installata la cella solare, le antenne e il contenitore dell'elettronica della stazione; i bracci di fissaggio dovranno essere in acciaio zincato a caldo. I cavi di collegamento, di alimentazione e dell'antenna dovranno scorrere all'interno del palo di supporto ed entrare nel contenitore attraverso aperture protette che impediscano la manomissione e il passaggio di insetti. I collegamenti ai sensori saranno effettuati tramite dei cavidotti di collegamento, interrati o a muro con protezione in guaina e passaggio entro le carpenterie di supporto quando possibile.

6.5.3.3.4 Palo 10 metri

Il palo di sostegno rastremato in acciaio zincato a caldo da 10m, sarà dotato di bulloneria in acciaio inox, dovrà essere a sezione circolare con fissaggio su plinto in calcestruzzo per garantire la stabilità della stazione. Il palo dovrà essere abbattibile per rendere possibile gli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria sui sensori che si trovano in cima al palo. Sul palo dovranno essere installati i sensori anemometrici, la cella solare, le antenne, il contenitore e i bracci di fissaggio dovranno essere in acciaio zincato a caldo. I cavi di collegamento, di alimentazione e dell'antenna dovranno scorrere all'interno del palo di supporto ed entrare nel contenitore attraverso aperture protette che impediscano la manomissione e il passaggio di insetti. Il plinto di fondazione del palo da 10 metri sarà realizzato in opera previo scavo, verrà fornita e posata l'armatura composta da barre tonde,

lisce o ad aderenza migliorata. Il plinto di fondazione su cui sarà fissato il palo dovrà essere in cemento armato gettato in opera e dimensionato per garantire la stabilità del palo.

6.5.3.3.5 Palo 2 metri con plinto

Il palo di sostegno rastremato in acciaio zincato a caldo da 2m, sarà dotato di bulloneria in acciaio inox, dovrà essere a sezione circolare con fissaggio su plinto in calcestruzzo per garantirne la stabilità. Sul palo verrà installato il pluviometro ed eventualmente il sensore termo-igrometro. I cavi di collegamento dovranno scorrere all'interno del palo di supporto e passare tramite un cavo corrugato, posato ad almeno 40cm di profondità, sono inoltre previsti il pozzetto con il relativo chiusino in ghisa per permettere l'ispezione dei cavi.

Il plinto di fondazione del palo da 2 metri sarà realizzato in opera previo scavo, verrà fornita e posata l'armatura composta da barre tonde. Il plinto di fondazione su cui sarà fissato il palo dovrà essere in cemento armato gettato in opera e dimensionato per garantire la stabilità del palo.

6.5.3.3.6 Palo 2 metri staffato a manufatto

Il palo di sostegno rastremato in acciaio zincato a caldo da 2m, sarà dotato di bulloneria in acciaio inox, dovrà essere a sezione circolare e verrà fissato tramite staffatura a un manufatto esistente. Sul palo dovrà essere installato il pluviometro e/o il termo-igrometro. I cavi di collegamento dovranno scorrere all'interno del palo di supporto e raggiungere la stazione tramite cavidotti a muro con protezione in guaina e passaggio entro le carpenterie di supporto quando possibile.

6.5.3.3.7 Palo supporto stazione (2 metri) zavorrato

La struttura autoportante sarà costituita da un palo di sostegno rastremato in acciaio zincato a caldo da 2m, la struttura sarà ancora al suolo con una zavorra in cemento per garantire la stabilità della stazione. Sulla struttura verranno fissate la cella solare, l'antenna, il contenitore della stazione e i bracci ai quali sono fissati i sensori. I cavi di collegamento, di alimentazione e dell'antenna dovranno scorrere all'interno del palo di supporto ed entrare nel contenitore attraverso aperture protette che impediscano la manomissione e il passaggio di insetti.

La struttura sarà fissata da una o più zavorre di un peso dimensionato opportunamente a seconda del sito che ospiterà l'installazione, per rendere stabile la struttura.

6.5.3.3.8 Supporto per idrometri a ultrasuoni/radar

Il sensore idrometrico a ultrasuoni/radar dovrà essere posizionato ad altezza idonea dal livello del pelo libero utilizzando un supporto metallico realizzato in acciaio zincato dotato di bulloneria in acciaio inox. Dovrà essere di tipo a maniglia o bandiera (max. 3 metri) in base alle caratteristiche del sito e idoneo al recupero in sicurezza del sensore.

6.5.3.3.9 Tubo guida idrometro pressione

Il sensore di livello idrometrico ad immersione deve essere alloggiato in un tubo di calma realizzato in polietilene, dotato di zavorre al fondo, di dimensioni e lunghezza adeguate a consentire la corretta funzionalità e misura in grado di fornire adeguata protezione ai sensori. Il tubo di calma in polietilene deve essere zavorrato al fondo e ancorato sull'arginatura o, in alternativa, in funzione della migliore soluzione ritenuta utile in base alle specificità del sito, tramite staffatura diretta a un manufatto esistente.

6.5.3.3.10 Recinzione con rete metallica

È prevista una recinzione a rete a maglia sciolta in acciaio zincato con altezza pari a 1,8m, di altezza pari al massimo a 1.8 metri, compreso cancelletto con serratura, materiale accessorio necessario alla sua installazione (cavetteria, carpenteria, cls per il plinto, ecc.).

6.5.3.3.11 Recinzione in legno

È prevista una recinzione in legno, di altezza pari al massimo di 1,2 metri, costituita da montanti e traversi in legno con diametro adeguato a impedire al bestiame di avvicinarsi agli strumenti e invalidare in qualche modo le misure dei sensori. La recinzione deve essere dotata di un cancelletto di accesso che permetta l'accesso alla stazione e che sia dotata di lucchetto.

6.5.3.4 Software per centrale di controllo

La piattaforma informatica, presso i Centri Operativi, deve assicurare automaticamente, in modalità non presidiata, le funzionalità di acquisizione dei dati, nonché di telecontrollo della rete e delle telecomunicazioni. La piattaforma di gestione del Centro Operativo deve permettere agli utenti di compiere le normali operazioni di gestione e diagnostica remota della rete. Il sistema deve automaticamente verificare lo stato di funzionamento dei canali trasmissivi disponibili (radio e/o 4G o 5G/UMTS), utilizzando come canale prioritario quello radio. Di seguito si riportano le principali funzionalità che devono essere garantite dal software.

6.5.3.4.1 Funzionalità di Ricezione dati, archiviazione e condivisione

Il software di ricezione, archiviazione e condivisione dovrà occuparsi della ricezione dei dati della rete, alla creazione dell'archivio locale dei dati ed alla condivisione degli stessi con gli altri moduli software di centrale. Le principali funzionalità che dovrà rendere disponibile il software sono le seguenti.

RICEZIONE DATI E GESTIONE SISTEMA: il sottosistema tramite l'uso di interfacce semplici e di facile fruizione, dovrà consentire di programmare le apparecchiature radio, necessarie alla ricezione dati dal Centro di Controllo. Il sottosistema dovrà essere dotato di procedure di trasferimento dei dati e di allineamento degli archivi tra centrali diverse, tramite collegamento radio UHF e VPN via ADSL. Dovranno essere consentite sia l'impostazione della periodicità di collegamento per l'allineamento degli archivi sia la modalità estemporanea di allineamento su richiesta da parte dell'operatore del centro. Deve essere possibile inviare comandi ad ogni stazione, anche tramite codice, almeno per:

- acquisizione dei valori istantanei;
- acquisizione dei valori storici relativi ad un periodo indicato dall'operatore;
- richiesta di informazioni diagnostiche (ad esempio periodi di mancata alimentazione in un determinato arco temporale);
- lettura e invio di data ed ora;
- riavvio della stazione; aggiornamento della configurazione

Deve essere possibile in ogni momento, ed in maniera semplice e intuitiva, escludere e/o reincludere nel ciclo di polling stazioni o sensori. Deve poter essere visibile, e modificabile da parte degli utenti autorizzati, la topologia della rete e lo stato di funzionamento di ciascuna connessione. Le frequenze di attivazione e le modalità di esecuzione di tutte le funzionalità automatiche devono essere configurabili e parametrizzabili. L'esecuzione di ogni funzionalità automatica deve essere tracciata, deve essere possibile per gli amministratori di sistema verificare lo stato delle funzionalità automatiche in corso di esecuzione e consultarne lo storico.

Le operazioni di gestione della rete (configurazione del sistema e delle stazioni, modifica della topologia di rete radio, ...) devono quindi essere disponibili in una o più pagine amministrative, accessibili solo agli utenti privilegiati. La pagina o le pagine amministrative devono permettere la gestione degli accessi al sistema: creare, modificare, eliminare, abilitare e disabilitare gli utenti, incluse le credenziali per effettuare il login (username e password).

ARCHIVIAZIONE E CONDIVISIONE: il software dovrà occuparsi della creazione dell'archivio locale nel quale affluiranno tutti i dati della rete di monitoraggio. Il software dovrà offrire tutte le funzionalità richieste per la condivisione dei dati fra i diversi sottosistemi e fonti di informazioni utili al Centro. Il sottosistema dovrà essere costituito da un sistema Database locale in grado di rendere disponibili agli altri moduli software.

6.5.3.4.2 Funzionalità di elaborazione e visualizzazione dati

Il software in oggetto dovrà consentire la visualizzazione dei dati ricevuti e la definizione e visualizzazione degli allarmi sugli stessi. Le attività di elaborazione ed acquisizione di nuovi dati non dovrà comportare alcun blocco dell'attività di visualizzazione da parte dell'utente. Tale aggiornamento dovrà avvenire in maniera totalmente trasparente e i dati visualizzati dovranno essere automaticamente aggiornati agli ultimi valori disponibili.

MODALITÀ DI VISUALIZZAZIONE TABELLARE E GRAFICA: dovrà essere disponibile una modalità di visualizzazione in forma tabellare e grafica dei dati. La rappresentazione tabellare dovrà essere organizzata in colonne a cui poter applicare filtri sui dati. Le tabelle che l'utente potrà consultare dovranno visualizzare tutte le informazioni riguardo al valore del dato (es. nome sensore, unità di misura, stazione di appartenenza, ora di acquisizione, valore, trend e ogni altra informazione utile disponibile nell'anagrafica del sistema).

Dovranno inoltre poter essere rappresentati i grafici temporali dei dati visualizzati, anche sovrapponendo più sensori dello stesso tipo, diversificabili tra loro mediante colori differenti. Nel grafico dovrà poter essere visualizzato in maniera chiara il valore di ogni punto (misura) in forma numerica, semplicemente selezionando il punto del grafico con il mouse. Dovranno inoltre essere visualizzabili sul tracciato del grafico le soglie di allarme impostate e dovrà essere possibile visualizzare in forma di istogramma le misure di pioggia cumulata.

MODALITÀ DI VISUALIZZAZIONE SU BASE CARTOGRAFICA: il software dovrà consentire la visualizzazione delle stazioni di monitoraggio, direttamente su layout georeferenziato, tramite mappe cartografiche a più livelli, in grado di aumentare o diminuire il dettaglio grafico a seconda della scala adottata. Dovrà essere possibile rimuovere o aggiungere layer di informazione sulla cartografia, come ad esempio il corso dei fiumi, confini provinciali, confini di bacino ecc., secondo le esigenze dell'utente.

La possibilità di navigazione della mappa cartografica dovrà essere il più flessibile possibile, permettendo all'utente di usare funzioni quali zoom e pan direttamente su di essa.

Le stazioni, rappresentate sulla mappa, dovranno visualizzare in maniera rapida al semplice click, tutti i sensori a disposizione, e di ognuno dovrà poter essere visibile l'ultimo valore ricevuto e lo stato di allarme del sensore specifico, secondo logiche di definizione degli allarmi preimpostate dall'utente. Dovrà essere possibile a partire dalla mappa visualizzare il trend evolutivo grafico di ciascuna grandezza rilevata dai sensori.

Anche sulla cartografia per le stazioni rappresentate dovranno poter essere definiti filtri in modo tale da visualizzare solo le stazioni di interesse, come ad esempio solo quelle che posseggono un determinato tipo di sensore oppure che si trovano in una determinata area territoriale ecc.

VISUALIZZAZIONE ALLARMI: il software dovrà permettere agli operatori di centrale anche la visualizzazione degli allarmi impostati su ciascun singolo sensore presente. A tale scopo dovranno essere impostabili soglie su ciascun sensore archiviato, sia relativamente ai valori che ai trend evolutivi dei valori.

La visualizzazione sia tabellare che cartografica dovrà garantire all'utente un rapido colpo d'occhio sulle situazioni per le quali è prevista maggiore attenzione, ovvero poter visualizzare tramite differente colorazione le stazioni che sono in condizione di allarme o di malfunzionamento. L'impostazione dei range di allarme dovrà essere necessariamente effettuabile dall'utente autorizzato.

6.5.3.5 Ricevitore GNSS

Il ricevitore dovrà essere alloggiato all'interno di un armadietto chiuso a chiave e sul quale deve convergere il sistema di alimentazione ed il sistema di trasmissione dati.

Il ricevitore GNSS dovrà essere del tipo a multifrequenza e consentire un funzionamento in continuo.

Tramite il sistema di comunicazione di cui è dotato, dovrà garantire la trasmissione dei dati (almeno in formato RCTM o in formato proprietario se compatibile con il software di acquisizione dati) verso il server centrale di riferimento attraverso un protocollo sicuro concordato con l'Amministrazione. Le

postazioni dovranno inoltre essere in grado di generare e trasmettere, in FTP e/o sFTP alla centrale di controllo di riferimento, i dati in formato RINEX. La trasmissione dovrà essere programmabile con intervallo temporale impostabile a partire dai 1 secondo (in tempo reale) e anche giornaliera come backup del dato acquisito e dovrà essere effettuata con protocolli di comunicazione "sicura" sftp o altro.

Il ricevitore GNSS dovrà essere multifrequenza e dotato di antenna esterna.

Le unità ricevitore GNSS dovranno avere almeno le seguenti caratteristiche:

- ricezione segnale di correzione WASS/EGNOS;
- frequenza di campionamento impostabile almeno pari a 1 Hz;
- n.2 porte seriali, almeno n.1 porta USB e n.1 porta ethernet 100BA SE-TX o superiore per la comunicazione;
- led di stato o display LCD;
- memoria di archiviazione rimovibile per la registrazione locale di almeno 32 GB di dati acquisiti in real time;
- sessioni di registrazione contemporanea in locale e in streaming, possibilità di impostare diverse frequenze di campionamento;
- formati supportati: RINEX (obs, nav, meteo) v2.x, v3.x, output NEMEA, output-RTCM,
- supporto per standard MET/Tilt sensors;
- funzione NTRIP Caster e NTRIP Client;
- funzione di FTP Push;
- precisione orizzontale di 6 mm + 1 ppm;
- precisione verticale di 10 mm + 1 ppm;
- consumo inferiore ai 3,7 W (compresa l'alimentazione dell'antenna);
- range di funzionamento tra i -40°C e i +65°C;
- grado di protezione IP67;
- capacità di riprendere il proprio stato dopo l'interruzione dell'alimentazione.

Inoltre, ogni ricevitore dovrà essere dotato almeno dei seguenti accessori:

- cavo di alimentazione con sistema di protezione da sovratensioni;
- cavo per antenna da almeno 10 metri originale, schermato e conforme secondo le direttive CE;
- sistema di protezione esterna dai fulmini;
- cavi per la comunicazione con sistemi di trasmissione dati e per il trasferimento dati tra il ricevitore e il Personal Computer.

Il mancato rispetto dei requisiti minimi determinerà l'esclusione dalla procedura.

Il ricevitore GNSS dovrà possedere almeno 500 canali universali e dovrà essere in grado di tracciare i seguenti segnali:

- Navstar: L1, L2, L5, L1P, L2P, L2C;
- Glonass: L1, L2, L1P, L2P, L2C;
- Galileo: E1, E5A E5B, E5AltBoc, E6;
- BeiDou: B1, B2, B3.

6.5.3.5.1 Antenna ricevitore GNSS

Il ricevitore GNSS dovrà essere dotato di antenna geodetica esterna (di cui è noto il certificato di calibrazione generico PCV - Phase Center Variation in formato .atx, presente sul database internazionale IGS o NGS) ed in grado di consentire la ricezione dei segnali precedentemente riportati e con almeno le seguenti caratteristiche:

- range di funzionamento tra i -40°C e i +70°C;

- presenza già integrata nell'antenna di elementi di protezione da scariche elettromagnetiche;
- grado di protezione IP 67;
- materiale idoneo a resistere ai raggi UV;
- guadagno LNA inferiore ai 30 db;
- protezione contro l'usura generale e per scoraggiare persone e animali dal disturbare l'antenna compatibili con il mount (radome GNSS per cui esista una calibrazione assoluta con l'antenna proposta (file IGXXX.ATX)).

6.5.3.6 Rilievo GNSS chiodo topografico

Il chiodo topografico è un contrassegno, metallico (caposaldo) da porre nelle immediate vicinanze della stazione. Il chiodo topografico è funzionale all'inquadramento altimetrico della stazione stessa tramite livellazione geometrica. Il caposaldo sarà ubicato in un luogo facilmente accessibile, e deve avere dimensioni, consistenza e destinazione d'uso tali da garantirne un'adeguata stabilità nel tempo. Per garantirne la resistenza e la permanenza nel tempo, sarà realizzato in acciaio inox AISI 316.

Specifiche tecniche:

- gambo inferiore: 10cm;
- spessore: 1cm;
- diametro del cerchio metallico superiore: 5-6 cm;
- spessore: 2-3 mm.

6.5.3.6.1 Nuove installazioni/integrazioni (N)

L'intervento per l'installazione del chiodo topografico comprende gli oneri per il fissaggio

6.5.3.7 Configurazione nel sistema di apparati/sensori per sito

A seguito dell'installazione e degli aggiornamenti degli apparati a campo, per ogni sito oggetto di intervento, sono richieste le operazioni presso la centrale di controllo necessarie per l'integrazione degli apparati nuovi o aggiornati. Sono quindi richieste tutte le operazioni a seguito dell'intervento sul sito sulla Centrale di Controllo per la configurazione del sistema e della rete, per la generazione di anagrafiche aggiornate, per l'aggiornamento del database, per la verifica del funzionamento dei nuovi apparati installati a campo tramite gli strumenti software presenti preposti per gestirli e verificarne il corretto funzionamento e riuscire così a stabilire tempestivamente eventuali problemi dovuti a un problema di comunicazione con la centrale di controllo.

6.5.3.8 Garanzia on-site per 12 mesi per adeguamento o integrazione apparati/sensori su stazione

Le attività di intervento previsti in garanzia hanno lo scopo di ripristinare nel più breve tempo possibile anomalie e guasti relative agli apparati e/o i sensori integrati sulle stazioni esistenti. Il ripristino avverrà tramite la riparazione e/o la sostituzione di parti o apparati, in modo da garantire la funzionalità e perfetta efficienza operativa del sistema dovuti a qualsiasi guasto con l'esclusione di quelli dovuti ad eventi eccezionali (come ad es. incendi, terremoti, fulminazioni, furti, danneggiamenti e atti vandalici, ecc.). La segnalazione verrà effettuata dall'Amministrazione, che darà comunicazione circa il malfunzionamento rilevato tramite i canali comunicativi pattuiti. L'intervento in garanzia è previsto entro le 96 ore dalla segnalazione del malfunzionamento.

6.5.3.9 Garanzia on-site per 12 mesi per nuova stazione/ripetitore

Le attività di intervento previsti in garanzia hanno lo scopo di ripristinare nel più breve tempo possibile anomalie e guasti relative alle stazioni/ripetitori di nuova installazione. Il ripristino avverrà tramite la riparazione e/o la sostituzione delle parti o apparati, in modo da garantire la funzionalità e perfetta efficienza operativa del sistema dovuti a qualsiasi guasto con l'esclusione di quelli dovuti ad eventi eccezionali (come ad es. incendi, terremoti, fulminazioni, furti, danneggiamenti e atti vandalici,

ecc.). La segnalazione verrà effettuata dall'Amministrazione, che darà comunicazione circa il malfunzionamento rilevato tramite i canali comunicativi pattuiti. L'intervento in garanzia è previsto entro le 96 ore dalla segnalazione del malfunzionamento.

6.6 Rete Sismica

6.6.1 Descrizione

Il monitoraggio sismico del DPC è attuato mediante l'utilizzazione di due reti:

- **RETE ACCELEROMETRICA NAZIONALE (RAN)** – ad oggi 700 postazioni per la misura dello scuotimento sismico al suolo, di cui 647 di proprietà DPC e 53 di altri soggetti pubblici, mantenuti con efficienza > 97%) La RAN di proprietà del DPC attualmente è costituita da 647 postazioni digitali provviste di un accelerometro, un digitalizzatore, un modem/router con un'antenna per trasmettere i dati digitalizzati via GPRS ed un ricevitore GPS per associare al dato il tempo universale UTC e per misurare la latitudine e longitudine della postazione. Di queste 647 postazioni:

234 sono inserite all'interno di cabine di trasformazione elettrica di Enel Distribuzione;

413 sono posizionate su terreni di proprietà pubblica (dati aggiornati a febbraio 2022).

- **OSSERVATORIO SISMICO DELLE STRUTTURE (OSS)**, per la misura della risposta dinamica delle costruzioni al sisma ed il calcolo di un parametro di danno, di proprietà DPC e mantenuti con efficienza > 97%). Ad oggi sono attivi, 156 sistemi di monitoraggio sismico installati in 70 scuole, 30 ospedali, 30 municipi, 13 edifici pubblici di altre tipologie, 7 ponti e 6 dighe,.

L'elenco completo delle stazioni esistenti è riportato nell'Allegato 1 - RAN_OSS_stazioni_esistenti_febbraio_2022.xlsx

6.6.2 Quantità richieste

Lo sviluppo della RAN e dell'OSS prevede l'installazione di nuove stazioni in 1.163 edifici pubblici d'interesse strategico per la gestione dell'emergenza, individuati nei 522 Contesti Territoriali definiti dal PON Governance, ed in particolare presso:

- 100 Prefetture,
- 300 Municipi,
- 320 Ospedali,
- 443 Caserme dei Vigili del Fuoco.

L'elenco completo dei siti di installazione è riportato nell'Allegato 2 - RAN_OSS_progetto.xlsx

Per ciascun Edificio Strategico dei Comuni di Riferimento dei Contesti Territoriali:

1. La fornitura ed installazione di una postazione "semplificata" della "RAN in Comune", per il monitoraggio dello scuotimento del terreno circostante, mediante uno strumento sismico digitale a tre canali di misura, dotato di accelerometro interno triassiale di buona qualità, installato in una pertinenza dell'edificio, od in mancanza nel seminterrato;
2. La fornitura ed installazione di un sistema di monitoraggio "semplificato" dell'"OSS in Comune", per il monitoraggio dei movimenti del solaio di sommità dell'edificio, composto nel "caso standard" (di edificio a pianta rettangolare compatta):
 - a. da uno strumento sismico digitale capace di ricevere i dati di 4 sensori biassiali, dotato di un proprio accelerometro interno biassiale di buona qualità, installato appunto all'intradosso di tale solaio in un angolo della pianta, e
 - b. da un secondo accelerometro digitale, esterno e biassiale, disposto nell'angolo opposto e collegato al primo per mezzo di un cavo Ethernet da posare nel controsoffitto o in cavidotti o su mensole portacavi già esistenti.

La richiesta del DPC prevede inoltre:

3. La fornitura ed installazione, in ciascuno dei **100 Comuni di maggiore popolazione** (dei quali 27 rientrano anche tra i primi 100 per superficie), di **una postazione, come in A, della RAN anche in ulteriori 3 siti** da individuare all'interno del territorio comunale, in prossimità di edifici pubblici, in particolare le **scuole**, tenendo conto anche dei risultati della **microzonazione** sismica.
4. La fornitura ed installazione presso il Centro Dati del DPC, di **due server** idonei (1 per la RAN ed 1 per l'OSS), **hw vario, unità di memoria fisiche e spazio cloud dedicati all'acquisizione ed archiviazione di alcuni anni dei dati registrati in flusso continuo per la parte RAN in Comune, e delle relative elaborazioni.**
5. Lo sviluppo di **software ad hoc per interfacciare i nuovi server con quelli centrali** della RAN e dell'OSS attuali, e **adeguare questi ultimi** in modo da **consentire una gestione unitaria delle reti**, delle relative banche dati e dei relativi sistemi di allertamento e di condivisione.

6.6.3 Caratteristiche tecniche minime

6.6.3.1 Rete OSS

Il sistema di monitoraggio dell'OSS in Comune da installare in un edificio prescelto comprende i seguenti componenti di buona qualità:

- 2 (CASO A) oppure 4 (CASO B) accelerometri a bilanciamento di forza bi-assiali con convertitore analogico/digitale ad alta dinamica;
- una centralina di monitoraggio sismico con analizzatore del segnale per riconoscimento del trigger, registratore e rilevatore GPS per associare ai dati il tempo universale UTC;
- cablaggio Ethernet tra gli accelerometri, anche in sequenza tra loro, e la centralina;
- connessione della centralina con il server dell'OSS in Comune nella sede DPC in Roma, mediante router in 4G/5G;
- gruppi di alimentazione e di protezione elettrica.

Il range dinamico dell'accelerometro deve essere di almeno 150 dB, e l'intervallo di misura deve essere selezionabile almeno tra i campi ± 0.5 , ± 1.0 , ± 2.0 . La larghezza di banda è richiesta da DC a 200 Hz.

6.6.3.2 Rete RAN

La postazione della RAN in Comune da installare in un sito prescelto comprende i seguenti componenti di alta qualità:

- 1 accelerometro triassiale interno a bilanciamento di forza, di alta qualità;
- analizzatore del segnale per riconoscimento del trigger (nel caso di impiego in modalità dial-up anziché in flusso continuo), con valore di soglia selezionabile, o con algoritmo STA/LTA;
- registratore su SDHC Card da 32 Gb;
- SDHC da 2 Gb per il sistema;
- rilevatore GPS per associare ai dati il tempo universale UTC;
- connessione con il server della RAN in Comune nella sede DPC di via Vitorchiano 4 in Roma, mediante router in 4G/5G;
- gruppi di alimentazione e di protezione elettrica.

Il range dinamico dell'accelerometro deve essere di almeno 150 dB, quello del convertitore analogico/digitale di almeno 120 dB, l'intervallo di misura deve essere selezionabile almeno tra i campi ± 0.5 , ± 1.0 , ± 4.0 . La larghezza di banda è richiesta da DC a 200 Hz. La velocità di campionamento deve essere selezionabile da 1 a 500 campioni al secondo (sps), sebbene si preveda normalmente l'impiego di quella da 200 sps. Lo strumento dovrà essere dotato di interfacce Ethernet ed USB, e dovranno essere supportati per i dati i formati MiniSEED, EVT ed ASCII.

6.7 Rete di rilevamento scariche elettriche atmosferiche – LAMPINET

6.7.1 Descrizione

Con il termine fulmine si indica generalmente una intensa scarica elettrica prodotta da un temporale, anche se si possono generare fulmini anche all'interno di tempeste di sabbia, bufere di neve o nubi di ceneri vulcaniche, ma sono molto meno comuni e meno studiati. Esistono anche altri fenomeni elettrici associati ad un temporale, i cosiddetti Transient Luminous Events (TLE), i quali consistono in scariche elettriche che si sviluppano al di sopra dei temporali, fino anche a cento chilometri di altezza, e comprendono *sprites*, *elves* e *blue jets*.

Si usa comunemente classificare i fulmini in una serie di categorie:

- **nube-suolo (Cloud-to-Ground, CG)**, che si sviluppano tra una nube temporalesca e il terreno sottostante;
- **intra-nube (Intra-Cloud, IC)**, che si generano tra centri di carica opposta che si trovano all'interno della stessa nube;
- **nube-nube (Cloud-to-Cloud, CC)** si generano tra centri di carica opposta che si trovano all'interno di due nubi limitrofe;
- **nube-aria (Cloud-to-Air, CA)** si scaricano da una nube nell'aria circostante.

È possibile distinguere i fulmini anche in base al segno della carica elettrica che trasportano: si ottiene così una separazione tra fulmini positivi e negativi. Un'ultima classificazione, che si utilizza solo per la categoria dei fulmini CG, distingue in fulmini discendenti ed ascendenti, a seconda che la scarica si propaghi dalla nube verso il terreno o viceversa; in genere i fulmini ascendenti si verificano solamente in corrispondenza di strutture elevate come torri e grattacieli mentre i fulmini discendenti possono svilupparsi su qualsiasi tipo di terreno e sono perciò molto più comuni.

Tutti i sistemi di localizzazione dei fulmini (Lightning Location System, LLS) devono essere in grado di svolgere essenzialmente due funzioni: riconoscere un fulmine come tale e localizzarlo il più precisamente possibile nello spazio. Per quanto riguarda le reti di monitoraggio poste al suolo, la prima funzione viene realizzata da ogni singolo sensore in grado di captare i segnali emessi dalla scarica, mentre la seconda funzione viene svolta dalla rete nel suo complesso, la cui efficienza dipende dalla tecnica che viene utilizzata, dal numero di sensori disponibili e dalla distanza tra i sensori. La localizzazione precisa dei fulmini può risultare complicata a causa delle dimensioni che caratterizzano il fenomeno. Mentre un fulmine CG può essere localizzato nel punto di impatto con una precisione di poche centinaia di metri, il suo sviluppo verticale è più difficile da definire; allo stesso modo un fulmine IC può raggiungere estensioni orizzontali di oltre 100 km e collegarsi più volte al suolo a distanze di alcune decine di chilometri in una fase ibrida ICCG. Con queste estensioni risulta quindi difficile definire il fulmine come un evento ben localizzato nello spazio e solo pochi LLS sono dotati di una tecnologia tridimensionale in grado di ricostruire l'intero sviluppo del canale di scarica; la maggior parte effettua una localizzazione bidimensionale che rende arduo riconoscere come un evento unico un fulmine così esteso. Inoltre, non tutti i LLS sono in grado di distinguere un fulmine IC da un fulmine CG, il che significa che la localizzazione risulta essere una semplice informazione latitudine-longitudine, ma non sappiamo se il fulmine ha colpito terra o meno. Attualmente il Servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare dispone della rete LAMPINET, costituita da 15 sensori di tipo IMPACT-ESP nelle LF distribuiti sull'intero territorio nazionale. Anche in questo caso il sistema consente la localizzazione dei fulmini CG con una LA di 500 m ed un'efficienza del 90%, oltre ad essere in grado di localizzare alcuni tra i fulmini IC più intensi, ma con un'efficienza non superiore al 10–20%. Oltre al punto d'impatto vengono determinate l'intensità di corrente, la polarità e il numero di scariche successive in tempo reale, in modo da poter garantire la sicurezza degli aeromobili.

L'attuale rete LAMPINET è limitata al monitoraggio delle sole scariche elettriche tra nube e terra (CG), mentre non rileva con la precisione necessaria le scariche tipiche della fase iniziale di formazione di un temporale che avvengono intra nube (IC) e tra nube e nube (CC). Le scariche IC e

CC sono rilevate ma solamente con una capacità di rilevamento minore, 30%. Inoltre, la tecnologia della Lampinet non è orientata alla valorizzazione della disseminazione near-real time dei dati, anche in forma grafica ed attraverso i social media, web, etc., come divenuto possibile solo in anni più recenti.

6.7.2 Quantità richieste

L'ammodernamento della rete LAMPINET si rende necessaria per proseguire nei prossimi anni l'attività di rilevazione, con un numero e tipologia dei sensori distribuiti sul territorio dovranno essere scelti al fine di assicurare:

- la copertura del territorio nazionale (e la zona ad esso circostante con accuratezze inferiori);
- caratteristiche della rete superiori a quelle dell'attuale Lampinet riportate nel dettaglio al KPP-FUL in Allegato "B";
- il rilevamento delle scariche elettriche IC e CC oltre che CG con la precisione ed accuratezza necessarie
- la capacità di supportare la pronta e capillare disseminazione dell'informazione al singolo utente basata sul criterio della geolocalizzazione e dell'intensità dell'evento, anche sotto forma di comunicazioni di tipo push.

L'ammodernamento dovrà prevedere una eventuale nuova analisi ed individuazione dei siti ove effettuare l'installazione, tenendo conto delle caratteristiche dei nuovi apparati di rilevamento, dell'evoluzione dell'organizzazione dell'AM ed anche tener conto delle strutture e predisposizioni logistiche a servizio dei nuovi sensori da realizzare nei siti dove saranno installati gli apparati.

A tale scopo è richiesto un aggiornamento complessivo della rete Lampinet con servizi di assistenza per anni 10, con sostituzione n. 6 sensori di rilevamento dei fulmini con aggiornamento al modello più recente, aggiornamento sistema centrale, fornitura nuovo server e relativi software, erogazione corsi di formazione ed aggiornamento.

La sostituzione degli attuali sensori Impact può essere fatta uno-a-uno, in piena compatibilità, con il sensore di nuova generazione LS7002 in quanto il sensore LS7002 utilizza lo stesso basamento e le stesse tipologie di comunicazione del sensore Impact ESP (i sensori Impact e LS7002 sono fra loro compatibili anche durante il funzionamento in configurazione mista durante l'aggiornamento).

Il sensore LS7002 si basa sulla combinazione di due principi di funzionamento, Time-of-Arrival (TOA) e Magnetic Direction Finding (MDF), che garantisce un efficiente ed efficace rilevamento. Il sensore LS7002 è dotato di un computer embedded con sistema Linux che consente al sensore di funzionare come un computer (aumentando le capacità di configurazione e di diagnostica), diversamente dai sensori di generazione precedente dotati di sistema operativo proprietario, che può anche essere facilmente aggiornato con nuovi algoritmi quando disponibili.

La sostituzione dei sensori Impact con i sensori di nuova generazione LS7002 porta il beneficio di una migliorata accuratezza della localizzazione per i fulmini nube-suolo dell'intera rete da 500 m ad un minimo di 150 m, in tempo reale (una volta che sono stati sostituiti tutti i sensori con LS7002). Ciò è possibile grazie al software dei sensori LS7002 e all'algoritmo brevettato per la localizzazione dei fulmini, di cui Vaisala è proprietaria da installarsi nel processore centrale TLP200 presente a Pratica di Mare, presso il COMET, che sarà aggiornato allo stato dell'arte.

Con l'aggiornamento dei sensori di rilevamento e del sistema centrale della rete Lampinet, oltre al miglioramento nella capacità di rilevamento dei fulmini di tipo nube-suolo fino al 95% (che era l'obiettivo principale per cui l'Aeronautica Militare Italiana adottò la tecnologia posta a base della rete) si implementerà anche l'importante capacità di rilevamento di fulmini del tipo nube-nube o intranube CC (*Cloud to Cloud*).

I dati di rilevamento totale dei Fulmini possono essere utilizzati nei sistemi di allerta ad alta risoluzione in quegli aeroporti con elevata criticità, fornendo la visibilità degli sviluppi delle condizioni climatiche avverse molto tempo prima che queste costituiscano un pericolo per l'aeroporto stesso. Il sistema avrà in questo modo anche la capacità di identificare l'avvicinamento di formazioni

temporalesche, permettendo quindi di avere una totale cognizione dello spazio aereo italiano, monitorato in tempo reale dal sistema LAMPINET per assicurare la maggiore sicurezza delle attività aeronautiche e delle attività di volo dei velivoli di moderna tecnologia.

Una parte importante dell'aggiornamento è costituito dall'adeguamento allo stato dell'arte del sistema centrale di Pratica di Mare (sistema TLP200 e TLD200), che prevede anche l'installazione del nuovo software IRIS FOCUS su un server dedicato.

Il server IRIS FOCUS implementerà l'importante funzione di visualizzazione dei dati per una migliore fruizione dei dati di fulminazione, funzione attualmente non presente nella rete.

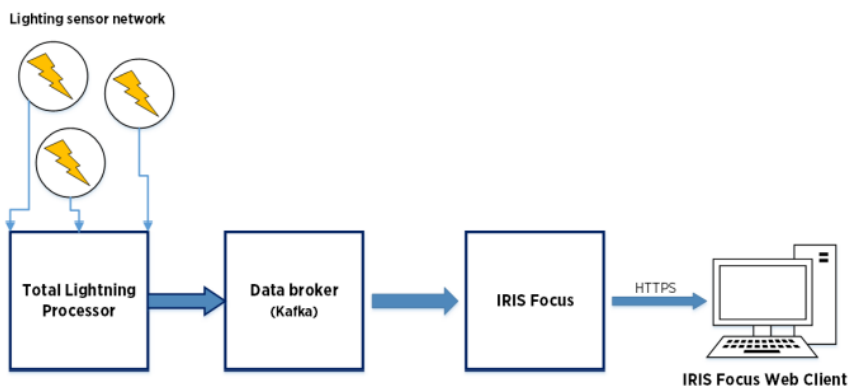


Figura 59 - IRIS Focus

Si accede all'applicativo IRIS FOCUS tramite rete intranet, con web browser ed è possibile l'utilizzo fino a 100 utenti. IRIS FOCUS, con opportuna configurazione, consente anche la visualizzazione integrata di dati di fulminazione e di dati provenienti da radar meteorologico.

Nel seguito il diagramma di rilevamento, processamento e visualizzazione dei dati nella rete LAMPINET aggiornata.

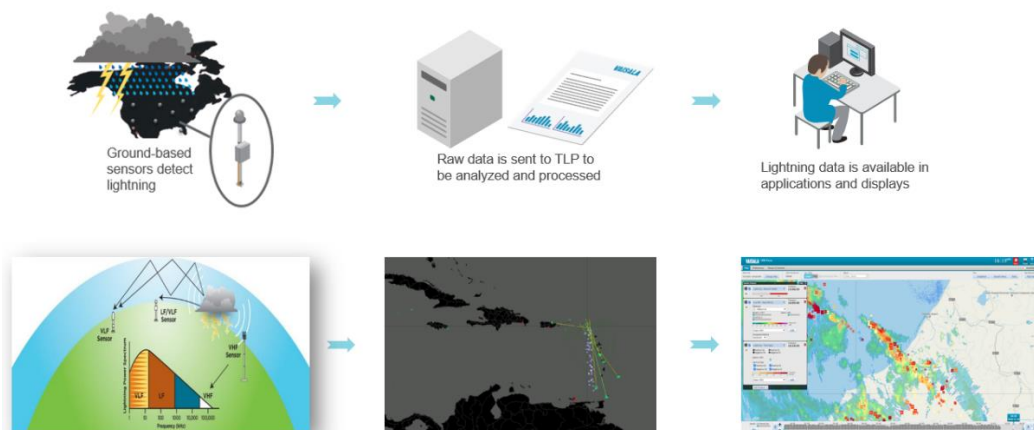


Figura 60 - Rete LAMPINET: diagramma di rilevamento, processamento e visualizzazione dati

Nelle sottostanti figure si rappresenta lo scenario della Rete "LAMPINET" per i valori di "detection efficiency" e "location accuracy" della rete LAMPINET con l'aggiornamento dei 15 sensori con il modello LS7002. Lo scenario 1 è quello attuale e lo scenario 2 è quello che si raggiungerebbe dopo l'aggiornamento ai nuovi sensori.

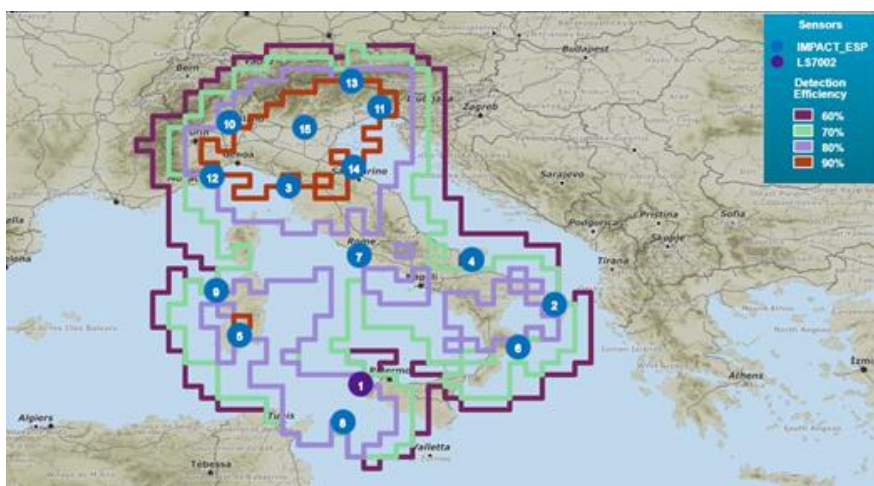


Figura 61 - Rete LAMPINET: “detection efficiency” e “location accuracy” – Scenario 1 (situazione attuale)

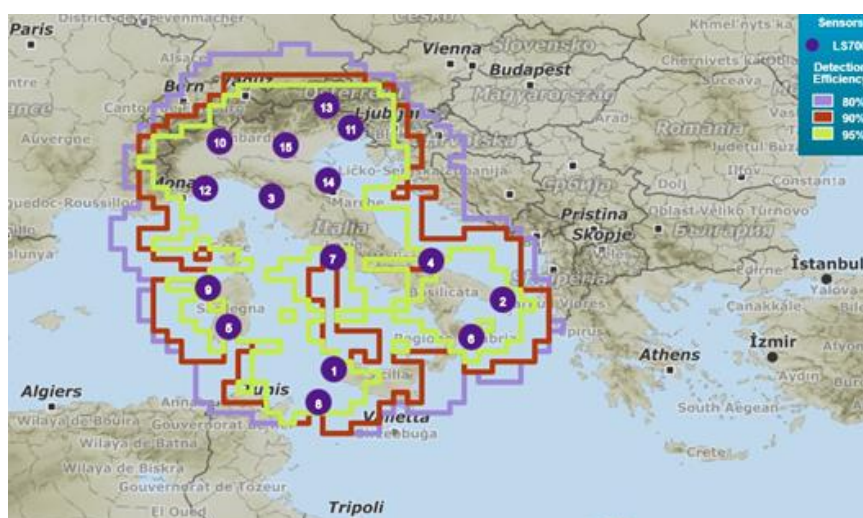


Figura 62 - Rete LAMPINET: “detection efficiency” e “location accuracy” – Scenario 2 (situazione con nuovi sensori)

6.7.3 Caratteristiche tecniche minime

- La capacità dovrà assicurare il monitoraggio H24/7/365 dei fulmini nelle aree di sorveglianza previste per ogni rete permettendo l’aggiornamento delle informazioni near real time. In tal senso la visualizzazione delle informazioni e la disseminazione agli utenti dovrà avvenire tramite i SW proprietari dei sensori entro 5 minuti dalla conclusione del rilevamento.
- I dati prodotti debbono essere proprietà dell’AM.
- La disponibilità operativa della rete LAMPINET dovrà essere almeno pari al 95% complessivamente per le tre reti ed il 96% per singolo sensore (con eventuali differenziazioni sui livelli di servizio per il ripristino dell’efficienza valutate sulla base della rilevanza della misura e della collocazione geografica del sito).
- Dovrà essere prevista la trasmissione dei dati rilevati ad entrambe le SF del ReSIA per la predisposizione e attuazione di misure di Business Continuity che assicurino la continuità operativa del servizio di monitoraggio, dell’archiviazione dei dati e della disseminazione delle informazioni indispensabili alla fornitura dei SME. A tale scopo il sistema di accentramento dovrà essere implementato in modalità ridondata presso entrambi le due SF del ReSIA per assicurare la continuità.
- I dati relativi alla rete LAMPINET dovranno essere integrabili per assicurare una visione complessiva (3D) dello stato dell’atmosfera sulle aree di interesse.
- L’esecuzione delle varie fasi dei processi dovrà essere tracciabile per verificarne la corretta esecuzione ed eventualmente assicurare la tempestiva individuazione di azioni correttive.

- Dovrebbe essere prevista la dotazione di un sistema di real-time health monitoring, per l'autodiagnosi dello stato di efficienza degli apparati, l'eventuale identificazione dei malfunzionamenti e, ove possibile, lo svolgimento delle attività di manutenzione da remoto. Dovrà essere possibile il monitoraggio delle prestazioni funzionali di ogni rete nel suo complesso.
- Deve essere previsto un servizio di assistenza per anni 10.
- Il personale AM che sarà coinvolto nella gestione operativa o logistica delle reti dovrà partecipare ad un processo tracciato di addestramento, inizialmente fornito dalla ditta.
- La rete dovrà assicurare la copertura dell'area italiana (tutto lo spazio aereo di competenza e zone confinanti limitrofe, comprese zone montuose ed isole), dovrebbe corrispondere ad un'area di almeno 1300 x 1500 km² centrata su Roma e tale da assicurare un'adeguata informazione sull'acque del Mediterraneo meridionale.
- La nuova rete dovrà assicurare delle caratteristiche tecniche superiori a quelle principali dell'attuale rete Lampinet corrispondenti a: efficienza di rilevamento del 90% per scariche CG intense superiori a 50 kA, minimo picco di scarica rilevabile pari a 5 kA, disponibilità operativa minima pari al 95%, tempo morto di elaborazione in cui non possono essere rilevati altre scariche pari a 10 ms, accuratezza media di posizionamento dell'ordine di 500 m per una scarica di 50 kA.
- Il numero di sensori da distribuire sul territorio italiano dovrà assicurare una sensibilità e risoluzione spazio-temporale superiori all'attuale anche in condizioni di inefficienza di un sensore.
- La rete dovrà rispondere a requisiti di scalabilità che consentano l'eventuale integrazione di sensori anche in tempi successivi.
- Il sistema di gestione della rete dovrà verificare il numero di sensori cooperanti alla misura ed eventualmente segnalare riduzione dei livelli prestazionali della rete. Dovrà essere possibile produrre per periodi ed aree configurabili delle mappe di accuratezza di localizzazione e di efficienza del rilevamento.
- La rete dovrà rilevare H24/7/365 senza soluzione di continuità tutte le tipologie di scariche elettriche atmosferiche (IC, CC e CG), dal suolo alla bassa stratosfera.
- Dovrà essere determinata la presenza di fenomeni temporaleschi, l'intensità della corrente elettrica con rispettiva polarità, i semiassi e azimuth dell'ellisse d'incertezza di localizzazione, la direzione di spostamento, la localizzazione geospaziale nello spazio tridimensionale, l'istante di rilevazione.
- Il rispetto di tempistiche stringenti permetterà all'utenza (in primis aeronautica) di disporre e consultare il dato in tempo reale on the fly eventualmente anche su applicazione web basate su architettura orientata ai servizi.
- I sistemi dovranno elaborare prodotti grafici statistici idonei a fornire informazioni circa le aree a maggiore densità di fulmini, ovvero la loro distribuzione spazio-temporale su territorio e mari italiani (periodi ed aree di analisi configurabili). L'archiviazione dei dati rilevati dovrà agevolare le analisi a scopo climatologico finalizzata a descrivere trend climatici d'area e di punto, individuare ed avvisare al verificarsi di fenomeni intensi o estremi.

6.8 Rete Gravimetrica

6.8.1 Descrizione

Tutte le agenzie Nazionali che si occupano di informazioni geografiche richiedono un Geoido il più accurato possibile, da tenersi aggiornato ogni 10 anni circa, a seconda della dinamica della crosta nell'area e le conseguenti variazioni di gravità nel tempo.

La definizione della struttura crostale/litosferica, di fondamentale importanza per lo studio della geodinamica, dalla scala locale-regionale a quella globale. La definizione della struttura crostale/litosferica, attraverso l'interpretazione delle anomalie di Bouguer ottenute da misure gravimetriche, fornisce gli elementi necessari per la realizzazione di modelli globali di aree

dinamiche. Un database gravimetrico aggiornato e omogeneo permetterà di ottenere un quadro geologico generale di riferimento per analisi più dettagliate e localizzate.

La Rete Gravimetrica Nazionale consentirà di monitorare le variazioni temporali negli intervalli di tempo tra i rilevamenti decennali, almeno a grande lunghezza d'onda, mediante una rete di Gravimetri (assoluti e/o relativi) Permanenti (GP), che misurino in continuo ed aggiornino la rete gravimetrica di riferimento.

L'INGV ha finanziato un progetto denominato G0, creando e progettando per l'immediato futuro una Rete Gravimetrica di Riferimento Nazionale basata su misure assolute, oltre a disporre già di alcuni gravimetri in registrazione continua, in particolare nelle aree vulcaniche attive, e di un gravimetro assoluto quantistico (AQG). Lo stato dell'arte può essere riassunto con la disponibilità e l'implementazione delle stazioni gravimetriche permanenti di Nicolosi (CT), Napoli, Roma e di quelle in progetto di Sos Enattos (Sardegna) e L'Aquila (Laboratorio Nazionale del Gran Sasso); a queste stazioni permanenti si possono aggiungere quelle di altri Enti che sono già associati o possono associarsi alla rete GP quali INFN (Bologna). Le misure delle stazioni permanenti possono inoltre essere integrate da misure assolute con cadenza settimanale o quindicinale fornite dalle stazioni non permanenti ASI (Matera), INRIM (Torino), INGV- OE (CT) e INGV-OV (NA).

Attraverso la stessa infrastruttura si intende istituire il database SNG, basato su 5 livelli principali:

- **L1:** anomalie di gravità a livello del volo (lungo traccia);
- **L2:** anomalie free-air a livello del suolo su una griglia regolare (lato 3-5 km);
- **L3:** anomalie di Bouguer su stessa griglia regolare;
- **L4:** griglia di variazioni temporali delle anomalie free-air e Bouguer;
- **L5:** griglia di ondulazione del Geoide (lato 3-5 km).

Attualmente esiste un database di circa 300.000 valori di gravità, depositato presso ISPRA e in parte all'International Geoid Service (IAG - convenzione con il Politecnico di Milano). I problemi fondamentali di questo dataset sono la sua accuratezza non omogenea e il suo rilevamento notevolmente asincrono, effettuato nell'arco di 50 anni (si veda l'Allegato 3), tempo in cui il campo può essere variato di diversi decimi di milliGal ($1 \text{ mGal} = 10^{-5} \text{ m/s}^2$), introducendo quindi distorsioni significative nel suo utilizzo.

6.8.2 Quantità richieste

Dalla distribuzione geografica in Figura 63 appare evidente la necessità di completare la rete con almeno due ulteriori stazioni permanenti nel Nord Italia (ad esempio Milano e Padova).

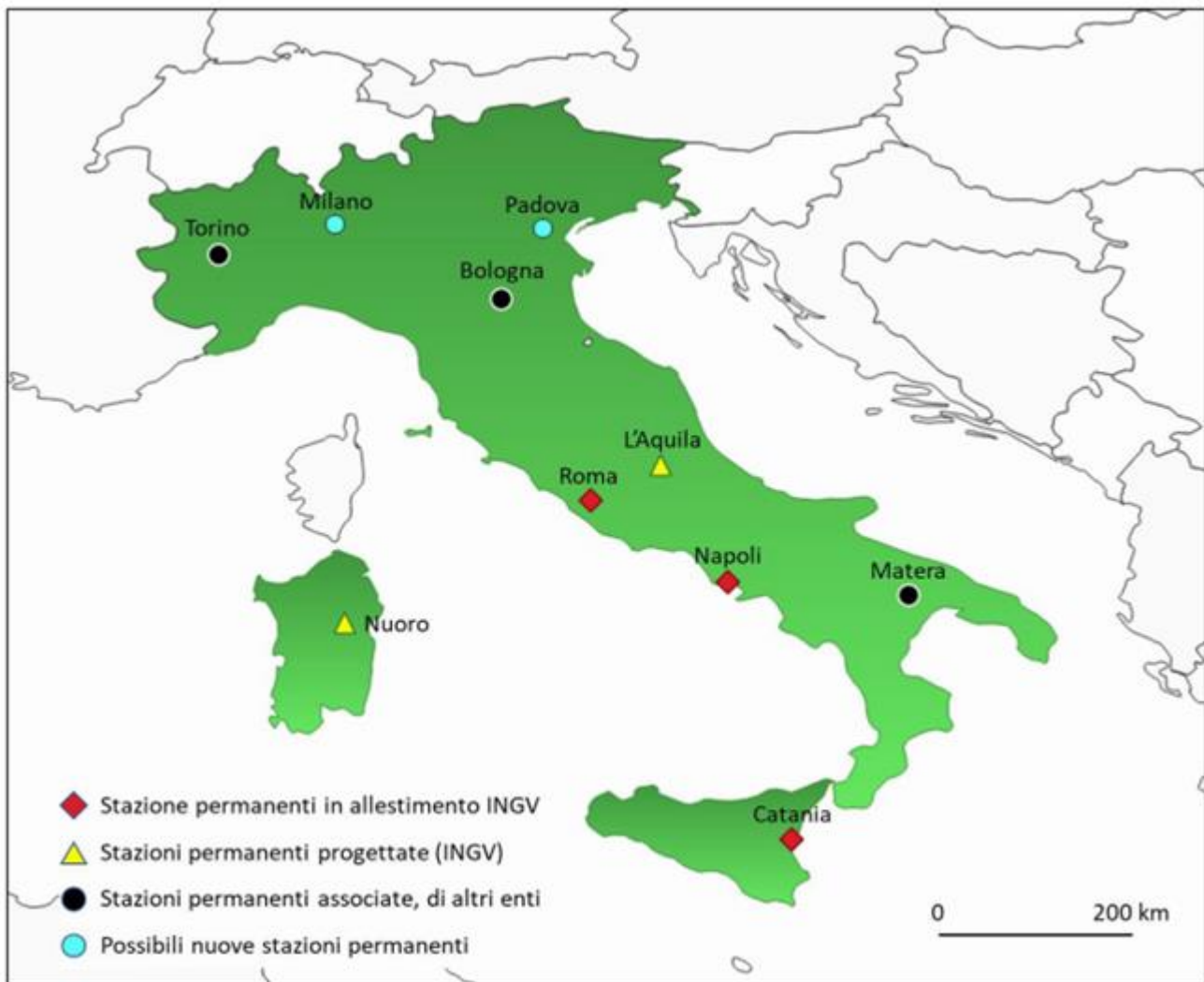


Figura 63 - Distribuzione geografica delle stazioni permanenti

Un rilevamento completo del campo di gravità a livello nazionale, con accuratezza media migliore di 1 mGal, che sia completato nell'arco massimo di 2 anni (1 anno per le operazioni di misura e 1 anno per la validazione, analisi e l'elaborazione dei dati) può essere eseguito solamente per mezzo di un volo aerogravimetrico. Questo dovrebbe poi essere ripetuto con cadenza circa decennale.

Un volo aerogravimetrico con interdistanza delle linee ogni 5 km e cross-over (transetti) ogni 25 km circa a quota 3-4 km per un totale di circa 120.000 km lineari (cfr. Figura 64).

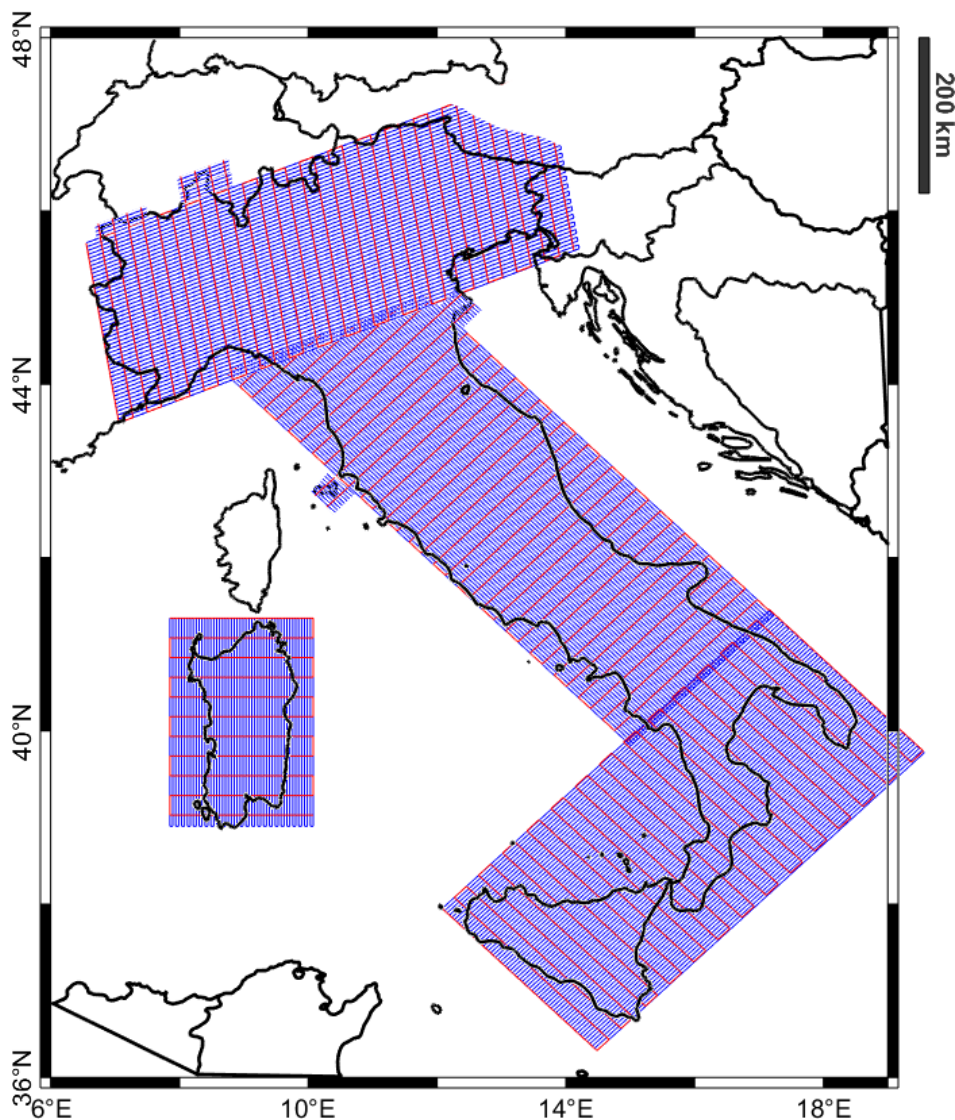


Figura 64 - Tracce di massima del volo aerogravimetrico

La ditta fornitrice dei servizi di volo fornirà i dati raw e la prima preelaborazione atta a costituire il livello L1. INGV, avvalendosi anche della rete dei suoi associati, coordinerà i calcoli relativi ai dati dei livelli L2, L3, L5.

L'attività si presenta come un lavoro ingente, della durata di circa 1 anno, che impegnerà più gruppi di lavoro e prevede 5 fasi di analisi dei dati di tutti i sensori portati in volo:

- Validazione del dataset L1;
- Calcolo del database di L2;
- Stima delle variazioni temporali del database storico di gravità e merging con L2;
- Calcolo della correzione topografica e del database di L3;
- Calcolo del Geoide (L5) con il metodo Remove – Compute (collocazione) – Restore.

6.8.3 Caratteristiche tecniche minime

Per l'implementazione della rete permanente di riferimento GP, è necessario in primo luogo integrarla con almeno due nuovi gravimetri superconduttori, per i quali occorre anche prevedere le operazioni di installazione e di calibrazione.

L'INGV inoltre provvederà a istituire e coordinare il comitato scientifico che dovrà valutare su base annuale il corretto funzionamento di GP.

6.9 Rete GHG

6.9.1 Descrizione

Per quanto riguarda le reti di misura dei flussi GHG, il riferimento principale per la parte pubblica è rappresentato dal progetto Integrated Carbon Observation System (ICOS).

ICOS è un'infrastruttura di ricerca nata dall'iniziativa delle comunità scientifiche europee per disporre di una rete di misurazione coerente e sostenibile che opera esattamente secondo gli stessi standard tecnici e scientifici per consentire una ricerca di alta qualità sui cambiamenti climatici e aumentare l'usabilità dei dati della ricerca. I dati sono di libero accesso e disponibili, dopo il controllo di qualità, previa iscrizione gratuita dell'utente interessato. In ICOS vengono unificate e coordinate le stazioni di ricerca e misurazione di alta qualità delle varie nazioni europee. Il network (Figura 13) comprende 149 stazioni standardizzate in tutta Europa, coordinate e gestite dalle Reti Nazionali ICOS, dei 14 paesi membri.

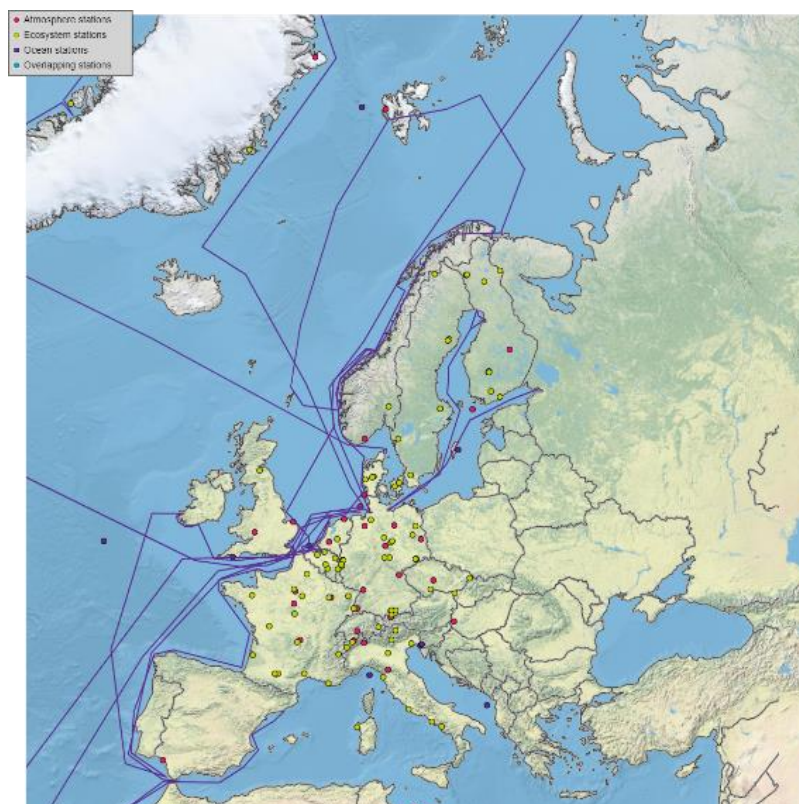


Figura 65 - Network Europeo ICOS, stazioni di misura GHG (dal portale ICOS).

L'Italia, in quanto paese membro, gestisce 17 stazioni (10 per l'ecosistema, 4 l'oceano e 3 l'atmosfera) ed ospita l'Ecosystem Thematic Centre (ETC), insieme a Belgio e Francia. In Figura 66 viene riportata la mappa di dislocazione sul territorio nazionale.

Le stazioni dedicate all'ecosistema, che riguardano più strettamente il tema AdP, coprono i territori più tipici della nazione: diversi tipi di foreste, campi coltivati, e macchie di arbusti. Questa tipologia di installazione ospita una torre di flusso (19 m) situata all'interno dell'area, i sensori meteorologici monitorano i flussi di CO₂, H₂O, CH₄ e Composti Organici Volatili Biogenici (BVOC). La temperatura delle foglie è registrata da termocoppie personalizzate.

I principali parametri monitorati sono:

- Profilo verticale del suolo
- CO₂;
- H₂O;
- flussi di calore sensibile;

- radiazione globale netta, riflessa e diffusa;
- profili di temperatura dell'aria e del suolo;
- profilo del contenuto idrico del suolo;
- flussi di calore del suolo.

Altre attività di monitoraggio possono riguardare Temperatura del baldacchino, flussi di CH₄, concentrazioni e flussi di particolato atmosferico PM 2,5/10.

Le stazioni atmosferiche sono localizzate nel nord dell'Italia, come sulle Alpi, e nell'isola di Lampedusa, nel Mar Mediterraneo. Le stazioni che monitorano l'oceano sono situate nel Mar Adriatico e nel Mar Ligure.

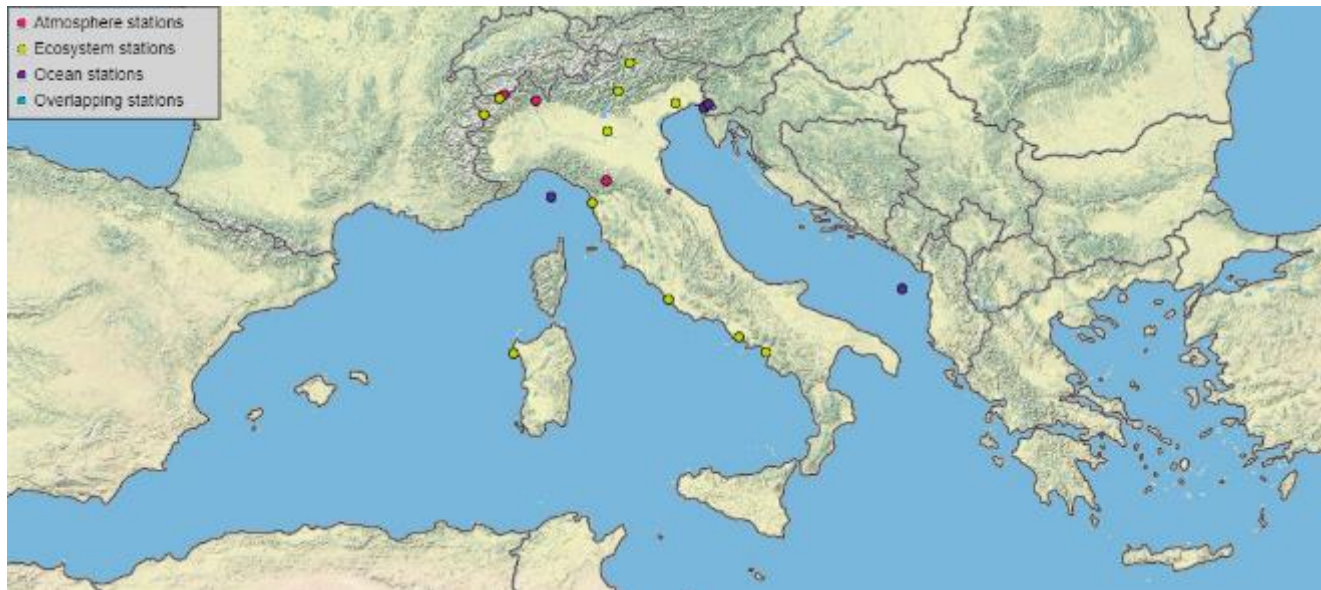


Figura 66 -: Dislocazione stazioni di misura della rete ICOS Italia (dal portale ICOS).

La parte italiana di ICOS è coordinata dalla Joint Research Unit (JRU), nata dalla collaborazione di 15 enti italiani, tra Università, istituti di ricerca ed altri enti, in particolare: Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR), Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici (CMCC), Università degli Studi della Tuscia, Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria (CREA), Agenzia Nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile (ENEA), Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale (ARPA) della Val d'Aosta, Provincia Autonoma di Bolzano, Fondazione Edmund Mach (FEM), Università degli Studi di Sassari, Università degli Studi di Padova, Università degli Studi di Genova, Università Cattolica del Sacro Cuore, Istituto Nazionale Oceanografia e di Geofisica Sperimentale (OGS), Libera Università di Bolzano, Università degli Studi di Udine, Ricerca sul Sistema Energetico – RSE S.p.A.

6.9.2 Quantità richieste

È richiesta l'installazione di 115 nuove stazioni con medesima locazione geografica indicata per le stazioni CREA RAN oggetto di aggiornamento e nuova installazione in questo progetto (vedi 6.5.1.2)

6.9.3 Caratteristiche tecniche minime

i dispositivi richiesti sono degli analizzatori automatici di flusso di gas dal suolo (CO₂, N₂O, CH₄) comprese di sopralluogo (da combinarsi con i ricercatori del CREA), di installazione e manutenzione per almeno i primi 3 anni.

7 SISTEMI FEDERATI

In questo capitolo vengono riportati i sistemi da federare, così come emerso dagli incontri con gli stakeholder

7.1 Verticale 1 - Monitoraggio instabilità idrogeologica - Sistemi

In Tabella 30 si riporta l'elenco dei sistemi/servizi che debbono essere federati nel SIM, con l'indicazione delle variabili informative attese per ciascuno e l'Ente responsabile del sistema.

ENTE	VARIABILE	RIFERIMENTO AL SISTEMA/SERVIZIO DA FEDERARE
Autorità di Bacino (AdB)	Bacini idrografici e corpi idrici	Siti delle Autorità di bacino Distrettuali
	Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (PAI)	
	Piani di Gestione per il Rischio Alluvione (PGRA)	
	Mappe aree allagabili	
European Space Agency (ESA)	Immagini satellitari	https://www.esa.int/
AGEA	Ortofoto	https://www.agea.gov.it
MIMS	Dati idrologici-idraulici delle grandi dighe	https://dgdighe.mit.gov.it
ISPRA (ReNDiS)	Interventi di mitigazione del rischio idrogeologico	http://www.rendis.isprambiente.it/rendisweb/
	Localizzazione di interventi	
ISPRA (IdroGEO)	Catalogo IFFI	https://idrogeo.isprambiente.it/app/
	Mosaicatura nazionale pericolosità frane	
	Mosaicatura nazionale pericolosità alluvioni	
	Indicatori di rischio per frane e alluvioni relativi a territorio, popolazione, famiglie, edifici, imprese, beni culturali	
MASE (Portale Cartografico Nazionale)	Perimetri dei bacini idrografici	http://www.pcn.minambiente.it/mattm/
	Reticolo idrografico	
	Carta uso suolo	
	Carta tipo suolo	
Ministero della Cultura (MiC)	Beni culturali	http://vincoliinrete.beniculturali.it/ https://www.beniculturali.it/
PNOT/IRIDE	Immagini satellitari	
	Immagini SAR	
ISPRA	Bilancio idrologico	https://www.isprambiente.gov.it/pre_mete

(BIGBANG) federato all'interno dell'HIS Central		o/idro/BIGBANG_ISPRA.html
ISPRA (SIMM)	Sistema idro-meteo-mare	https://www.isprambiente.gov.it/pre_meteo/simm.html
ISPRA (HIS-CENTRAL)	Dati idrologici	http://www.hiscentral.isprambiente.gov.it <i>Al link riportato è raggiungibile la versione prototipale della piattaforma HIS Central il cui sviluppo operativo, attualmente in corso, è oggetto di un progetto su fondi FSC, denominato POA - Bilancio Idrologico Nazionale</i>
MISTRAL	Dati meteorologici osservati	https://www.mistralportal.it/it/
IGM	Dati reti GNSS	https://www.igmi.org/it/direzione-geodetica
AM	Archivio meteo-climatico (Progetto M-DARE)	
European Ground Motion Service (EGMS)	Dati monitoraggio dei movimenti del terreno nel tempo differito	https://land.copernicus.eu

Tabella 30 - Monitoraggio instabilità idrogeologica (Vert. 1): sistemi/servizi da federare nel SIM

7.2 Verticale 2 - Agricoltura di precisione - Sistemi

L'analisi e le interlocuzioni con gli enti di riferimento sull'area applicativa relativa all'agricoltura di precisione hanno evidenziato la necessità di poter usufruire del servizio esterno IRRIFRAME (<https://www.irriframe.it/irriframe>) per il consiglio fertirriguo, che verrà quindi federato come servizio per il Sistema Integrato di Monitoraggio.

IRRIFRAME è un sistema esperto di assistenza tecnica per il risparmio idrico in agricoltura realizzato dal CER, il Consorzio per il Canale Emiliano Romagnolo. Si tratta di un sistema preciso, a disposizione gratuita dei produttori agricoli, molto semplice da utilizzare, che elabora consigli irrigui sulla base di una serie di dati e li fornisce in output sul sistema dell'utente. I dati che elabora sono quelli agrometeorologici (pioggia ed evapotraspirazione), i dati dei suoli, ed i parametri colturali. La combinazione di questi dati genera il risultato: il cosiddetto bilancio idrico della singola coltura, con il computo di tutte le uscite ed entrate d'acqua, il tutto perfettamente geolocalizzato per il singolo appezzamento di terreno. E ne risulta un risparmio del 20% nei consumi d'acqua senza deprimere le rese.

Il modello di bilancio idrico (https://www.irriframe.it/irriframe/Content/IF_Pub_3.htm) alla base del servizio incrocia diverse informazioni: quanta acqua piovana si infila effettivamente nel terreno, una simulazione della crescita dell'apparato radicale e l'avvicendamento delle fasi fenologiche nello sviluppo delle colture; lo stato di eventuale stress idrico della coltura; l'apporto di falda, il flusso dell'acqua attraverso tre strati di suolo (superficiale, strato occupato dalle radici, e strato sottostante) per il calcolo dell'esatto del volume d'acqua necessario in considerazione, inoltre, del momento in cui l'acqua è disponibile per l'agricoltore. La ponderazione di questi elementi, ovvero la quantità d'acqua disponibile in rapporto al preciso fabbisogno idrico, restituisce il consiglio irriguo corredato da grafici dell'andamento dell'umidità del terreno nella stagione irrigua. L'utente inserisce la localizzazione dell'appezzamento, il tipo di coltura, l'inizio della semina e il tipo di impianto irriguo utilizzato, il sistema rintraccia in maniera autonoma i sopracitati dati su meteo, suolo e profondità dell'acqua sotterranea collegandosi alle banche dati di riferimento. L'utente può personalizzare ulteriormente le

proprie credenziali specificando notizie aggiuntive sui propri appezzamenti, sul tipo di coltura (per le arboree una volta per tutte, per le erbacee a cadenza annuale), sui dati agrometeo da stazioni sul campo, sulle irrigazioni effettuate e, se conosciuti, sui dati di falda e della composizione del terreno. Il servizio è quindi in grado di funzionare in maniera autonoma ma anche di essere integrato con dati più precisi disponibili all'utente o sul Sistema Integrato di Monitoraggio (dati Rete Agrometeo Nazionale, carta dei suoli d'Italia, rilievi pedologici).

Dal 2019 la gestione operativa del servizio e il suo sviluppo informatico sono affidati ad AGRONICA group e gestisce oltre dodicimila utenti attualmente iscritti. Il servizio mette a disposizione una completa serie di librerie API per l'integrazione con servizi esterni, ulteriormente personalizzabili secondo le esigenze.

IRRIFRAME è stato scalato con successo a livello nazionale con la stima di un risparmio idrico di 50 milioni di metri cubi d'acqua l'anno. In un quadro climatico che negli ultimi anni è profondamente mutato oggi, in Italia, si inizia a parlare di scarsità idrica anche in regioni tradizionalmente ricche d'acqua: è dunque fondamentale adottare un fronte comune e condividere esperienze positive come l'adozione di Irrinet per garantire che tutti partecipino fattivamente ad un utilizzo equilibrato delle risorse irrigue in conformità agli indirizzi comunitari.

7.3 Verticale 3 - Monitoraggio inquinamento marino e litorale - Sistemi

Per questa area non si rilevano Sistemi da federare ma solo sistemi fornitori di dati in interoperabilità; tali fornitori sono elencati nel capitolo "Verticale 3 - Monitoraggio inquinamento marino e litorale - Banche dati" a pag. 132.

7.4 Verticale 4 - Identificazione di illeciti ambientali - Sistemi

Si riporta, nella tabella seguente, l'elenco dei sistemi/servizi che debbono essere federati nel SIM, con l'indicazione delle variabili informative attese per ciascuno e l'Ente responsabile del sistema.

Si evidenzia che alcuni dei sistemi che dovranno essere federati non hanno ancora un sistema attivo mentre per altri l'accesso non è pubblico e pertanto in questi casi non viene esposto un link di riferimento.

ENTE	VARIABILE	RIFERIMENTO AL SISTEMA/SERVIZIO DA FEDERARE
ASL /ISPRA /SNPA	Dati di controlli e monitoraggio ambientali	Nota (6)
REGIONI	Varie	Geoportali regionali
REGIONI/enti locali	Varie	Portali open data regionali, comunali
PNOT	Varie	Nota (7)
AGEA	Ortofoto	Nota (6)
ISPRA	Varie	https://sdi.isprambiente.it/geoserver/web/wicket/bookmarkable/org.geoserver.web.demo.MapPreviewPage?2
ISPRA	Varie	https://catalogosgi.isprambiente.it/geoportal2/catalog/main/home.page
ISPRA	Varie	Geoportale nazionale
IGM	DBT regionali	https://www.igmi.org/it/dbsn-database-di-sintesi-nazionale
CATASTO	Dati terreni e fabbricati	Nota(6)
SNPA	Varie	Sistema Informativo Nazionale Ambientale (SINA)

Tabella 31 - Identificazione di illeciti ambientali (Vert. 4): caratteristiche dei Sistemi/Servizi da federare nel SIM

⁶ I dati relativi a questi sistemi sono di carattere riservato con accessi limitati e servizi non esposti al pubblico.

⁷ Il sistema PNOT è ad oggi in via di definizione, pertanto non esiste ancora un servizio esposto

7.5 Verticale 5 - Supporto alle emergenze (disastri naturali) - Sistemi

Si riporta, nella tabella seguente, l'elenco dei sistemi/servizi che debbono essere federati nel SIM, con l'indicazione delle variabili informative attese per ciascuno e l'Ente responsabile del sistema.

ENTE	VARIABILE	RIFERIMENTO AL SISTEMA/SERVIZIO DA FEDERARE
Agenzia delle entrate - catasto	Fabbricati	https://www.agenziaentrate.gov.it/portale/web/guest/schede/fabbricatiterreni/banche-dati-sister/2
	Terreni	https://www.agenziaentrate.gov.it/portale/web/guest/schede/fabbricatiterreni/banche-dati-sister/2
Autorità di distretto idrografico/ISPRA	Aree di pericolosità frane	http://www.pcn.minambiente.it/mattm/servizi-ogc/
	Aree di pericolosità esondativa	http://www.pcn.minambiente.it/mattm/servizi-ogc/
Autostrade per l'Italia	Infrastrutture autostradali	https://www.autostrade.it/it/la-nostri-rete
Carabinieri	Sedi Carabinieri	https://www.carabinieri.it/in-vostro-aiuto/informazioni/dove-siamo
Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco	Piano di Emergenza Esterno impianti trattamento rifiuti	PEE Rifiuti
	Sedi CNVVF	
DPC	Aggregati strutturali	https://www.webms.it/servizi/catalog.php
	Ambiti territoriali e organizzativi ottimali	
	Aree di emergenza	https://www.webms.it/servizi/catalog.php
	Edifici strategici	https://www.webms.it/servizi/catalog.php
	Edifici strategici di protezione civile	https://www.webms.it/servizi/catalog.php
	Rete accessibilità	https://www.webms.it/servizi/catalog.php
	Zone di allerta	
	Zone di vigilanza meteorologica	
DPC/Regioni	Piano AIB	Siti regionali PC
DPC-IGAG	Microzonazione sismica	https://www.webms.it/servizi/catalog.php
IGMI-DBSN/DBT regionali	Aree/edifici produttivi industriali	https://www.igmi.org/it/dbsn-database-di-sintesi-nazionale
	Edifici	https://www.igmi.org/it/dbsn-database-di-sintesi-nazionale
INGV - Centro Allerta Tsunami	Mappe di altezze massime di inondazione (MIH) e intensità di pericolo	TSUMAPS-NEAM / INGV
INGV - Centro Pericolosità Sismica	Mappa della pericolosità sismica	https://www.ingv.it/it/risorse-e-servizi/centri/centro-pericolosita-sismica-cps
INGV - Centro Pericolosità Vulcanica (CPV)	Scenari eruttivi attesi e mappe di pericolosità vulcanica	https://www.ingv.it/it/risorse-e-servizi/centri/centro-pericolosita-vulcanica-cpv
ISPRA	Aree agricole	Geoportale nazionale

ENTE	VARIABILE	RIFERIMENTO AL SISTEMA/SERVIZIO DA FEDERARE
	Aree Protette	Geoportale nazionale
	Bacini idrografici principali	Geoportale nazionale
	Bacini idrografici secondari	Geoportale nazionale
	Corpi vegetali	Geoportale nazionale
	Geologia	Geoportale nazionale
	Laghi ed acque interne	Geoportale nazionale
	Rete natura 2000	Geoportale nazionale
	Reticolo idrografico	Geoportale nazionale
	Reticolo idrografico di dettaglio	Geoportale nazionale
MASE / SNAM	Reti gas	Rete Nazionale dei Gasdotti (RNG)/Rete Regionale di Trasporto (RRT) / https://www.snam.it/it/chi-siamo/infrastrutture-snam/
Ministero cultura	Beni culturali	http://vincoliinrete.beniculturali.it/
	Musei	http://imuseiitaliani.beniculturali.it
OpenstreetMAP	Infrastrutture stradali	
Polizia di stato	Sedi Polizia di stato	https://www.poliziadistato.it/
Prefetti	Piano di Emergenza Esterno impianti Seveso	
RFI	Infrastrutture ferroviarie	https://www.rfi.it/it/rete/la-rete-oggi/La_rete_oggi_regione_per_regione/lazio.html
SINFI	Rete telecomunicazioni	Sistema Informativo Nazionale Federato delle Infrastrutture
Terna	Reti elettriche	

Tabella 32 - Supporto alle emergenze – disastri naturali (Vert. 5): caratteristiche dei Sistemi/Servizi da federare nel SIM

7.6 Verticale 6 - Incendi boschivi e di interfaccia - Sistemi

Si riporta, nella tabella seguente, l'elenco dei sistemi/servizi che debbono essere federati nel SIM, con l'indicazione delle variabili informative attese per ciascuno e l'Ente responsabile del sistema.

ENTE	VARIABILE	RIFERIMENTO AL SISTEMA/SERVIZIO DA FEDERARE
Agenzia delle entrate - catasto	Fabbricati	https://www.agenziaentrate.gov.it/portale/web/guest/schede/fabbricatiterreni/banche-dati-sister/2
	Terreni	https://www.agenziaentrate.gov.it/portale/web/guest/schede/fabbricatiterreni/banche-dati-sister/2
Autostrade per l'Italia	Infrastrutture autostradali	https://www.autostrade.it/it/la-nostra-rete
Carabinieri	APF	http://www.simontagna.it/portalesim/catastoincendi.jsp?pid=4093
Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco	Piano di Emergenza Esterno impianti trattamento rifiuti	Sistema gestionale CNVVF
	Localizzazione impianti trattamento rifiuti discariche	Sistema gestionale CNVVF

ENTE	VARIABILE	RIFERIMENTO AL SISTEMA/SERVIZIO DA FEDERARE
	APF	
DPC	Aggregati strutturali	https://www.webms.it/servizi/catalog.php
	Edifici strategici	https://www.webms.it/servizi/catalog.php
	Edifici strategici di protezione civile	https://www.webms.it/servizi/catalog.php
	Rete accessibilità	https://www.webms.it/servizi/catalog.php
	APF speditive	MyDewetra – non sono state esplicitate dallo stakeholder le modalità di condivisione dei dati
DPC/Regioni	Piano AIB	Siti regionali PC
IGMI-DBSN/DBT regionali	Edifici	https://www.igmi.org/it/dbsn-database-di-sintesi-nazionale
MASAF - SIAN	Carta Forestale Nazionale	https://mipaaf.sian.it/portale-mipaaf/home.jsp Le fasi di progettazione e realizzazione della piattaforma software sono in corso L'accesso potrà avvenire attraverso: -il sistema di interoperabilità con i servizi del SIAN (es.: webservice, API Rest, ecc ...); -le procedure online (webapp e DSS) attraverso utenze istituzionali dedicate al MASE
MASE	Aree agricole	Geoportale nazionale
	Aree Protette	Geoportale nazionale
	Corpi vegetali	Geoportale nazionale
	Istituti scolastici	Geoportale nazionale
	Laghi ed acque interne	Geoportale nazionale
	Rete natura 2000	Geoportale nazionale
	Sanità	Geoportale nazionale
MIMI – Space Economy	Carta uso suolo	Non disponibile
OpenstreetMAP	Infrastrutture stradali	
Prefetti	Piano di Emergenza Esterno impianti Seveso	
RFI	Infrastrutture ferroviarie	https://www.rfi.it/it/rete/la-rete-oggi/La_rete_oggi_regione_per_regione/lazio.html
SINFI	Rete telecomunicazioni Reti gas	Sistema Informativo Nazionale Federato delle Infrastrutture
Terna	Reti elettriche	

Tabella 33 - Incendi boschivi e di interfaccia (Vert. 6): Caratteristiche dei Sistemi/Servizi da federare nel SIM

8 APPLICATIVI

8.1 Impostazione generale degli applicativi

Per rispondere ad alcuni fabbisogni espressi da vari stakeholder, il SIM mette a disposizione una serie di applicativi, sia di uso generale (Applicativi orizzontali) che specificatamente finalizzati a supportare gli utenti delle singole aree verticali per lavorazioni specifiche emerse durante le sessioni di analisi con gli stakeholder (applicativi verticali).

Tutte le applicazioni messe a disposizione dal SIM godono di una architettura comune, derivata dal framework generale descritta nel capitolo “Framework per consultazione e editing di dati geografici” a pag. 82; presentano inoltre una impostazione di interfaccia comune e godono di una serie di caratteristiche generali che sono di seguito descritte.

8.2 Caratteristiche comuni

Tutti gli applicativi verticali godono delle seguenti caratteristiche.

CLOUD ENABLED

Come tutto il SIM anche le applicazioni verticali saranno compatibili con l'infrastruttura cloud utilizzata.

UTILIZZO DEI SERVIZI MESSI A DISPOSIZIONE DEI VARI SOTTOSISTEMI DEL SIM

Per ottenere la sua operatività, l'interfaccia di una applicazione verticale dialoga con i servizi messi a disposizione dai vari sottosistemi, evitando quindi duplicazione del codice e garantendo una univocità del comportamento della parte applicativa.

DISPONIBILITÀ IN DOPPIA MODALITÀ

Le applicazioni verticali sono disponibili sia come WebAPP che come APP nativa, installabile su device che montano sistemi operativi Android o IOS nelle versioni più recenti.

COMPORAMENTO RESPONSIVE E SUPPORTO MULTIVIDEO

L'interfaccia delle applicazioni si adatta alle caratteristiche fisiche del video di cui è dotato il device su cui l'applicazione sta operando rendendo ottimale l'interazione con i vari componenti dell'interfaccia stessa e impedendo che l'uso di un layout adatto per schermi grandi di ripercuota negativamente sull'usabilità se applicato a schermi ridotti.

Per migliorare l'accesso alle varie funzionalità vengono presentati solo gli strumenti per cui l'utente è abilitato, sfruttando effetti a scomparsa per ottimizzare l'occupazione di spazio video.

CONNESSIONE SICURA CON IL SERVER

Tutte le connessioni con il server di riferimento sono gestite in modo sicuro. Nel caso sia necessario un transito di dati verso il RdS; quindi, quando l'applicazione verticale deve dare supporto agli utenti per funzioni di editing sui dati il software si fa carico di controllare che l'invio al server sia avvenuto con successo; in caso di errore causato da mancanza di connettività o altro malfunzionamento nel trasporto dei dati e inserimento del RdS, l'applicazione emettere una segnalazione all'utente, mantenere il dato in locale ed effettua in automatico successivi tentativi di invio fino al raggiungimento del successo nell'invio.

Questa caratteristica rende particolarmente utili le versioni APP per gli usi di campo.

AUTENTICAZIONE DEGLI UTENTI

L'accesso all'applicazione è soggetto ad autenticazione secondo gli standard supportati del SIM e gestito dai servizi forniti dal sottosistema “PROFILAZIONE” (pag. 94). È possibile configurare un

accesso anonimo per consentire l'utilizzo di determinate funzioni a utenti che non necessitano di autenticazione.

PROFILAZIONE APPLICATIVA SU FUNZIONI E DATI

Ogni utente abilitato all'uso di una data applicazione verticale è profilato sia in termini di funzionalità che di area di azione (cfr. sottosistema "PROFILAZIONE", pag. 94).; questo significa che un amministratore di sistema può associare a un utente, o gruppo di utenti, le funzionalità dell'applicazione verticale e i dati che può utilizzare; per quanto riguarda i dati è possibile definire per ogni livello l'area in cui l'utente è abilitato ad operare, secondo le due grandi categorie di funzioni: in visualizzazione e in editing. La doppia area di operatività consente nel caso di dati geografici ad un utente di visualizzare anche le aree confinanti con quella di azione (es. le Province vicine rispetto a quella in cui è autorizzato ad operare) mentre le funzioni di modifica sono limitate all'area di competenza.

SALVATAGGIO DELLO STATO DI LAVORO

Durante una sessione di lavoro l'utente può avere necessità di interrompere il lavoro per riprenderlo in un momento successivo, eventualmente da un'altra postazione di lavoro, fissa o mobile. L'applicazione permette di effettuare dei salvataggi di stati del lavoro, memorizzandoli nel cloud in un'area personale, per poi poterli ripristinare successivamente. Questa funzionalità consente anche di congelare nel tempo varie situazioni per un riesame successivo.

POSSIBILITÀ DI CONFIGURAZIONE A RUN TIME DI PARTI DELL'INTERFACCIA

Per rendere di uso rapido ed intuitivo l'applicazione, scompaiono dall'interfaccia tutti gli strumenti relativi a funzioni che non sono disponibili per l'utente connesso. Inoltre, è possibile rendere invisibili parti dell'interfaccia che appariranno solo quando il mouse passa sopra una determinata area del video; agendo sull'interfaccia degli strumenti, o piuttosto sul loro contenitore, sarà possibile renderli visibili in permanenza.

La componente alfanumerica delle informazioni è organizzata in tabelle di cui è possibile modificare la visualizzazione, agendo sulle colonne per nasconderle, ridimensionarle, imporre interattivamente criteri di ordinamento su uno o più campi, impostando il massimo numero di elementi visualizzati per ogni pagina di dati, ecc.

DISPONIBILITÀ DI STRUMENTI DI RICERCA GUIDATA

Sono disponibili strumenti per la ricerca guidata di elementi di interesse sia attraverso criteri di ricerca full-text o composizione di criteri di selezione guidata.

8.3 Caratteristiche comuni delle applicazioni WebGIS

Oltre alle caratteristiche descritte in "Caratteristiche comuni" (pag. 354), qualora le applicazioni necessitino di una visualizzazione e funzionalità GIS godono delle seguenti caratteristiche generali.

INTERFACCIA CARTOGRAFICA INTEGRATA

Le applicazioni verticali WebGIS (o APP GIS) presentano le informazioni legate agli oggetti territoriali di interesse sia attraverso tabelle di dati che attraverso la visualizzazione di una o più mappe, distribuite nell'area occupata dall'interfaccia utente.

Ogni mappa viene definita in fase di configurazione del sistema (vedere "Composizione di mappe" a pag. 79) tramite la definizione dei servizi che la compongono, il loro ordine di disegno e i parametri che ne regolano il comportamento entro la mappa (es. range di scale cartografiche a cui gli oggetti del layer sono visibili, trasparenza del disegno del layer rispetto ai layer sottostanti, selezionabilità o meno degli elementi, consultabilità, editabilità, esportabilità, ecc.). Ad ogni applicazione verticale possono essere rese disponibili più mappe di cui una è quella di default mentre le altre possono essere istanziate durante il lavoro e rese correlate o meno tra loro.

Due mappe correlate si comportano in modo univoco durante le azioni di modifica dell'area da visualizzare (zoom, pan, ecc.) mentre due mappe non correlate sono svincolate l'una rispetto all'altra. Si noti che una stessa mappa, quindi la stessa composizione di layer con le stesse regole di utilizzo di ciascuno di essi, può essere istanziata più volte per confronti tra aree geografiche diverse o tra istanti temporali diversi.

Ogni mappa ha la possibilità di visualizzare le caratteristiche degli oggetti contenuti in ciascuno dei suoi layer tramite tabelle; una tabella e il suo layer corrispondente sono legati logicamente per cui selezionando uno o più righe sulla tabella (in uno dei modi resi disponibili, quali: selezione manuale, filtro per ricerca full-text, impostazione di criterio di selezione complesso) la mappa reagisce evidenziando gli stessi oggetti anche su cartografia ed effettuando uno zoom e pan per visualizzare alla massima scala possibile tutti gli oggetti selezionati. Viceversa, selezionando oggetti tramite interazione con la mappa (per collimazione, per tracciamento di un poligono di selezione, ecc.) gli stessi vengono evidenziati nella tabella.

La composizione di ciascuna mappa viene visualizzata in un apposito widget di Legenda su cui è possibile agire per interrompere/riprendere la visualizzazione di un dato layer o gruppo di layer. La Legenda può essere resa visibile o meno in funzione delle esigenze di occupazione dello spazio dell'interfaccia. Ogni mappa può essere dotata di una porzione di overview dove sono rappresentati l'area geografica globale caricata sulla mappa e l'ingombro della visualizzazione attuale, al fine di rendere conscio l'utente della posizione degli oggetti che sta vedendo su cartografia rispetto a tutto il territorio su cui può agire.

Quando le applicazioni sono di tipo WebGIS godono delle caratteristiche generali di seguito descritte.

VISIONE CARTOGRAFICA BI E TRIDIMENSIONALE

Le mappe possono essere di due tipi: bidimensionali o tridimensionali. Nel primo caso si ha la consueta interazione cartografica in cui gli oggetti sono rappresentati in pianta; le modalità di modifica della visualizzazione sono i consueti zoom in/out, pan, ritorno alla vista su tutta l'area.

Nella visualizzazione 3D l'utente si muove entro un modello tridimensionale, come se stesse sorvolando l'area in esame. Tutte le funzioni di navigazione della mappa sono concentrate in una console che permette oltre alle consuete funzioni di ingrandimento/riduzione dell'area visualizzata anche operazione di rotazione e tilt del punto di vista così da poter esaminare il modello da tutte le angolazioni possibili. Una mappa 3D necessita di un servizio di interoperabilità che fornisca un modello di superficie del suolo (DTM) su cui spalmare i vari layer e gli eventuali modelli tridimensionali di oggetti di derivazione antropica, quali ad esempio edifici, ponti, piloni di antenne.

DISPONIBILITÀ DI STRUMENTI GENERALI DI MAPPA

Come detto in precedenza l'applicazione è GIS oriented, quindi mette a disposizione visualizzazioni cartografiche su cui l'utente interagisce con funzioni Zoom, vista precedente/successiva, pan, full, rotazioni e tilt.

Inoltre, sono disponibili strumenti di misura, cattura delle coordinate geografiche, modifica del sistema di riferimento cartografico utilizzato in fase di visualizzazione (limitatamente ai sistemi compatibili con i servizi che forniscono i layer visualizzati), composizione guidata di criteri di selezione per evidenziare gli elementi che soddisfano determinate condizioni, funzioni di elaborazione spaziale.

MODIFICA DELLA COMPOSIZIONE DELLE MAPPE MOSTRATE

La composizione di ogni mappa istanziata nell'interfaccia può essere modificata eliminando layer, modificando l'ordine di visualizzazione, aggiungendo layer selezionati da un set prefissato per la mappa oppure estratto dal RdS tramite i servizi del sottosistema "ANALISI E CONOSCENZA" (pag. 76).

SALVATAGGIO E CONDIVISIONE DI MAPPE

Una mappa diventa un vero e proprio tavolo di lavoro pertanto l'utente può salvarla, nella sua configurazione attuale, per successivi utilizzi. Un apposito strumento permette di condividere mappe personalizzate dall'utente per un utilizzo diffuso da parte dei vari gruppi di lavoro.

DISPONIBILITÀ DI UN LIVELLO DI ANNOTAZIONI LIBERE

L'utente può intervenire sulla mappa per effettuare annotazioni libere che diventano parte della mappa, salvarle e recuperarle successivamente

POSSIBILITÀ DI VISUALIZZAZIONE STORICA

Alcuni layer cartografici possono contenere elementi storicizzati, ossia presenti più volte nel layer con le varie forme e attributi che si sono susseguiti nel tempo. In presenza di layer di questo tipo, tracciata a livello di metadati cartografici, l'applicazione mette a disposizione uno strumento calendario che consente di fissare a run-time il giorno e ora di riferimento; in tal caso sarà visualizzata per i layer storicizzati la situazione presente alla data prescelta. Questo consente una analisi delle dinamiche ambientali e delle modifiche del territorio (e strutture antropiche) che si sono susseguite nel tempo, garantendo all'applicazione verticale una forte valenza conoscitiva.

FUNZIONI EVOLUTE DI STAMPA CARTOGRAFICA

Dalla applicazione è possibile produrre documenti cartografici professionali, composti da cornice, legenda, scritte fisse e dinamiche, immagini e quant'altro necessario alla presentazione del documento, arrangiati in un layout scelto tra una serie di layout disponibili prodotti dal sottosistema "CONFIGURAZIONE E MONITORAGGIO" (pag. 96). La produzione delle stampe è compatibile con le norme che regolano la distribuzione delle informazioni; quindi, potrebbe non riportare layer di cui è proibita la rappresentazione per questioni di licenza che ne impedisce la diffusione oppure sovrapporre filigrane compatibili con le norme sulla diffusione di quel dato.

FUNZIONI DI EXPORT DATI E CARTOGRAFIE

Per tutti i layer di cui è abilitato l'export è possibile scaricare sulla postazione dell'utente sia la componente alfanumerica che quella geografica.

Per la componente alfanumerica è possibile esportare tutto il dataset o solo i dati relativi agli elementi selezionati, nei principali formati utilizzati per questo tipo di dati (almeno csv, json). È possibile limitare l'export alle sole colonne visibili.

Per la componente geografica è possibile esportare la mappa visualizzata sotto forma di immagine raster, georeferenziata o meno, nei principali formati di riferimento (almeno jpg, png). Inoltre, è possibile esportare i singoli elementi del layer (o solo i selezionati) in formati di riferimento per i dati geografici vettoriali (almeno shape, KML, Geojson).

8.4 Scheda descrittiva degli applicativi

Sono descritti nei successivi capitoli le realizzazioni previste dal presente progetto.

Per ciascuna di esse sono riportati i seguenti sotto capitoli:

- **OBIETTIVO:** descrive le finalità dell'applicazione
- **PROPONENTE:** indica lo stakeholder che ha proposto la realizzazione dell'applicazioni in relazione a sue determinate esigenze. *Qualora si siano rilevate le stesse esigenze da parte di più stakeholder o quando uno o più stakeholder hanno espresso esigenze che sono state risolte con tecnologie diverse da quelle inizialmente supposte si è usata la convenzione di indicare come Proponente l'RTI.* In ogni caso le esigenze da cui è derivata l'applicazione sono sempre state espresse da uno o più stakeholder.
- **UTENTE TARGET:** indica gli stakeholder che trovano in questa applicazione un supporto alle loro attività
- **DATI DI INPUT:** elenca i dati necessari per un corretto e completo funzionamento dell'applicazione
- **SISTEMI FEDERATI:** elenco dei Sistemi Federati che forniscono dati di utilità per l'applicazione
- **MODELLI E ALGORITMI:** indica eventuali modelli e algoritmi usati nell'applicazione
- **DOTAZIONI SPECIFICHE:** indica le attrezzature (§ 9, pag. 450) coinvolte nell'applicazione
- **RETI DI MONITORAGGIO:** indica le reti di monitoraggio (§ 6, pag. 155) coinvolte nell'applicazione
- **DATI DI OUTPUT:** elenca i dati prodotti dall'applicazione.

8.5 Gli applicativi verticali

8.5.1 Verticale 1 - Monitoraggio instabilità idrogeologica – Applicativi

8.5.1.1 Atlante nazionale delle infrastrutture di attraversamento dei corsi d'acqua e delle opere idrauliche – CU.V1.1

OBIETTIVO

Realizzazione e interrogazione dell'Atlante nazionale delle infrastrutture di attraversamento dei corsi d'acqua e delle opere idrauliche (ad es., dighe, soglie, briglie, argini, muri di sponda, pennelli, ecc.).

L'applicativo verticale dedicato alla interrogazione e aggiornamento dell'Atlante si configura come un ambiente integrato in cui l'utente di riferimento accede mediante profilazione all'interfaccia dedicata.

Nella Gui sono presenti e preconfigurate diverse funzionalità di elaborazione dei dati geografici sia vettoriali che raster ed appositi tools di geoprocessing.

L'applicativo dovrà inoltre prevedere la possibilità di richiamare i manuali in consultazione.

L'utente potrà avviare l'algoritmo di interesse tra quelli proposti:

- Estrazione (in forma tabellare e vettoriale) delle informazioni relative alle infrastrutture di attraversamento interferenti con i corsi d'acqua.
- Estrazione (in forma tabellare e vettoriale) delle informazioni relative alle opere idrauliche realizzate lungo i corsi d'acqua

L'interfaccia di input, specifica per algoritmo selezionato, permetterà all'utente di selezionare un'area di interesse o uno specifico corso d'acqua, attraverso funzioni di selezione alfanumerica e/o di selezione su mappa, e di inserire vari dati per il filtraggio e la selezione degli oggetti secondo specifici obiettivi.

Sarà inoltre disponibile un'interfaccia per l'inserimento di nuove infrastrutture di attraversamento dei corsi d'acqua e opere idrauliche richiedendo all'utente tramite apposite form l'inserimento dei dati necessari, e/o di aggiornamento di infrastrutture e/o opere esistenti.

UTENTE TARGET

ISPRA, ADB, DPC, Regioni

DATI DI INPUT

- Dati in ingresso nel SIM dai sistemi federati sono:
 - ♦ Perimetri dei bacini idrografici e dei corpi idrici e le Mappe delle pericolosità e del rischio dei Piani Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (PAI) e dei Piani di Gestione per il Rischio Alluvione (PGRA)
 - ♦ Immagini satellitari prodotti dall' European Space Agency (ESA).
 - ♦ Ortofoto prodotte da AGEA.
 - ♦ Interventi di mitigazione del rischio idrogeologico prodotti dalla piattaforma ReNDiS (Repertorio Nazionale degli interventi per la Difesa del Suolo).

I dati saranno resi disponibili mediante i protocolli di interoperabilità e i requisiti descritti al paragrafo "Componente I/O dati sistemi federati" a pag. 72 .

- Dati nel Repository Centrale del sistema di monitoraggio del SIM:
 - ♦ Database di Sintesi Nazionale (DBSN)
- Dati in ingresso nel SIM resi disponibili da un applicativo di aggiornamento:
 - ♦ Dati aggiornati e/o nuovi provenienti da input manuali degli enti profilati e dell'Osservatorio del cittadino.

SISTEMI FEDERATI

I Sistemi federati che forniscono dati di utilità per questa applicazione sono di seguito elencati:

- Autorità Distrettuali di Bacino
- AGEA
- ESA
- ReNDiS

MODELLI E ALGORITMI

Vengono utilizzati dei tool di interrogazione e di estrazione dei dati geografici sia su base alfanumerica che geografica.

DOTAZIONI SPECIFICHE

Non sono necessarie dotazioni specifiche per il corretto funzionamento dell'applicazione.

RETI DI MONITORAGGIO

Alla presente applicazione non è collegata alcuna rete di monitoraggio.

DATI DI OUTPUT

L'applicazione degli algoritmi porterà alla produzione degli output richiesti dallo stakeholder:

- mappa delle infrastrutture di attraversamento dei corsi d'acqua.
- mappa delle opere di idrauliche.

SCHEMA DI FLUSSO

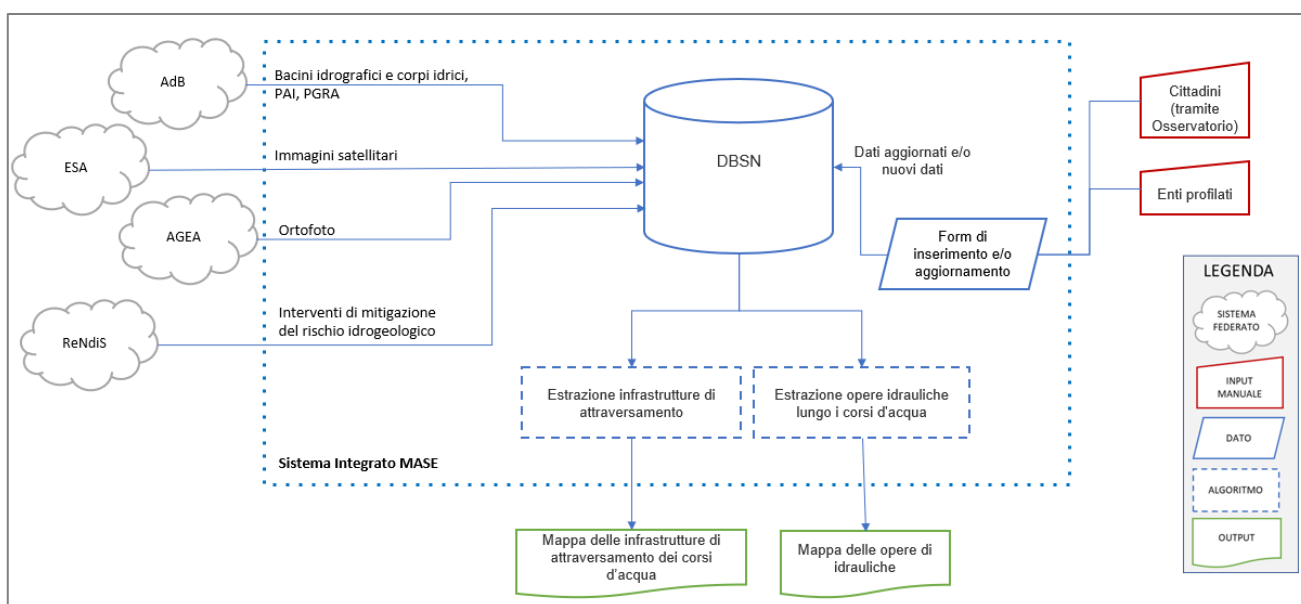


Figura 67 - Atlante nazionale infrastrutture di attraversamento e opere di difesa

8.5.1.2 Generazione automatica del reticolo idrografico - CU.V1.2

OBIETTIVO

Generazione automatica del reticolo idrografico.

L'applicativo verticale dedicato alla generazione del reticolo idrografico si configura come un ambiente integrato in cui l'utente accede mediante profilazione all'interfaccia dedicata.

Nella GUI sono messe a disposizione una serie di funzionalità di elaborazione dei dati idrografici sia vettoriali che raster.

Verranno messi a disposizione dell'utente i seguenti algoritmi:

- Geoprocessing idrologico di base
- Estrazione reticolo idrografico

L'utente potrà avvalersi di tools per il geoprocessing idrologico di base da eseguire sul DTM, messo a disposizione dalla piattaforma inserendo l'area di interesse sulla base della quale saranno estratte le informazioni di base e opereranno gli algoritmi. Tali tools saranno disponibili secondo un workflow preimpostato e permetta all'utente di variare diversi parametri di input per affinare la preelaborazione e di conseguenza la bontà e il dettaglio del reticolo idrografico in output.

- Il workflow di geoprocessing di base permetterà di:
 - elaborare il DTM per il trattamento di eventuali sink
 - eseguire il burning di oggetti estratti dal DBSN
 - elaborare la carta di direzione del flusso
 - elaborare la carta di accumulazione del flusso
 - elaborare un'anteprima del reticolo idrografico risultante

Con l'algoritmo di estrazione del reticolo idrografico l'utente avrà modo di estrarre in formato vettoriale o raster il reticolo idrografico di una specifica area d'interesse, scelta attraverso l'ausilio di interfacce per la selezione alfanumerica o attraverso selezione su mappa.

Inoltre, l'utente potrà avvalersi di tools di upload per l'utilizzo di dati quali poligoni delimitanti le aree di analisi e blue-lines per le funzionalità di stream- burning.

L'algoritmo permetterà di utilizzare i dati di input necessari elaborati attraverso l'algoritmo di geoprocessing precedente e di variare il grado di dettaglio, in termini di gerarchizzazione, del reticolo idrografico da estrarre utilizzando i seguenti parametri:

- ordine di Strhaler
- area minima di accumulazione del flusso

UTENTE TARGET

ISPRA, DPC

DATI DI INPUT

- Dati in ingresso nel SIM dai sistemi federati sono:
 - ♦ Perimetri dei bacini idrografici prodotti da ISPRA e/o dal Portale Cartografico Nazionale (PCN) e/o dalle ADB

I dati saranno resi disponibili mediante i protocolli di interoperabilità e i requisiti descritti al paragrafo "Componente I/O dati sistemi federati" (pag. 72).

- Dati nel Repository Centrale del sistema di monitoraggio del SIM:
 - ♦ Modello Digitale del Terreno (DTM)
 - ♦ Modello Digitale della Superficie (DSM)
 - ♦ Database di Sintesi Nazionale (DBSN)

SISTEMI FEDERATI

I Sistemi federati che forniscono dati di utilità per questa applicazione sono di seguito elencati:

- ISPRA
- PCN
- Autorità Distrettuali di Bacino

MODELLI E ALGORITMI

Vengono utilizzati dei tool di interrogazione e di estrazione dei dati idrografici sia su base alfanumerica che geografica.

DOTAZIONI SPECIFICHE

Non sono necessarie dotazioni specifiche per il corretto funzionamento dell'applicazione.

RETI DI MONITORAGGIO

Alla presente applicazione non è collegata alcuna rete di monitoraggio.

DATI DI OUTPUT

L'applicazione degli algoritmi porterà alla produzione degli output richiesti dallo stakeholder il quale potrà esportare anche i dati intermedi del geoprocessing di base:

- Dati intermedi del geoprocessing di base
- Reticolo idrografico

SCHEMA DI FLUSSO

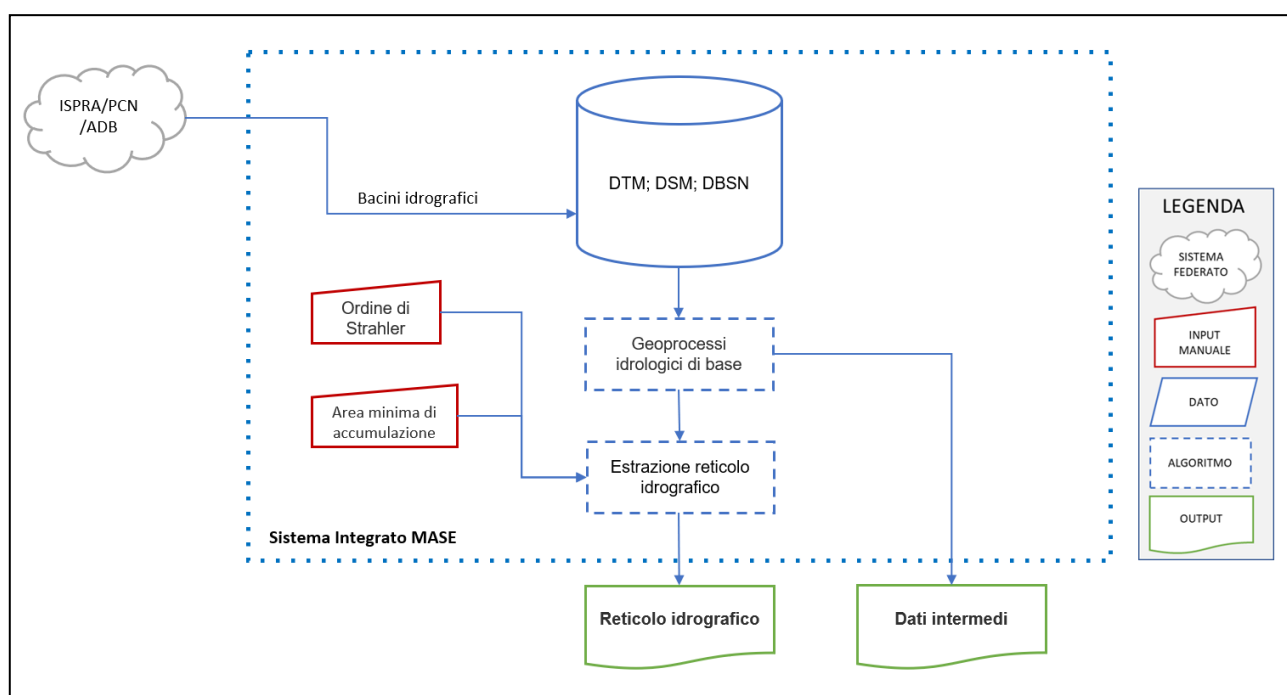


Figura 68 - Generazione automatica del reticolo idrografico

8.5.1.3 Aggiornamento carta del rischio e carta dei vincoli - CU.V1.3

OBIETTIVO

Aggiornamento carta del rischio e carta dei vincoli per i beni culturali.

L'applicativo verticale dedicato all'aggiornamento della carta del rischio e carta dei vincoli permette all'utente, in questo caso il MiC, di accedere mediante profilazione all'interfaccia dedicata basata su quanto descritto nei capitoli "Impostazione generale degli applicativi" (cfr. § 8.1) e "Caratteristiche comuni" (cfr. § 8.2).

Nella GUI sono presenti funzionalità di elaborazione dei dati geografici, sia vettoriali che raster, che attraverso tool specifici consentono di interrogare ed elaborare le carte in ingresso.

Attraverso la delimitazione dell'area specifica di interesse, individuata grazie all'ausilio di strumenti per la selezione alfanumerica o attraverso tool interattivi di selezione e/o tracciamento su mappa, l'utente sarà in grado di estrarre aree a diversa pericolosità idro-geomorfologica, quali:

- dissesti
- aree a pericolosità geomorfologica
- aree a pericolosità idraulica

Saranno disponibili dei workflow parametrizzati per effettuare analisi di prossimità, analisi di sovrapposizione e tracciamento di aree di rispetto sui diversi beni culturali.

Sarà a disposizione dell'utente anche l'algoritmo per il tracciamento delle aree di intervisibilità potendo impostare diversi parametri ed utilizzando i seguenti dati:

- DTM
- DSM
- Edifici estratti dal DBSN
- Localizzazione beni culturali

UTENTE TARGET

MiC

DATI DI INPUT

- Dati in ingresso nel SIM dai sistemi federati sono:
 - ♦ Carte del Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (PAI) e carte del Piano di Gestione Rischio Alluvioni (PGRA).
 - ♦ Catalogo IFFI prodotto da ISPRA.
 - ♦ Localizzazione dei Beni Culturali MiC.

I dati saranno resi disponibili mediante i protocolli di interoperabilità e i requisiti descritti al paragrafo "Componente I/O dati sistemi federati" (pag. 72).

- Dati contenuti nel Repository Centrale del SIM:
 - ♦ DTM
 - ♦ DSM
 - ♦ DBSN

SISTEMI FEDERATI

I Sistemi federati che forniscono dati di utilità per questa applicazione sono di seguito elencati:

- Autorità Distrettuali di Bacino
- ISPRA
- MiC

MODELLI E ALGORITMI

Vengono utilizzati dei tool di interrogazione e di estrazione dei dati geografici sia su base alfanumerica che geografica.

DOTAZIONI SPECIFICHE

Non sono necessarie dotazioni specifiche per il corretto funzionamento dell'applicazione.

RETI DI MONITORAGGIO

Alla presente applicazione non è collegata alcuna rete di monitoraggio.

DATI DI OUTPUT

L'applicazione degli algoritmi porterà alla produzione dei seguenti output:

- Carta del rischio
- Carta dei vincoli
- Carta di intervisibilità

SCHEMA DI FLUSSO

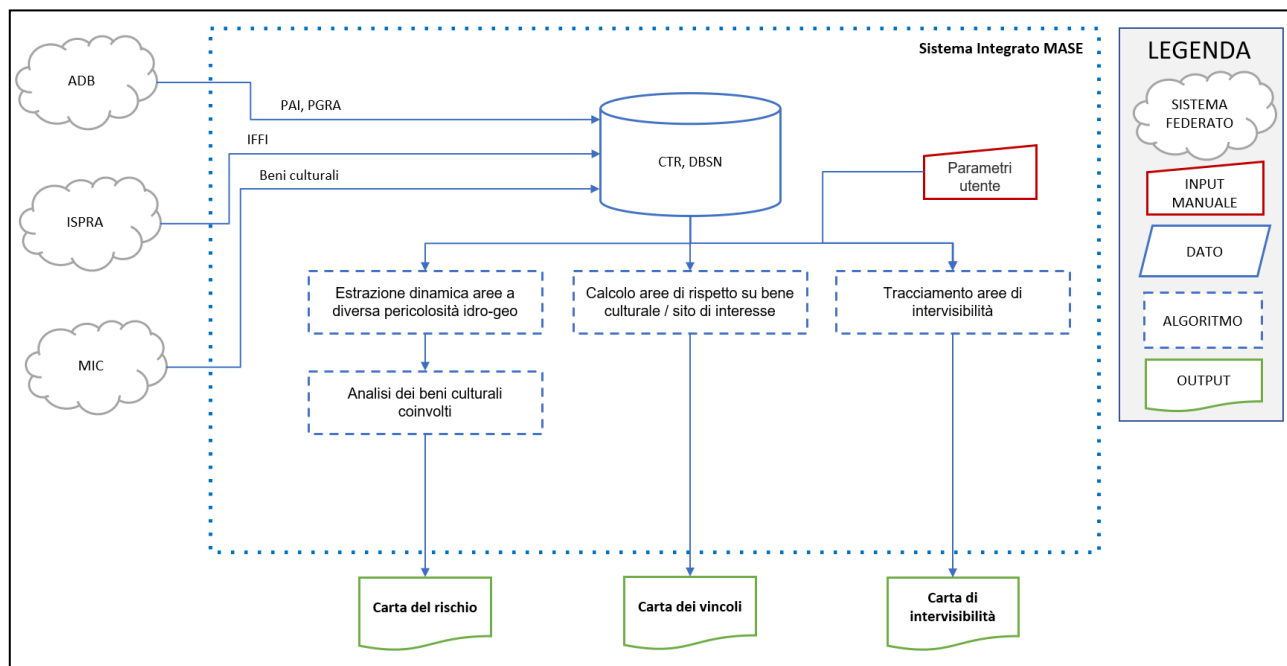


Figura 69 - Aggiornamento carta del rischio e carta dei vincoli

8.5.1.4 Generazione di mappe tematiche da dati satellitari e ortofoto – CU.V1.4

OBIETTIVO

Generazione di mappe tematiche da dati satellitari e ortofoto.

L'applicativo verticale dedicato all'analisi dei dati satellitari si configura come un ambiente integrato in cui l'utente di riferimento accede mediante profilazione all'interfaccia dedicata basata su quanto descritto nei capitoli "Impostazione generale degli applicativi" (cfr. § 8.1) e "Caratteristiche comuni" (cfr. § 8.2).

Nella GUI sono presenti funzionalità di elaborazione dei dati che consentono di interrogare gli input con i seguenti algoritmi:

- Calcolo Snow Water Equivalent (SWE)
- Analisi interferometrica
- Analisi multispettrale delle immagini satellitari
- Classificazione immagini satellitari.

L'interfaccia di input, specifica per algoritmo selezionato, permetterà all'utente di selezionare un'area di interesse, attraverso funzioni di selezione alfanumerica e/o di selezione su mappa.

UTENTE TARGET

ISPRA, ADB, DPC, AM, Regioni

DATI DI INPUT

- Dati in ingresso nel SIM dai sistemi federati sono:

- ◆ Immagini satellitari prodotti da iniziative PNOT.
- ◆ Ortofoto prodotte da AGEA.
- ◆ Dati relativi agli invasi prodotti dal Sistema di Monitoraggio in tempo reale dei dati idrologici-idraulici delle grandi dighe del MIMS.
- Dati in ingresso nel SIM dalla strumentazione installata in situ:
 - ◆ Dati osservati dalla rete nivometrica (nevemont).

I dati saranno resi disponibili mediante i protocolli di interoperabilità e i requisiti descritti al paragrafo “Componente I/O dati sistemi federati” da pag. 72.

SISTEMI FEDERATI

I Sistemi federati che forniscono dati di utilità per questa applicazione sono di seguito elencati:

- PNOT
- MIMS
- AGEA

MODELLI E ALGORITMI

Vengono utilizzati dei tool per il calcolo dello SWE e per le analisi interferometrica e multispettrale delle immagini satellitari. Un ulteriore tool permetterà la classificazione delle immagini satellitari.

DOTAZIONI SPECIFICHE

Non sono necessarie dotazioni specifiche per il corretto funzionamento dell'applicazione.

RETI DI MONITORAGGIO

Alla presente applicazione è collegata la rete di monitoraggio nivometrica (Nevemont).

DATI DI OUTPUT

L'applicazione degli algoritmi porterà alla produzione degli output richiesti dallo stakeholder:

- Snow water equivalent
- Mappe copertura nivale
- Mappe post evento
- Carta copertura del suolo
- Mappa dell'umidità del suolo

SCHEMA DI FLUSSO

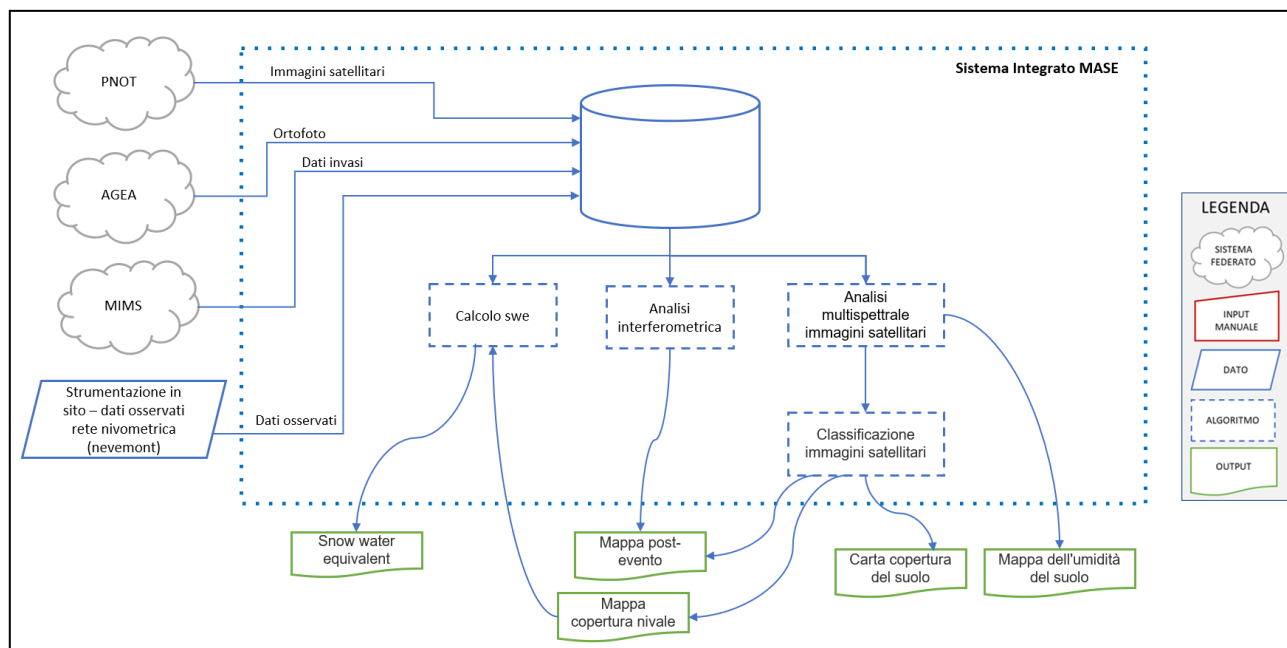


Figura 70 - Generazione di mappe tematiche da dati satellitari e ortofoto.

8.5.1.5 Supporto a modelli idrologici e idraulici - CU.V1.5

OBIETTIVI

Supporto a modelli idrologici e idraulici.

L'applicativo verticale dedicato all'aggiornamento al supporto a modelli idrologici e idraulici permette all'utente di accedere mediante profilazione all'interfaccia dedicata basata su quanto descritto nei capitoli "Impostazione generale degli applicativi" (cfr. § 8.1) e "Caratteristiche comuni" (cfr. § 8.2).

Nella GUI sono messe a disposizione dell'utente una serie di funzionalità che attraverso tool specifici consentono di interrogare gli input al fine di estrarre le informazioni richieste.

L'utente avrà la possibilità di definire l'area specifica di interesse attraverso strumenti di selezione alfanumerica (es. nome bacino idrografico principale, nome bacino idrografico secondario, ecc.) e attraverso tool di selezione e/o tracciamento su mappa oltre che ai diversi strati informativi di interesse, oppure tramite il caricamento di file vettoriali poligonali.

Stabiliti tali parametri da parte dell'utente si avvieranno gli algoritmi di estrazione per gli strati informativi di interesse.

UTENTE TARGET

ISPRA, ADB, DPC, Regioni

DATI DI INPUT

- Dati in ingresso nel SIM dai sistemi federati sono:
 - ◆ Ortofoto prodotte da AGEA.
 - ◆ Perimetri dei bacini idrografici e mappe delle aree allagabili prodotti dalle Autorità di Bacino (AdB).
 - ◆ Stima delle componenti del bilancio idrologico e trasformazione afflussi-deflussi prodotti dai modello BIGBANG e SACRAMENTO.
 - ◆ Rete di osservazione grandi dighe per il monitoraggio in tempo reale dei dati idrologici-idraulici.
 - ◆ Localizzazione di interventi tramite la piattaforma ReNDiS.

- ◆ Accesso alle osservazioni idrologiche in Italia pubblicate, anche per la parte storica (Annali Idrologici), tramite la piattaforma di condivisione dei dati idrometeorologici HIS Central
- ◆ Bilancio idrico e idrologico e PGRD tramite il modello RIBASIM (River BASin SIMulation).
- Dati in ingresso nel SIM dalla strumentazione installata in situ:
 - ◆ Dati osservati dalle reti idro-meteo.
 - ◆ Dati provenienti da strumentazione mobile e inseriti come input manuali.

I dati saranno resi disponibili mediante i protocolli di interoperabilità e i requisiti descritti al paragrafo "Componente I/O dati sistemi federati" da pag. 72.

- Dati nel RdS:
 - ◆ Modello Digitale del Terreno (DTM).
 - ◆ Modello Digitale della Superficie (DSM).
 - ◆ Rilievi topografici e batimetrici.
 - ◆ Carta della copertura del suolo (prodotta da algoritmo di classificazione dati rilevati/telerilevati)
 - ◆ Carta dell'umidità del suolo (prodotta da algoritmo di classificazione dati rilevati/telerilevati)
 - ◆ Carta del suolo (prodotta da algoritmo di classificazione dati rilevati/telerilevati)

SISTEMI FEDERATI

I Sistemi federati che forniscono dati di utilità per questa applicazione sono di seguito elencati:

- AGEA
- Autorità Distrettuali di Bacino
- BIGBANG/SACRAMENTO
- Sistema di monitoraggio delle grandi dighe
- ReNDiS
- HIS CENTRAL
- RIBASIM
- ISPRA

MODELLI E ALGORITMI

Vengono utilizzati dei tool di interrogazione e di estrazione dei dati geografici e idrografici sia su base alfanumerica che geografica.

DOTAZIONI SPECIFICHE

Le dotazioni specifiche necessarie per il corretto funzionamento dell'applicazione sono le strumentazioni in sito per la rilevazione dei dati osservati delle reti idro-meteo e strumentazione mobile. Le dotazioni specifiche per il corretto funzionamento dell'applicazione sono riportate nel § 9.1.

RETI DI MONITORAGGIO

Alla presente applicazione è collegata la rete di monitoraggio idro-meteo.

DATI DI OUTPUT

L'applicazione degli algoritmi porterà alla produzione degli output richiesti dallo stakeholder:

- Carta della copertura del suolo
- Carta del suolo
- Carta dell'umidità del suolo
- Bilancio idrologico e idrico

- DTM e DSM
- Scale di deflusso
- Serie pluviometriche ad intervalli specifici
- Localizzazioni interventi in alveo

Tali output potranno essere scaricati in diversi formati in modo da adattarsi all'input dello specifico modello idrologico/idraulico per la specifica applicazione d'ambito.

SCHEMA DI FLUSSO

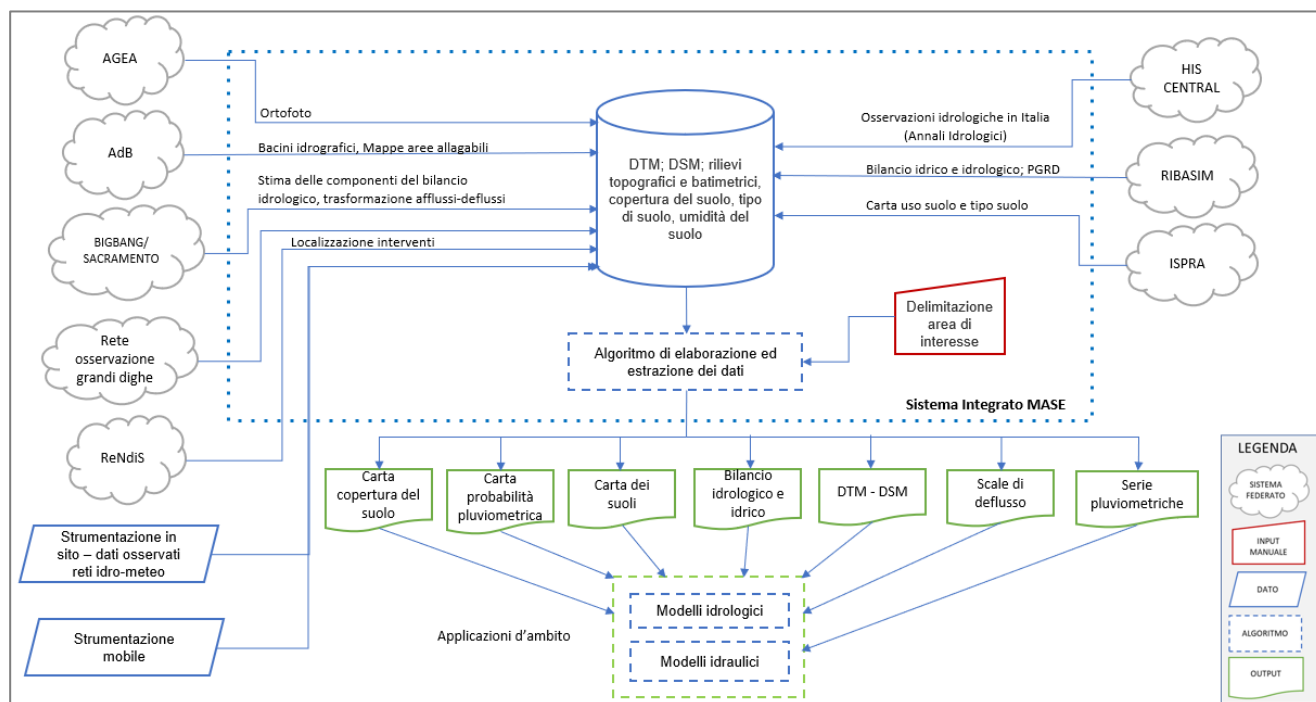


Figura 71 - Supporto a modelli idrologici e idraulici

8.5.1.6 Analisi ed estrazione dati della rete osservativa in situ e mobile - CU.V1.6

OBIETTIVO

Analisi ed estrazione dati della rete osservativa in situ e mobile.

L'applicativo verticale dedicato all'analisi ed estrazione dei dati acquisiti dalle stazioni di monitoraggio in situ e mobili si configura come un ambiente integrato in cui l'utente di riferimento accede mediante profilazione all'interfaccia dedicata basata su quanto descritto nei capitoli "Impostazione generale degli applicativi" (cfr. § 8.1) e "Caratteristiche comuni" (cfr. § 8.2).

Nella GUI sono messe a disposizione dell'utente una serie di funzionalità che attraverso tool specifici consentono di interrogare gli input al fine di estrarre le informazioni richieste.

L'utente avrà la possibilità di definire l'area specifica di interesse, o le singole stazioni, attraverso strumenti di selezione alfanumerica e attraverso tool di selezione e/o tracciamento su mappa.

Le aree di interesse predefinite saranno le seguenti:

- Regione
- Provincia
- Comune
- Bacino idrografico
- Nome/codice stazione
- Punti di rilievo con strumentazione mobile

Attraverso il tool di selezione interattiva l'utente potrà definire una specifica area e selezionare tutte le stazioni/punti di rilievo ricadenti in quest'ultima.

Effettuata la selezione potrà effettuare la scelta delle grandezze di interesse (es. piogge, temperature, ecc.) e l'intervallo temporale.

Definiti i diversi parametri l'utente potrà effettuare un download delle serie di dati in formato raw o aggregato secondo diversi step temporali impostati (es. ora, giorno, mese, anno, ecc.).

Inoltre, su specifiche grandezze, potranno essere applicati algoritmi per l'ottenimento di dati derivati.

UTENTE TARGET

ISPRA, ADB, DPC, AM, Regioni

DATI DI INPUT

- Dati in ingresso nel SIM dalla strumentazione installata in situ:
 - ◆ Rete radar
 - ◆ Rete idrometrica
 - ◆ Rete meteo/agrometeo
 - ◆ Rete nivometrica
 - ◆ Rete geologica
 - ◆ Rete accelerometrica
 - ◆ Strumentazione mobile

Nel SIM confluiranno tutti i dati acquisiti dalla strumentazione installata in situ e da strumentazione mobile quali ad esempio:

- radar
- inclinometri
- fessurimetri
- pluviometri
- termometri
- anemometri
- nivometri
- GNSS
- interferometri terrestri
- ecc.

I dati saranno resi disponibili mediante i protocolli di interoperabilità e i requisiti descritti al paragrafo "Componente I/O dati sistemi federati" a pag. 72.

SISTEMI FEDERATI

- Alla presente applicazione non è collegato alcun Sistema Federato.

MODELLI E ALGORITMI

Vengono utilizzati dei tool per l'ottenimento di dati elaborati riferiti ad una specifica grandezza (ad es. le piogge di massima intensità ad 1, 3, 6, 12 e 24 ore) e per l'estrazione in specifici intervalli temporali.

L'utente potrà anche avvalersi di un algoritmo di calcolo per la generazione di un report statistico, come supporto per eventuali valutazioni di qualità dei dati, contenente ad esempio:

- minimo, massimo, media, moda, mediana, deviazione standard, ecc.
- box plot con outliers

- individuazione di soluzioni di continuità nella serie
- grafico della distribuzione di frequenza
- ecc.

Tale report potrà essere scaricato, in vari formati (es. pdf, html, ecc.), insieme ai dati come descritto in precedenza.

Tutti i dati prodotti potranno essere scaricati secondo il formato file preferito (es. excel, csv, ecc.) e scegliendo quali informazioni aggiuntive esportare (es. nome stazione, tipo sensore, anno di attività, ecc.).

DOTAZIONI SPECIFICHE

Le dotazioni specifiche per il corretto funzionamento dell'applicazione sono riportate nel § 9.1.

RETI DI MONITORAGGIO

Alla presente applicazione sono collegati i dati acquisiti dalle seguenti reti di monitoraggio in situ:

- Rete Dinamica Nazionale GNSS (§ 6.1)
- Rete di monitoraggio in situ dei movimenti franosi (§ 6.3)
- Rete IdroAgroMeteo (§ 6.5)
- Rete Sismica (§ 6.6).

DATI DI OUTPUT

L'applicazione degli algoritmi porterà alla produzione dei seguenti output:

- Serie dati raw
- Serie dati elaborati
- Report statistico

SCHEMA DI FLUSSO

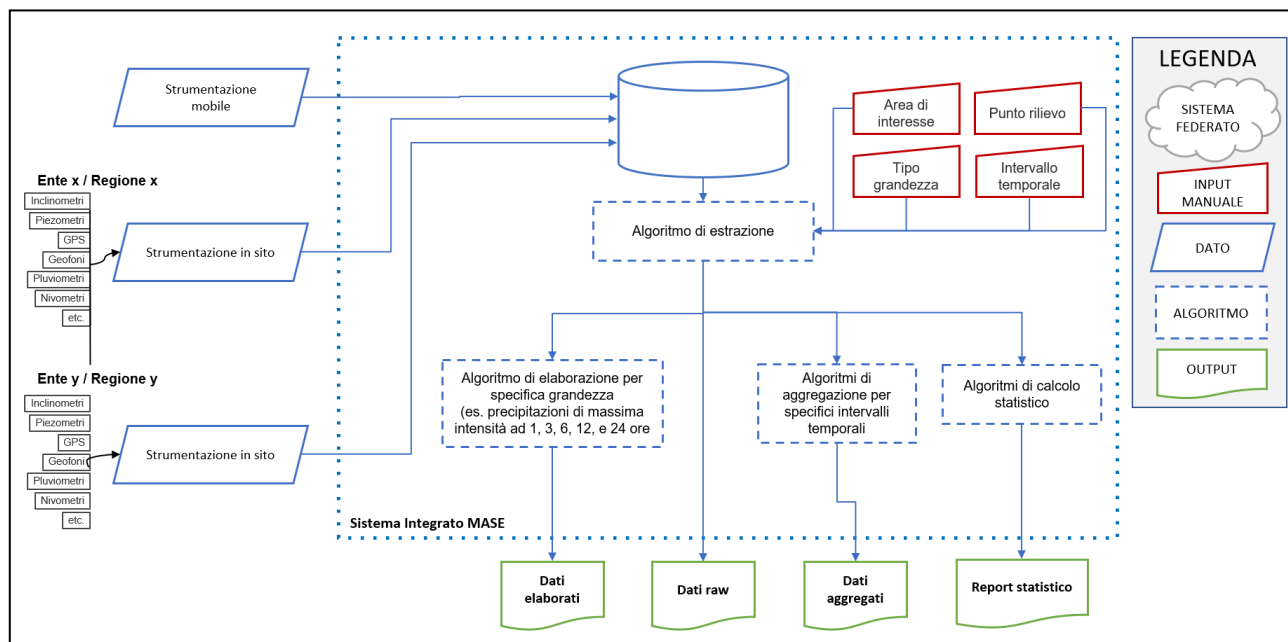


Figura 72 - Analisi ed estrazione dati della rete osservativa in situ e mobile

8.5.1.7 Calcolo delle curve di probabilità pluviometrica - CU.V1.7

OBIETTIVI

Calcolo delle curve di probabilità pluviometrica.

L'applicativo verticale dedicato al calcolo delle curve di probabilità pluviometrica si configura come un ambiente integrato in cui l'utente accede mediante profilazione all'interfaccia dedicata.

Nella GUI sono messe a disposizione dell'utente una serie di funzionalità che attraverso tool specifici consentono di elaborare gli input al fine di ottenere le informazioni richieste.

L'utente avrà la possibilità di selezionare una o più stazioni pluviometriche tramite strumenti di selezione alfanumerica o tool interattivi di selezione su mappa, ovvero la possibilità di caricare proprie serie di dati.

Inoltre, avrà la possibilità di selezionare diverse distribuzioni di probabilità (EV1, GEV, TCEV, ecc.), diversi metodi di stima dei parametri (ML, MoM, PWM, ecc.) e test statistici sulla bontà di adattamento.

Effettuata la selezione delle stazioni oggetto di elaborazione, l'utente dovrà definire una lista di tempi di ritorno per cui effettuare il calcolo dei parametri a ed n delle curve di probabilità pluviometrica.

A seguire tale calcolo l'utente avrà la possibilità di applicare degli algoritmi di interpolazione per la creazione delle mappe dei parametri a ed n per l'area identificata dal bounding box delle stazioni selezionate.

I parametri a ed n per diversi tempi di ritorno e per le diverse stazioni potranno essere esportate in forma tabellare in vari formati (es. Excel, csv, ecc.), con la possibilità di esportazione del plotting delle curve di probabilità pluviometrica.

Le mappe interpolate dei parametri a ed n potranno essere scaricate in vari formati raster (es. ascii, tif, jpg, ecc.).

UTENTE TARGET

ADB, ISPRA, DPC, Regioni

DATI DI INPUT

Dati nel RdS:

- ◆ Dati pluviometrici

SISTEMI FEDERATI

I Sistemi federati che forniscono dati di utilità per questa applicazione sono di seguito elencati:

- ISPRA
- MISTRAL

MODELLI E ALGORITMI

Vengono utilizzati dei tool di interrogazione e di estrazione dei dati idrologici sia su base alfanumerica che geografica.

DOTAZIONI SPECIFICHE

Le dotazioni specifiche necessarie per il corretto funzionamento dell'applicazione sono le strumentazioni in sito e strumentazione mobile. Le dotazioni specifiche per il corretto funzionamento dell'applicazione sono riportate nel § 9.1.

RETI DI MONITORAGGIO

Alla presente applicazione non è collegata alcuna rete di monitoraggio.

DATI DI OUTPUT

- Tabella parametri a ed n per tempo di ritorno e per stazione
- Grafici delle curve di probabilità pluviometrica per tempo di ritorno e per stazione
- Mappa del parametro a interpolato
- Mappa del parametro n interpolato

SCHEMA DI FLUSSO

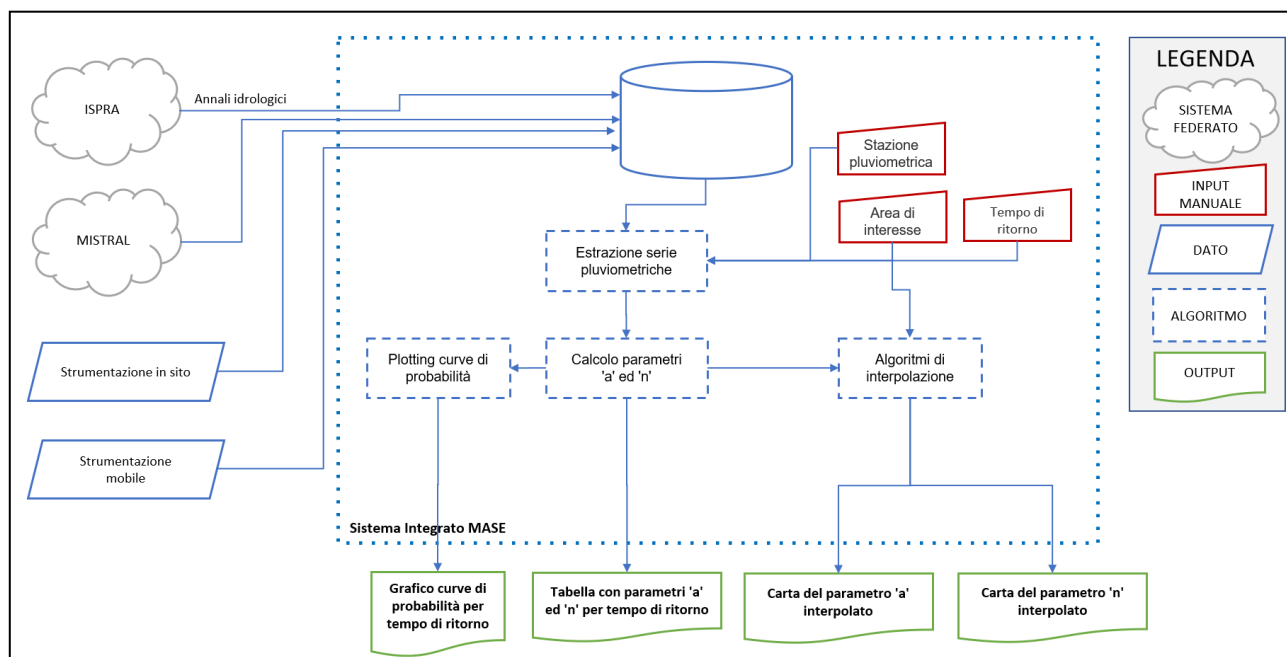


Figura 73 - Calcolo delle curve di probabilità pluviometrica

8.5.1.8 Monitoraggio SAR - CU.V1.8

OBIETTIVO

Monitoraggio mediante interferometria SAR dei movimenti del suolo.

L'applicativo verticale dedicato all'analisi ed estrazione dei dati acquisiti dalle stazioni di monitoraggio in situ e mobili si configura come un ambiente integrato in cui l'utente di riferimento accede mediante profilazione all'interfaccia dedicata basata su quanto descritto nei capitoli "Impostazione generale degli applicativi" (cfr. § 8.1) e "Caratteristiche comuni" (cfr. § 8.2).

Nella GUI sono messe a disposizione dell'utente una serie di funzionalità che attraverso tool specifici consentono di elaborare gli input al fine di ottenere i prodotti elaborati.

L'utente avrà la possibilità di definire l'area specifica di interesse attraverso strumenti di selezione alfanumerica e attraverso tool di selezione e/o tracciamento su mappa.

Effettuata la selezione delle aree oggetto di elaborazione, l'utente dovrà definire l'intervallo temporale di interesse per effettuare l'acquisizione delle immagini SAR necessarie.

L'applicazione della procedura descritta consentirà di ottenere dati cartografici quali ad esempio le carte di velocità e di movimento del suolo, e utilizzando algoritmi di machine learning anche carte di suscettibilità.

UTENTE TARGET

ISPR, ADB, DPC, Regioni

DATI DI INPUT

- Dati in ingresso nel SIM dai sistemi federati elencati al paragrafo “SISTEMI FEDERATI” (cfr. § 7) e strumentazione in situ (vedere paragrafo “Azione specifica per le 8 Regioni del Mezzogiorno” a pag. 186) sono:
 - ♦ Immagini SAR prodotte da iniziative PNOT
 - ♦ Dati reti GNSS IGM
 - ♦ Dati reti monitoraggio in situ delle frane
 - ♦ Cartografia aree in frana PAI prodotte da AdB
 - ♦ Inventario dei fenomeni franosi in Italia IFFI prodotto da ISPRA
 - ♦ Strumentazione in situ (Corner Reflector) preesistenti e di nuova installazione
 - ♦ European Strong Motion Database EGMS
- Dati nel Repository Centrale (§2.4.2) del sistema di monitoraggio del SIM:
 - ♦ DTM; DSM; DBSN

SISTEMI FEDERATI

Alla presente applicazione sono collegati i seguenti Sistemi Federati:

- EGMS
- PNOT
- IGM
- AdB
- ISPRA

MODELLI E ALGORITMI

L'utente potrà avvalersi di un algoritmo per il processamento delle immagini SAR in modo iterativo attraverso la tecnica della *Permanet Scatter Interferometry*, per restituire l'output. A supporto di tale processo, gli algoritmi di machine learning, posso essere utilizzati per la classificazione dei movimenti osservati e per la generazione delle mappe di suscettibilità.

La procedura di validazione dovrà seguire l'approccio usato per la validazione dell'European Ground Motion Service, EGMS)³ comprendere le seguenti tipologie di test di confronto tra i prodotti derivanti dal monitoraggio satellitare (velocità PS/DS di livello 1 e 2) con:

- i dati osservati attraverso il monitoraggio in situ dei fenomeni franosi;
- gli intervalli temporali osservati da reti GNSS che non siano state già utilizzate per la calibrazione del dato satellitare ovvero da livellazioni geodetiche;
- gli intervalli temporali di velocità risultanti da altri servizi di ground motion disponibili e confrontabili a scala di maggior dettaglio (regionali) ma anche a scala più piccola (European Ground Motion Service, EGMS).

DOTAZIONI SPECIFICHE

Non sono necessarie dotazioni specifiche per il corretto funzionamento dell'applicazione.

RETI DI MONITORAGGIO

Alla presente applicazione sono collegati i dati acquisiti dalle seguenti reti di monitoraggio in situ:

- Rete Dinamica Nazionale GNSS (§ 6.1)
- Rete di monitoraggio in situ dei movimenti franosi (§ 6.3).

DATI DI OUTPUT

L'applicazione degli algoritmi porterà alla produzione dei seguenti output:

- Mappe di velocità
- Carte di suscettibilità movimenti del suolo
- Mappe di spostamento
- DEM Corretti.

SCHEMA DI FLUSSO

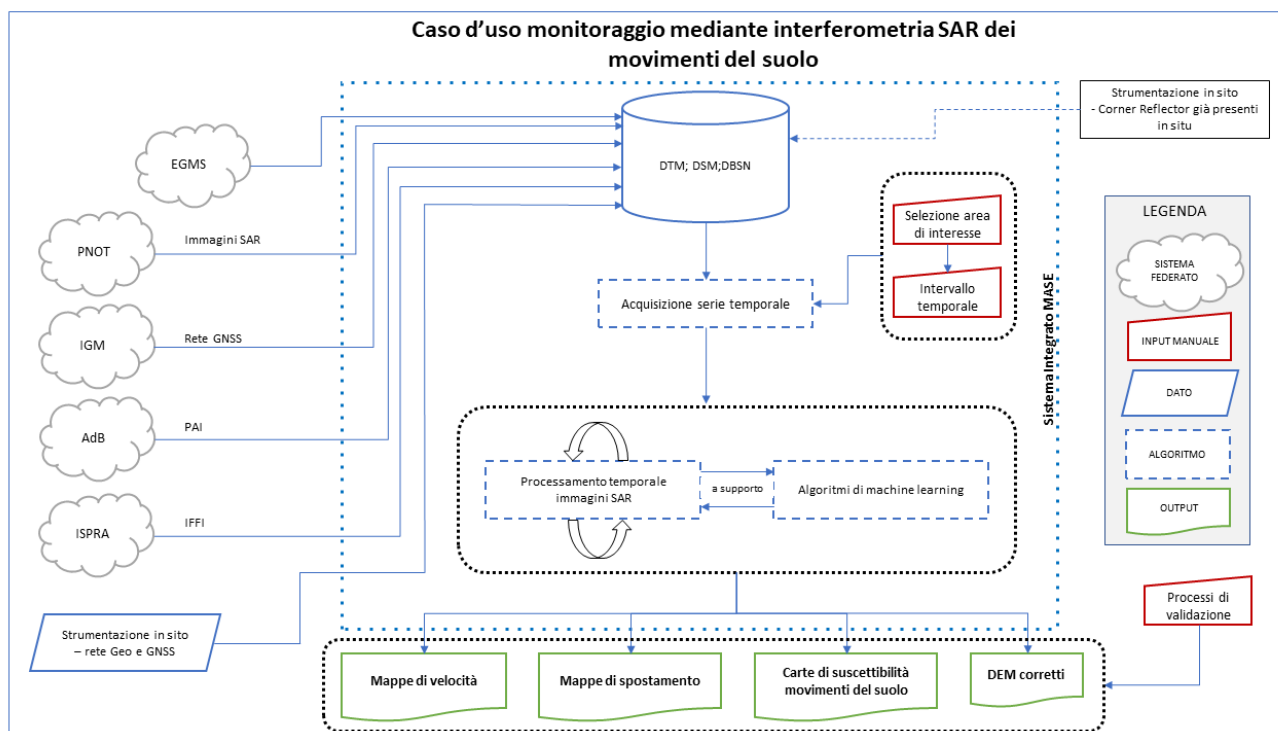


Figura 74 - Monitoraggio SAR

NOTA: in alternativa a questa applicazione, per rispondere alle esigenze espresse dallo stakeholder si può esaminare anche l'utilizzo del servizio EGSM (European Ground Motion Service).

L'EGMS si basa sull'analisi interferometrica multitemporale delle immagini radar di Sentinel-1 a piena risoluzione e, pur non essendo pienamente compatibile con le richieste degli stakeholder in termini di risoluzione, può costituire una interessante alternativa.

Bisogna infatti considerare che le attività di analisi interferometrica richiedono non solo una catena di processamento dei dati molto impegnativa in termini di risorse HW ma richiede anche la presenza di personale altamente specializzato in tale tematica e un continuo approfondimento degli algoritmi per arrivare a sfruttare in modo sempre più efficace le potenzialità di questa tecnologia. Appoggiarsi a un servizio esistente comporta di non avere la necessità di dotarsi di specialisti del settore e di alleggerire le risorse HW e SW necessarie.

8.5.1.9 Previsione delle variabili meteorologiche - CU.V1.9

OBIETTIVO

L'applicativo verticale dedicato alla fornitura della previsione delle variabili meteorologiche offrirà previsioni meteorologiche ad alta risoluzione su tutto il territorio nazionale, sfruttando le uscite delle catene modellistiche esistenti presso i cosiddetti "Enti Meteo" di livello regionale e nazionale.

Il dato di previsione meteorologico potrà essere fruibile essenzialmente:

- da un utente esterno: accederà mediante profilazione al SIM. Nella GUI saranno presenti delle funzionalità che permetteranno all'utente di selezionare l'area di interesse e di selezionare la tipologia di previsione desiderata.

- all'interno dell'applicazione integrata: le funzioni di interoperabilità interna tra applicazioni daranno la possibilità di accedere direttamente ed automaticamente ai dati di previsione meteo presenti nella Repository Centrale secondo lo schema architetturale applicativo generale (vedi paragrafo § 2.5.2).

UTENTE TARGET

Enti pubblici o privati. Inoltre, il dato di previsione meteo sarà essenziale per molteplici applicazioni integrate nel SIM.

DATI DI INPUT

- osservazioni delle variabili meteorologiche fornite dalle reti di monitoraggio presenti sul territorio nazionale.
- condizioni iniziali e al contorno fornite da un modello a circolazione generale. Ad esempio, prodotti da ECMWF (European Centre for Medium-Range Weather Forecasts), GFS (Global Forecast Model) o GLOBO (sviluppato da CNR-ISA).
- previsioni meteo prodotte da modelli locali come COSMO IT, COSMO 2I, WRF, BOLAM e MOLOCH

I dati saranno raccolti nel Repository Centrale (§ 2.5.2) secondo le regole ed i protocolli del sistema di ingestion descritto nel paragrafo § 2.5.3.1, in particolare per la componente dei dati in real-time.

SISTEMI FEDERATI

I Sistemi federati che forniscono dati di utilità per questo applicativo verticale sono tutte le catene modellistiche degli enti regionali e nazionali che condivideranno la previsione meteorologica nel portale.

MODELLI E ALGORITMI

Nel presente applicativo verticale verrà usato un modello numerico per le previsioni meteo ad alta risoluzione a breve termine e a brevissimo termine (nowcasting). Inoltre, verrà usato un algoritmo per la messa a sistema delle previsioni disponibili, fornite dalle diverse catene modellistiche presenti sul territorio nazionale, fornendo una previsione meteo di tipo ensemble.

DOTAZIONI SPECIFICHE

Al presente caso d'uso non è collegata alcuna dotazione specifica.

RETI DI MONITORAGGIO

Nel seguente applicativo verticale verranno usate le osservazioni delle variabili meteorologiche fornite dalle reti di monitoraggio meteo ed agro-meteo presenti sul territorio nazionale

DATI DI OUTPUT

Il sistema fornirà in output il dato di previsione meteorologico di tipo deterministico o probabilistico (ensemble) ottenuto da uno o più modelli di previsione tra quelli federati nel SIM. Inoltre, fornirà la previsione attraverso un sistema multi-model, integrando tra di loro le varie uscite delle principali catene modellistiche presenti in Italia. Tali previsioni saranno disponibili per tutti gli altri servizi di applicativi integrati nel SIM, per i quali il dato di previsione meteorologica rappresenta un dato essenziale per un corretto monitoraggio o allertamento. In questo caso l'informazione sarà inglobata direttamente in un pacchetto dati opportunamente organizzato e strutturato. Nel caso di chiamata da utente esterno, sarà possibile visualizzare il dato sul territorio nazionale grazie ad un'interfaccia che permetterà la selezione delle zone e delle previsioni di interesse.

SCHEMA DI FLUSSO

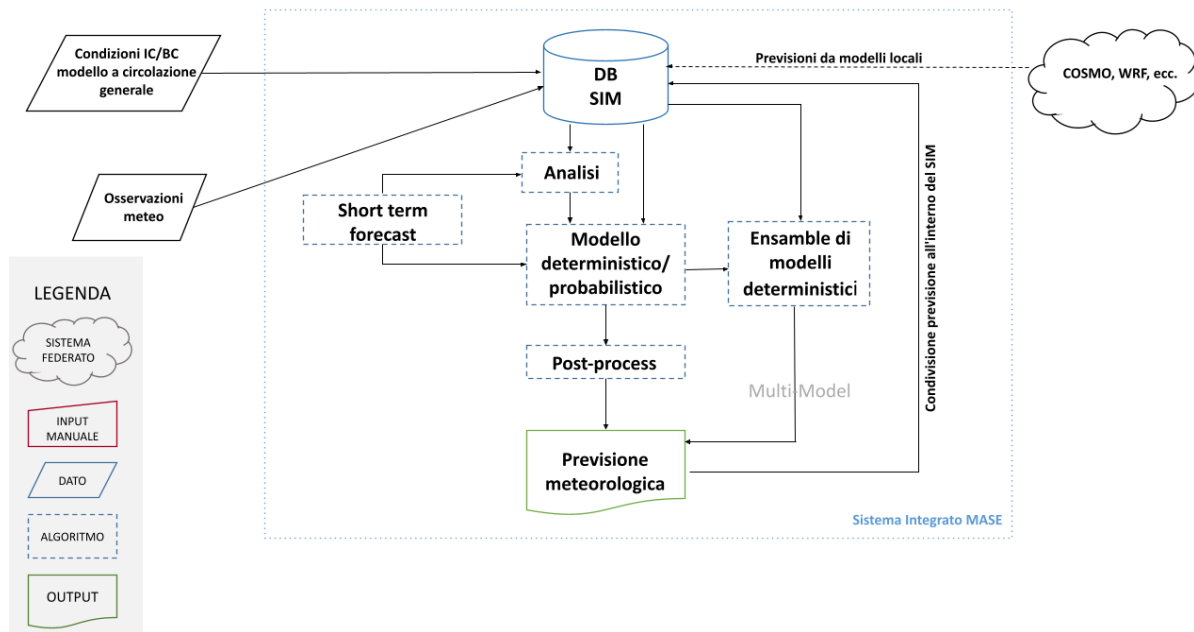


Figura 75: Applicazione verticale per la fornitura di previsioni meteorologiche

8.5.1.10 Stima del regime di frequenza delle portate di piena e degli effetti del cambiamento climatico e territoriale - CU.V1.10

OBIETTIVO

Caratterizzazione del regime di frequenza delle portate di piena sul reticolo idrografico principale a livello puntuale per una probabilità data (espressa in termini di tempo di ritorno) e valutazione degli effetti del cambiamento climatico e territoriale sulle diverse componenti prese in esame: precipitazioni estreme, portate di piena e idrogrammi di piena.

A tale scopo si prevede il reperimento di dati idrometrici relativi ai massimi annui delle portate al colmo di piena; esecuzione attività di sanitizzazione dei dati, volte all'identificazione di possibili errori e di situazioni di alterazione antropica significativa delle serie storiche; applicazione di metodi di analisi di frequenza locale e regionale per la stima della portata di piena di assegnato tempo di ritorno; applicazione della propagazione delle stime lungo il reticolo idrografico attraverso modelli idrologici o approcci semplificati; applicazione di metodi afflussi-deflussi.

Inoltre, si prevede l'implementazione di modelli del tipo Clausius-Clapeyron con il fine di correlare l'aumento delle precipitazioni estreme agli incrementi di temperatura attesi, tarati su dati storici bivariati (tempo- pioggia). Si svilupperanno, inoltre, modelli climatici per diversi scenari di emissione di gas-serra finalizzati alla valutazione degli impatti di possibili cambiamenti climatici sul regime di frequenza delle portate di piena (valori di portata al colmo ed idrogrammi di piena) ed alla quantificazione della relativa incertezza.

UTENTE TARGET

ISPRA, DPC, Autorità di Bacino Distrettuali

DATI DI INPUT

- Dati in ingresso nel SIM dai sistemi federati sono:
 - ◆ Piani Stralci per l'Assetto Idrogeologico e Piani di Gestione per il Rischio Alluvioni (ADB)
 - ◆ Dati idrologici (Progetto Annali, HIS Central, MISTRAL)
 - ◆ Dati sui beni culturali e paesaggistici (SecurArt, Sistema informativo carta del rischio, SITAP)
 - ◆ Dati sugli invasi (Sistema di osservazione Grandi Dighe)

- ◆ Opere di difesa (ReNDiS)

I dati saranno resi disponibili mediante i protocolli di interoperabilità e i requisiti descritti al paragrafo "Componente I/O dati sistemi federati" (pag. 72).

- Dati nel Repository Centrale del sistema di monitoraggio del SIM:
 - ◆ Modello Digitale del Terreno (DTM)
 - ◆ Modello Digitale della Superficie (DSM)
 - ◆ Database di Sintesi Nazionale (DBSN)

SISTEMI FEDERATI

- ADB
- ISPRA
- DPC
- MiC
- MIMS
- MISTRAL

MODELLI E ALGORITMI

- Tool Anàbasi
- IDRAIM
- BIGBANG
- Flood-PROOFS
- Modellistica previsionale meteo-climatica

DOTAZIONI SPECIFICHE

L'applicazione potrebbe trarre numerosi dati di input beneficiando della strumentazione mobile per la rilevazione di parametri idrologici nonché per il rilievo LiDAR.

RETI DI MONITORAGGIO

- Rete IdroAgroMeteo
- Rete Radar

DATI DI OUTPUT

L'applicazione degli algoritmi e dei modelli porterà alla produzione degli output richiesti dallo stakeholder il quale potrà esportare anche i dati intermedi del geoprocessing di base.

- Portate di piena
- Idrogrammi di piena
- Precipitazioni estreme
- Aree inondabili per assegnato tempo di ritorno

SCHEMA DI FLUSSO

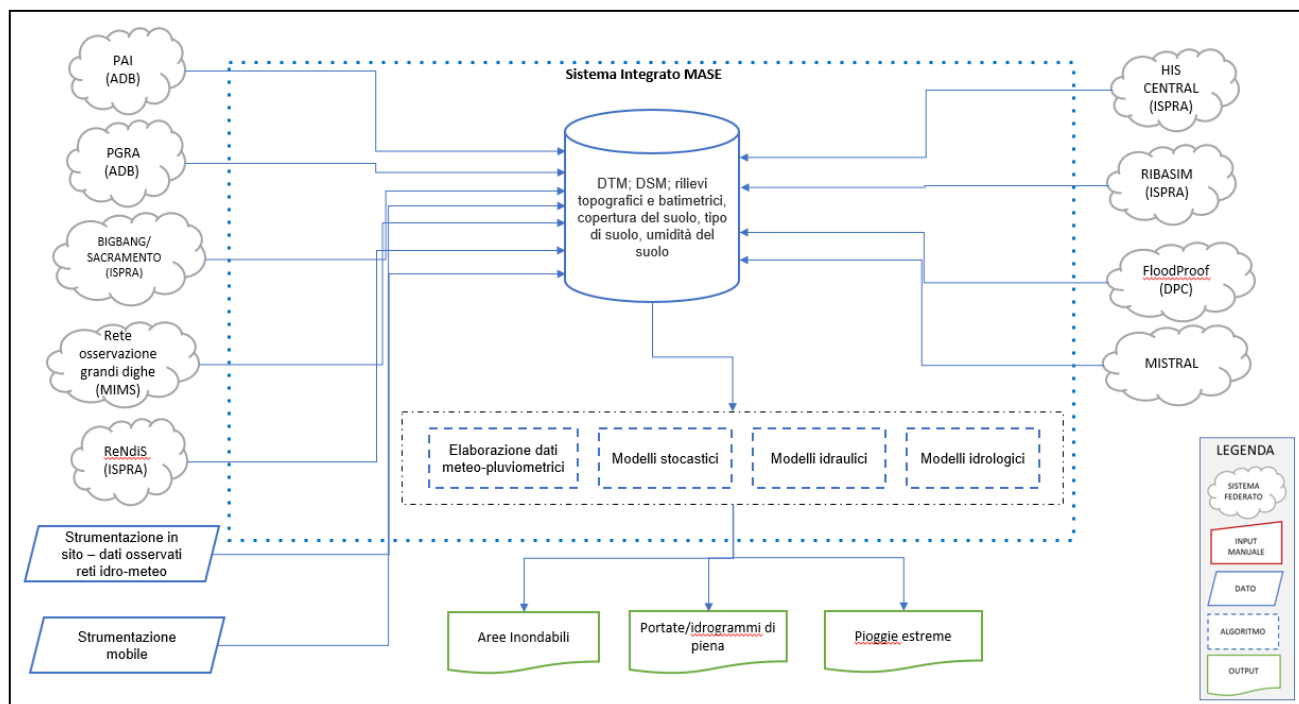


Figura 76 - Stima del regime di frequenza delle portate di piena e degli effetti del cambiamento climatico e territoriale

8.5.1.11 Calcolo indicatori per la valutazione della siccità e della scarsità idrica - CU.V1.11

OBIETTIVO

Calcolo degli indicatori utili al monitoraggio ed alla valutazione di eventi di siccità e scarsità idrica elencati di seguito:

- **Standardized Precipitation Index (SPI):** ampiamente diffuso a livello internazionale, nazionale e regionale/locale per il monitoraggio, a diverse scale temporali, della siccità in termini di deficit (o surplus) di precipitazione rispetto alla media climatologica. E' basato sul confronto tra la precipitazione registrata in un determinato periodo di T mesi (dove con la distribuzione a lungo termine della precipitazione aggregata per lo stesso periodo di tempo. In altre parole, se si vuole calcolare lo SPI a 1 mese per il mese di giugno, si dovrà considerare la serie delle precipitazioni registrate nel mese di giugno per gli anni passati, mentre se si vuole calcolare lo SPI a 6 mesi alla fine di giugno si metterà confronto la pioggia registrata nel periodo gennaio–giugno con la serie a lungo termine della pioggia gennaio–giugno registrata negli anni passati, e così via.
- A seconda della durata del periodo t considerato, l'indice SPI potrà fornire informazioni utili per valutare i potenziali impatti della siccità meteorologica:
 - ♦ SPI riferito a periodi brevi di aggregazione temporale (da 1 a 3 mesi) fornisce indicazioni sugli impatti immediati, quali quelli relativi alla riduzione di umidità del suolo, del manto nevoso e della portata nei piccoli torrenti;
 - ♦ SPI riferito a periodi medi di aggregazione temporale (da 3 a 12 mesi) fornisce indicazioni sulla riduzione delle portate fluviali e delle capacità negli invasi;
 - ♦ SPI riferito a più lunghi periodi di aggregazione temporale (oltre i 12 mesi) fornisce indicazioni sulla ridotta ricarica degli invasi e sulla disponibilità di acqua nelle falde.
- **Standardized Run-off Index (SRI):** noto anche come Standardized Discharge Index (SDI) o come Standardized Flow Index (SFI), da adottare in maniera complementare allo SPI come indicatore per la siccità idrologica. basato sulla valutazione della probabilità di osservare una portata media mensile su una determinata scala temporale. Come per lo SPI, questo indicatore può essere calcolato per differenti scale temporali a seconda delle caratteristiche del bacino e delle finalità

del monitoraggio. In generale, scale temporali di breve durata (SRI1 e SRI3) sono utili nei piccoli bacini e in quelli non artificiali, mentre scale temporali maggiori (SRI12, SRI18, SRI24, ...) sono, ad esempio, più adatte ai grandi bacini caratterizzati da un ciclo idrologico più complesso.

Ovviamente, questo indicatore può essere calcolato solo in corrispondenza di sezioni in cui si hanno serie storiche di dati di portata sufficientemente lunghe e stazionarie, rappresentative di bacini naturali o poco antropizzati. È un indicatore che può essere utilizzato nella valutazione dell'impatto della siccità sui volumi degli invasi qualora la sezione di riferimento considerata sia quella in ingresso all'invaso. Attenzione deve, invece, essere posta nell'utilizzo di tale indicatore in presenza di stazioni i cui dati di portata risentono in modo significativo degli effetti delle attività antropiche, in quanto potrebbero distorcere il naturale trend dell'evento in esame e falsarne la valutazione di severità.

Sebbene SRI e SPI siano simili e fortemente correlati quando si considerano scale emporali dell'ordine dell'anno o superiori, differenze si riscontrano tra i due indicatori su scale temporali più brevi (1, 3 e 6 mesi) e su bacini di grandi dimensioni. Le differenze aumentano alla diminuzione della scala temporale e all'aumentare della dimensione del bacino. Lo SRI incorpora nella sua valutazione quei processi idrologici che determinano uno sfasamento stagionale nell'influenza del clima sulle portate (Shukla e Wood, 2008).

Per tale motivo, lo SRI è da considerarsi complementare allo SPI per grandi bacini e durate brevi.

- **Standardized SnowPack Index (SSPI):** indicatore analogo allo SPI in cui si utilizzano i valori dell'equivalente in acqua della neve (SWE–snow water equivalent) anziché quelli di pioggia, e di cui si consiglia l'utilizzo in quei distretti idrografici/aree in cui è rilevante per la disponibilità della risorsa idrica l'apporto fornito dal manto nevoso/snowpack. In alcune aree del territorio italiano, soggette a un clima più freddo, diventa rilevante per la disponibilità della risorsa idrica anche l'apporto fornito dalla precipitazione che cade in forma nevosa. L'acqua contenuta nel manto nevoso riduce nei mesi invernali le portate e le ricariche degli acquiferi, e di contro aumenta il deflusso (per la fusione delle nevi) nei mesi primaverili e all'inizio dell'estate. Un cambiamento in questo schema (dovuto, ad es., anche ai cambiamenti climatici) può ovviamente incidere sulla disponibilità della risorsa.
- **Standardized Precipitation Evapotranspiration Index (SPEI):** a differenza dello SPI, considera anche le variazioni in termini di evapotraspirazione potenziale. E' riconosciuto come anche le temperature possano giocare un ruolo fondamentale nell'esacerbare condizioni siccitose. In particolare, temperature elevate e, di conseguenza, alti tassi di evapotraspirazione, possono influenzare in maniera significativa i processi di interazione suolo-atmosfera e quindi i meccanismi di formazione dei deflussi superficiali, nonché di infiltrazione e conseguente ricarica ai corpi idrici sotterranei.

UTENTE TARGET

ISPRA, DPC, Autorità di Bacino Distrettuali

DATI DI INPUT

- Dati in ingresso nel SIM dai sistemi federati sono:
 - ◆ Piani di Gestione delle Acque (ADB)
 - ◆ Dati idrologici (Progetto Annali, HIS Central, MISTRAL)
 - ◆ Dati sugli invasi (Sistema di osservazione Grandi Dighe)

I dati saranno resi disponibili mediante i protocolli di interoperabilità e i requisiti descritti al paragrafo "Componente I/O dati sistemi federati" (pag. 72).

- Dati nel Repository Centrale del sistema di monitoraggio del SIM:
 - ◆ Modello Digitale del Terreno (DTM)
 - ◆ Modello Digitale della Superficie (DSM)
 - ◆ Database di Sintesi Nazionale (DBSN)

- ◆ Mappa della copertura del suolo

SISTEMI FEDERATI

- ADB
- ISPRA
- MIMS
- MISTRAL

MODELLI E ALGORITMI

- Tool Anàbasi
- IDRAIM
- BIGBANG
- Modellistica previsionale meteo-climatica

DOTAZIONI SPECIFICHE

L'applicazione potrebbe trarre numerosi dati di input beneficiando della strumentazione mobile per la rilevazione di parametri idrologici nonché per il rilievo LiDAR.

RETI DI MONITORAGGIO

- Rete IdroAgroMeteo
- Rete Radar

DATI DI OUTPUT

L'applicazione degli algoritmi e dei modelli porterà alla produzione degli output richiesti dallo stakeholder il quale potrà esportare anche i dati intermedi del geoprocessing di base.

- Mappa raster dello SPI
- Mappa raster dello SRI
- Mappa raster dello SSPI
- Mappa raster dello SPEI

SCHEMA DI FLUSSO

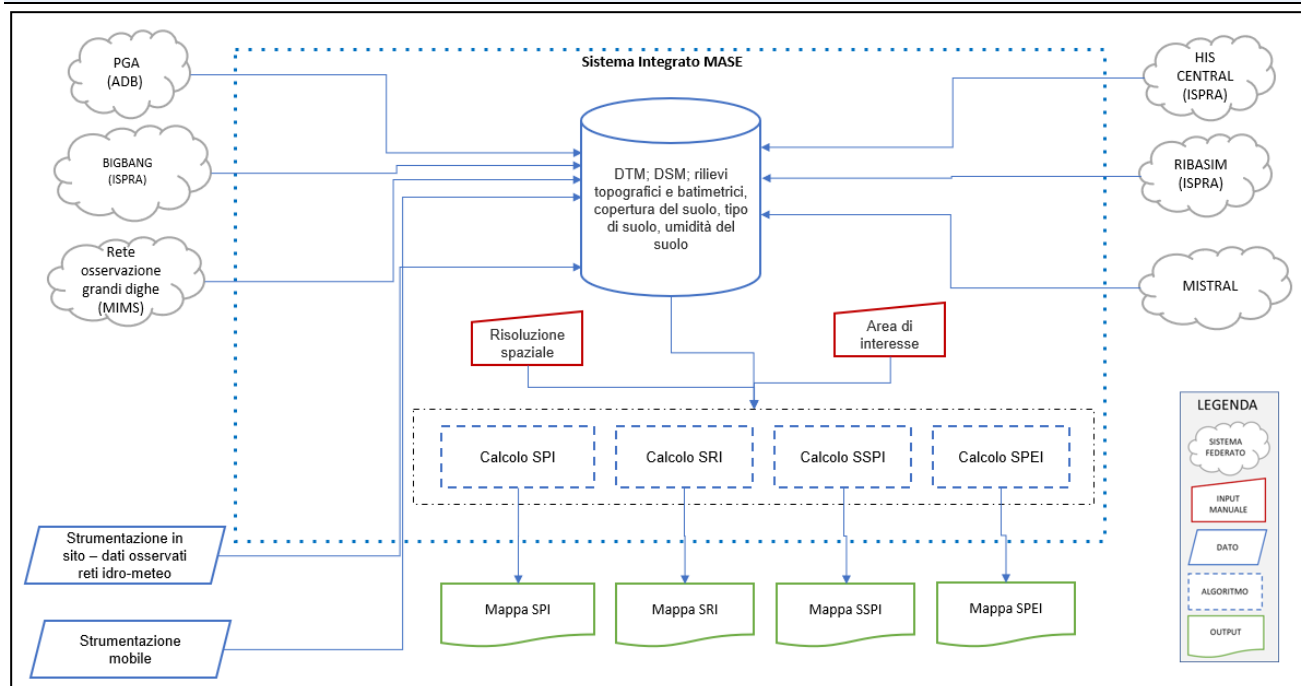


Figura 77 - Calcolo indicatori per la valutazione della siccità e della scarsità idrica

8.5.1.12 Cruscotto di Piano Acque - CU.V1.12

OBIETTIVO

Tale proposta ha come oggetto la replica del Cruscotto di Piano Acque già sviluppato in ambito del progetto CReIAMO PA (Linea d'intervento L6 WP1), ideato e creato dall'ex Autorità di Bacino del fiume Arno già nel 2010 per utilizzo dello stesso ente, ma che ad oggi risulta non operativo, come applicativo informatico a disposizione degli utenti ed enti gestori all'interno del SIM.

L'applicazione consente di disporre di un quadro conoscitivo dello stato della risorsa idrica che si interfaccia con il quadro degli interventi, fungendo così da utile strumento di supporto alle decisioni per le programmazioni future.

L'unità di riferimento del sistema è il corpo idrico, in conformità agli indirizzi comunitari. Per questo motivo, particolare importanza assume la pagina della scheda del corpo idrico, dove sono riportate le informazioni salienti e attraverso le quali è reso evidente il collegamento tra fattori determinanti, pressioni da questi causate, stato ecologico/chimico/quantitativo, impatti e misure da attuare per il raggiungimento degli obiettivi, secondo un'applicazione operativa dell'approccio DPSIR (Driving Forces, Pressures, State, Impact, Responses), schema logico proposto per la raccolta dei dati ambientali a fini gestionali dall'Agenzia Europea per l'Ambiente (EEA).

Oltre a questo, per ogni corpo idrico significativo individuato nei PGA il cruscotto fornisce informazioni conoscitive concatenate relative a caratteristiche generali, tra cui l'interferenza con altri corpi idrici (superficiali e sotterranei) e la presenza di aree protette.

Alla luce di ciò, già nella sua veste originale proposta dall'ex Autorità di Bacino dell'Appennino Settentrionale, il Cruscotto di Piano si propone come strumento utile a:

- individuare le pressioni (incluse quelle a monte, nel caso dei corpi idrici superficiali) che potrebbero influire sullo stato (chimico, ecologico e/o quantitativo) e gli impatti sul corpo idrico;
- individuare le misure necessarie a contrasto delle pressioni e degli impatti rilevati e valutare così la sufficienza delle misure in atto;
- stimare il gap esistente tra lo stato della risorsa e l'obiettivo dello stato "buono" del corpo idrico;
- scegliere le azioni supplementari necessarie per colmare il gap, da includere nell'aggiornamento del Programma delle Misure.

Rispetto alla versione originale dell'ex Autorità di Bacino del fiume Arno, l'attuale applicativo presenta una nuova e più moderna interfaccia grafica delle pagine di navigazione e nuove funzionalità che consentono di:

- gestire le utenze, definendo i permessi e le funzionalità accessibili dalle stesse;
- amministrare i dati e i metadati del sistema, con funzionalità di modifica e/o aggiornamento, cancellazione e creazione;
- estrarre i dati nei formati più comuni, per poter effettuare analisi mirate;
- acquisire e visualizzare ulteriori dati, da inserire attraverso maschere opportunamente predisposte, con specifico riferimento ad alcune tabelle del database WFD Reporting 2022

Per la descrizione delle varie componenti dell'applicazione e del loro utilizzo si rimanda all'allegato "Manuale d'uso Cruschetto di Piano" redatto nel corso dell'attuazione del progetto CREIAMO PA (Linea d'intervento L6 WP1).

8.5.2 Verticale 2 - Agricoltura di precisione - Applicativi

Sono di seguito descritte le applicazioni verticali che il SIM metterà a disposizione degli utenti afferenti alle problematiche del Verticale 2 – Agricoltura di precisione.

Per definizione tutte le applicazioni ereditano le caratteristiche espresse nei capitoli "Impostazione generale degli applicativi" (da pag. 354) e "Caratteristiche comuni" (da pag. 354).

8.5.2.1 Richiesta dati da rete Agro-Meteo – CU.V2.1

OBIETTIVO

Interrogazione e recupero dati di agrometeorologia dalla Rete Agrometeo Nazionale (RAN) e regionali tramite SIM. L'applicativo si presenta come un ambiente integrato nel quale poter visualizzare su mappa le stazioni agrometeorologiche e accedere alle informazioni misurate dalla sensoristica installata su queste (vedi descrizione di dettaglio al Par. 8.5.2.3). L'utente avrà a disposizione una serie di tools per poter interpretare graficamente e statisticamente le informazioni da uno o più sensori, in tempo reale ma anche tramite l'elaborazione di serie storiche. Inoltre, è prevista anche la possibilità di confrontare misure di sensori da diverse stazioni. L'interfaccia oltre a visualizzare grafici delle misure e valori di riferimento, dovrà rendere disponibile esportazione dei dati secondo i più comuni formati standard alfanumerici (es.: .txt ; .csv).

UTENTE TARGET

Enti pubblici o privati attivi nelle tematiche di agricoltura di precisione. Applicazioni integrate nel SIM che fanno uso di dati agrometeorologici.

DATI DI INPUT

Misure dalla sensoristica in dotazione alle stazioni facenti parti della Rete Agrometeo Nazionale e reti agrometeorologiche regionali. I dati saranno raccolti nel RdS secondo le regole ed i protocolli del sottosistema "INGESTION" (pag. 65), in particolare per la componente dei dati in real-time.

PROFILAZIONE ED ELABORAZIONI NEL SIM

Il dato agrometeo potrà essere fruibile sia lato utente che lato applicazione integrata. In quest'ultimo caso, le funzioni di interoperabilità interna tra applicazioni daranno la possibilità di accedere direttamente ed automaticamente ai dati agrometeo presenti nella RdS secondo lo schema architetturale applicativo generale (vedi paragrafo "Schema architetturale applicativo generale" a pag. 58). Per quanto riguarda l'utente esterno, accederà mediante profilazione all'interfaccia GIS realizzata secondo le specifiche descritte nei capitoli "Impostazione generale degli applicativi" (pag. 354) e "Caratteristiche comuni" (pag. 354). Nella Gui sono presenti tool di geoprocessing con funzionalità di interrogazione ed elaborazione dei dati agrometeo. Mediante l'interfaccia GIS, l'utente potrà:

- Localizzare e visualizzare su mappa le stazioni RAN e regionali con il loro stato (attivo/disattivo)
- Ricercare le stazioni RAN e regionali presenti in un'area localizzata tramite inserimento manuale di un poligono o caricamento di un'area d'interesse in formato vettoriale.
- Selezionare la stazione desiderata ed aprire un pannello di controllo con dei tools di analisi in cui, per tutti i sensori o per quello di interesse, sia possibile visualizzare:
 - ♦ informazioni di riferimento della stazione (posizione, sensoristica installata);
 - ♦ dato in tempo reale;
 - ♦ dato elaborato: grafico della serie storica secondo un range temporale definito dall'utente. Grafico delle misure in almeno 3 istanti temporali definiti dall'utente;
 - ♦ raffronto grafico delle misure da uno o più sensori tra 2 diverse stazioni, in tempo reale o secondo range temporali definiti dall'utente

DATI DI OUTPUT

Il sistema fornirà in output il dato agrometeo da uno o più sensori della stazione interrogata. In caso di chiamata da uno dei servizi applicativi integrati nel SIM l'informazione sarà inglobata direttamente in un pacchetto dati. Nel caso di chiamata da utente esterno, potrà essere visualizzata su interfaccia ma anche l'esportazione in formato testo includendo oltre al dato anche le informazioni di contesto (data, ora, nome e coordinate della stazione) ed i grafici del dato elaborato generati dall'utente.

Caso d'uso – Richiesta dati da Rete Agrometeo Nazionale

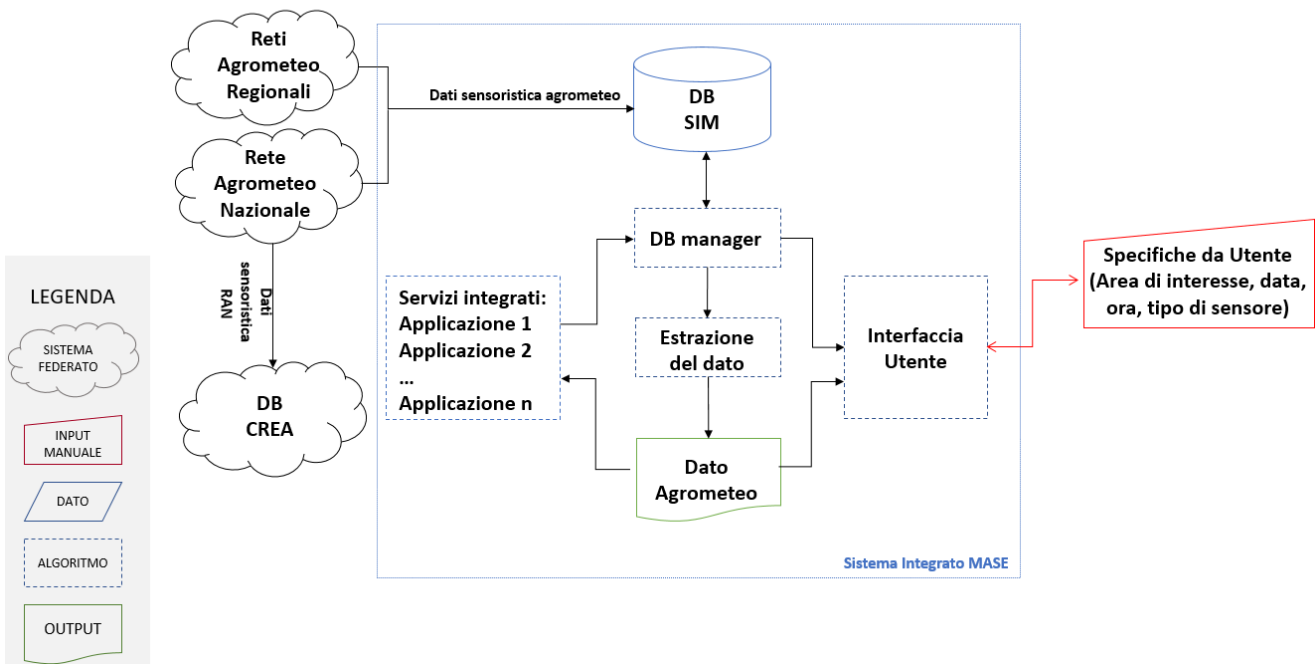


Figura 78 - Applicazione - Richiesta dati da rete Agro-Meteo

8.5.2.2 Richiesta consiglio irriguo da servizio IRRIFRAME – CU.V2.2

OBIETTIVO

Fornitura del consiglio ferti-irriguo tramite interrogazione del sistema federato IRRIFRAME da parte del SIM. L'applicativo si propone all'utente nella forma di Graphical User Interface (GUI) tramite la quale poter interagire con il sistema federato IRRIFRAME (§ 7.2) in carico della produzione del consiglio fertirriguo. Il SIM gestirà il flusso informativo e lo scambio dati tramite le API messe a disposizione dal fornitore del servizio. L'utente, tramite GUI, potrà inserire le informazioni di riferimento utili a produrre il consiglio fertirriguo, con la possibilità di sfruttare anche informazioni puntuali sul proprio appezzamento se ne è in possesso, altrimenti affidandosi ai layer informativi

standard messi a disposizione dal fornitore del servizio. LA GUI oltre a rendere possibile l'inserimento degli input, dovrà provvedere a visualizzare gli output grafici e di testo prodotti dal servizio IRRIFRAME, con la possibilità di esportare il report del consiglio irriguo così come il registro delle irrigazioni.

UTENTE TARGET

Enti pubblici o privati attivi nelle tematiche di agricoltura di precisione, consorzi agricoli, piccole e medie aziende agricole.

DATI DI INPUT

- Misure dalla sensoristica in dotazione alle stazioni facenti parti della Rete Agrometeo Nazionale. I dati saranno raccolti nel RdS secondo le regole ed i protocolli del sistema di ingestione descritto nel paragrafo "Componente I/O dati sistemi federati" (pag. 72), in particolare per la componente dei dati in real-time.
- Dati nel RdS:
 - ◆ Carta dei Suoli d'Italia derivata da dati pedologici e prodotta dal CREA
 - ◆ Previsione meteorologica prodotta dai modelli integrati nel SIM

PROFILAZIONE ED ELABORAZIONI NEL SIM

Il calcolo del consiglio irriguo potrà essere richiesto dall'utente registrato ed autenticato mediante profilazione all'interfaccia GIS dedicata al verticale 2 che eredita le caratteristiche espresse nei capitoli "Impostazione generale degli applicativi" (da pag. 354) e "Caratteristiche comuni" (da pag. 354).

Nella Gui vengono presentati i campi informativi di input da compilare, seguendo quelli che dovranno essere i dati di input richiesti dal servizio federato IRRIFRAME, in particolare: localizzazione dell'appezzamento, dati ambientali, impianto irriguo e coltura. Nel caso dei dati ambientali l'utente può inserire le informazioni sul terreno e sulle variabili agrometeo messe a disposizione dalla Repository Centrale del SIM. Il servizio federato IRRIFRAME garantisce comunque il funzionamento utilizzando delle proprie sorgenti informative nell'area dell'appezzamento indicato. Una volta completata la fase di inserimento delle informazioni, il SIM inizializza e gestisce lo scambio informativo ed il flusso dati con il servizio federato IRRIFRAME, tramite servizi API attraverso l'API Manager. Il processo termina con la consegna del risultato da parte del servizio federato IRRIFRAME.

DATI DI OUTPUT

Il SIM fornirà in output sulla GUI il consiglio irriguo generato dal servizio federato IRRIFRAME, così come il registro delle irrigazioni. L'utente potrà visualizzare, modificare e rifinire ulteriormente secondo tutte le possibili interazioni offerte dalle librerie disponibili dal servizio federato e, infine, scaricare il tutto sotto forma di report.

Caso d'uso – Richiesta consiglio irriguo da servizio IRRIFRAME

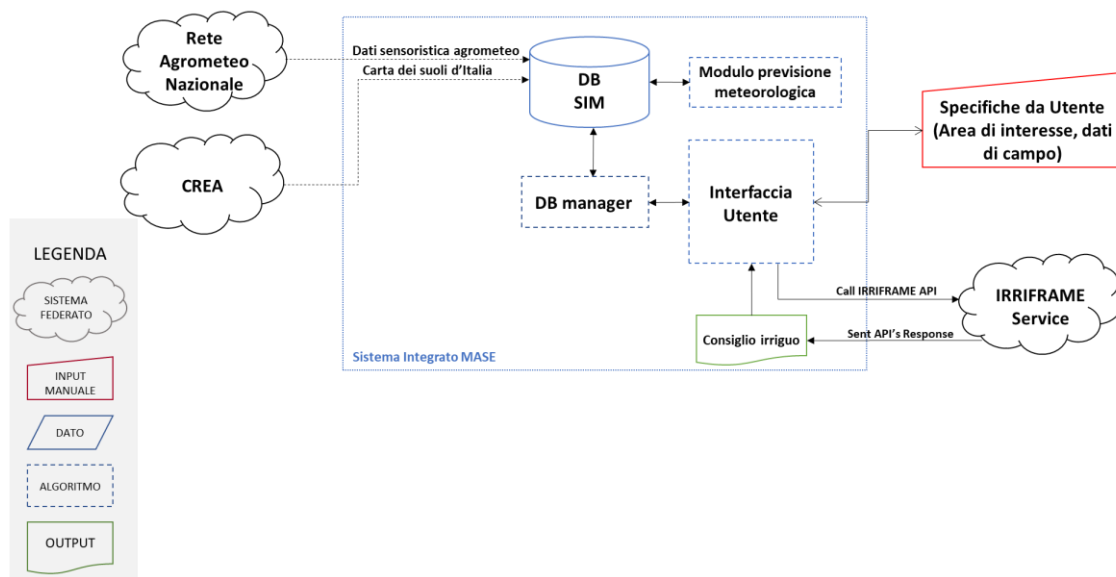


Figura 79 - Applicazione -Richiesta consiglio irriguo

8.5.2.3 Interfaccia GIS Verticale 2 – CU.V2.3

FINALITÀ

L'interfaccia GIS a disposizione dell'utente profilato per l'accesso ai servizi di agricoltura di precisione deve poter visualizzare su basemap nazionale le stazioni della Rete Agrometeorologica Nazionale ed accedere al sistema federato IRRIFRAME per la stima del consiglio fertirriguo.

DESCRIZIONE

INTERFACCIA RAN:

L'ambiente GIS deve poter visualizzare su basemap nazionale le stazioni della Rete Agrometeorologica Nazionale, fornendo in anteprima informazioni sullo stato di operatività (attiva/in manutenzione) e l'ultimo dato aggiornato. Selezionando la stazione di interesse dovranno poter essere visualizzati le misure di ogni sensore ed accedendo a dei tools di analisi, l'utente dovrà essere in grado di interrogare la stazione richiedendo serie storiche e statiche di base per il sensore desiderato. Le informazioni dovranno essere restituite a schermo tramite grafici e testo, includendo la possibilità di esportare l'informazione in formato testuale (.csv). Inoltre, deve poter essere offerta all'utente la possibilità di confrontare sia in tempo reale, che selezionando uno specifico intervallo di tempo, le misure dello stesso sensore da due stazioni differenti.

INTERFACCIA IRRIFRAME:

L'utente dovrà poter inserire le informazioni utili al funzionamento di IRRIFRAME, che ricordiamo essere un sistema federato tramite API. IRRIFRAME, al momento, mette a disposizione una serie di librerie per una completa interoperabilità, che andranno approfondite nel dettaglio dai responsabili dello sviluppo. In generale, può essere preso a riferimento il manuale di utilizzo del servizio (https://www.irriframe.it/irriframe/Content/Manuale_Irriframe.pdf), attualmente attivo e disponibile dal portale https://www.irriframe.it/irriframe/home/index_er. L'utente dovrà quindi essere in grado di registrare il suo appezzamento (localizzazione) tramite tool di disegno su mappa, inserire i dati ambientali, l'impianto irriguo e la coltura. In output dovrà poter visualizzare il consiglio fertirriguo i grafici generati ed il registro irrigazioni.

INPUT

INTERFACCIA RAN:

- Dislocazione delle stazioni RAN riportate su basemap

INTERFACCIA IRRIFRAME:

- Localizzazione dell'appezzamento
- Dati ambientali
- Dati impianto irriguo
- Dati coltura

Per il dettaglio degli input fare riferimento al manuale d'utilizzo del servizio.

OUTPUT

INTERFACCIA RAN:

- Informazioni a schermo sulla stazione selezionata
- Esportazione in formato testo (.csv) di serie storiche e statistiche per una stazione per il sensore desiderato

INTERFACCIA IRRIFRAME:

- Consiglio fertirriguo
- Grafici generati dal modello IRRIFRAME
- Registro irrigazioni

8.5.3 Verticale 3 - Monitoraggio inquinamento marino e litorale - Applicativi

Sono di seguito descritte le applicazioni verticali che il SIM metterà a disposizione degli utenti afferenti alle problematiche del Verticale 3 – Monitoraggio inquinamento marino e litorale.

Per definizione tutte le applicazioni ereditano le caratteristiche espresse nei capitoli “Impostazione generale degli applicativi” (da pag. 354) e “Caratteristiche comuni” (da pag. 354).

8.5.3.1 Monitoraggio di oil slick – CU.V3.1

OBIETTIVO

Lo scopo principale è quello di fornire un monitoraggio continuo della fascia costiera italiana e rilevare il tempo quasi reale possibili sversamenti di idrocarburi. Il rilevamento automatico sarà effettuato su algoritmi di Intelligenza Artificiale (IA) e utilizzando dati SAR (Synthetic Aperture Radar) satellitari.

UTENTE TARGET

MISE, ISPRA, Guardia Costiera

DATI DI INPUT

I Dati in ingresso per il tool potranno provenire dai sistemi federati elencati al paragrafo § 6.6 e/o essere presenti all'interno del RdS e sono elencati di seguito:

- Stream di immagini radar da satellite (SAR) ad alta risoluzione con frequenza di aggiornamento giornaliera. Le immagini potranno essere selezionate dall'utente scegliendo fra i prodotti ad oggi disponibili (e.g. ICEYE o COSMO-SkyMed). Sarà comunque prevista la possibilità di integrare questa scelta con le immagini e i dati che saranno messi a disposizione dalla costellazione IRIDE. L'utente potrà definire un'area di buffer, per esempio 24 miglia nautiche dalla linea di costa (Fig. 1), per attivare il sistema di monitoraggio.

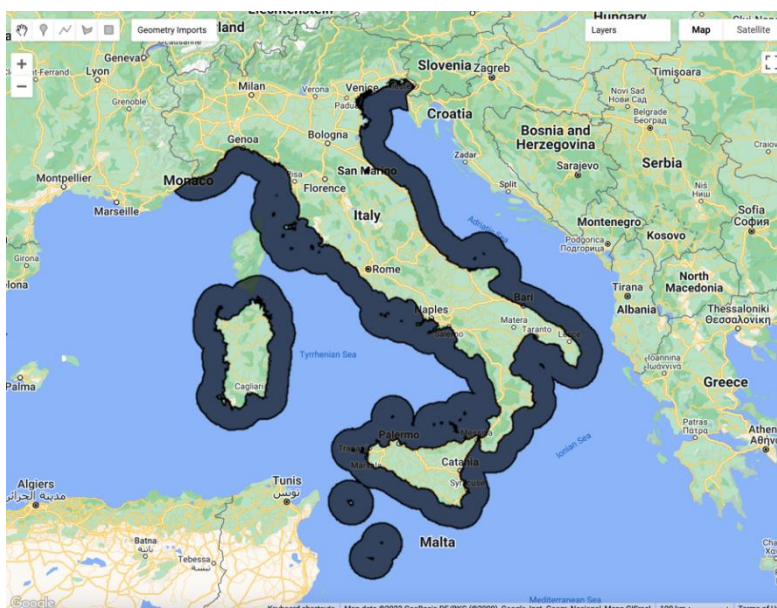


Figura 1 - Area di monitoraggio della fascia costiera.

Sarà possibile selezionare la modalità di acquisizione delle immagini SAR (e.g. Spot, StripMap o ScanSAR) e le rispettive Ground Range Resolution (e.g. 1, 3, 15 m). Si stima che utilizzando una modalità StripMap con 3 m di risoluzione spaziale e una copertura di 30 X 50 Km (Specifiche della costellazione ICEYE) sarà necessario acquisire e ingerire nel sistema circa 170 immagini al giorno per un totale di flusso dati di input pari a circa 500 Gb giornalieri. Sarà inoltre possibile selezionare delle aree di particolare interesse (e.g. porti o piattaforme petrolifere) dove acquisire immagini a più alta risoluzione.

I dati provenienti dai sistemi federati saranno resi disponibili mediante i protocolli di interoperabilità e i requisiti descritti al paragrafo §2.4.3.9. - Componente I/O dati sistemi federati.

SISTEMI FEDERATI

I Sistemi federati che forniscono dati di utilità per questa applicazione sono di seguito elencati:

- PNOT
- Copernicus

MODELLI E ALGORITMI

Nella presente applicazione verticale rientra il modello di elaborazione dei dati satellitari. L'utente accede all'interfaccia dedicata mediante profilazione come descritto al paragrafo §2.4.14. L'utente potrà accedere a due differenti tipologie di interfacce:

1. **INTERFACCIA OPERATIVA:** è destinata agli utenti operativi (e.g. Guardia Costiera) che tramite la GUI saranno in grado di verificare l'operatività del sistema di monitoraggio e ricevere le comunicazioni di allerta per eventuali sversamenti. Il sistema dovrà evidenziare eventuali anomalie di funzionamento (e.g. la mancanza di coperture di dati SAR in alcune aree). In caso di un evento di Oil Spill, l'utente potrà utilizzare i modelli previsionali di Oil Drift per valutare i possibili scenari di evoluzione.
2. **INTERFACCIA SVILUPPO:** è destinata agli utenti interessati allo sviluppo, deployment e mantenimento degli algoritmi di IA per il rilevamento automatico degli oil slick nelle immagini SAR. Sarà possibile accedere a Python Jupyter notebook per effettuare il training dei modelli utilizzando le risorse di calcolo disponibili nel sistema (HPC, GPU clusters). Inoltre, sarà possibile confrontare i risultati dei vari modelli in archivio sui dati storici di Oil Spill presenti nella banca dati e selezionare il modello/i operativi da utilizzare per il monitoraggio.

Il processamento dei dati è riassunto nel seguente diagramma di flusso (Fig. 2). Le immagini SAR acquisite in tempo quasi reale saranno disponibili nel sistema minimizzando il più possibile il tempo

di latenza tra momento dell'acquisizione e l'effettiva disponibilità del dato. Le immagini grezze saranno pre-processate (e.g. calibrazione radiometrica) e georiferite al fine di generare dei data cube pronti per le analisi. Il Modello di IA operativo sarà utilizzato per effettuare il rilevamento di possibili aree di sversamento producendo mappe di probabilità. In caso di un evento sarà inviata una notifica di allerta e generato il corrispettivo perimetro con una stima dell'affidabilità del rilevamento.

DOTAZIONI SPECIFICHE

Alla presente applicazione verticale caso d'uso non è collegata alcuna dotazione specifica.

RETI DI MONITORAGGIO

Nella presente applicazione verticale non vengono utilizzati dati rilevati in situ da alcuna rete di monitoraggio.

DATI DI OUTPUT

Il sistema in tempo quasi reale produrrà delle notifiche di allerta fornendo la posizione e perimetro dello sversamento e un coefficiente di attendibilità del rilevamento automatico. L'utente potrà visualizzare l'area direttamente utilizzando l'interfaccia della piattaforma e confrontare le immagini SAR disponibili prima e dopo lo sversamento.

Diagramma di Flusso Monitoraggio di oil slick

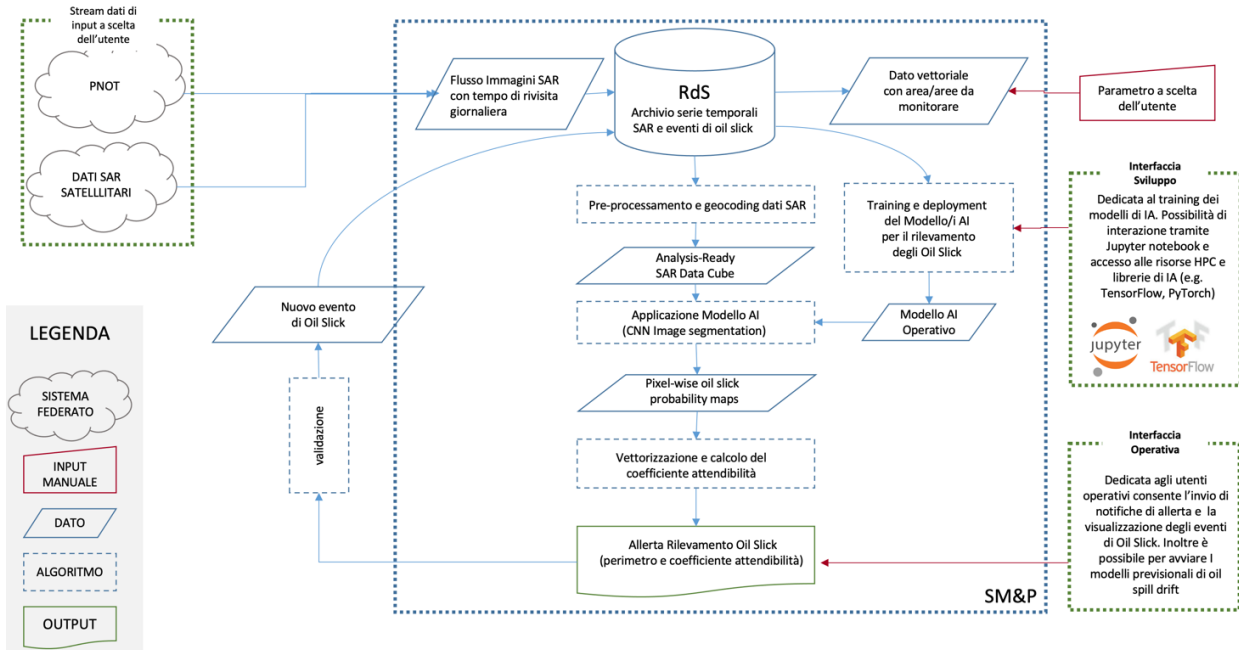


Figura 2: Diagramma di flusso per il rilevamento di oil spill

8.5.3.2 Previsione di evoluzione delle chiazze di idrocarburi in mare (oil spill drift) – sversamenti volontari o accidentali da nave - CU.V3.2

OBIETTIVO

Implementazione del servizio di previsione di evoluzione degli idrocarburi sversati in mare a seguito di comportamenti illeciti (es. lavaggio cisterne) o in seguito ad eventi accidentali (collisioni, incidenti di varia natura). Il sistema utilizza i dati di osservazione provenienti dal telerilevamento e li integra con i dati della Guardia Costiera quando disponibili. La previsione è generata on demand ed è forzata dai modelli atmosferici, di circolazione e di moto ondoso provenienti dagli enti fornitori di dati meteo-oceanografici, fornendo una previsione di evoluzione, con diversi livelli di incertezza, fino a 10 giorni dal rilevamento.

UTENTE TARGET

MASE, ISPRA, Guardia Costiera

DATI DI INPUT

I Dati in ingresso per il tool potranno provenire dai sistemi federati elencati al paragrafo § 6.6 e/o inseriti manualmente dall'utente o essere presenti all'interno del RdS e sono elencati di seguito:

- Dati statici: linea di costa; batimetria (DEM).
- Immagini alta risoluzione relativa allo sversamento (descritte nel CU.V3.1 e comunque disponibili attraverso vari servizi satellitari tra cui CleanSeaNet e i futuri servizi IRIDE);
- Dati relativi alle caratteristiche dello sversamento: tipologia di idrocarburo sversato; caratteristiche fisico-chimiche; spessori e stima della quantità (da stime fatte su satellitari o, quando disponibili, tramite rilevamenti sul posto);
- Dati meteoceanografici provenienti dai sistemi di previsione meteomarina disponibili attraverso gli enti meteo o, nelle aree sprovviste, dai servizi Copernicus. I dati consistono in:
 - ◆ Dati meteo previsti da modello, provenienti dai servizi di previsione meteorologica: includono il vento riferito a una quota standard (10 m); la temperatura dell'aria; la radiazione solare; la pioggia.
 - ◆ Dati di moto ondoso previsti da modello, provenienti dai servizi di previsione meteorologica (altezza d'onda significativa, direzione d'onda media e di picco, periodo medio e di picco; spettro in frequenza e direzione; componenti dello Stokes drift);
 - ◆ Dati di circolazione marina previsti da modello, provenienti dai servizi di previsione oceanografica, riferiti all'intera colonna d'acqua: componenti meridionale e zonale della velocità della corrente in superficie e su tutta la colonna d'acqua; temperatura dell'acqua su tutta la colonna d'acqua.

I dati meteoceanografici, provenienti dai sistemi federati e resi disponibili mediante i protocolli di interoperabilità e i requisiti descritti al paragrafo §2.4.3.9. - Componente I/O dati sistemi federati, potranno essere originati da varie fonti istituzionali (principalmente gli Enti Meteo definiti dal D.P.R. 186 del 15 ottobre 2020)

SISTEMI FEDERATI

I Sistemi federati che forniscono dati di utilità per questa applicazione sono di seguito elencati:

- PNOT
- Copernicus (CMEMS)
- Servizi Meteo nazionali (Italia Meteo ed Enti Meteo)
- ISPRA-SNPA

MODELLI E ALGORITMI

La procedura viene attivata on demand. L'utente accede all'interfaccia dedicata mediante profilazione come descritto al paragrafo § 2.4.14. Nella GUI sono presenti funzionalità per lo scarico (download) e l'elaborazione dei dati geografici e meteo-oceanografici, sia vettoriali che raster, attraverso tool specifici che consentono di interrogare gli input al fine di estrarre le informazioni richieste dall'utente.

Prima di avviare l'elaborazione, all'utente viene richiesto di selezionare i dati di input da utilizzare. Opzionalmente, può essere inserita da parte dell'utente la delimitazione di un'area di dettaglio su cui si vuole determinare la probabilità che un certo evento di inquinamento possa impattare una zona di particolare interesse o pregio ambientale (ad esempio una AMP). Da una parte vengono elaborati o stimati i dati relativi allo sversamento. Dall'altra vengono scaricati i dati meteomarini (principalmente vento, correnti marine e moto ondoso) necessari come forzante al modello di previsione di evoluzione dello sversamento. Una volta definiti e acquisiti i parametri di input, l'algoritmo procede al

calcolo del drift (previsione di spostamento lagrangiano) per vari orizzonti temporali; vengono anche definite le aree di potenziale impatto di un evento di sversamento e le relative probabilità. La procedura può essere aggiornata sia in seguito all'arrivo di nuovi dati relativi allo sversamento (ad esempio, a seguito della disponibilità di una nuova immagine satellitare, o di nuovi dati caratterizzanti lo sversamento raccolti dalla Guardia Costiera), sia al rilascio di dati di previsione meteomarina e di circolazione aggiornati.

DOTAZIONI SPECIFICHE

Alla presente applicazione verticale caso d'uso non è collegata alcuna dotazione specifica.

RETI DI MONITORAGGIO

Nella presente applicazione verticale vengono utilizzati i dati rilevati in situ dalle reti nazionali, ai fini della verifica e sincronizzazione dei modelli di previsione (RON), i dati di vento osservati dalle stazioni meteo costiere, nonché altri dati quali ad esempio i radar costieri in banda HF, disponibili tramite il progetto MER di ISPRA.

DATI DI OUTPUT

L'applicazione degli algoritmi porterà alla produzione dell'output richiesti dallo stakeholder, costituito dalle mappe di previsione di evoluzione degli sversamenti, con orizzonte temporale fino a 10 giorni dal rilascio e con frequenza temporale di 6 ore. Le mappe vengono prodotte in senso probabilistico, identificando aree con maggiore o minore probabilità di impatto, e i relativi intervalli (o ellissi) di confidenza. La probabilità può essere meglio espressa se il modello di oil drift è forzato da previsioni meteomarine e di circolazione realizzate tramite ensemble modelling.

Previsione di evoluzione chiazze di idrocarburi in mare (oil spill drift) – sversamenti volontari o accidentali da nave

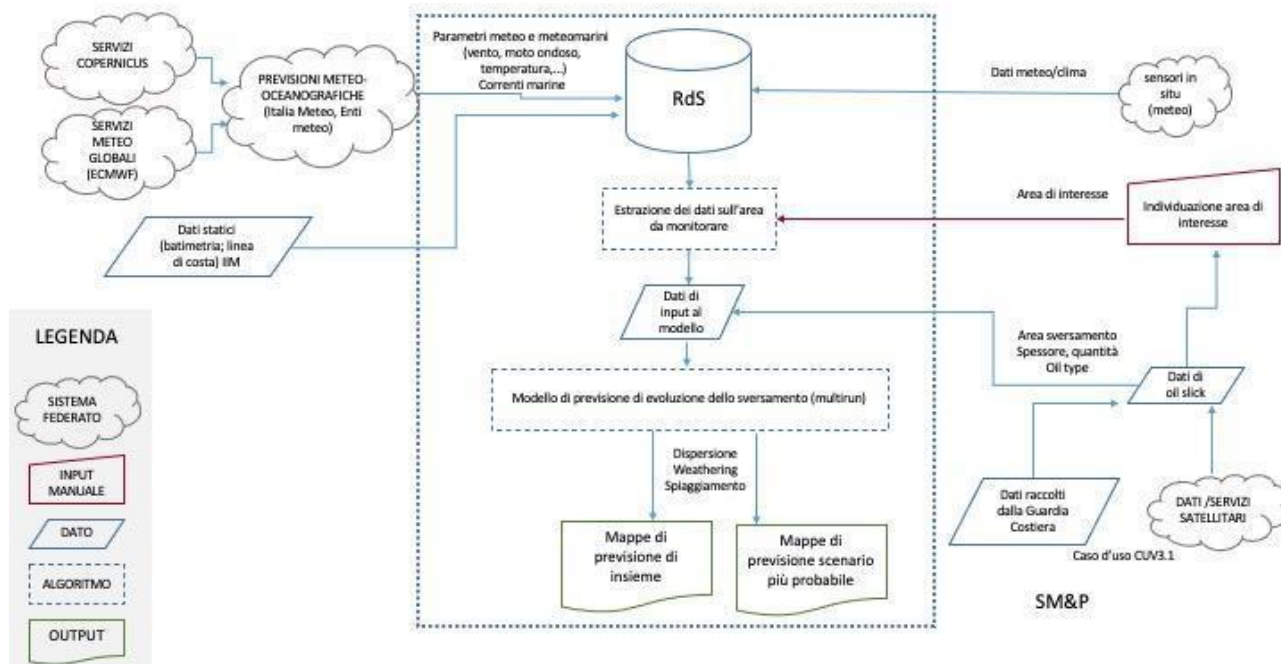


Figura 3: Diagramma di flusso per la previsione di spostamento (oil drift) di oil spill

8.5.3.3 Previsione di evoluzione delle acque di strato ed eventuali chiazze di idrocarburi da piattaforme offshore - CU.V3.3

OBIETTIVO

Implementazione del servizio di monitoraggio e previsione di evoluzione delle acque di produzione (o acque di strato) generate durante le operazioni di estrazione di idrocarburi liquidi dall'impianto di

produzione. Il sistema utilizza i dati di osservazione provenienti dalle reti di monitoraggio locali e li integra con i dati di telerilevamento quando disponibili. La previsione viene generata in modo continuo, è forzata dai modelli atmosferici, di circolazione e di moto ondoso provenienti dagli enti fornitori di dati meteo-oceanografici, e fornisce una previsione di evoluzione, per le ore successive ad ogni potenziale rilascio, fino a 3 giorni, o fino a 10 giorni nel caso di rilascio accidentale di idrocarburi.

UTENTE TARGET

Enti pubblici o privati attivi nell'ambito del monitoraggio marino. Applicazioni integrate nel SIM che fanno uso di dati marini.

DATI DI INPUT

- I Dati in ingresso per il tool potranno provenire dai sistemi federati elencati al paragrafo § 6.6 e/o inseriti manualmente dall'utente o essere presenti all'interno del RdS e sono elencati di seguito:
- Dati statici: linea di costa; batimetria (DEM) relativi all'area in esame (area di potenziale impatto delle acque associata ad ogni impianto).
- Dati relativi alle caratteristiche delle acque di scarico: portata immessa e tipologia di idrocarburo sversato;
- Immagini alta risoluzione relativa allo sversamento, se presenti (utilizzate anche per la validazione);
- Dati meteoceanografici provenienti da un sistema di previsione meteomarina in grado di generare dati di ensemble. I dati consistono in:
 - ♦ Dati meteo previsti da modello, provenienti dai servizi di previsione meteorologica: includono il vento riferito a una quota standard (10 m); la temperatura dell'aria; la radiazione solare; la pioggia.
 - ♦ Dati di moto ondoso previsti da modello, provenienti dai servizi di previsione meteorologica (altezza d'onda significativa, direzione d'onda media e di picco, periodo medio e di picco; spettro in frequenza e direzione; componenti dello Stokes drift);
 - ♦ Dati di circolazione marina previsti da modello, provenienti dai servizi di previsione oceanografica, riferiti all'intera colonna d'acqua: componenti meridionale e zonale della velocità della corrente in superficie e su tutta la colonna d'acqua; temperatura dell'acqua su tutta la colonna d'acqua.

I dati meteoceanografici, provenienti dai sistemi federati e resi disponibili mediante i protocolli di interoperabilità e i requisiti descritti al paragrafo §2.4.3.9. - Componente I/O dati sistemi federati, sono generati dalla fonte istituzionale di più prossima competenza.

SISTEMI FEDERATI

I Sistemi federati che forniscono dati di utilità per questa applicazione sono di seguito elencati:

- Copernicus (CMEMS)
- Servizi Meteo nazionali (Italia Meteo ed Enti Meteo)
- ISPRA-SNPA

MODELLI E ALGORITMI

La procedura viene attivata in modo continuo (almeno due volte al giorno in corrispondenza delle date di rilascio di dati meteo ed oceanografici), oppure on demand nel caso di incidenti.

In questo secondo caso, viene adottata una procedura simile a quanto descritto nel CU.V3.2.

Una volta presenti i dati di input nel sistema, vengono generate automaticamente delle simulazioni relative alla dispersione delle acque di scarico, associandole ai dati di monitoraggio provenienti dall'impianto. Una volta acquisiti i parametri di input, l'algoritmo procede al calcolo della dispersione

delle acque di scarico per vari orizzonti temporali. La procedura può integrare quanto previsto dai piani di monitoraggio della piattaforma offshore.

DOTAZIONI SPECIFICHE

Alla presente applicazione verticale non è collegata alcuna dotazione specifica.

RETI DI MONITORAGGIO

Nella presente applicazione verticale vengono utilizzati dati rilevati in situ dagli strumenti di monitoraggio disponibili localmente presso le piattaforme offshore.

DATI DI OUTPUT

L'applicazione degli algoritmi porterà alla produzione dell'output richiesti dallo stakeholder, costituito dalle mappe di previsione di dispersione delle acque di scarico, con orizzonte temporale fino a 72 ore giorni dal rilascio e con frequenza temporale di 6 ore. Le mappe di dispersione vengono prodotte in senso probabilistico, identificando le aree caratterizzate da una maggiore o minore probabilità di concentrazione sopra soglia, e i relativi intervalli di confidenza. La probabilità può essere meglio espressa se il modello di dispersione è forzato da previsioni meteomarine e di circolazione realizzate tramite ensemble modelling.

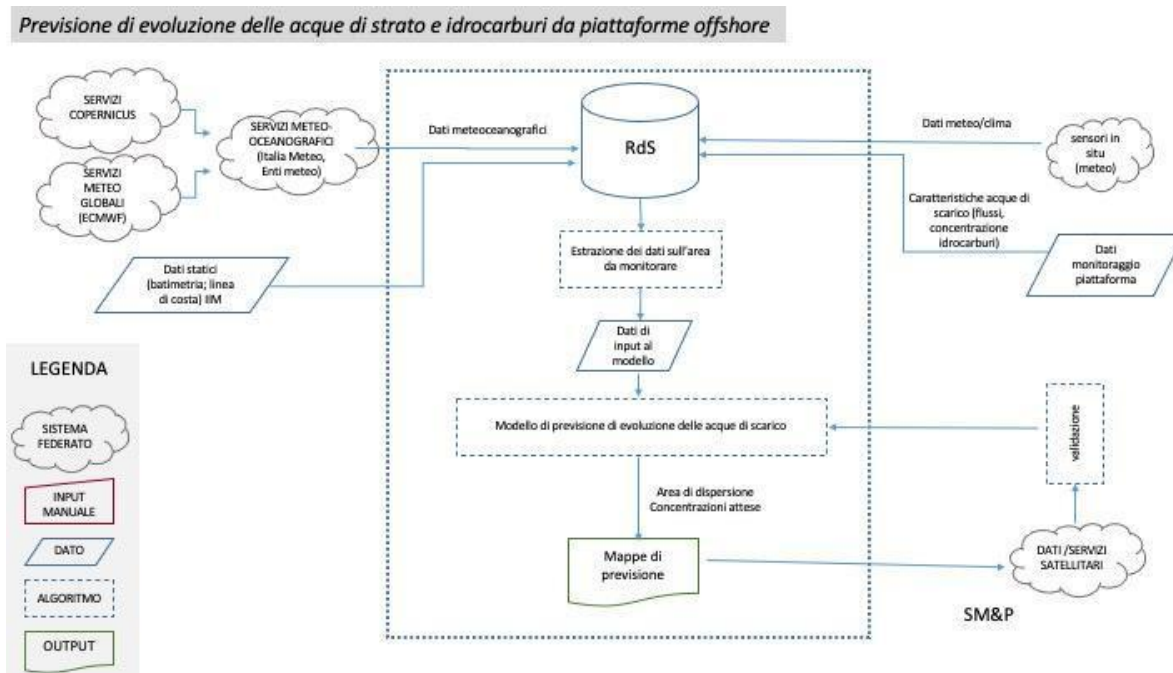


Figura 4: Diagramma di flusso per la previsione di dispersione delle acque di scarico

8.5.3.4 Richiesta di dati di monitoraggio della Strategia Marina – CU.V3.4

OBIETTIVO

Interrogazione e recupero dati di monitoraggio ambientale della Strategia Marina tramite SIM.

UTENTE TARGET

Enti pubblici o privati attivi nell'ambito del monitoraggio marino. Applicazioni integrate nel SIM che fanno uso di dati marini.

DATI DI INPUT

I dati sono presenti nel Sistema Informativo Centralizzato (SIC) gestito dall'ISPRA, dove sono messi a disposizione delle ARPA e dei soggetti attuatori del monitoraggio gli standard informativi, le

metodiche e i flussi di caricamento dati comprensivi dei controlli di qualità formale. Il SIM interroga il SIC per le necessità legate ad applicazioni integrate.

SISTEMI FEDERATI

I Sistemi federati che forniscono dati di utilità per questa applicazione sono di seguito elencati:

- ISPRA-SNPA

MODELLI E ALGORITMI

I dati di monitoraggio marino potranno essere fruibili sia lato utente che lato applicazioni integrate. In quest'ultimo caso, le funzioni di interoperabilità interna tra applicazioni daranno la possibilità di accedere direttamente ed automaticamente ai dati di monitoraggio marino presenti nel SIC secondo lo schema architetturale applicativo generale (vedi paragrafo § 2.4.1). Per quanto riguarda l'utente esterno, accederà mediante profilazione all'interfaccia GIS dedicata al verticale 3.

Nella GUI sono presenti funzionalità per lo scarico (download) dei dati provenienti sia dal SIC che da altri sistemi federati (es. EMODNET) attraverso tool specifici che consentono di interrogare gli input al fine di estrarre le informazioni richieste dall'utente. Nella Gui sono inoltre presenti tool di geoprocessing con funzionalità di interrogazione ed elaborazione dei dati di monitoraggio marino. Mediante l'interfaccia GIS, l'utente potrà:

- Localizzare e visualizzare su mappa i punti di monitoraggio dei parametri di interesse
- Ricercare le stazioni di monitoraggio presenti in un'area localizzata tramite inserimento manuale di un poligono o caricamento di un'area d'interesse in formato vettoriale.
- Selezionare la stazione desiderata ed aprire un pannello di controllo con dei tools di analisi in cui, per tutti i parametri o solo per quelli di interesse, sia possibile visualizzare:
 - ◆ informazioni di riferimento della stazione (posizione, tipologia di dati raccolti, eventuale sensoristica installata);
 - ◆ dato elaborato: grafico della serie storica secondo un range temporale definito dall'utente.
 - ◆ Raffronto grafico delle misure di uno o più parametri tra 2 diverse stazioni, in base al range temporale definito dall'utente

DOTAZIONI SPECIFICHE

Alla presente applicazione verticale non è collegata alcuna dotazione specifica.

RETI DI MONITORAGGIO

Nella presente applicazione verticale non vengono utilizzati dati rilevati in situ da alcuna rete di monitoraggio.

DATI DI OUTPUT

Il sistema fornirà in output i parametri di monitoraggio marino da una o più delle stazioni interrogate. In caso di chiamata da uno dei servizi applicativi integrati nel SIM, l'informazione sarà inglobata direttamente in un pacchetto dati predisposti per l'uso previsto dall'applicazione. In caso di chiamata da utente esterno, potrà essere visualizzata in varie forme, includendo oltre al dato anche le informazioni di contesto (data, ora, nome/coordinate della stazione), i grafici del dato elaborato generati dall'utente o, se del caso, le mappe di distribuzione spaziale di alcuni parametri osservati ed elaborati in senso statistico o le statistiche relative ad un certo parametro osservato in un punto specifico.

Mappatura dati di monitoraggio della Marine Strategy

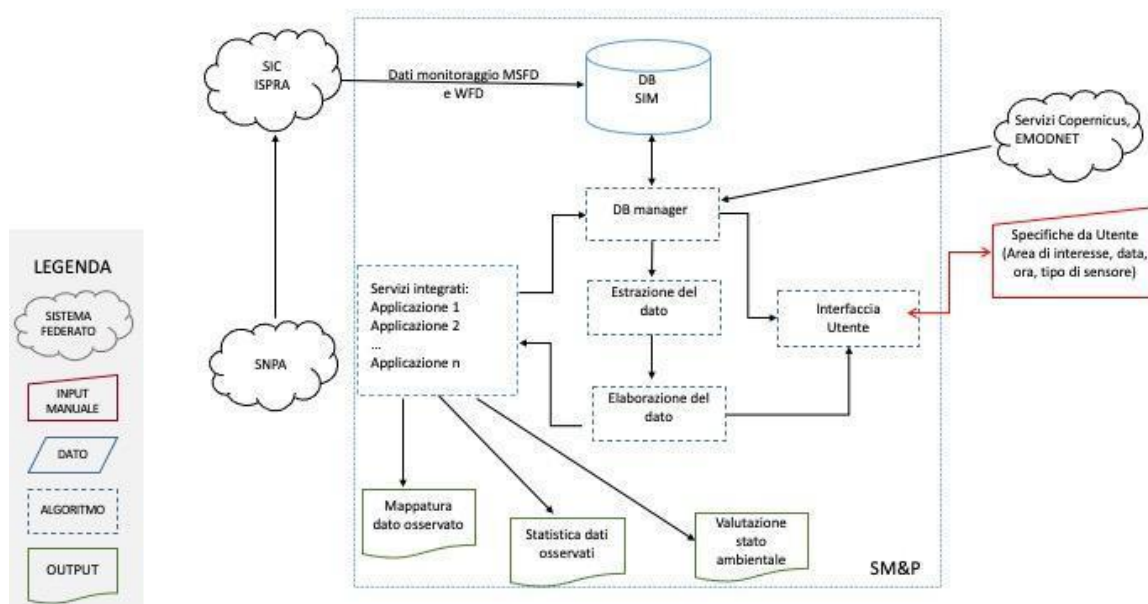


Figura 5: Diagramma di flusso per la richiesta dati di monitoraggio della Strategia Marina

8.5.3.5 Generazione di mappe di rischio associate agli sversamenti – CU.V3.5

OBIETTIVO

Generare mappe di rischio associate al potenziale sversamento di idrocarburi in mare da varie fonti (traffico navale, scarichi a mare, piattaforme offshore). Il SIM può servire alla necessità di mappare i rischi ambientali legati allo sversamento di sostanze tossiche in mare (e in particolare di idrocarburi), determinando la probabilità di accadimento di fenomeni quali lo spiaggiamento e la contaminazione di un dato sito, e associando dati di qualità ambientale atti a caratterizzare l'esposizione e la vulnerabilità di un sito all'inquinamento

UTENTE TARGET

Enti pubblici o privati attivi nell'ambito del monitoraggio marino. Applicazioni integrate nel SIM che fanno uso di dati marini.

DATI DI INPUT

I Dati in ingresso per il tool potranno provenire dai sistemi federati elencati al paragrafo § 6.6 e/o inseriti manualmente dall'utente o essere presenti all'interno del RdS e sono elencati di seguito:

- Dati meteomarini e di circolazione provenienti da hindcast e reanalisi, disponibili tramite servizi Copernicus, o prodotti dagli enti meteo tramite downscaling, o generati all'interno di altre iniziative (progetto MER, IRIDE).
- Dati di densità di traffico navale provenienti dai sistemi AIS, disponibili tramite la guardia costiera;
- Dati geomorfologici delle coste italiane (costa alta/bassa), batimetria costiera, caratteristiche geologiche e sedimentologiche della costa.
- Dati ecosistemici e di monitoraggio dei fondali, disponibili tramite servizi europei (EMODNET) o tramite l'ISPRA.

SISTEMI FEDERATI

- Copernicus (CMEMS)
- EMODNET
- Servizi Meteo nazionali (Italia Meteo ed Enti Meteo)

■ ISPRA-SNPA

MODELLI E ALGORITMI

Il sistema di per sé non genera necessariamente mappe di rischio intese come combinazione di pericolosità, vulnerabilità ed esposizione, ma permette la sovrapposizione di dati provenienti da varie fonti caratterizzanti gli ecosistemi marini (es. mappature di posidonia marina, coralligeno, ecc.) con le mappe di probabilità legate alla dispersione di sostanze contaminanti nell'area indagata (pericolosità).

DOTAZIONI SPECIFICHE

Alla presente applicazione verticale non è collegata alcuna dotazione specifica.

RETI DI MONITORAGGIO

Nella presente applicazione verticale non vengono utilizzati dati rilevati in situ da alcuna rete di monitoraggio.

DATI DI OUTPUT

Il sistema fornisce delle mappe in cui vengono visualizzate, in modo sovrapponibile, le mappe di pericolosità generate dall'applicazione sistematica dei modelli di dispersione (gli stessi del CU.V3.2 e CU.V3.3), e delle mappe relative alle caratteristiche ambientali ed ecosistemiche

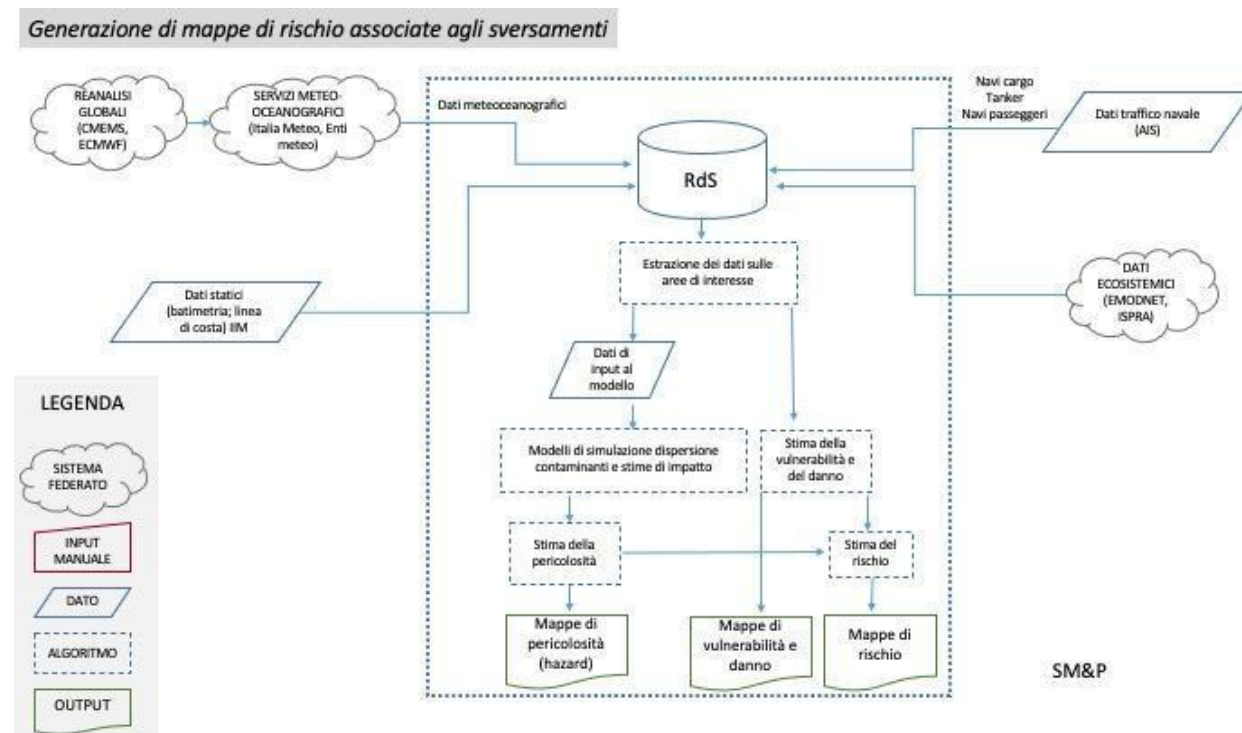


Figura 6: Diagramma di flusso per generazione di mappe di rischio da sversamento di idrocarburi

8.5.4 Verticale 4 - Illeciti ambientali - Applicativi

Sono di seguito descritte le applicazioni verticali che il SIM metterà a disposizione degli utenti afferenti alle problematiche del Verticale 4 – Illeciti ambientali.

Per definizione tutte le applicazioni ereditano le caratteristiche espresse nei capitoli “Impostazione generale degli applicativi” (da pag. 354) e “Caratteristiche comuni” (da pag. 354).

8.5.4.1 Implementazione di un algoritmo per l'elaborazione submetrica e 3D (finalizzati alle analisi di copertura del suolo e variazioni di uso) – CU.V4.1

OBIETTIVO

Implementazione di un servizio di Mappatura di copertura ed uso del suolo risoluzione molto elevata (sistema di classificazione EAGLE e SNPA)

L'obiettivo dell'applicazione è quello di fornire uno strumento che restituisca la mappatura di copertura del suolo in tempo differito ma con alta frequenza temporale, che possa costituire la base di una serie di prodotti e servizi cartografici completi e omogenei a livello nazionale utili a identificare e misurare nel tempo i fenomeni e le dinamiche in atto legati alle variazioni di uso e di copertura del suolo anche in 3D con informazione sugli oggetti presenti al suolo (altezza alberi, edifici, ecc.).

L'applicativo verticale si configura come un ambiente integrato in cui l'utente di riferimento accede mediante profilazione all'interfaccia dedicata dove vengono rese disponibili funzionalità per la selezione dei dati di input e di elaborazione dei dati geografici, sia vettoriali che raster.

Prima di avviare l'elaborazione, all'utente viene richiesto di selezionare i dati di input necessari al modello. Una volta definiti i parametri di input, l'algoritmo procede alla estrazione di una carta tematica di uso del suolo, classificata secondo le specifiche fornite; successivamente il dato estratto viene sovrapposto al DSM per permettere di assegnare i valori di quota alla carta di uso del suolo, in corrispondenza degli elementi di interesse selezionati fra i dati di input. La mappa ottenuta dovrà essere sottoposta ad una procedura di validazione prima di poter essere condivisa.

UTENTE TARGET

ISPRA e rete dei referenti SNPA

DATI DI INPUT

I Dati in ingresso per il modello sono elencati di seguito:

- Immagini alta risoluzione con frequenza di aggiornamento ogni 2 settimane e risoluzione spaziale molto elevata. Le immagini potranno essere selezionate dall'utente scegliendo fra i prodotti ad oggi disponibili. Sarà comunque prevista la possibilità di integrare questa scelta con le immagini e i dati che saranno messi a disposizione dalla costellazione IRIDE.
- DSM/DTM.
- Dati geografici relativi agli elementi di interesse di cui si vuole estrarre l'informazione di quota (es: Cartografia tecnica numerica regionale). Tali dati potranno essere selezionati a partire dai dati già presenti nella RdS; in alternativa è possibile lasciare all'utente la possibilità di caricare dati esterni al sistema ed utilizzarli all'interno del tool.

SISTEMI FEDERATI

I Sistemi federati che forniscono dati di utilità per questa applicazione sono di seguito elencati:

- COPERNICUS/PNOT
- Geoportale Nazionale
- IGMI-DBSN/DBT regionali
- GdF

MODELLI E ALGORITMI

Nella presente applicazione verticale rientra il modello di elaborazione, descritto al § 5.4.1.

DOTAZIONI SPECIFICHE

Alla presente applicazione verticale caso d'uso non è collegata alcuna dotazione specifica.

RETI DI MONITORAGGIO

Nella presente applicazione verticale non vengono utilizzati dati rilevati in situ da alcuna rete di monitoraggio.

DATI DI OUTPUT

L'applicazione degli algoritmi porterà alla produzione dell'output richiesti dallo stakeholder, costituito dalla carta di uso del suolo comprensiva dell'informazione 3D degli oggetti presenti al suolo

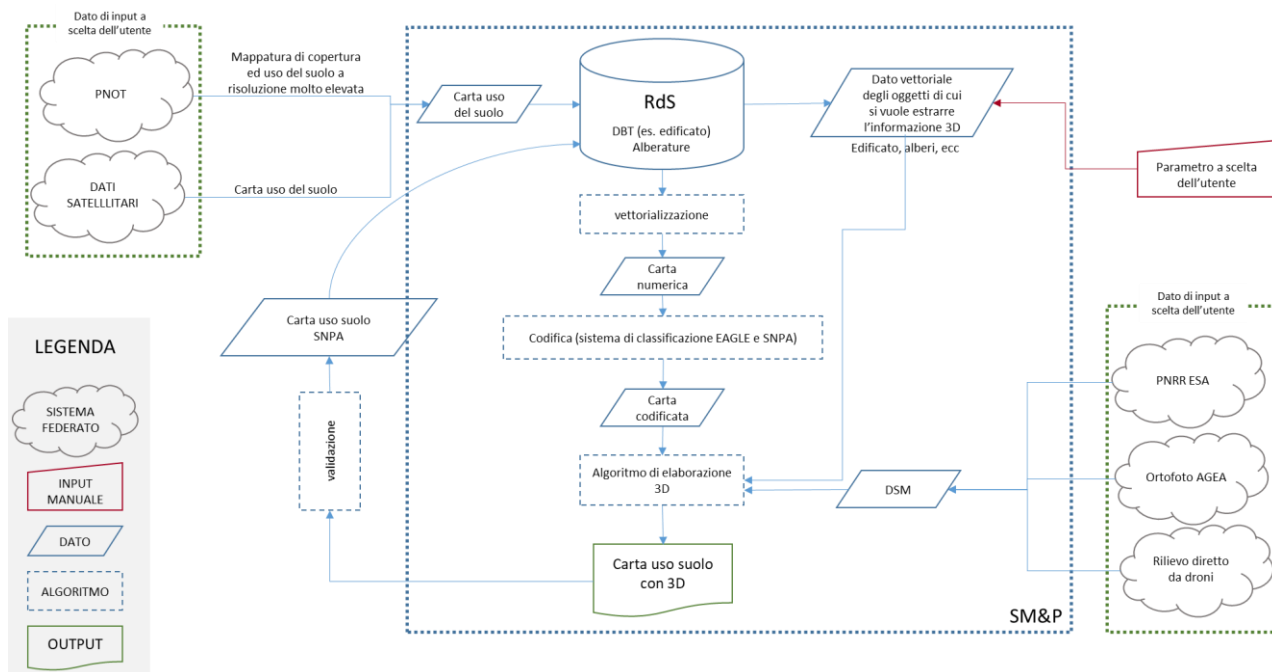


Figura 80 - Applicazione - algoritmo di mappatura di uso del suolo e per l'elaborazione submetrica e 3D

8.5.4.2 Consumo di suolo per il monitoraggio delle variazioni da naturale ad artificiale e da artificiale ad artificiale) – CU.V4.2

OBIETTIVO

Il modello ha lo scopo di implementare un servizio di mappatura del consumo di suolo con risoluzione centimetrica in tempo differito relativo al monitoraggio della variazione da copertura non artificiale del suolo (agricolo, naturale, seminaturale) a una copertura artificiale, coerente con il sistema di monitoraggio del SNPA da attivarsi localmente per monitoraggio di dettaglio e individuazione di cambiamenti relativi al consumo di suolo anche avvenuti su suoli già a copertura artificiale o ubicati al di sotto di coperture arboree.

L'elaborazione viene avviata dall'utente selezionando i dati di input resi disponibili dall'interfaccia dedicata. Opzionalmente, può essere inserita da parte dell'utente la delimitazione di un'area di dettaglio su cui realizzare l'analisi. Una volta definiti i parametri di input, l'algoritmo procede alla estrazione dalla carta tematica dei codici di uso del suolo di cui si vuole valutare le variazioni; successivamente attraverso un algoritmo di change detection si identificano le aree in cui sono avvenute le variazioni. Infine, l'algoritmo di preelaborazione fornirà il dato vettoriale codificato con informazioni delle variazioni sia relative al cambiamento da naturale ad antropico che da antropico ad antropico. La mappa ottenuta dovrà essere sottoposta ad una procedura di validazione prima di poter essere condivisa.

UTENTE TARGET

ISPRA e rete dei referenti SNPA

DATI DI INPUT

I Dati in ingresso per il modello sono elencati di seguito:

- Immagini alta risoluzione relative alle coperture di uso del suolo. Ai fini della valutazione delle variazioni di uso del suolo, le immagini selezionate dovranno essere disponibili per due diversi periodi di riferimento, coerentemente con gli intervalli temporali all'interno dei quali si vuole realizzare l'analisi.

Qualora l'utente decida di effettuare l'elaborazione su una porzione di territorio circoscritta, sarà richiesto anche di selezionare uno dei seguenti dati di input:

- Confini amministrativi

SISTEMI FEDERATI

I Sistemi federati che forniscono dati di utilità per questa applicazione sono di seguito elencati:

- SNPA
- COPERNICUS/PNOT

MODELLI E ALGORITMI

L'applicazione richiede l'implementazione di modelli di classificazione elencati al § 2.5.3.5

DOTAZIONI SPECIFICHE

Alla presente applicazione verticale non è collegata alcuna dotazione specifica.

RETI DI MONITORAGGIO

Nella presente applicazione verticale non vengono utilizzati dati rilevati in situ da alcuna rete di monitoraggio.

DATI DI OUTPUT

L'applicazione degli algoritmi porterà alla produzione dell'output richiesti dallo stakeholder, costituito dalla carta di variazioni di uso del suolo

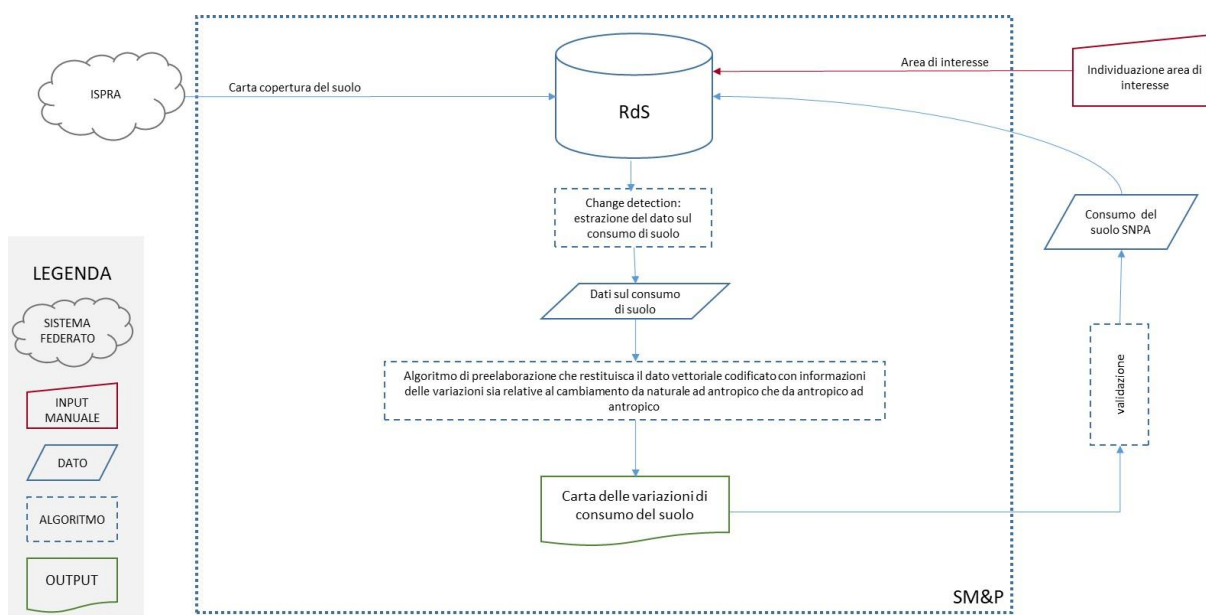


Figura 81 - Applicazione - algoritmo per l'elaborazione della carta di variazioni di uso del suolo

8.5.4.3 Previsione aree soggette a bruciatura stoppie – CU.V4.3

OBIETTIVO

La bruciatura delle stoppie è una pratica regolamentata dal Decreto Legislativo 3 aprile 2006 n. 152 (cd. "Codice Ambiente") che la rende possibile solamente sotto determinate condizioni e quantità.

Il sistema di monitoraggio mette a disposizione dell'utente funzionalità specifiche atte ad individuare, in corrispondenza dei periodi di divieto di tale attività, le aree del territorio che, per caratteristiche specifiche, sono suscettibili alla pratica della bruciatura o ne sono state oggetto.

L'elaborazione viene avviata dall'utente selezionando i dati di input resi disponibili dall'interfaccia dedicata.

Il modello procederà ad operare una estrazione dei dati ricadenti all'interno dell'area oggetto di analisi ed avvierà le opportune elaborazioni finalizzate ad estrarre una mappa tematizzata in cui sono indicate, per le sole aree a copertura agricola, le zone potenzialmente suscettibili a bruciatura delle stoppie. La sovrapposizione con la mappatura delle aree bruciate, reperibili dai dati satellitari Sentinel e Iride, permetterebbero una maggiore correlazione ed il monitoraggio degli eventi in corso di accadimento.

UTENTE TARGET

ARPA regionali

DATI DI INPUT

I dati in ingresso per il modello sono elencati di seguito:

- Carta di uso del suolo.
- Dati fenologici. Lo stato fenologico della vegetazione può attualmente essere ricavato a partire dal servizio Copernicus dedicato; sarà comunque prevista la possibilità di selezionare ulteriori fonti o dati alternativi funzionali all'algoritmo ad oggi non disponibili.
- Dati meteorologici acquisiti da centraline dislocate nell'area di indagine.
- Aree bruciate.
- Area di interesse (circoscritta dall'utente oppure coincidente con i confini amministrativi)

SISTEMI FEDERATI

I Sistemi federati che forniscono dati di utilità per questa applicazione sono di seguito elencati:

- COPERNICUS/PNOT

MODELLI E ALGORITMI

Nella presente applicazione verticale rientra il modello di elaborazione finalizzato alla individuazione delle aree potenzialmente suscettibili a bruciatura delle stoppie, descritto al § 5.4.2.

DOTAZIONI SPECIFICHE

Alla presente applicazione verticale non è collegata alcuna dotazione specifica.

RETI DI MONITORAGGIO

Nella presente applicazione verticale non vengono utilizzati dati rilevati in situ da alcuna rete di monitoraggio.

DATI DI OUTPUT

L'applicazione porterà alla produzione dell'output richiesti dallo stakeholder, costituito dalla carta tematizzata con le indicazioni dei possibili eventi di accadimento o appena avvenuti, in funzione delle condizioni locali. Tali mappe costituiscono uno strumento di supporto al monitoraggio, finalizzato al controllo e alla prevenzione.

È atteso che il servizio produca le elaborazioni automaticamente, a cadenza periodica nei periodi di divieti, e on demand, su richiesta degli utenti.

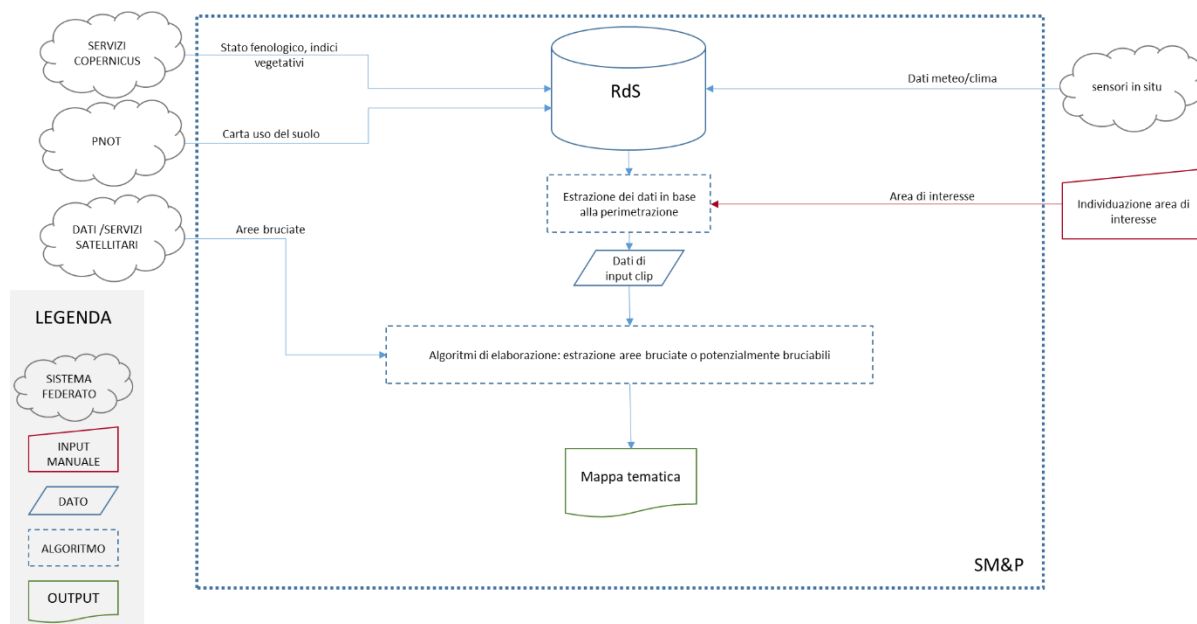


Figura 82 - Applicazione - Servizio di previsione e monitoraggio aree soggette a bruciatura stoppie

8.5.4.4 Monitoraggio aree forestali colpite da avversità abiotiche/biotiche – CU.V4.4

OBIETTIVO

L'applicazione prevede l'implementazione di un algoritmo preoperativo già sviluppato che consente il monitoraggio on demand delle aree forestali colpite da:

- avversità a carattere abiotico (a carattere meteorologico come gelate precoci e tardive, galaverna, schianti da vento, sradicamenti, distruzione generalizzata di formazioni forestali per cicloni, tempeste ecc.) ed a carattere biotico come infestioni (da insetti ed altri animali) e infezioni (da funghi, batteri e virus), attraverso integrazione di modelli, dati remoti e in situ, per differenziare la tipologia del disturbo e valutare lo stato della vegetazione;
- avversità di natura antropica (incendi e effetti di inquinamento atmosferico ed idrico), anche in 3D e valutazione della stima della biomassa bruciata e delle emissioni emesse;
- tagliate forestali con definizione delle aree oggetto dell'intervento selvicolturale anche in 3D.

L'applicativo si configura come un ambiente integrato in cui l'utente di riferimento accede mediante profilazione all'interfaccia dedicata dove vengono rese disponibili funzionalità per la selezione dei dati di input e di elaborazione. Il flusso elaborativo previsto dal modello restituirà una mappa tematizzata con indicazione delle variazioni individuate e prevalutazione del tipo di disturbo. La mappa ottenuta dovrà essere sottoposta ad una procedura di validazione prima di poter essere condivisa.

UTENTE TARGET

ISPRA

DATI DI INPUT

I dati richiesti per questa applicazione sono di seguito elencati:

- immagini alta risoluzione con frequenza di aggiornamento almeno annuale. Le immagini selezionate dovranno essere disponibili per due diversi periodi di riferimento, coerentemente con gli intervalli temporali all'interno dei quali si vuole realizzare l'analisi

SISTEMI FEDERATI

I Sistemi federati che forniscono dati di utilità per questa applicazione sono di seguito elencati:

- COPERNICUS/PNOT

MODELLI E ALGORITMI

Nella presente applicazione verticale rientra il modello di elaborazione descritto al § 5.4.3.

DOTAZIONI SPECIFICHE

Alla presente applicazione verticale non è collegata alcuna dotazione specifica.

RETI DI MONITORAGGIO

Nella presente applicazione verticale non vengono utilizzati dati rilevati in situ da alcuna rete di monitoraggio.

DATI DI OUTPUT

L'applicazione porterà alla produzione dell'output richiesti dallo stakeholder, costituito dalla carta tematizzata con le indicazioni delle aree in cui è stato individuato una variazione ed il tipo di disturbo rilevato. Il dato validato verrà poi condiviso nell'ambito del SIM

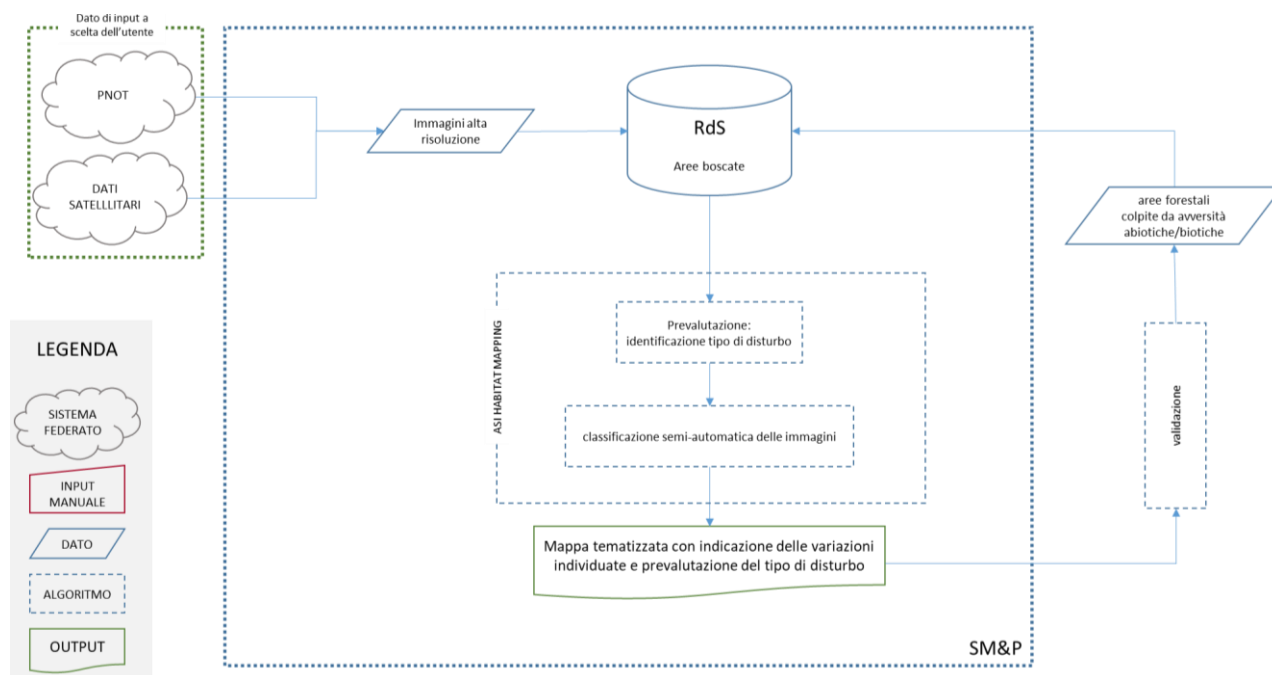


Figura 83 - Applicazione - Implementazione dell'algoritmo preoperativo "ASI Habitat Mapping"

8.5.4.5 Downstream smart forest environmental monitoring – CU.V4.5

OBIETTIVO

Il Programma *Smart Forest Monitoring*, integrato nella sua componente ambientale con un sistema di monitoraggio e identificazione di illeciti sulle matrici "acque interne" e "terra" diviene **SMART FOREST ENVIRONMENTAL MONITORING**.

Il progetto per la validazione del dato satellitare e la sua implementazione con riscontro di dati ancillari a terra richiede l'impiego di "sensori ground" in posizione fissa e mobile e di "sensori air" su aeromobile ad ala fissa o rotante. Per la sensoristica a terra fissa, si prevede l'impiego di "Tree-talker" per ogni area di primo livello della rete di Controllo degli Ecosistemi Forestali (Con Eco For).

Per la sensoristica a terra mobile, si prevede l'impiego di "Centraline mobili di monitoraggio" che nella normale attività d'istituto, in tempo reale, raccolgono dati ambientali relativi, a temperatura, umidità relativa, qualità dell'aria, risposta iperspettrale della vegetazione.

Per la sensoristica "air" su aeromobile ad ala fissa o rotante si prevede di acquisire un sistema integrato di ripresa aerea composto da sensori ottici multispettrali, termici e Radar (banda P o LIDAR) montati su vettore aereo. Avvalendosi del Raggruppamento Aeromobili Carabinieri, l'Arma vorrebbe aggiungere alla sua flotta attualmente in esercizio sistemi di osservazione e monitoraggio ambientale (sensore ottico multispettrale montato su) per convalidare i dati provenienti dalla costellazione IRIDE e dai "sensori ground" e incrementare la capacità di assolvere i crescenti compiti d'istituto di specialità.

Può essere inoltre valutato il coinvolgimento della Guardia di Finanza, che, grazie alle proprie strumentazioni e alla consolidata capacità tecnico investigativa di osservazione capillare del territorio, potrebbe efficacemente contribuire all'integrazione dei dati provenienti dalla suddetta costellazione, garantendo complementarità rispetto alle iniziative in esame.

I dati dei "Tree-talker" e quelli delle centraline mobili di monitoraggio confluiranno in real time presso la nuova Centrale Nazionale di Monitoraggio Forestale e Ambientale dell'Arma dei Carabinieri e verranno interfacciati con i dati satellitari delle costellazioni esistenti e quelli della nuova costellazione IRIDE per fornire il riscontro a terra dei dati telerilevati.

Grazie a queste reti ad elevata tecnologia sarà possibile integrare il Programma Smart Forest Monitoring e disporre, in tempo reale, di una serie di importanti dati sulle foreste e sull'ambiente in cui vegetano che consentirà di modernizzare le attuali reti di monitoraggio gestite dall'Arma dei Carabinieri quali: INFC (Inventario Nazionale delle Foreste e dei serbatoi di Carbonio); ConEcoFor (Controllo degli Ecosistemi Forestali); NEC (National Emissions Ceilings).

UTENTE TARGET

CUFAA

DATI DI INPUT

I dati richiesti per lo SMART FOREST ENVIRONMENTAL MONITORING sono di seguito elencati:

- immagini alta risoluzione

SISTEMI FEDERATI

I Sistemi federati che forniscono dati di utilità per questa applicazione sono di seguito elencati:

- COPERNICUS/PNOT

MODELLI E ALGORITMI

L'applicazione verticale non richiede modelli di calcolo previsti nell'ambito del Sistema di Monitoraggio

DOTAZIONI SPECIFICHE

Alla presente applicazione sono collegate le seguenti dotazioni specifiche:

- Tree Talker, le cui specifiche, caratteristiche e dotazioni accessorie sono elencate al § 9.4.2.1.
- Centraline mobili di monitoraggio, le cui specifiche, caratteristiche e dotazioni accessorie sono elencate al § 9.4.2.2
- Unità mobili di monitoraggio e controllo, le cui specifiche, caratteristiche e dotazioni accessorie sono elencate al § 9.4.2.3
- sensoristica "air", le cui specifiche, caratteristiche e dotazioni accessorie sono elencate al § 9.4.2.4
- Centrale Nazionale di Monitoraggio Forestale e Ambientale, le cui specifiche, caratteristiche e dotazioni accessorie sono elencate al § 9.4.2.5.

RETI DI MONITORAGGIO

Nella presente applicazione non vengono utilizzati dati rilevati in situ da alcuna rete di monitoraggio. I dati e le informazioni acquisite attraverso le dotazioni previste sono tuttavia utilizzate per rafforzare e modernizzare le attuali reti di monitoraggio gestite dall'Arma dei Carabinieri quali: INFC (Inventario Nazionale delle Foreste e dei serbatoi di Carbonio); ConEcoFor (Controllo degli Ecosistemi Forestali); NEC (National Emissions Ceilings).

DATI DI OUTPUT

L'applicazione verticale non restituisce output utilizzabili direttamente dal Sistema di Monitoraggio

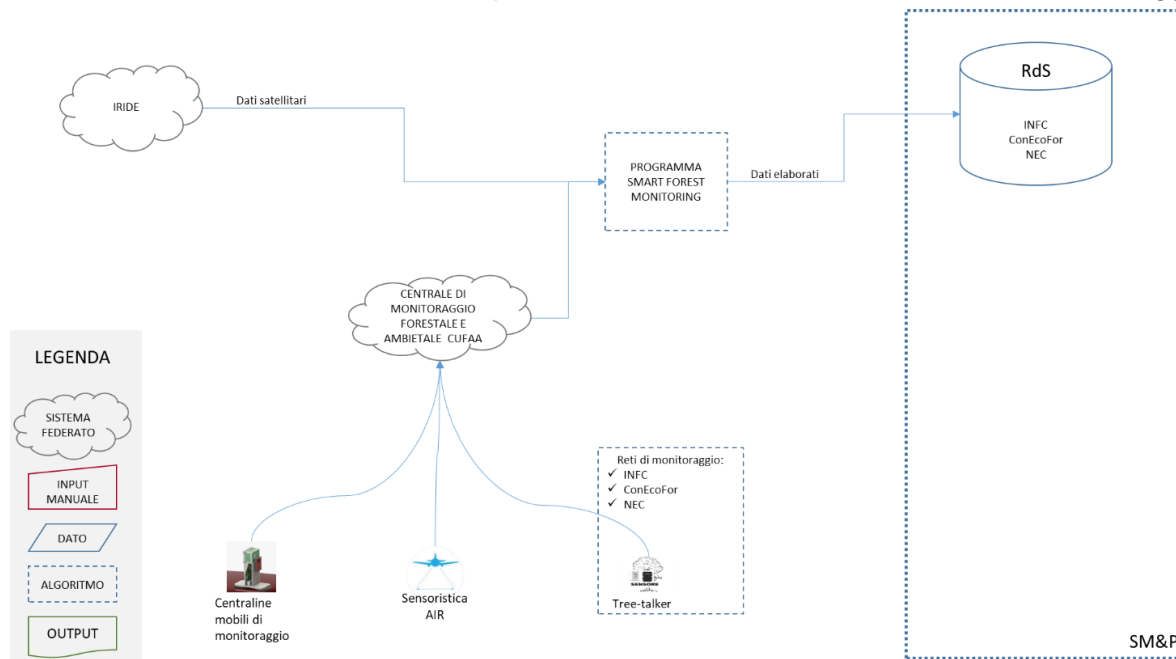


Figura 84 - Applicazione - Implementazione delle funzioni dedicate al Downstream smart forest environmental monitoring

8.5.4.6 Abusivismo edilizio – CU.V4.6

OBIETTIVO

L'applicazione mette a disposizione un servizio di identificazione di nuove edificazioni o variazioni di uso del suolo che possono essere legate a fenomeni di abusivismo edilizio.

L'applicativo verticale si configura come un ambiente integrato in cui l'utente di riferimento accede mediante profilazione all'interfaccia dedicata dove vengono rese disponibili funzionalità per la selezione dei dati di input e di elaborazione dei dati geografici, sia vettoriali che raster. Fra i dati richiesti vi è la definizione dell'area oggetto di analisi.

Il modello richiamato dall'applicazione opererà secondo gli step di seguito descritti:

1. acquisizione dei dati di input: immagini, dati catastali, perimetrazione dell'area di interesse e dati relativi ai permessi di costruire.
2. Estrazione dei dati in base alla perimetrazione del territorio di interesse: le immagini e i dati catastali saranno tagliati sulla base della perimetrazione definita dall'utente
3. Algoritmi di elaborazione: L'immagine viene processata con algoritmi di change detection e analisi morfologica, finalizzati ad individuare le variazioni di uso del suolo che possono essere correlate alla edificazione di nuove costruzioni o variazioni di forma (per esempio ampliamento) di edifici esistenti. Le variazioni identificate vengono quindi sovrapposte ai dati catastali per l'identificazione delle particelle interessate. Qualora fossero resi disponibili anche i dati relativi ai permessi rilasciati sarebbe possibile epurare le particelle e gli edifici che risultano censite nelle anagrafiche e nei database dedicati.

UTENTE TARGET

Vari

DATI DI INPUT

I dati richiesti per questa applicazione sono di seguito elencati:

- Immagini satellitari alta risoluzione o dati di variazione di uso del suolo. Le immagini potranno essere selezionate dall'utente scegliendo fra i prodotti ad oggi disponibili. Sarà comunque prevista la possibilità di integrare questa scelta con le immagini e i dati che saranno messi a disposizione dalla costellazione IRIDE.
- Immagini ad alta risoluzione acquisite con sensori che operano nel campo del visibile e del termico installati a bordo degli aeromobili e dei droni della Guardia di Finanza in grado di restituire con accuratezza centimetrica misure di superficie e di volume.
- Dato catastale. Dato geografico, presente nel SIM come sistema federato.
- Dati sui permessi di costruire. Si ipotizza che il dato sia a/n.

Deve inoltre essere definita la delimitazione di un'area di dettaglio su cui si vuole realizzare l'analisi, che potrà essere stabilita dall'utente o coincidere con i confini amministrativi, selezionabili da interfaccia (confini comunali, zone censuarie ecc.).

SISTEMI FEDERATI

I Sistemi federati che forniscono dati di utilità per questa applicazione sono di seguito elencati:

- Catasto
- COPERNICUS/PNOT
- ISTAT
- GdF

MODELLI E ALGORITMI

Nel presente applicativo vengono utilizzati gli algoritmi geografici di base descritte nel S.S. GIS.

DOTAZIONI SPECIFICHE

Alla presente applicazione verticale non è collegata alcuna dotazione specifica.

RETI DI MONITORAGGIO

Nella presente applicazione verticale non vengono utilizzati dati rilevati in situ da alcuna rete di monitoraggio.

DATI DI OUTPUT

L'applicazione restituisce come output un elenco di particelle sulle quali risultano variazioni che non sembrano trovare riscontro nelle procedure amministrative e che pertanto possono essere ulteriormente indagate per verificare un eventuale abuso e una mappa tematizzata con evidenza delle particelle individuate

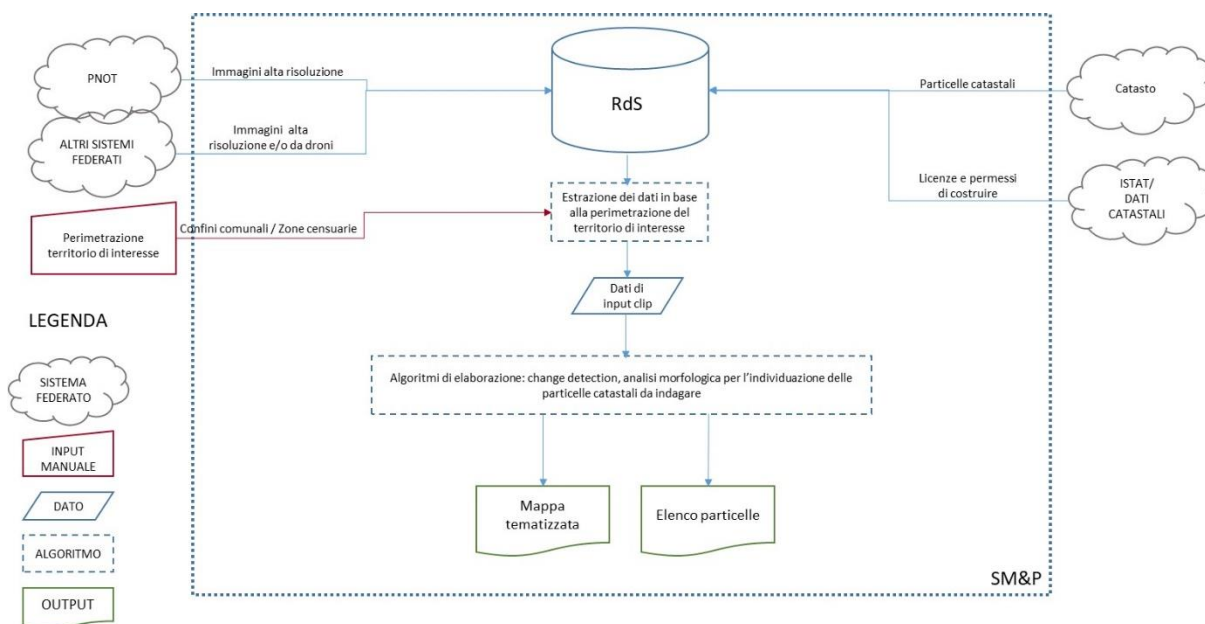


Figura 85 - Applicazione - algoritmo per l'identificazione di nuove edificazioni o variazioni di uso del suolo che possono essere legate a fenomeni di abusivismo edilizio

8.5.4.7 Gestione illecita dei rifiuti – CU.V4.7

OBIETTIVO

L'applicazione mette a disposizione un servizio di monitoraggio ed identificazione di aree all'interno delle quali si evidenzino variazioni che possono essere correlate ad una gestione illecita di rifiuti.

L'applicativo verticale si configura come un ambiente integrato in cui l'utente di riferimento accede mediante profilazione all'interfaccia dedicata dove vengono rese disponibili funzionalità per la selezione dei dati di input e di elaborazione dei dati geografici, sia vettoriali che raster.

Prima di avviare l'elaborazione, all'utente viene richiesto di selezionare i dati di input da utilizzare. Deve inoltre essere definita la delimitazione di un'area di dettaglio su cui si vuole realizzare l'analisi, che potrà essere stabilita dall'utente o coincidere con i confini amministrativi, selezionabili da interfaccia (confini comunali, zone censuarie ecc.).

L'applicazione metterà a disposizione funzionalità di elaborazione dati per i workflow che opererà secondo gli step di seguito descritti:

- acquisizione dei dati di input
- estrazione dei dati in base alla perimetrazione del territorio di interesse
- algoritmi di elaborazione: L'immagine viene processata con algoritmi di change detection e analisi morfologica, finalizzati ad individuare le variazioni che possono essere correlate ad una attività di gestione illecita dei rifiuti. Da valutare la possibilità di implementare un'ulteriore analisi dei dati finalizzata a fornire un livello di attendibilità del risultato estratto.

UTENTE TARGET

Vari

DATI DI INPUT

I dati richiesti per questa applicazione sono di seguito elencati:

- Immagini satellitari alta risoluzione. Le immagini potranno essere selezionate dall'utente scegliendo fra i prodotti ad oggi disponibili. Sarà comunque prevista la possibilità di integrare questa scelta con le immagini e i dati che saranno messi a disposizione dalla costellazione IRIDE. Infine, è possibile caricare immagini in possesso dell'utente (per esempio rilievi effettuati con droni o immagini acquisite esternamente al SIM)

- Dati ambientali e di controlli acquisiti attraverso i database delle ASL oppure caricati manualmente dall'utente secondo uno standard predefinito.
- Dati relativi alle discariche ed abbandono di rifiuti già monitorati sia in via autonoma nell'ambito dell'attività esclusiva di polizia economico finanziaria sia in forza di dedicati protocolli d'intesa.

All'utente sarà quindi richiesto come input di selezionare un'area di interesse, delimitabile tramite selezione manuale o con i dati dei confini amministrativi (confini comunali, zone censuarie ecc.)

Inoltre, qualora l'analisi debba essere realizzata su porzioni di territorio circoscritte a matrici ambientali o aree identificabili e isolate, è prevista la possibilità di caricare dati vettoriali poligonali che identifichino tali aree (per esempio reticoli idrografici, cave ecc.) sulle quali realizzare l'analisi.

SISTEMI FEDERATI

I Sistemi federati che forniscono dati di utilità per questa applicazione sono di seguito elencati:

- COPERNICUS/PNOT
- ASL

Per la selezione dell'area oggetto di indagine potranno essere presi a riferimento:

- DBT
- Geoportale Nazionale

MODELLI E ALGORITMI

Nel presente applicativo vengono utilizzati gli algoritmi geografici di base descritte nel S.S. GIS.

DOTAZIONI SPECIFICHE

Alla presente applicazione verticale non è collegata alcuna dotazione specifica.

RETI DI MONITORAGGIO

Nella presente applicazione verticale non vengono utilizzati dati rilevati in situ da alcuna rete di monitoraggio.

DATI DI OUTPUT

L'applicazione restituisce come output una mappa tematizzata con l'indicazione delle variazioni individuate che possono essere oggetto di gestione illecita di rifiuti. Se viene previsto il tool di classificazione, i diversi areali individuati saranno classificati.

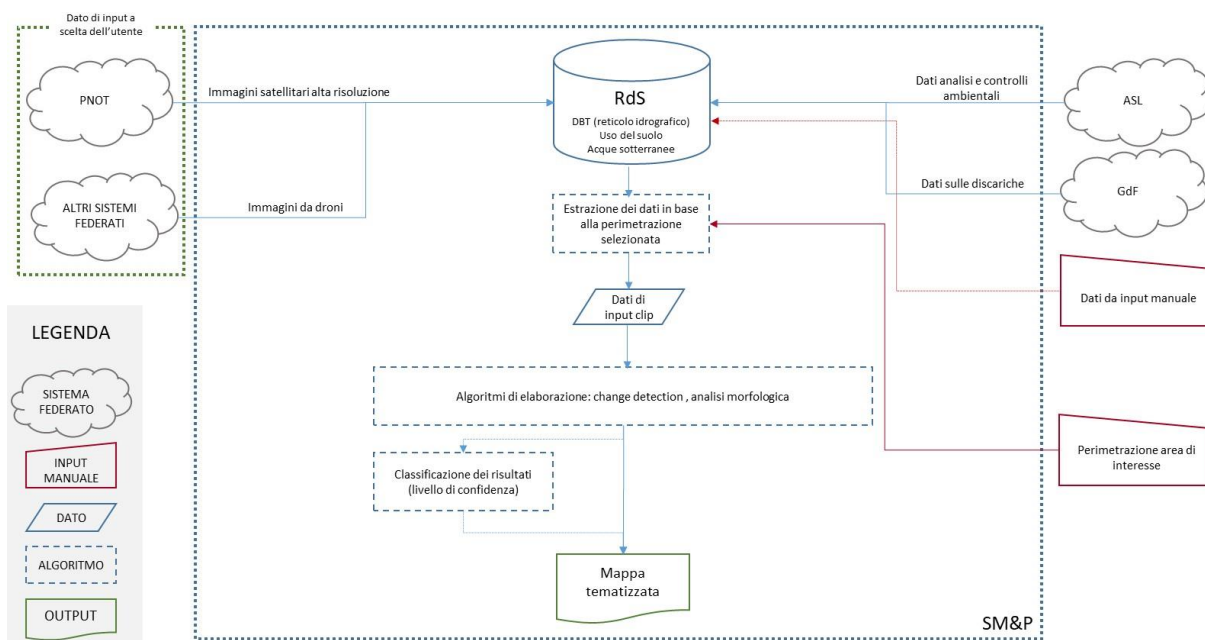


Figura 86 -Applicazione - algoritmo per l'individuazione di potenziali situazioni riconducibili ad una gestione illecita dei rifiuti

8.5.4.8 Tool di analisi per immagini multispettrali – CU.V4.8

OBIETTIVO

L'applicazione mette a disposizione un modello di elaborazione per realizzare analisi spettrali

L'applicativo verticale si configura come un ambiente integrato in cui l'utente di riferimento accede mediante profilazione all'interfaccia dedicata dove vengono rese disponibili funzionalità per la selezione dei dati di input e di elaborazione dei dati geografici, sia vettoriali che raster.

Il modello richiamato dall'applicazione metterà a disposizione funzionalità di elaborazione dati per i workflow (Fig. 1) che opererà secondo gli step di seguito descritti:

1. **Acquisizione** dei dati di input
2. **Estrazione** dei dati in base alla perimetrazione del territorio di interesse
3. **Algoritmi** di elaborazione: l'immagine viene processata con algoritmi di analisi spettrale (eliminazione rumore, individuazione del target^(*)).

Il sistema acquisisce e processa i dataset satellitari secondo il seguente flusso di lavoro:

- a. Geometric Correction
 - b. Radiometric and Atmospheric Correction
 - c. Spectral Analysis
 - d. Classification – Post-Classification (Mapping)
4. **Mappatura**: a conclusione del processo i dati ottenuti potranno essere tematizzati con algoritmi di classificazione

UTENTE TARGET

ENEA e vari altri

DATI DI INPUT

I dati richiesti per questa applicazione sono di seguito elencati:

- Immagini multispettrali alta risoluzione. Le immagini potranno essere selezionate dall'utente scegliendo fra i prodotti ad oggi disponibili. Sarà comunque prevista la possibilità di integrare questa scelta con le immagini e i dati che saranno messi a disposizione dalla costellazione IRIDE. Infine, è possibile caricare immagini in possesso dell'utente (per esempio rilievi effettuati con droni o immagini acquisite esternamente al SIM).

All'utente sarà quindi richiesto di selezionare un'area di interesse, delimitabile tramite selezione manuale o con i dati dei confini amministrativi (confini comunali, zone censuarie ecc)

SISTEMI FEDERATI

I Sistemi federati che forniscono dati di utilità per questa applicazione sono di seguito elencati:

- COPERNICUS/PNOT

MODELLI E ALGORITMI

Nel presente applicativo vengono utilizzati gli algoritmi geografici di base descritte nel S.S. GIS.

DOTAZIONI SPECIFICHE

Alla presente applicazione verticale non è collegata alcuna dotazione specifica.

⁸ (*) **il target è noto**: correlazione con una libreria spettrale interna al SW per l'individuazione spaziale; **il target non è noto e/o probabile**: analisi degli spettri estratti dall'immagine e correlazione con potenziali target interni alla libreria spettrale (o analisi in situ per l'acquisizione del dato).

RETI DI MONITORAGGIO

Nella presente applicazione verticale non vengono utilizzati dati rilevati in situ da alcuna rete di monitoraggio.

DATI DI OUTPUT

L'applicazione restituisce come output una mappa tematizzata con l'indicazione delle variazioni indagate.

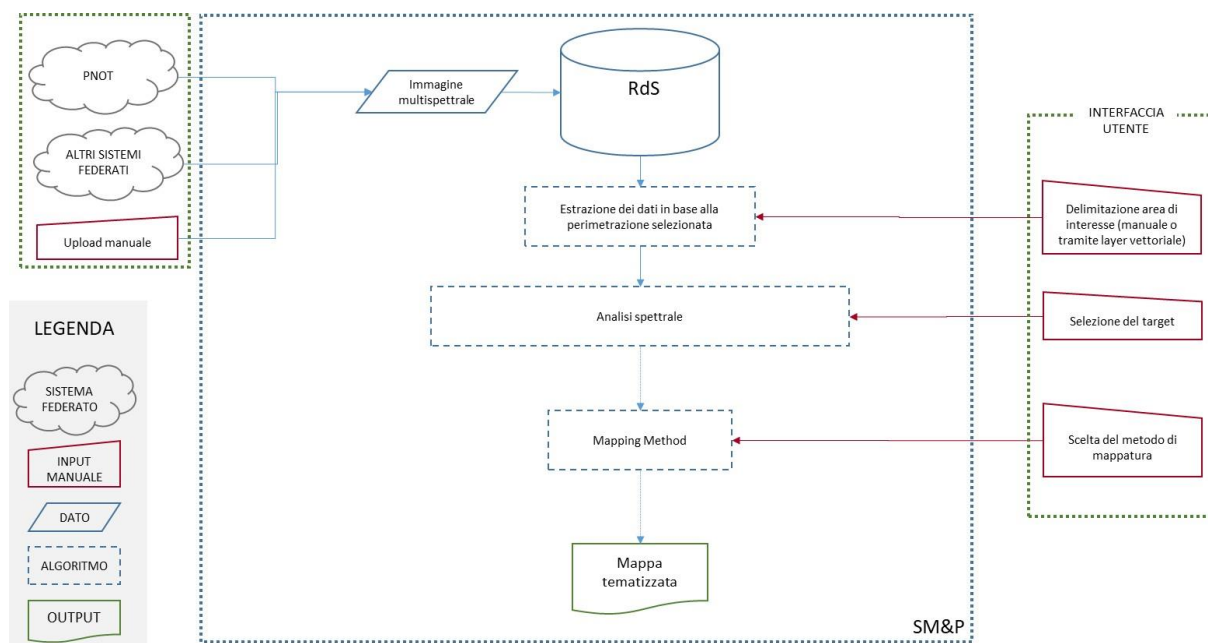


Figura 87 - Applicazione - Tool di analisi spettrale

8.5.5 Verticale 5 - Supporto alle emergenza - Applicativi

8.5.5.1 Pianificazione di PC – CU.V.5.1

OBIETTIVO

Costruzione dello scenario di rischio statico per le diverse tipologie di evento.

L'utente accede all'applicazione mediante profilazione all'interfaccia dedicata al verticale 5 basata su quanto descritto nei capitoli "Impostazione generale degli applicativi" (pag. 354) e "Caratteristiche comuni" (pag. 354). Nella GUI sono presenti funzionalità di elaborazione dei dati geografici, sia vettoriali che raster, che attraverso tool specifici consentono di interrogare gli input al fine di estrarre le informazioni richieste dall'utente.

L'utente potrà:

- selezionare un areale di evento tra quelli disponibili al SIM;
- in alternativa, inputare direttamente l'areale di riferimento attraverso strumenti di disegno su mappa
- selezionare il complesso degli elementi vulnerabili da prendere in considerazione potendo optare per la selezione di gruppi di dati o di singole variabili;
- impostare eventuali filtri per la selezione degli elementi vulnerabili di interesse;
- impostare i criteri per la costruzione del report di analisi (ambiti di riferimento, livelli di aggregazione ecc.);
- selezionare i criteri di qualificazione della infrastruttura stradale nell'area di interesse (necessari per l'esecuzione del sotto-modello di accessibilità descritto al successivo § 5.5.2;

- applicare il modello di accessibilità inputando a sistema i nodi di accesso esterno all'area di evento da parte dei soccorritori;
- applicare il modello di danno atteso per gli edifici;

A valle delle impostazioni adottate dall'utente il sistema provvede:

- ad estrarre dalla RdS tutti gli elementi necessari alla costruzione dello scenario di rischio statico ed in particolare:
 - ◆ dati di contesto,
 - ◆ areale di evento,
 - ◆ elementi vulnerabili,
 - ◆ risorse di protezione civile
 - ◆ grafo;
- alla costruzione dell'input necessario alla esecuzione del modello di accessibilità, ed in particolare:
 - ◆ calcolo e applicazione delle eventuali impedenze agli archi del grafo
 - ◆ associazione delle risorse di PC (edifici strategici e aree) e dei nodi di accesso esterno ai nodi del grafo (origini)
 - ◆ associazione dei target selezionati ai nodi del grafo (destinazioni)
 - ◆ calcolo del grado di accessibilità in relazione ai target (possibilità e tempo di raggiungimento);
- al calcolo del livello di danneggiamento atteso degli edifici presenti nell'areale di evento, applicando i metodi predefiniti e presenti all'interno della RdS
- alla produzione delle diverse reportistiche attese.

UTENTE TARGET

DPC, PC regionali, Prefetti/Province

DATI DI INPUT

- Dati in ingresso nel SIM dai sistemi federati elencati al paragrafo "Verticale 5 - Supporto alle emergenze (disastri naturali)" (pag. 351) sono:

CATEGORIA	GRUPPO	VARIABILE	FONTE
Aree di evento	Eventi Naturali	Aree di pericolosità da frane	Autorità di distretto idrografico/ISPRA
		Aree di pericolosità esondativa	Autorità di distretto idrografico/ISPRA
		Mappa della pericolosità sismica	INGV - Centro Pericolosità Sismica
		Mappe di altezze massime di inondazione (MIH) e intensità di pericolo	INGV - Centro Allerta Tsunami
		Microzonazione sismica	DPC-IGAG
		Piano AIB	DPC/Regioni
		Scenari eruttivi attesi e mappe di pericolosità vulcanica	INGV - Centro Pericolosità Vulcanica (CPV)
Eventi Antropici	Piano di Emergenza Esterno impianti Seveso	Prefetti	
	Piano di Emergenza Esterno impianti trattamento rifiuti	Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco	
Contesto	Caratteri fisici del territorio	Bacini idrografici principali	ISPRA
		Bacini idrografici secondari	ISPRA
		Geologia	ISPRA
		Laghi ed acque interne	ISPRA
		Morfologia	MASE - SIM

CATEGORIA	GRUPPO	VARIABILE	FONTI
		Pendenze	MASE - SIM
		Reticolo idrografico	ISPRA
		Reticolo idrografico di dettaglio	ISPRA
	Protezione Civile	Aggregati strutturali	DPC
		Ambiti territoriali e organizzativi ottimali	DPC
		Aree di emergenza	DPC
		Edifici strategici	DPC
		Edifici strategici di protezione civile	DPC
		Rete accessibilità	DPC
		Zone di allerta	DPC
		Zone di vigilanza meteorologica	DPC
	Sicurezza soccorso	Sedi Carabinieri	Carabinieri
		Sedi CNVVF	Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco
Sedi Polizia di stato		Polizia di stato	
Vulnerabili	Elementi strategici	Infrastrutture autostradali	Autostrade per l'Italia
		Infrastrutture ferroviarie	RFI
		Infrastrutture stradali	OpenstreetMAP
		Rete telecomunicazioni	SINFI
		Reti elettriche	Terna
		Reti gas	MASE / SNAM
	Sistema ambientale	Aree Protette	ISPRA
		Corpi vegetali	ISPRA
		Rete natura 2000	ISPRA
	Sistema socioeconomico	Aree agricole	ISPRA
		Aree/edifici produttive o industriali	IGMI-DBSN/DBT regionali
		Beni culturali	Ministero cultura
		Edifici	IGMI-DBSN/DBT regionali
		Fabbricati	Agenzia delle entrate - catasto
		Musei	Ministero cultura
	Terreni	Agenzia delle entrate - catasto	

Tabella 34 - Pianificazione di PC: Dati di input (1/2)

I dati saranno resi disponibili mediante i protocolli di interoperabilità e i requisiti descritti al paragrafo "Componente I/O dati sistemi federati" (pag. 72).

- Dati in ingresso nel SIM resi disponibili da un applicativo di aggiornamento e descritti al paragrafo "Verticale 5 - Supporto alle emergenze (disastri naturali) - Banche dati" (pag. 134) sono:

CATEGORIA	GRUPPO	VARIABILE	FONTI
Areali di evento	Antropico	Piano di emergenza Dighe	Ufficio Tecnico Dighe (UTD)
Contesto	Partizioni	Confini comunali	ISTAT
		Confini Comunità Montane	UNCEM
		Confini provinciali	ISTAT
		Confini regionali	ISTAT
		Unioni di comuni	Dipartimento affari interni e regionali
Vulnerabili	Elementi strategici	Avio - Eli - Idrosuperfici	ENAC
		Dighe e infrastrutture idriche	Ministero Infrastrutture e Trasporti (grandi dighe)
		Opere d'arte relative al sistema di grande viabilità stradale e ferroviaria	Agenzia nazionale per la sicurezza delle ferrovie e delle infrastrutture stradali e autostradali

CATEGORIA	GRUPPO	VARIABILE	FONTI
	Sistema demografico	Particolari classi di popolazione	ISTAT
		Popolazione totale	ISTAT
	Sistema socioeconomico	Agglomerati urbani	ISTAT
		Aggregati strutturali	DPC
		Allevamenti zootecnici	Anagrafi zootecniche / Ministero della Salute
		Biblioteche	Ministero cultura
		Fabbricati	ISTAT
		Grandi superfici di vendita	Ministero sviluppo economico - osservatorio del commercio
		Immobili pubblici	MEF - opendata immobili pubblici
		Impianti di distribuzione carburanti	MiSE
		Impianti di trattamento rifiuti	ISPRA
		Industrie a obbligo di notifica	ISPRA
		Interventi di adeguamento sismico	DPC
		Ospedali	Ministero Salute
		Scuole	Ministero Istruzione e del merito
		Strutture ricettive	Ministero degli Affari Interni
			Ministero Turismo

Tabella 35 - Pianificazione di PC: Dati di input (2/2)

SISTEMI FEDERATI

I Sistemi federati che forniscono dati di utilità per questa applicazione sono quelli elencati al paragrafo “Verticale 5 - Supporto alle emergenze (disastri naturali) - Sistemi” (pag.351).

MODELLI E ALGORITMI

La descrizione dei modelli da utilizzarsi per la costruzione dello scenario di piano è riportata al capitolo “Verticale 5 - Supporto alle emergenze - Algoritmi” (pag. 148)

DOTAZIONI SPECIFICHE

Alla presente applicazione non è collegata alcuna dotazione specifica.

RETI DI MONITORAGGIO

Nell'applicazione non vengono utilizzati dati rilevati in situ da alcuna rete di monitoraggio.

DATI DI OUTPUT

I dati prodotti dall'applicazione a supporto del processo di pianificazione sono:

- la mappa degli elementi vulnerabili identificati
- la mappa della accessibilità all'area e i punti di criticità
- il sistema delle risorse di protezione civile presenti (elementi strategici, aree di emergenza)
- il report strutturato degli elementi vulnerabili identificati
- il report geografico e alfanumerico relativo ai danni attesi agli edifici.

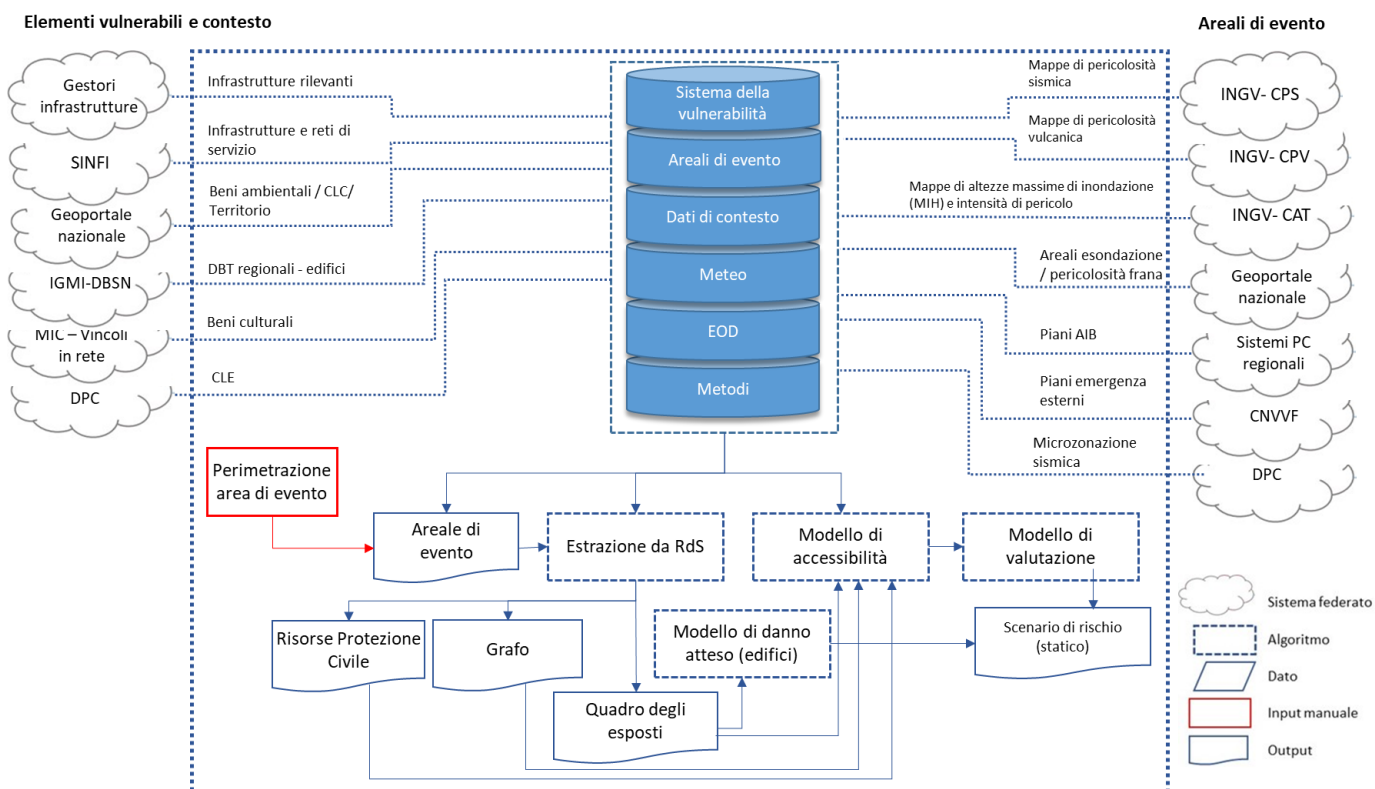


Figura 88 - Applicazione - Pianificazione di PC

8.5.5.2 Supporto alla gestione delle emergenze – CU.V.5.2

OBIETTIVO

Costruzione dello scenario di rischio dinamico per le diverse tipologie di evento ed identificazione dei target critici rispetto al soccorso.

L'utente accede all'applicazione mediante profilazione all'interfaccia dedicata al verticale 5 basata su quanto descritto nei capitoli "Impostazione generale degli applicativi" (pag. 354) e "Caratteristiche comuni" (pag. 354). Nella GUI sono presenti funzionalità di elaborazione dei dati geografici, sia vettoriali che raster, che attraverso tool specifici consentono di interrogare gli input al fine di estrarre le informazioni richieste dall'utente.

L'utente potrà:

- richiedere la produzione di una mappa di evento in atto mediante un processo di classificazione dell'immagine telerilevata più recente
- se l'immagine è disponibile, richiedere l'identificazione degli areali di impatto presenti
- alternativamente (in caso di indisponibilità di una immagine idonea)
- inputare direttamente l'areale di riferimento attraverso strumenti di disegno su mappa
- inputare direttamente i perimetri degli areali di impatto a partire dalle ricognizioni sul campo
- selezionare il complesso degli elementi vulnerabili da prendere in considerazione potendo optare per la selezione di gruppi di dati o di singole variabili

A valle delle impostazioni adottate dall'utente il sistema provvede:

- ad estrarre dalla RdS:
 - il quadro degli elementi vulnerabili selezionati,
 - il grafo della viabilità interessato dall'areale di evento;
- alla verifica del grado di disponibilità e funzionalità del grafo della viabilità, in relazione agli areali di impatto identificati; ciò è assicurato da un tool specifico del modello di accessibilità,

- alla costruzione dell'input necessario alla esecuzione del modello di accessibilità tenendo conto delle condizioni in atto:
 - ♦ calcolo e applicazione delle eventuali impedenze agli archi del grafo
 - ♦ associazione delle risorse di PC (edifici strategici e aree) e dei nodi di accesso esterno ai nodi del grafo (origini)
 - ♦ associazione dei target selezionati ai nodi del grafo (destinazioni)
 - ♦ calcolo del grado di accessibilità in relazione ai target (possibilità e tempo di raggiungimento);

UTENTE TARGET

DPC-Sala Situazioni Italia, PC regionali, Prefetti/Province

DATI DI INPUT

- Dati in ingresso nel SIM dai sistemi federati sono quelli descritti al precedente paragrafo § 8.5.5.
- Dati in ingresso nel SIM resi disponibili da un applicativo di aggiornamento sono quelli descritti al precedente paragrafo § 8.5.1.

SISTEMI FEDERATI

I Sistemi federati che forniscono dati di utilità per questa applicazione sono quelli elencati al paragrafo "Verticale 5 - Supporto alle emergenze (disastri naturali) - Sistemi" (da pag. 351).

MODELLI E ALGORITMI

La descrizione dei modelli da utilizzarsi per la costruzione dello scenario di piano è riportata al capitolo "Verticale 5 - Supporto alle emergenze - Algoritmi" (pag. 148).

DOTAZIONI SPECIFICHE

Alla presente applicazione non è collegata alcuna dotazione specifica.

RETI DI MONITORAGGIO

In linea generale, e dipendentemente dalla tipologia di evento calamitoso gestito, l'applicazione utilizza i dati di tutte le reti di monitoraggio in situ, ed in particolare:

- rete radar meteo
- rete sismica
- rete idro-meteo
- rete monitoraggio frane.

L'applicazione utilizza inoltre i dati provenienti dalle piattaforme satellitari ed eventuali dati di monitoraggio acquisiti on-site.

DATI DI OUTPUT

L'applicazione produce i seguenti dati, a supporto della operatività in emergenza del sistema di protezione civile:

- la mappa relativa all'areale di danno e agli elementi vulnerati;
- la mappa dell'accessibilità ricalcolata rispetto agli areali di impatto;
- l'identificazione dei target critici;
- il report alfanumerico strutturato relativo ai target critici.

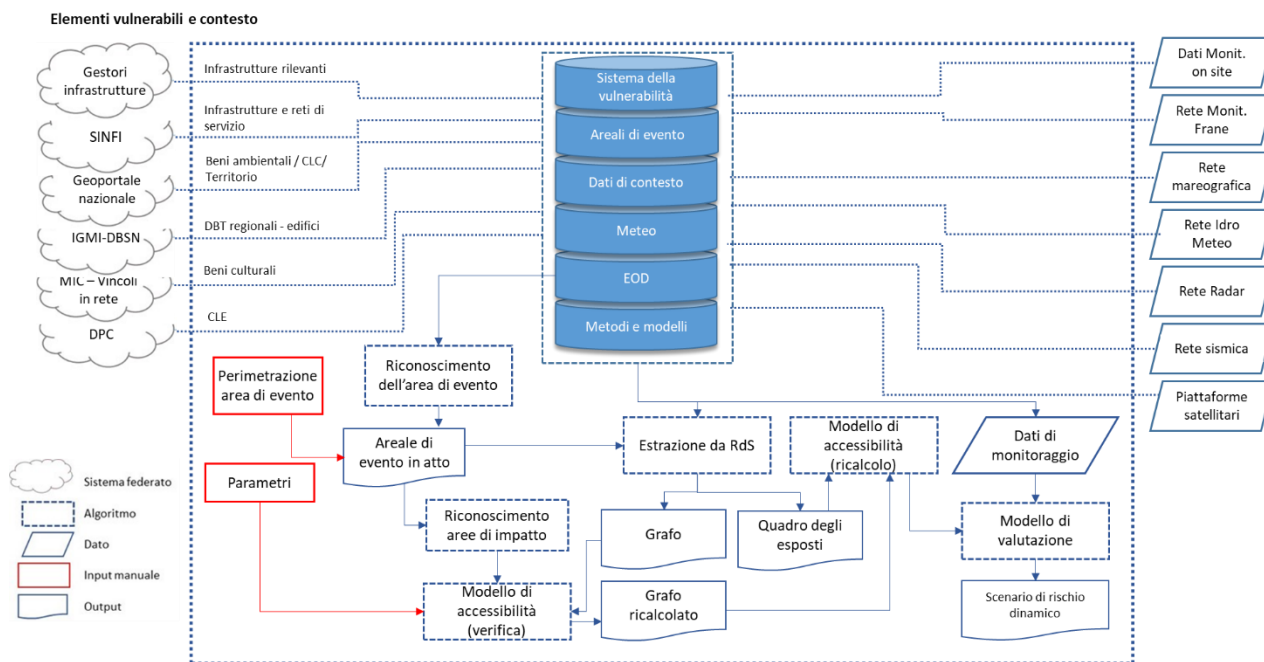


Figura 89 - Applicazione – Gestione delle emergenze

8.5.5.3 Rilevazione dei danni post evento – CU.V.5.3

OBIETTIVO

Costruzione dello scenario di danno occorso per le diverse tipologie di evento.

L'utente accede mediante profilazione all'interfaccia dedicata al verticale 5 basata su quanto descritto nei capitoli "Impostazione generale degli applicativi" (pag. 354) e "Caratteristiche comuni" (pag. 354). Nella GUI sono presenti funzionalità di elaborazione dei dati geografici, sia vettoriali che raster, che attraverso tool specifici consentono di interrogare gli input al fine di estrarre le informazioni richieste dall'utente.

L'utente potrà:

- richiedere l'estrazione dell'areale di evento occorso dai dati EOD più recenti;
- alternativamente, inputare direttamente l'areale di riferimento attraverso strumenti di disegno su mappa;
- selezionare il complesso degli elementi vulnerati da prendere in considerazione potendo optare per la selezione di gruppi di dati o di singole variabili;
- richiedere l'applicazione dei metodi di classificazione dei vulnerabili in funzione del loro valore;
- impostare i criteri per la costruzione del report di analisi (ambiti di riferimento, livelli di aggregazione ecc.);
- far eseguire l'estrazione degli elementi vulnerati dall'evento occorso;
- richiedere la costruzione del report geografico/alfanumerico relativo al danno occorso.

UTENTE TARGET

DPC, PC regionali, Prefetti/Province

DATI DI INPUT

- Dati in ingresso nel SIM dai sistemi federati sono quelli descritti al precedente paragrafo § 3.5.1:
- Dati in ingresso nel SIM resi disponibili da un applicativo di aggiornamento sono:
 - ◆ quelli descritti al precedente paragrafo § 3.5.1
 - ◆ lo schema di classificazione dei vulnerabili in termini di valore associato

SISTEMI FEDERATI

I Sistemi federati che forniscono dati di utilità per questa applicazione sono quelli elencati al capitolo “Verticale 5 - Supporto alle emergenze (disastri naturali) - Sistemi” (da pag. 351).

MODELLI E ALGORITMI

La descrizione dei modelli da utilizzarsi per la costruzione dello scenario di piano è riportata al capitolo “Verticale 5 - Supporto alle emergenze - Algoritmi” (da pag. 148).

DOTAZIONI SPECIFICHE

Alla presente applicazione non è collegata alcuna dotazione specifica.

RETI DI MONITORAGGIO

Nell'applicazione non vengono utilizzati dati rilevati in situ da alcuna rete di monitoraggio.

DATI DI OUTPUT

L'applicazione produce i seguenti dati:

- La mappa relativa all'areale di danno e agli elementi vulnerati;
- Il report alfanumerico strutturato relativo al danno occorso.

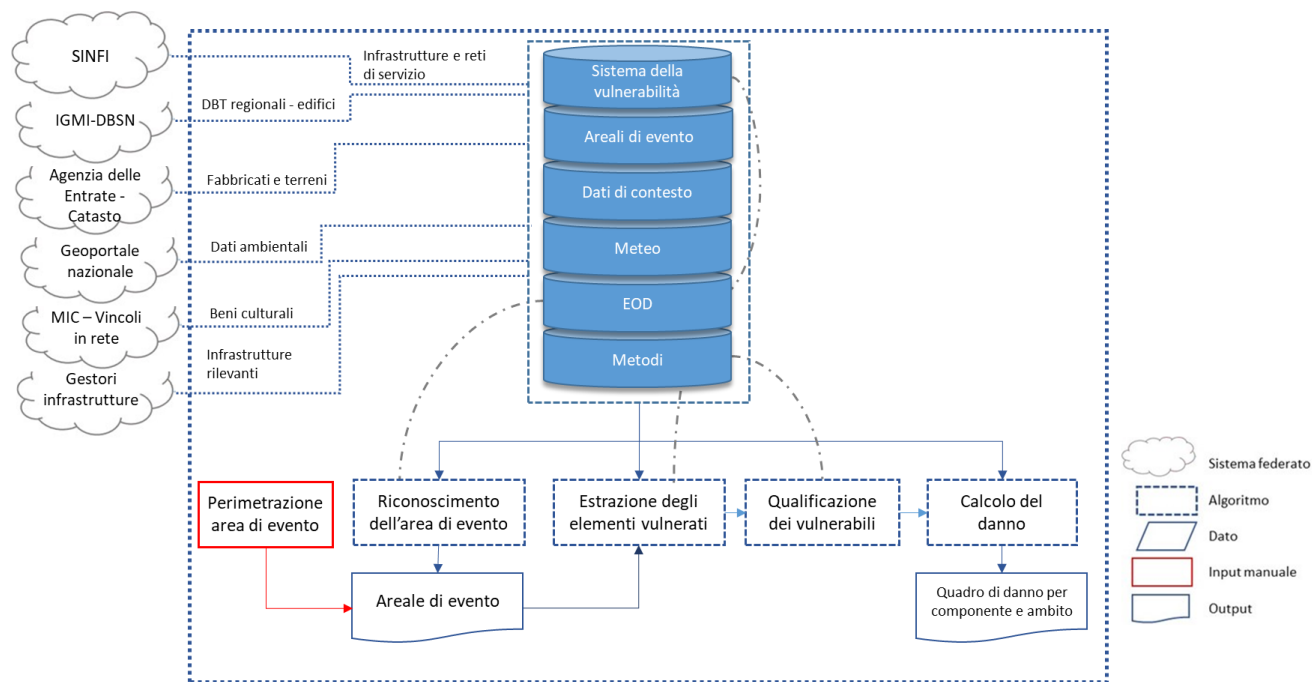


Figura 90 - CU V5.3 – Rilevazione dei danni post evento

8.5.5.4 Emissione di bollettini di criticità e allerte – CU.V.5.4

Il sistema di allertamento nazionale per alcune tipologie di rischi (maremoti, idrogeologici)

OBIETTIVO

Integrazione di dati di monitoraggio a supporto della modellistica specialistica finalizzata alla emissione di bollettini di criticità e di allerta per diverse tipologie di rischi.

L'utente accede all'applicazione mediante profilazione all'interfaccia dedicata al verticale 5 basata su quanto descritto nei capitoli “Impostazione generale degli applicativi” (pag. 354) e “Caratteristiche comuni” (pag. 354). Nella GUI sono presenti funzionalità di elaborazione dei dati geografici, sia vettoriali che raster, che attraverso tool specifici consentono di interrogare gli input al fine di estrarre le informazioni richieste dall'utente.

L'utente potrà:

- Selezionare la tipologia di dati di interesse
- Selezionare, eventualmente, lo spazio geografico di riferimento per i dati
- Selezionare, per i dati storicizzati, il periodo di riferimento per i dati
- Selezionare le modalità di organizzazione dei dati nell'export

UTENTE TARGET

DPC, Centri Funzionali Regionali

DATI DI INPUT

Dati in ingresso nel SIM resi disponibili da un applicativo di aggiornamento sono quelli provenienti dalle diverse reti di monitoraggio oggetto del SIM.

SISTEMI FEDERATI

L'applicazione non richiede l'uso di sistemi federati.

MODELLI E ALGORITMI

L'applicazione utilizza i modelli previsionali descritti ai paragrafi "Modelli di previsione meteorologica" (pag.139), "Modelli per la previsione delle inondazioni" (pag. 143), "Modello per il calcolo del rischio boschivo" (pag. 151)

DOTAZIONI SPECIFICHE

Al presente caso d'uso non è collegata alcuna dotazione specifica.

RETI DI MONITORAGGIO

Nel presente caso d'uso non vengono utilizzati dati rilevati in situ da alcuna rete di monitoraggio; l'applicazione utilizza i dati di tutte le reti di monitoraggio in situ, ed in particolare:

- rete radar meteo
- rete idro-meteo
- rete monitoraggio frane.

L'applicazione utilizza inoltre i dati provenienti dalle piattaforme satellitari.

DATI DI OUTPUT

Dati strutturati di monitoraggio

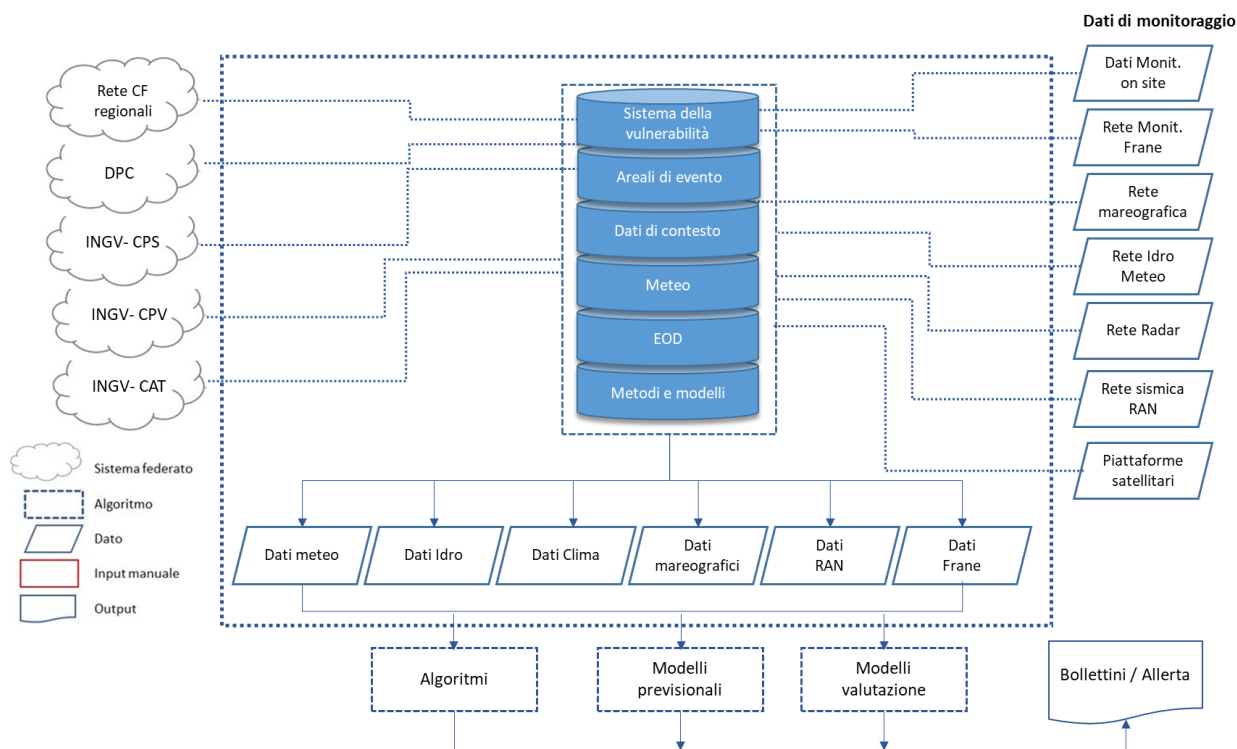


Figura 91 - CU V5.4 – Supporto alle emissioni di bollettini di criticità allerta

8.5.6 Verticale 6 - Incendi boschivi e di interfaccia - Applicativi

Sono di seguito riportate le applicazioni verticali che il Sistema dovrà integrare.

8.5.6.1 Elaborazione Cartografia AIB dei Parchi Nazionali – CU.V6.1

OBIETTIVO

Realizzazione della cartografia AIB per i 24 parchi nazionali secondo le indicazioni procedurali del MASE del 2018.

L'applicativo verticale dedicato alla creazione della cartografia AIB dei Parchi Nazionale si configura come un ambiente integrato in cui l'utente di riferimento accede mediante profilazione all'interfaccia dedicata.

L'applicativo consente quindi di eseguire il flusso elaborativo previsto dal modello descritto al § 5.6.1, in modo automatico. L'utente dovrà inserire il Parco di interesse e la procedura di calcolo potrà essere avviata.

Laddove i confini del Parco di interesse non siano presenti nel Sistema o non siano corretti, l'Utente potrà caricare sul Sistema il dato aggiornato.

Nella Gui sono presenti e preconfigurate diverse funzionalità di elaborazione dei dati geografici sia vettoriali che raster ed appositi tools di geoprocessing, come ad esempio le funzioni di aspect e slope. Mediante tali tool, l'applicativo in modo automatico dapprima estrarrà i dati input descritti in precedenza sulla base di:

- Zonizzazione Parchi
- Perimetri Parchi

Questa prima elaborazione consentirà quindi di produrre dati di base specifici per il parco:

- Carta delle pendenze
- Carta delle esposizioni
- Carta di zonazione del parco

- Carta fitoclimatica
- Carta dei SIC/ZSC-Carta delle Riserve Naturali Statali
- Carta degli incendi pregressi (sovrapposte alle aree boscate)

Il sottosistema metterà a disposizione funzionalità di elaborazione dati per i workflow: nello specifico caso della produzione di cartografia AIB nella GUI sarà possibile fruire di un workflow operativo basato su Algoritmi di elaborazione secondo le procedure della Relazione AISF ed i Manuali MASE 2018, riportati in allegato.

L'applicativo dovrà inoltre prevedere la possibilità di richiamare i manuali in consultazione.

UTENTE TARGET

Gestori dei parchi nazionali

DATI DI INPUT

Dati in ingresso nel SIM dai sistemi federati elencati al paragrafo "SISTEMI FEDERATI" (pag. 348) sono:

- Carta Forestale Nazionale prodotta dal MASAF-CREA proveniente dal sistema SIAN-SINFOR
- Dati Elaborati provenienti dal Geoportale Nazionale (Carta Fitoclimatica, Carta dei SIC/ZSC, Carta delle Riserve Naturali Statali)
- Aree percorse dal fuoco dal CUFAA presenti sul SIM, Sistema Informativo della Montagna, relativi a incendi boschivi
- Aree percorse dal fuoco del CNVVF per incendi di interfaccia
- Carta dell'Uso del Suolo da PNOT o Mise (riferimento Progetto Space Economy)

I dati saranno resi disponibili mediante i protocolli di interoperabilità descritti al paragrafo "Tipologie di dati da gestire" (pag. 121).

Dati nel RdS:

- Cartografia tecnica numerica regionale (o banche dati similari)
- Modello digitale del terreno (DEM)

Ulteriori dati di input per il presente applicativo verticale sono gli elementi informativi generati nell'ambito del progetto ESA IRIDE Services. In particolare, si fa riferimento a SVC denominate SE-S4-07, SE-S4-08, SE-S4-09 Annex 4.

SISTEMI FEDERATI

I Sistemi federati che forniscono dati di utilità per questa applicazione sono di seguito elencati:

- SIAN-SINFOR del MASAF
- Geoportale Nazionale
- Sistema Informativo della Montagna

MODELLI E ALGORITMI

Nel presente caso d'uso rientra il modello di elaborazione finalizzato al calcolo della pericolosità e del rischio incendio boschivo, descritto al § 5.6.1.

Vengono inoltre utilizzati gli algoritmi geografici di base per la creazione della mappa delle pendenze (slope) e delle esposizioni (aspect) e per l'estrazione dei dati rientranti nei confini dei Parchi (clip), descritte nel S.S. GIS.

DOTAZIONI SPECIFICHE

Al presente applicativo verticale non è collegata alcuna dotazione specifica.

RETI DI MONITORAGGIO

Nel presente applicativo verticale non vengono utilizzati dati rilevati da alcuna rete di monitoraggio in situ.

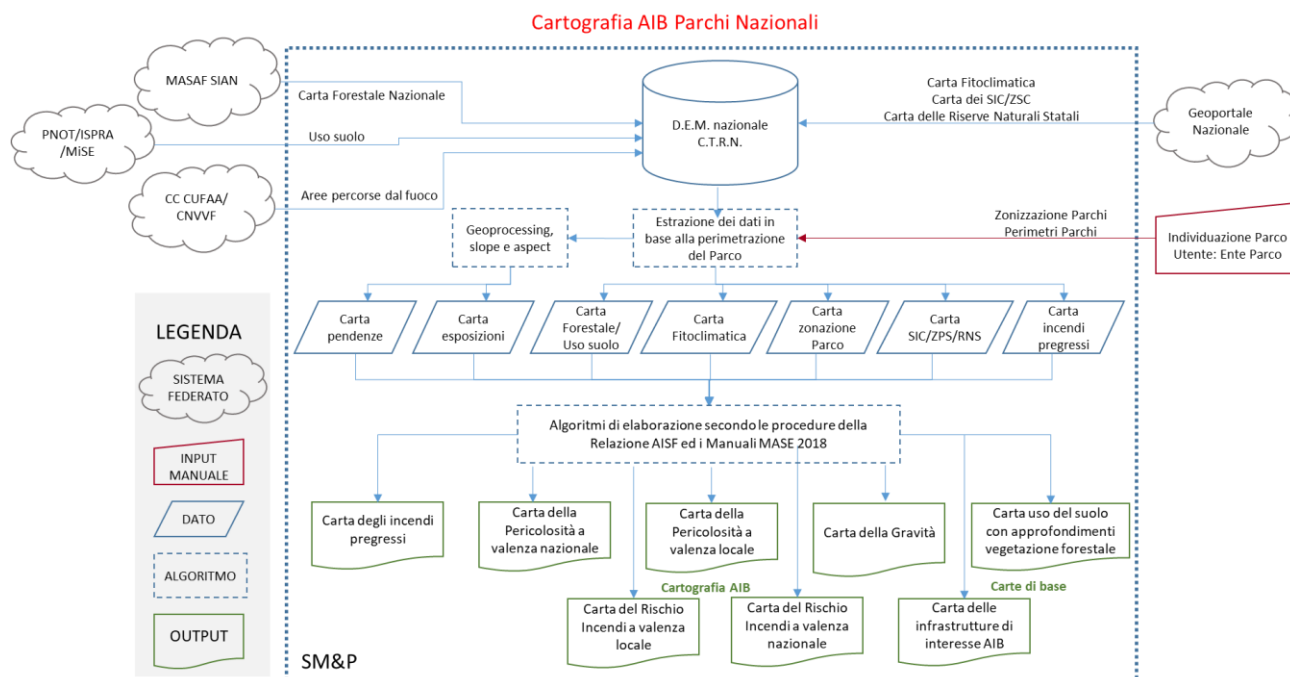
DATI DI OUTPUT

L'applicazione degli algoritmi porterà alla produzione degli output richiesti dallo stakeholder,

- Carta uso del suolo con approfondimenti vegetazione forestale
- Carta degli incendi pregressi
- Carta della Pericolosità a valenza nazionale e locale
- Carta della Gravità
- Carta del Rischio Incendi a valenza nazionale e locale
- Carta delle infrastrutture di interesse AIB

Nel sottosistema GIS saranno presenti specifiche funzioni di:

- composizione di mappe
- tematizzazione di layer geografici
- produzione di stampe cartografiche
- interoperabilità mediante la disponibilità di servizi WMS /WFS per la pubblicazione su altri sistemi (ad esempio il Geoportale Nazionale).



8.5.6.2 Calcolo della pericolosità da incendio di interfaccia – CU. V6.5

OBIETTIVO

Proposta di un modello per il calcolo della pericolosità da incendio di interfaccia, secondo le indicazioni procedurali contenute nel Manuale operativo ai sensi dell'O.P.C.M. 3606 del 2007.

L'applicativo verticale dedicato al calcolo della pericolosità da incendio di interfaccia si configura come un ambiente integrato in cui l'utente di riferimento accede mediante profilazione all'interfaccia dedicata.

L'applicativo consente quindi di eseguire il flusso elaborativo previsto dal modello descritto al § 5.6.1, in modo automatico.

L'utente dovrà selezionare il territorio di riferimento (comunale, provinciale o regionale) e la procedura di calcolo potrà essere avviata. L'utente potrà caricare sul Sistema la delimitazione dell'area antropizzata nel territorio di riferimento, qualora il dato non fosse presente o aggiornato.

Nella Gui sono presenti funzionalità di elaborazione dei dati geografici sia vettoriali che raster, come apposite tool di geoprocessing, le funzioni di aspect e slope. Mediante tali tool, l'applicativo estrarrà i dati di input descritti in precedenza sulla base del territorio di riferimento ed individuerà le aree antropizzate.

Questa prima elaborazione sarà riferita ai dati di seguito elencati:

- Carta delle pendenze
- Tipo di contatto con aree boscate
- Carta Forestale/uso del suolo
- Indice di densità della vegetazione
- Classificazione del piano AIB comunale
- Carta degli incendi pregressi

Un secondo flusso di elaborazioni consentirà di confrontare automaticamente la fascia perimetrale di contatto con gli strati informativi degli elementi vulnerabili, per il calcolo delle vulnerabilità e delle relative classi.

Il sottosistema GIS metterà a disposizione funzionalità di elaborazione dati per i workflow: nello specifico caso sarà possibile fruire di un workflow operativo basato sulle definizioni e le procedure operative definite ai sensi nell'O.P.C.M. 3606/2007.

L'applicativo dovrà inoltre prevedere la possibilità di richiamare il manuale in consultazione.

UTENTE TARGET

EE.LL.

DATI DI INPUT

Dati in ingresso nel SIM dai sistemi federati sono:

- Carta Forestale Nazionale prodotta dal MASAF-CREA proveniente dal sistema SIAN-SINFOR
- Dati Elaborati provenienti dal Geoportale Nazionale o da fonte regionale (Istruzione, Sanità)
- Aree percorse dal fuoco dal CUFAA presenti sul SIM, Sistema Informativo della Montagna, relativi a incendi boschivi
- Aree percorse dal fuoco del CNVVF per incendi di interfaccia
- Carta dell'Uso del Suolo da PNOT o Mise (riferimento Progetto Space Economy)

I dati saranno resi disponibili mediante i protocolli di interoperabilità e i requisiti descritti al paragrafo "Componente I/O dati sistemi federati" (pag. 72).

- Dati nel Repository Centrale (cfr. § 2.5.2) del sistema di monitoraggio:
 - ◆ Cartografia tecnica numerica regionale (o banche dati similari)
 - ◆ Modello digitale del terreno (DEM)
 - ◆ Confini amministrativi Istat

Ulteriori dati di input per il presente applicativo verticale sono gli elementi informativi generati nell'ambito del progetto ESA IRIDE Services. In particolare, si fa riferimento a SVC denominate SE-S4-07, SE-S4-08, SE-S4-09 Annex 4.

SISTEMI FEDERATI

I Sistemi federati che forniscono dati di utilità per questa applicazione sono di seguito elencati:

- SIAN-SINFOR del MASAF
- Geoportale Nazionale
- Banche dati regionali (Istruzione, Sanità)
- SIM, Sistema Informativo della Montagna Aree percorse dal fuoco del CUFAA
- Banche dati del CNVVF su Aree percorse dal fuoco relative a incendi di interfaccia
- PNOT o Mise (riferimento Progetto Space Economy)

MODELLI E ALGORITMI

Nel presente applicativo rientra il modello di elaborazione finalizzato al calcolo del rischio incendio di interfaccia basato sulle definizioni e le procedure operative contenute nell'O.P.C.M. 3606/2007. Il modello è descritto al § 5.6.3.1.

Vengono inoltre utilizzati gli algoritmi geografici di base per dati sia vettoriali che raster per la creazione della mappa delle pendenze (slope) e delle esposizioni (aspect) e per l'estrazione dei dati rientranti nell'area antropizzata del territorio comunale o intercomunale di riferimento, descritte nel S.S. GIS.

Algoritmi di overlay ponderato, presenti nel S.S.GIS, consentiranno di confrontare la fascia perimetrale di contatto con gli strati informativi degli elementi vulnerabili, per il calcolo delle vulnerabilità e delle relative classi.

DOTAZIONI SPECIFICHE

Al presente applicativo non è collegata alcuna dotazione specifica.

RETI DI MONITORAGGIO

Nel presente applicativo non vengono utilizzati dati rilevati in situ da alcuna rete di monitoraggio.

DATI DI OUTPUT

L'applicazione degli algoritmi porterà alla produzione dei seguenti output:

- Carta della Pericolosità
- Carta degli Elementi vulnerabili
- Carta del Rischio Incendi di interfaccia derivante dalla combinazione delle due precedenti mappe

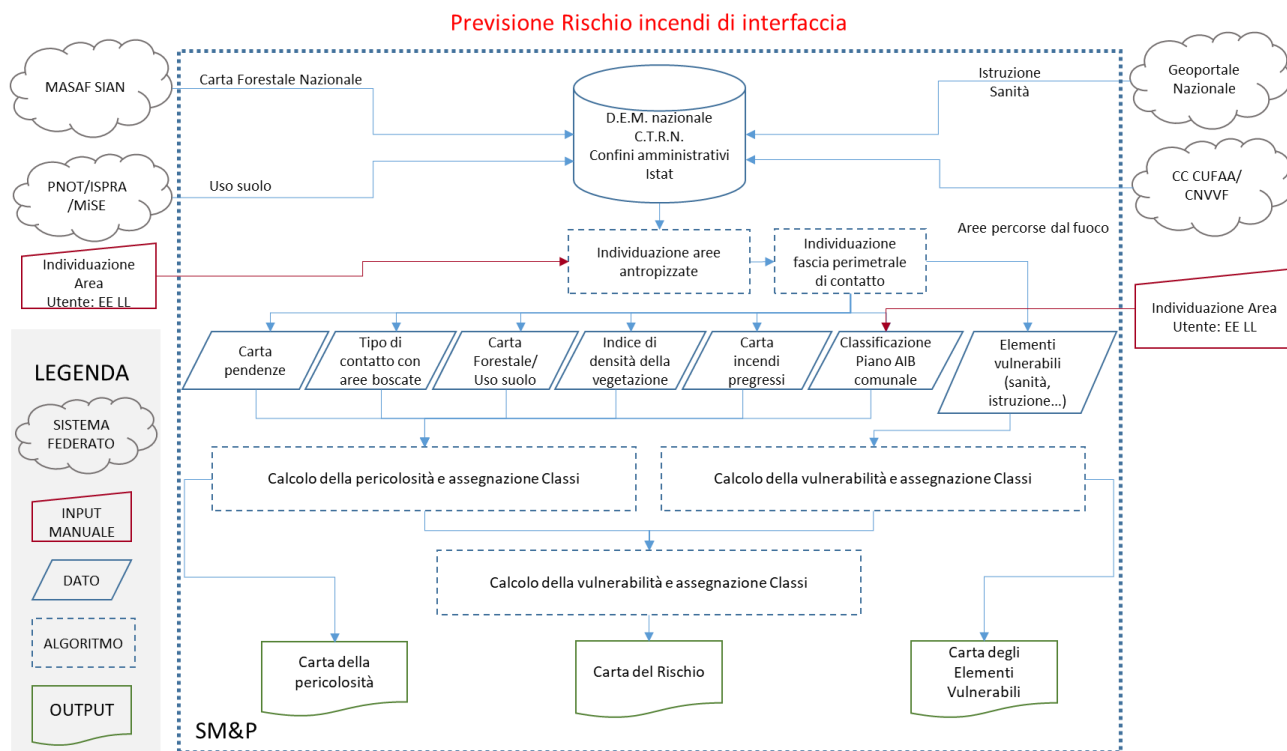


Figura 93 - Applicativo verticale – Previsione rischio incendi di interfaccia

8.5.6.3 Calcolo della pericolosità da incendio boschivo – CU. V6.6

OBIETTIVO

Proposta di un modello per il calcolo del rischio incendio boschivo secondo le indicazioni procedurali del MASE del 2018.

L'applicativo verticale dedicato al calcolo del rischio incendio boschivo si configura come un ambiente integrato in cui l'utente di riferimento accede mediante profilazione all'interfaccia dedicata.

L'applicativo consente quindi di eseguire il flusso elaborativo previsto dal modello descritto al § 5.6.1, in modo automatico. L'utente dovrà inserire l'ambito amministrativo di interesse e la procedura di calcolo potrà essere avviata.

Nella GUI sono presenti funzionalità di elaborazione dei dati geografici sia vettoriali che raster come apposite tool di geoprocessing, le funzioni di aspect e slope. Mediante tali tool, l'utente potrà estrarre i dati input descritti in precedenza sulla base del territorio comunale o intercomunale di riferimento.

Questa prima elaborazione consentirà quindi di produrre dati di base specifici:

- “Carta dell'uso del suolo con approfondimenti della vegetazione forestale”, derivata da Carta Forestale Nazionale e Carta Uso del suolo correttamente citate fra gli INPUT
- Carta delle pendenze
- Carta delle esposizioni
- Carta Fitoclimatica
- Carta dei SIC/ZSC-Carta delle EUAP
- Carta degli incendi pregressi (sovrapposte alle aree boscate)

Il sottosistema metterà a disposizione funzionalità di elaborazione dati per i workflow: nello specifico caso della produzione di cartografia AIB nella GUI sarà possibile fruire di un workflow operativo basato su Algoritmi di elaborazione secondo le procedure della Relazione AISF ed i Manuali MASE 2018.

L'applicativo dovrà inoltre prevedere la possibilità di richiamare i manuali in consultazione.

Nell'applicativo dovrà inoltre essere gestita la possibilità di visualizzare la mappa di suscettività statica, elaborata dal DPC con CIMA e oggetto di pubblicazione scientifica, come elemento informativo di comparazione/integrazione tra i due strumenti.

UTENTE TARGET

EE.LL.

DATI DI INPUT

Dati nel Repository Centrale (cfr. § 2.5.2) del sistema di monitoraggio:

- Carta Forestale Nazionale prodotta dal MASAF-CREA proveniente dal sistema SIAN-SINFOR
- Dati Elaborati provenienti dal Geoportale Nazionale (Carta Fitoclimatica, Carta dei SIC/ZSC, Elenco EUAP)
- Aree percorse dal fuoco dal CUFAA presenti sul SIM, Sistema Informativo della Montagna, relativi a incendi boschivi
- Aree percorse dal fuoco del CNVVF per incendi di interfaccia
- Carta dell'Uso del Suolo da PNOT o Mise (riferimento Progetto Space Economy)
- Cartografia tecnica numerica regionale (o banche dati similari)
- Modello digitale del terreno (DEM)
- Confini amministrativi Istat

Ulteriori dati di input per il presente applicativo verticale sono gli elementi informativi generati nell'ambito del progetto ESA IRIDE Services. In particolare, si fa riferimento a SVC denominate SE-S4-07, SE-S4-08, SE-S4-09 Annex 4.

SISTEMI FEDERATI

I Sistemi federati che forniscono dati di utilità per questa applicazione sono di seguito elencati:

- SIAN-SINFOR del MASAF
- Geoportale Nazionale
- Banche dati regionali (Istruzione, Sanità)
- SIM, Sistema Informativo della Montagna Aree percorse dal fuoco del CUFAA
- Banche dati del CNVVF su Aree percorse dal fuoco relative a incendi di interfaccia
- PNOT o Mise (riferimento Progetto Space Economy)

MODELLI E ALGORITMI

Nel presente applicativo rientra il modello di elaborazione finalizzato al calcolo della pericolosità e del rischio incendio boschivo, descritto al § 5.6.1.

Vengono inoltre utilizzati gli algoritmi geografici di base per la creazione della mappa delle pendenze (slope) e delle esposizioni (aspect) e per l'estrazione dei dati rientranti nei confini amministrativi di riferimento (clip), descritte nel S.S. GIS.

DOTAZIONI SPECIFICHE

Al presente applicativo non è collegata alcuna dotazione specifica.

RETI DI MONITORAGGIO

Nel presente applicativo non vengono utilizzati dati rilevati da alcuna rete di monitoraggio in situ.

DATI DI OUTPUT

L'applicazione degli algoritmi porterà alla produzione dei seguenti output

- Carta della Pericolosità

- Carta del Rischio Incendi
- Carta delle infrastrutture di interesse AIB
- Carta uso del suolo con approfondimenti vegetazione forestale
- Carta degli incendi pregressi

Nel sottosistema GIS saranno presenti specifiche funzioni di:

- composizione di mappe
- tematizzazione di layer geografici
- produzione di stampe cartografiche
- interoperabilità mediante la disponibilità di servizi WMS /MFS per la pubblicazione su altri sistemi (ad esempio Geoportale Nazionale o piattaforme regionali).

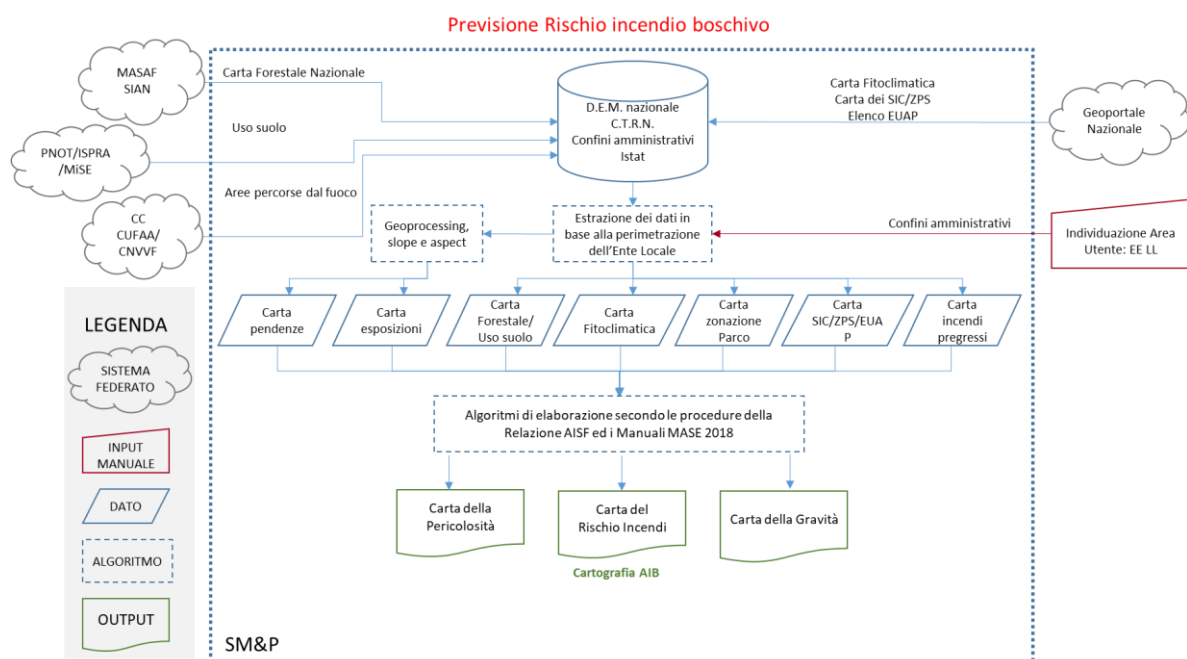


Figura 94 - Applicativo verticale – Previsione del rischio incendio boschivo

8.5.6.4 Simulazione della propagazione del fronte di fiamma come supporto alla Lotta AIB – CU. V6.7

OBIETTIVO

Calcolo del perimetro dell'incendio e definizione dello scenario di propagazione del fronte di fiamma.

L'applicativo verticale ad esso dedicato si configura come un ambiente integrato in cui l'utente di riferimento accede mediante profilazione all'interfaccia dedicata.

L'applicativo consente di eseguire il flusso elaborativo previsto dai modelli descritti al § 5.6.1, in modo automatico.

L'utente inserisce le coordinate dell'incendio di interesse o, se noto, del punto di innesco.

Sulla base dell'input dell'utente, il sistema avvia il workflow di elaborazione.

Il primo step di elaborazione automatica sarà finalizzato all'estrazione di dati relativi alla zona interessata dall'incendio, mediante tool di geoprocessing ed operazioni con algoritmi morfometrici sui dati raster, generando i seguenti input per la zona di interesse:

- Modello digitale del terreno
- Mappa di uso del suolo
- Carta Forestale

- Osservazioni sul vento nella zona di interesse

Il sistema metterà a disposizione la customizzazione di modelli matematici di propagazione del fuoco, che iterati per ogni tempo di simulazione forniranno perimetri del fuoco in propagazione nel formato di poligoni in coordinate geografiche, fino all'individuazione dell'output finale.

Per quanto riguarda gli algoritmi specifici per la simulazione del fronte di fiamma, l'utente potrà scegliere tra due modelli descritti più in dettaglio nel § 5.6.3.

UTENTE TARGET

SOUP, CNVVF, DPC, altri soggetti operativi di PC

DATI DI INPUT

Dati nel Repository Centrale (cfr. § 2.5.2) del sistema di monitoraggio sono:

- Dati meteo del vento rilevati in real time dalle centraline
- Modello digitale del terreno (DEM)
- Carta Forestale Nazionale del MASAF - CREA proveniente dal sistema SIAN-SINFOR
- Carta dell'Uso del Suolo da PNOT o Mise o AGEA
- Dati su Elementi vulnerabili provenienti dal Geoportale Nazionale o da altra fonte (Istruzione, Sanità, ecc.)
- Dati su Elementi provenienti dal CNVVF (localizzazione ed elenchi di aziende a rischio di incidente rilevante, discariche, ecc.)
- Dati su risorse di approvvigionamento idrico provenienti dal CNVVF (punti acqua per mezzi aerei ad ala rotante e per mezzi terrestri)

SISTEMI FEDERATI

I Sistemi federati che forniscono dati di utilità per questa applicazione sono di seguito elencati:

- SIAN-SINFOR del MASAF
- Geoportale Nazionale o Banche dati regionali (Istruzione, Sanità)
- Banche dati del CNVVF
- PNOT o Mise (riferimento Progetto Space Economy)
- Sistemi di monitoraggio meteo in situ

MODELLI E ALGORITMI

Il sistema metterà a disposizione la customizzazione di modelli matematici di propagazione del fuoco, per la definizione dello scenario di avanzamento del fronte di fiamma.

Per quanto riguarda gli algoritmi specifici per la simulazione del fronte di fiamma, l'utente potrà scegliere tra:

- Tiger, di cui il CUFAA detiene il codice sorgente e che è in uso in applicazioni e sperimentazioni dell'Arma dei Carabinieri – CUFAA;
- Flammap, un software open source che fa riferimento a Farsite, in uso presso alcune regioni italiane e descritto anche nel Manuale_schema_Piano_AIB_PN_ottobre2018 del MASE.

DOTAZIONI SPECIFICHE

Al presente applicativo non è collegata alcuna dotazione specifica.

RETI DI MONITORAGGIO

Nel presente applicativo vengono utilizzati i dati meteo, rilevati in situ dalle reti di monitoraggio meteorologico descritte al § 6.5. In particolare, viene presa a riferimento la componente anemometrica.

DATI DI OUTPUT

L'output del modello per l'incendio di interesse è costituito dall'individuazione dello scenario di evento finalizzate a supportare le valutazioni e decisioni nelle operazioni di lotta attiva.

In particolare, comparando l'output della simulazione con la mappatura degli elementi vulnerabili, degli elementi sensibili e delle risorse di approvvigionamento idrico fornirà un supporto operativo all'individuazione delle azioni di protezione degli elementi in fase di gestione dell'evento.

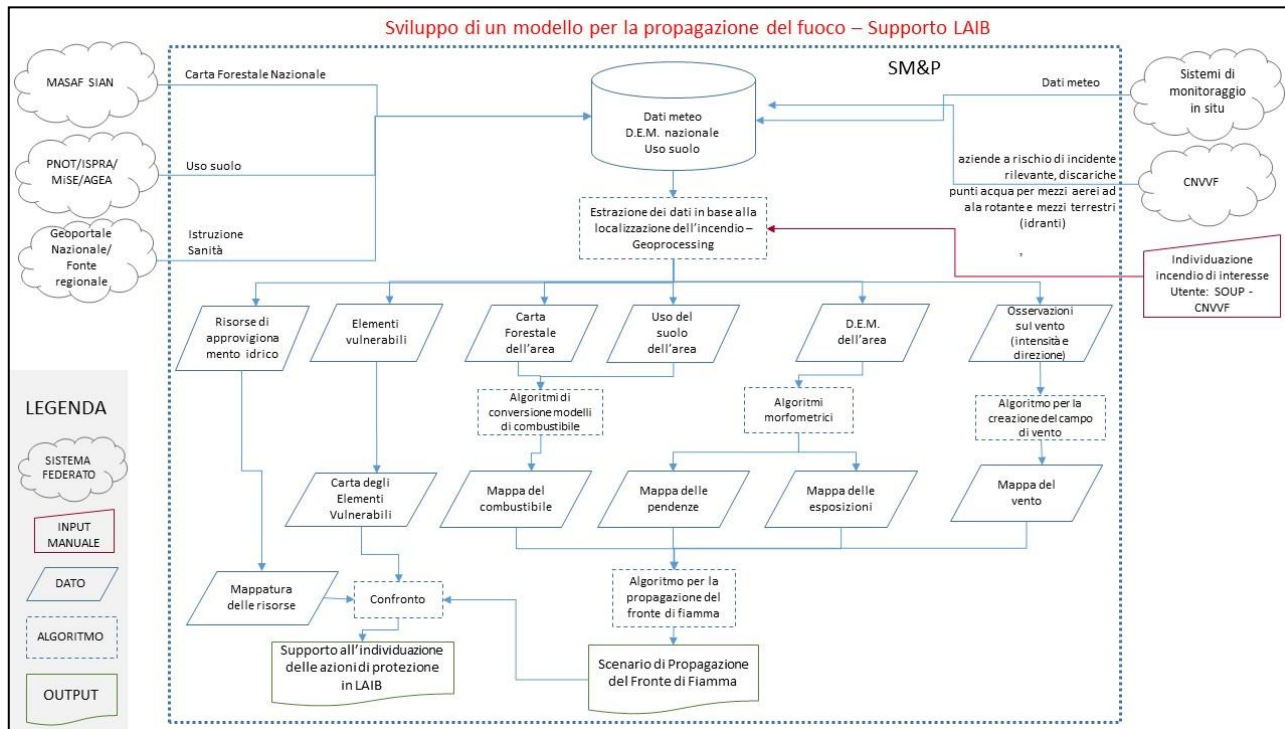


Figura 95 - Applicativo verticale – Propagazione del fronte di fiamma – Supporto alla lotta AIB

8.5.6.5 Simulazione della propagazione del fronte di fiamma come supporto alle attività di prevenzione – CU. V6.8

OBIETTIVO

Individuazione del perimetro dell'incendio e definizione dello scenario di propagazione del fronte di fiamma.

L'applicativo verticale dedicato alla simulazione del fronte di fiamma si configura come un ambiente integrato in cui l'utente di riferimento accede mediante profilazione all'interfaccia dedicata.

L'utente inserisce le coordinate dell'incendio di interesse o se, noto, del punto di innesco e il periodo di interesse.

Sulla base dell'input dell'utente, il sistema avvia il workflow di elaborazione.

Il primo step sarà finalizzato all'estrazione di dati relativi alla zona interessata dall'incendio, mediante tool di geoprocessing ed operazioni con algoritmi morfometrici sui dati raster, generando i seguenti input per la zona di interesse:

- Modello digitale del terreno
- Mappa di uso del suolo
- Carta Forestale
- Osservazioni storiche sul vento nella zona di interesse

Il sistema metterà a disposizione la customizzazione di modelli matematici di propagazione del fuoco, che iterati per ogni tempo di simulazione forniranno perimetri del fuoco in propagazione nel formato di poligoni in coordinate geografiche, fino all'individuazione dell'output finale.

Per quanto riguarda gli algoritmi specifici per la simulazione del fronte di fiamma, l'utente potrà scegliere tra due modelli descritti più in dettaglio nel paragrafo 5.6.3.

UTENTE TARGET

Agenzie Regionali di PC

DATI DI INPUT

Dati nel Repository Centrale (cfr. § 2.5.2) del sistema di monitoraggio sono:

- Dati storici sul vento rilevati nella zona di interesse nel periodo di riferimento
- Modello digitale del terreno (DEM)
- Carta Forestale Nazionale del MASAF - CREA proveniente dal sistema SIAN-SINFOR
- Carta dell'Uso del Suolo da PNOT o Mise o AGEA
- Dati su Elementi vulnerabili provenienti dal Geoportale Nazionale o da altra fonte (Istruzione, Sanità, popolazione, ecc.).

SISTEMI FEDERATI

I Sistemi federati che forniscono dati di utilità per questa applicazione sono di seguito elencati:

- SIAN-SINFOR del MASAF
- Geoportale Nazionale o Banche dati regionali (Istruzione, Sanità)
- Banche dati del CNVVF
- PNOT o Mise (riferimento Progetto Space Economy)
- Sistemi di monitoraggio meteo in situ

MODELLI E ALGORITMI

Il sistema metterà a disposizione la customizzazione di modelli matematici di propagazione del fuoco, per la definizione dello scenario di propagazione del fronte di fiamma.

Per quanto riguarda gli algoritmi specifici per la simulazione del fronte di fiamma, l'utente potrà scegliere tra:

- Tiger, di cui il CUFAA detiene il codice sorgente e che è in uso in applicazioni e sperimentazioni dell'Arma dei Carabinieri – CUFAA;
- Flammap, un software open source che fa riferimento a Farsite, in uso presso alcune regioni italiane e descritto anche nel Manuale_schema_Piano_AIB_PN_ottobre2018 del MASE.

Il modello matematico implementato seguirà, per il calcolo del perimetro del fuoco, i seguenti passi:

- calcolo del campo di vento (direzione e intensità) su tutta l'area interessata dalla simulazione;
- definizione della direzione e intensità della pendenza del suolo per l'intera area per la generazione della Mappa del vento;
- combinazione degli effetti del vento e della pendenza con le tipologie di combustibile per predire la velocità di propagazione;
- calcolo del perimetro del fuoco.

DOTAZIONI SPECIFICHE

Al presente applicativo non è collegata alcuna dotazione specifica.

RETI DI MONITORAGGIO

Nel presente applicativo vengono utilizzati i dati storici meteo, rilevati in situ dalle reti di monitoraggio meteorologico descritte al § 6.5. In particolare, viene presa a riferimento la componente anemometrica.

DATI DI OUTPUT

L'output del modello per l'incendio di interesse è costituito dall'individuazione dello scenario di propagazione del fronte di fiamma.

Il modello può essere applicato per simulare la propagazione di possibili incendi in aree precedentemente individuate come siti ad alta probabilità di innesco e quindi di interesse prioritario per interventi di prevenzione. In particolare, comparando l'output della simulazione con la mappatura degli elementi vulnerabili sarà fornito un supporto alla programmazione degli interventi preventivi.

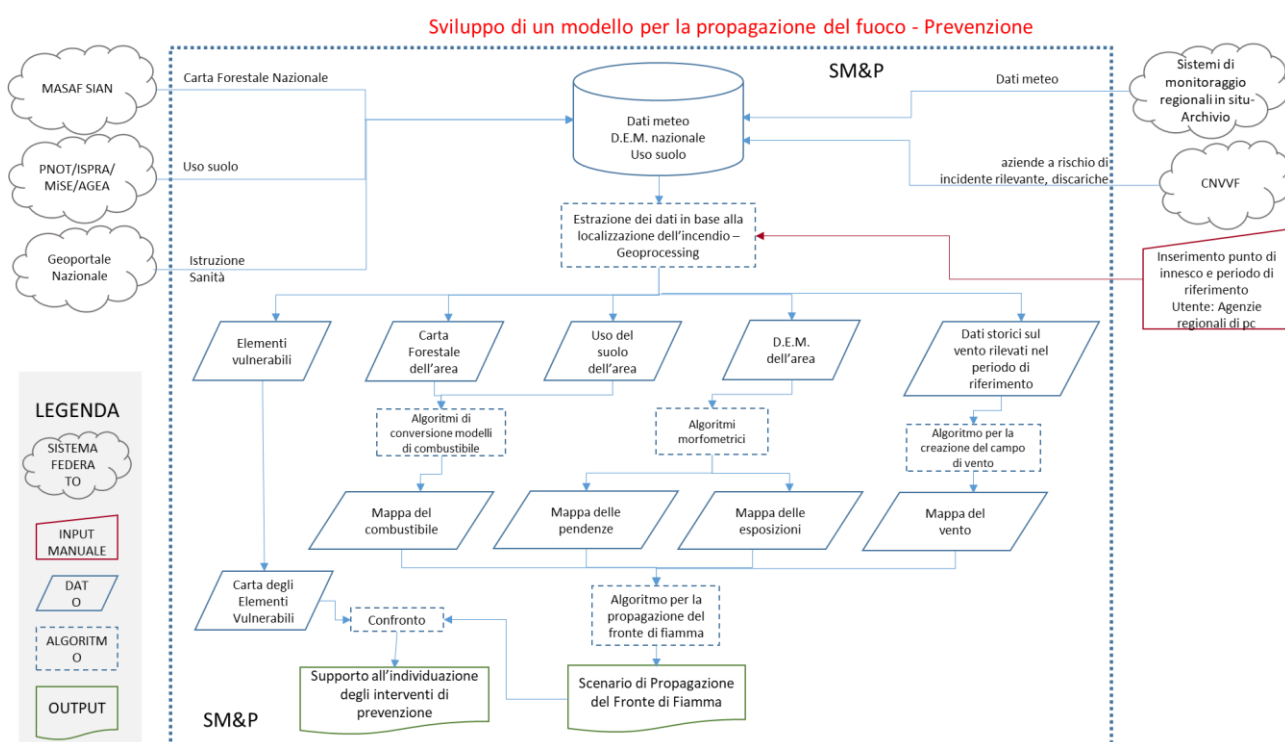


Figura 96 - Applicativo verticale – Propagazione del fronte di fiamma ai fini preventivi

8.5.6.6 Monitoraggio dinamico delle aree sensibili al rischio incendio boschivo per la prevenzione e le attività investigative (S.DI.M.A.) – CU.V6.3

OBIETTIVO

Realizzare un Sistema Dinamico di Monitoraggio Ambientale con l'obiettivo prioritario di allestire un sistema mimetizzato di sorveglianza ambientale per favorire le attività di prevenzione, info-investigative collegate alla repressione del fenomeno degli incendi boschivi e per la repressione dei crimini in danno all'ambiente, da utilizzarsi nelle aree agro-silvo-pastorali di particolare pregio.

Il Sistema nasce dall'esigenza di aumentare la capacità operativa dei Reparti delle specialità dell'Arma nella tutela dell'ambiente e degli ecosistemi forestali e nelle attività di contrasto al fenomeno degli incendi boschivi, ubicati, nella quasi totalità dei casi nelle aree rurali e montane del paese, con particolare riferimento ai territori delle Regioni del mezzogiorno d'Italia in cui si concentrano 80% degli eventi IB.

Il sistema che si intende realizzare dovrà essere facilmente allestito dai militari appositamente addestrati secondo le strategie di scopo che i Reparti Carabinieri forestali vorranno attuare per contrastare le aggressioni in danno all'ambiente, nonché l'insorgenza degli incendi boschivi. Dovrà risultare facilmente e totalmente occultabile e dislocabile in aree localizzate, secondo le esigenze del

momento basate su tecniche predittive di eventi incendi boschivi che potenzialmente possono essere posti in essere a danno all'ambiente e al patrimonio forestale.

Per conseguire questo obiettivo dovrà essere realizzato un sistema modulabile e facilmente trasportabile che consenta di rilanciare le riprese acquisite da videocamere mobili, opportunamente nascoste all'interno degli ecosistemi, e collegate fra di loro in modalità wi-fi, che siano idonee a trasmettere i flussi video anche "in diretta", verso il SIM del MASE.

La rete di trasmissione dati dovrà essere indipendente dalle tecnologie di trasporto utilizzate, nel caso sia necessario, dovrà essere realizzata con il numero minimo di nodi intermedi in modo da allestire una rete efficiente ed efficace senza introdurre ritardi sul trasporto delle informazioni verso il SIM del MASE.

La modalità di connessione dal sito di ripresa al SIM del MASE dovrà essere realizzata mediante una molteplicità di tecnologie, modulabili e scalabili, atta a garantire una idonea capacità di trasporto dei flussi video, garantendo ai militari, opportunamente formati, un'ampia scelta in fase di dispiegamento degli apparati di ripresa e trasporto (Reti Wi-Fi), in funzione delle necessità operative del momento.

Pertanto, in considerazione della circostanza che ci si trova ad operare in contesti scarsamente antropizzati e quindi spesso privi di capillari infrastrutture, ivi comprese, quelle di trasporto della rete elettrica, i dispositivi di ripresa, nonché eventuali altri siti intermedi di archiviazione/backup/trasporto-dati, si dovranno avvalere di idonei sottosistemi di alimentazione, basati su batterie ad alta efficienza e rendimento di ultima generazione, progettate per offrire una adeguata autonomia sufficiente a far funzionare gli apparati per un lasso di tempo di almeno 15/20 giorni. Per ottimizzare le capacità energetiche di dette batterie, le apparecchiature di ripresa dovranno avvalersi di una serie di sensori atti a rilevare una concomitanza di eventi (es. presenze antropiche o di mezzi) idonei ad attivare l'osservazione, la registrazione o/e la trasmissione in tempo reale o quasi reale degli eventi monitorati e rilevati, ivi compreso l'avvio di un sistema di allarme dell'evento in corso, ad uso dei militari preposti.

Per ovviare quindi anche alle situazioni in cui la rete e le infrastrutture non dovessero avere adeguata capacità per trasportare in tempo reale i flussi video generati dalle postazioni di ripresa, il sistema dovrà prevedere la possibilità di registrare ed effettuare un backup dei dati a livello locale, per poi riversare, a richiesta dei militari, mediante apposite strumentazioni wireless, i file degli eventi acquisiti.

Il sistema dovrà essere equipaggiato da apposito software di "motion detection" per la selezione automatica delle immagini registrate.

Il sistema si dovrà avvalere di dispositivi di trasmissione dati, idonei a garantire il trasporto dei flussi video fino al primo punto di interconnessione a reti di trasporto dati già esistenti.

L'utente di riferimento accede mediante profilazione all'interfaccia dedicata al Verticale 6 e, mediante le funzioni di ricerca che il Sistema metterà a disposizione, individua le immagini di interesse, relative alla zona posta sotto monitoraggio. Saranno inoltre presenti delle funzionalità di consultazione semplificata delle immagini e di navigazione, così da favorire le attività di verifica in corso di realizzazione.

Il Sistema potrà inoltre presentare all'Utente la possibilità di analizzare le immagini che il Sistema di ripresa avrà inviato al SIM, con l'obiettivo di rilevare particolari elementi (ad esempio distinguere la presenza di un uomo da quella di un animale). In questo modo l'attività investigativa sarà supportata, riducendone i tempi necessari.

UTENTE TARGET

Arma dei Carabinieri – CUFAA

DATI DI INPUT

Dati in ingresso nel SIM sono:

- Immagini rilevate dai sistemi mobili di ripresa

SISTEMI FEDERATI

Al presente applicativo verticale non è collegato alcun sistema federato.

MODELLI E ALGORITMI

Nel presente applicativo verticale rientra il modello di Computer Vision (IA) finalizzato all'analisi delle immagini videoriprese dai sistemi mobili ed ricevute dal Sistema per l'individuazione di particolari features nelle immagini (ad es. presenza umana, presenza di focolaio, piromane in azione), descritto al § 5.6.5.

DOTAZIONI SPECIFICHE

Nel presente applicativo è previsto l'utilizzo delle forniture descritte al capitolo "Progetto S.DI.M.A.: Sistema mobile di ripresa e ponti radio" (da pag. 463).

I sistemi mobili di ripresa (60 kit, in allestimento di tipo militare di monitoraggio occulto) dovranno essere allestiti in materiale speciale resistente agli urti e alle intemperie, ideale per affrontare ambienti ostili quali quelli presenti in ambito boschivo di alta montagna.

Il sistema dovrà essere composto da telecamere, occultabili in simulacri riproducenti specie forestali o massi, con elevata sensibilità alla luce in modo da effettuare riprese accurate anche in contesti poco illuminati.

La tecnologia utilizzata dalle telecamere dovrà essere idonea ad effettuare riprese Full HD assolutamente affidabili ed immagini nitide in ogni condizione di illuminazione.

Il sistema mobile di ripresa dovrà essere alimentato da adeguato sistema di alimentazione composto da più batterie ad alta efficienza. I sistemi dovranno essere progettati in aderenza alle disposizioni del Garante della privacy inerenti le attività di polizia giudiziaria.

I ponti radio portatili dovranno essere dimensionati per trasportare una certa capacità di traffico dati minima stabilita in fase di progetto di dettaglio in maniera tale che capacità di trasporto, il cosiddetto throughput, del sistema sia modulare e scalabile automaticamente, garantendo prioritariamente la robustezza del link e quindi di conseguenza assicurando la piena funzionalità del sistema.

Il sistema di ripresa può essere rappresentato come una "bolla wifi", installabile dal personale qualificato dell'Arma, in cui possono essere posizionati e collegati diversi strumenti:

- Sensore di movimento, da posizionarsi nelle zone perimetrali e di accesso all'area monitorata
- Microcamere, come descritte in precedenza
- Storage, per il salvataggio delle immagini riprese dalle videocamere
- Alimentazione, in grado di assicurare il supporto energetico per almeno 24/48 ore

RETI DI MONITORAGGIO

Al presente applicativo verticale non è collegata alcuna rete di monitoraggio.

DATI DI OUTPUT

L'output che il Sistema presenterà all'Utente è un quadro delle rilevazioni effettuate rispetto alle immagini ricevute dal Sistema Mobile di ripresa, con l'obiettivo di favorire l'attività di ricerca e consultazione di eventuali elementi di reato.

SISTEMA DI MONITORAGGIO AMBIENTALE S.D.I.M.A.

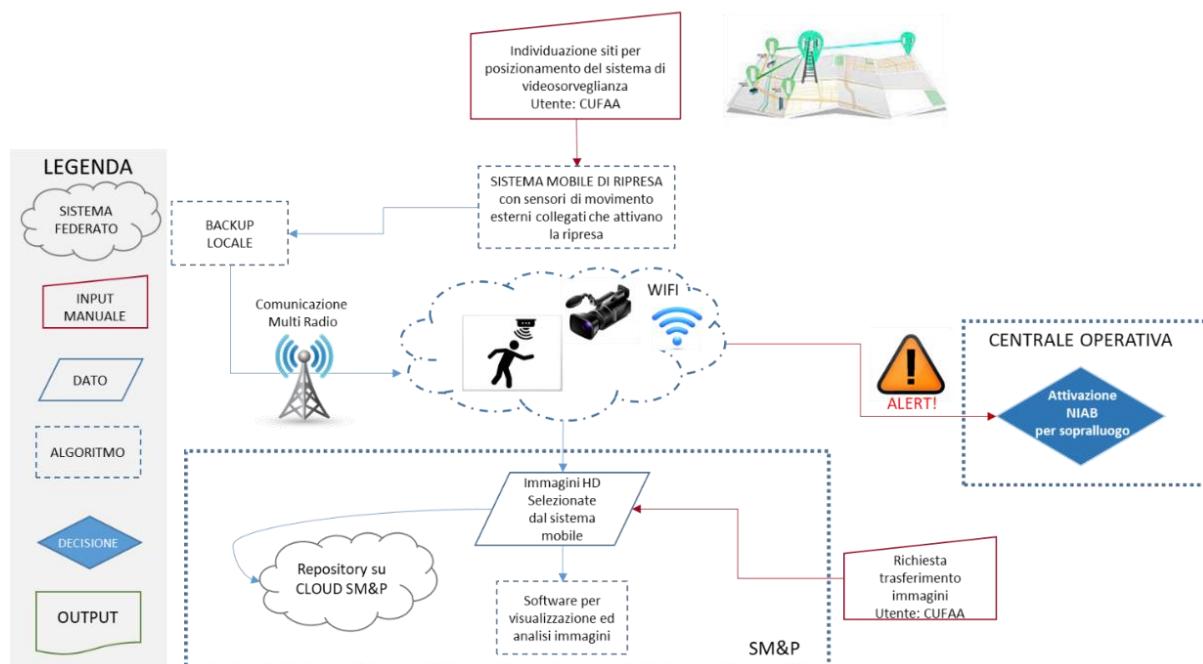


Figura 97 - Applicativo per il Monitoraggio dinamico delle aree sensibili al rischio incendio boschivo per la prevenzione e le attività investigative (S.D.I.M.A.)

8.5.6.7 Sistema di addestramento immersivo (FFAS – Forest Fire Area Simulator Evolution) – CU.V6.4

OBIETTIVO

Realizzazione di un Sistema di addestramento mediante la creazione di palestre addestrative utilizzabile sia nell'ambito degli incendi che per ulteriori scenari addestrativi, ad esempio in ambito idrogeologico.

Data la complessità del Sistema non si adotterà per questo caso d'uso il template già utilizzato ma si rimanda per una descrizione più dettagliata delle finalità e delle funzionalità del Sistema di addestramento al paragrafo Descrizione del Progetto "FFAS – Forest Fire Area Simulator Evolution".

Uno dei possibili utilizzi del sistema può riguardare l'addestramento in ambito antincendio boschivo. L'utente di riferimento accede mediante profilazione ai moduli FFAS presenti nell'interfaccia dedicata. In base al profilo, l'utente potrà accedere a specifiche funzionalità.

L'utente amministratore si occuperà della progettazione, della creazione e della gestione delle esercitazioni, in base all'obiettivo operativo che si intende perseguire.

Gli esempi presi a riferimento nel presente caso d'uso sono:

- esercitazioni simulate sulla dinamica a ritroso dell'incendio generate mediante output del TIGER-MEG
- esercitazioni simulate sull'avanzamento del fronte di fiamma, generate mediante output del TIGER

UTENTE TARGET

Arma dei Carabinieri – CUFAA – Operatori LAIB – CNVVF – DPC – DOS - Repertori NIAB

SISTEMI FEDERATI

Al presente applicativo non sono collegati sistemi federati.

Potrà essere valutata una integrazione e interoperabilità con il Sistema del Centro di Simulazione Operazioni Aeronavali della Guardia di Finanza, realizzato al fine di addestrare varie figure

professionali nella gestione di differenziati scenari operativi sulla base di procedure standardizzate, in particolare per quanto riguarda l'integrazione ottimale di mezzi (terrestri, aerei e navali) e Amministrazioni (Forze di Polizia, Corpi dello Stato, Forze Armate, Enti Civili...).

MODELLI E ALGORITMI

Nel presente caso d'uso rientrano i modelli di elaborazione finalizzato al calcolo della propagazione del fronte di fiamma applicato in "reverse engineering" denominato TIGER-MEG, descritto al § 5.6.3.1. e il modello di calcolo della propagazione del fronte di fiamma denominato TIGER, descritto al § 5.6.1.

DOTAZIONI SPECIFICHE

Al presente applicativo non è collegata alcuna dotazione specifica.

RETI DI MONITORAGGIO

Nel presente applicativo non vengono utilizzati dati rilevati in situ da alcuna rete di monitoraggio.

DATI DI OUTPUT

L'applicazione degli algoritmi porterà alla produzione degli output richiesti dallo stakeholder.

FOREST FIRE AREA SIMULATOR EVOLUTION - F.F.A.S.

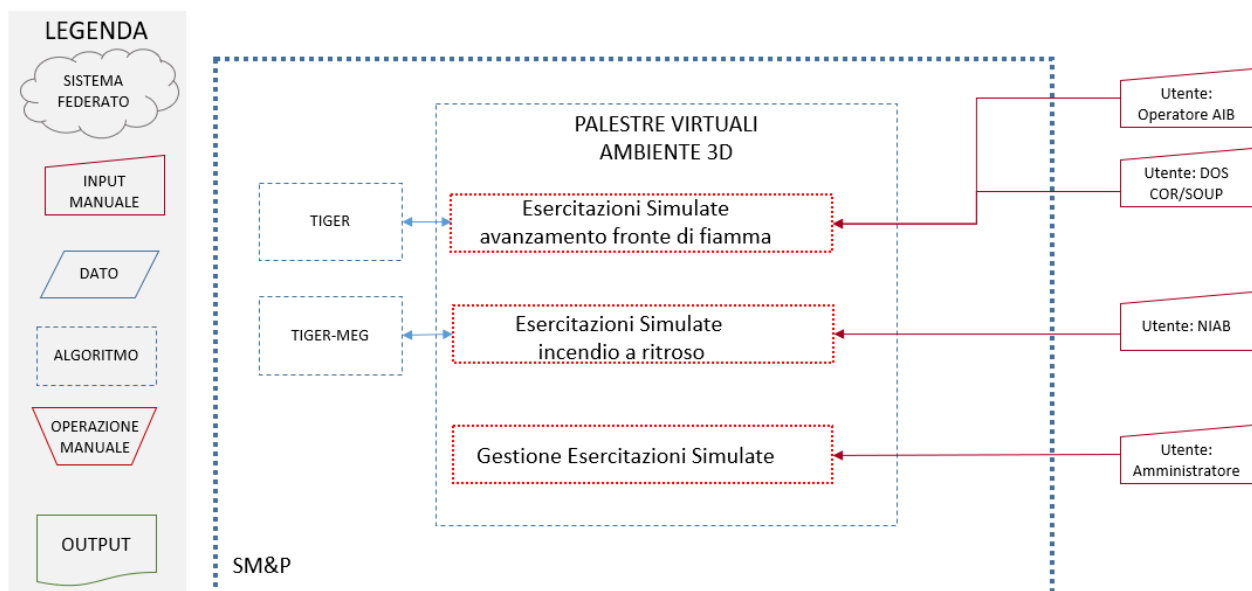


Figura 98 - Applicativo verticale - FFAS – Ambito AIB

DESCRIZIONE

Il progetto F.F.A.S. è descritto sulla base delle schede fornite dall'Arma dei carabinieri. Il documento che raccoglie i requisiti tecnici per la realizzazione dell'applicazione verticale è riportato tra gli allegati nel capitolo 12.1

Il progetto si fonda sulla reingegnerizzazione del sistema utilizzato in precedenza presso la Scuola Forestale Carabinieri – Centro Addestramento Castel Volturno ed avrà come campo di applicazione, la modellazione per la valutazione del rischio/interventi operativi nell'ambito di analisi inerenti il dissesto idrogeologico, l'inquinamento idrico le attività di repertazione su incendio boschivo.

Nel 2016 l'impianto era stato aggiornato per implementare le attività addestrative, con particolare riguardo alle indagini finalizzate al contrasto al fenomeno degli incendi boschivi (anche attraverso le procedure adottate dal Nucleo Informativo Antincendio Boschivo), con un aggiornamento del software realizzato in collaborazione con l'Università degli Studi Federico II di Napoli. L'architettura

sw di base del FFAS era all'epoca costituita da un VBS 3.0 (Virtual Battle Simulator), progettato per l'addestramento strategico in campo militare (mutuato dai sistemi addestrativi adottati negli USA)

Il nuovo simulatore sarà dotato del sistema MEG (Metodo delle evidenze geometriche): uno strumento di simulazione "a ritroso" che permette di individuare l'area di innesco dell'incendio grazie all'analisi del perimetro dell'area percorsa dal fuoco, della morfologia del territorio e del quadro meteo-climatico. Il modello adottato dovrà essere il Tiger-Meg, messo a punto dal Dipartimento di Arboricoltura, Botanica e Patologia Vegetale dell'Università degli Studi Federico II, che ha progettato l'algoritmo di *reverse-engineering* (inversione del processo di sviluppo) dell'incendio per comprenderne appieno propagazione e sorgente.

Per quanto riguarda l'architettura logico funzionale, il simulatore si comporrà nelle previsioni di alcuni sottosistemi principali:

- sistema Sala di Regia per la gestione dello Scenario di Addestramento con relativa postazione e postazioni tutor;
- sistema e postazione COR/SOUP;
- sistema e postazione DOS;
- sistema Gestore Eventi;
- sistemi di Comunicazione Fonia;
- bus/Sistemi di Interfaccia e Comunicazione;

che opereranno in modo integrato con il Modello/algoritmo di Propagazione Incendi Tiger.

Il SISTEMA PER LA GESTIONE DELLA SALA DI REGIA, direttamente interfacciato con il modello Tiger dovrà consentire lo svolgimento e la visualizzazione cartografica in video degli ecosistemi aggrediti dalle fiamme, simulando l'andamento degli incendi. Attraverso di esso dovrà essere possibile variare i parametri ambientali di contesto, simulare il posizionamento di risorse d'intervento, simulare particolari situazioni di emergenza e modificare l'andamento dell'incendio in base alle azioni che gli operatori introducono all'interno del simulatore. Inoltre, il sistema sovrintenderà, tramite opportuni monitor e cruscotti, lo stato correlato in progress di tutti gli altri sottosistemi e dovrà garantire l'accesso in forma centralizzata a tutte le informazioni registrate nel corso dell'evento di addestramento, in modo da poter ricostruire la story board dello scenario/evento simulato e del teatro delle operazioni.

Al sistema di regia faranno capo le diverse postazioni tutor, messe a disposizione del personale di formazione incaricato di svolgere compiti operativi di vario livello e funzione (capi squadra, responsabili Protezione Civile, piloti di elicottero ecc.).

Il SOTTOSISTEMA CENTRALE OPERATIVA renderà possibile riprodurre in simulazione tutte le attività connesse alle operazioni COR/SOUP di avvio, governo e controllo dell'incendio boschivo, ivi comprese le attività della logistica e del supporto operativo degli addetti allo spegnimento sul terreno. Attraverso di esso dovrà essere possibile simulare e tracciare tutte le operazioni/attività previste e svolte a livello COR/SOUP, nonché tutte le comunicazioni con il DOS e gli operatori tutor operativi a livello della sala di regia. La Postazione consentirà di poter accedere ad informazioni cartografiche messe a disposizione in forma "tradizionale" (statica), visualizzabile su video, dove il COR/SOUP potrà riportare graficamente le informazioni di vario genere raccolte a vario titolo e dai diversi operatori (avvistamenti di focolai; aree interessate; avanzamento del fronte dell'incendio; dislocazione di squadre, avamposti, mezzi; attività d'intervento; aree target per l'intervento aereo; ecc.) attraverso le comunicazioni telefoniche e radio, che possono essere periodicamente "catturate" come frame dal sistema stesso, secondo intervalli regolari.

Il SOTTOSISTEMA SIMULAZIONE DOS oltre a possedere tutte le funzioni sopra descritte dovrà consentire di visualizzare tramite un sistema di video-rappresentazione immersiva viste/scene 3D di linee/fronti di incendio (generate dinamicamente o più semplicemente predefinite), nonché ricognizioni aree o viste 3D simulate e rappresentate su sistema video; inoltre, il sottosistema rendere possibile simulare le operazioni/attività antincendio DOS sia a carattere strategico che tattico.

Per quanto attiene invece le funzionalità di addestramento degli operatori di indagini AIB, oltre alla Sala di Regia e al Modello Tiger, sarà previsto un SOTTOSISTEMA DI INDAGINE attraverso cui da una workstation sarà possibile consultare, in relazione ad una determinata simulazione di scenario/addestramento, tutto il materiale prodotto nel corso della simulazione (immagini, frame, documenti, schede, registrazioni di conversazioni, cartografie, mappe di rilievo ecc.) o anche messo a disposizione ad hoc dalla Sala di Regia (ad esempio, dati relativi a repertazioni, foto di dettagli al suolo ecc.) in modo da rendere perseguibile e, per quanto possibile, verosimile una ricostruzione dei fatti.

Nel progetto sono previsti nuovi scenari di simulazione che si estendono al rischio idrogeologico e trovano spiegazione nella forte correlazione tra dissesto idrogeologico con il fenomeno degli incendi boschivi, specialmente in caso di soprassuoli boschivi montani percorsi dal fuoco e caratterizzati da significative pendenze.

Il dissesto idrogeologico costituisce un tema di particolare rilevanza in considerazione che fenomeni di erosione, frane e alluvioni, che sempre più frequentemente interessano il territorio nazionale anche a seguito di eventi di incendio boschivo, che hanno negli anni provocato un crescente allarme sociale in conseguenza delle gravissime perdite in termini di vite umane, persone ferite, danni alle proprietà ed alle attività economiche.

Nell'ottica del soggetto proponente, si ritiene, pertanto, particolarmente utile ampliare le capacità del simulatore anche alla valutazione del dissesto idrogeologico attraverso l'individuazione delle cause, principalmente di natura antropica, al fine di valutare e gestire il rischio attraverso una serie di azioni volte a prevedere, prevenire e mitigare gli effetti disastrosi di tali eventi catastrofici.

Per la gestione di tale rischio il progetto mira alla formazione dei militari che, a vario titolo, concorrono al monitoraggio e al controllo del territorio ai fini della prevenzione del dissesto idrogeologico¹ e alla gestione dell'emergenza idraulico/idrogeologica, procedendo all'aggiornamento dell'attuale software e creando nuovi scenari virtuali in grado di rappresentare la vulnerabilità delle aree minacciate dal rischio idrogeologico e di evidenziare i punti critici in cui possono innescarsi e propagarsi eventi o catastrofi naturali e antropiche. L'intervento progettuale concerne la realizzazione di un nuovo sistema F.F.A.S. idoneo a gestire un sistema di simulazione per l'addestramento alla prevenzione ed alla attività operativa al verificarsi di eventi con cause imputabili al dissesto idrogeologico.

La descrizione dei requisiti progettuali e tecnici del F.F.A.S. viene riportata nel documento citato al § 12.1.

8.5.6.8 Individuazione dell'area di insorgenza dell'incendio boschivo (TIGER MEG) – CU.V6.2

OBIETTIVO

Individuazione dell'area di insorgenza dell'incendio boschivo, a partire dalle perimetrazioni delle aree percorse dal fuoco mediante applicazione del Modello Tiger MEG per il reverse-engineering.

L'applicativo verticale dedicato alla individuazione dell'area di insorgenza dell'incendio boschivo si configura come un ambiente integrato in cui l'utente di riferimento accede mediante profilazione all'interfaccia dedicata.

L'applicativo consente quindi di individuare l'area da cui presumibilmente l'incendio in analisi è partito, per favorire l'attività di repertazione in situ. L'utente dovrà individuare le aree percorse dal fuoco dell'incendio di interesse, tra quelle disponibili nel Sistema (acquisite da Dewetra o da altri servizi di perimetrazione speditiva delle APF) e la procedura di calcolo potrà essere avviata.

Sulla base dell'input dell'utente, il sistema avvia il workflow di elaborazione.

Il primo step è finalizzato all'estrazione di dati relativi alla zona interessata dall'incendio, mediante tool di geoprocessing (Clip), generando l'input per i successivi passaggi:

- Modello digitale del terreno
- Mappa di uso del suolo

▪ Carta Forestale

Mediante delle interfacce semplificate gli utenti del sistema potranno operare sulle classi della mappa del combustibile, ottenuta mediante conversione della mappa d'uso del suolo e della carta forestale, da verificare sul campo.

Il sistema renderà, inoltre, disponibile un servizio di Rianalisi dei dati ancillari relativi all'andamento del Vento rilevati dalle centraline meteo nell'intorno della zona dell'incendio, producendo su una griglia ad 1 km i vettori di intensità e direzione del vento al momento in cui si è verificato l'incendio.

Il sistema metterà a disposizione la customizzazione del modello matematico spazializzato TigerMEG, che iterato per ogni tempo di simulazione fornirà perimetri del fuoco in propagazione a ritroso nel formato di poligoni in coordinate geografiche, fino all'individuazione dell'output finale.

La previsione dello sviluppo di un applicativo da campo consentirà di visualizzare i dati prodotti dal modello ed effettuare le attività di repertazione in loco sui tablet rugged in dotazione, descritti al capitolo "Progetto MEG: 1000 Tablet Rugged" (pag. 462).

UTENTE TARGET

Arma dei Carabinieri – CUFAA

DATI DI INPUT

Dati nel Repository Centrale (cfr. § 2.5.2) del sistema di monitoraggio sono:

- Archivi storici dei dati meteo
- Modello digitale del terreno (DEM) con precisione minima pari a 10 metri.
- Carta Forestale Nazionale del MASAF - CREA proveniente dal sistema SIAN-SINFOR
- Carta dell'Uso del Suolo da PNOT o Mise o AGEA
- Perimetrazioni speditive fornite da DPC Dewetra sulla base delle immagini satellitari Sentinel 2 mediante algoritmo AUTOBAM (AUTOMatic Burned Areas Detector) / Iride (Per le APF sono richieste accuratezza metrica di 10 mt e frequenza ogni 5 giorni. Con IRIDE accuratezza metrica attesa a 3,5 mt e passaggio giornaliero).

SISTEMI FEDERATI

I Sistemi federati che forniscono dati di utilità per questo caso d'uso sono di seguito elencati:

- SIAN-SINFOR del MASAF
- Geoportale Nazionale
- Dewetra DPC

MODELLI E ALGORITMI

Nel presente applicativo rientra il modello di elaborazione finalizzato al calcolo della propagazione del fronte di fiamma applicato in "reverse engineering" denominato TIGER-MEG, descritto al § 5.6.3.1.

Viene inoltre integrato il modello di rianalisi dei dati meteo descritto al § 5.6.4

Vengono inoltre utilizzati gli algoritmi geografici di base per la creazione della mappa delle pendenze (slope) e delle esposizioni (aspect) e per l'estrazione dei dati rientranti nell'area di interesse (clip), descritte nel S.S. GIS.

DOTAZIONI SPECIFICHE

Nel presente applicativo è previsto l'utilizzo dei tablet rugged in dotazione, descritti al capitolo "Progetto MEG: 1000 Tablet Rugged" (da pag. 462).

RETI DI MONITORAGGIO

Nel presente applicativo vengono utilizzati i dati meteo di archivio, rilevati in situ dalle reti di monitoraggio meteorologico descritte al § 6.5. In particolare, viene presa a riferimento la componente anemometrica.

DATI DI OUTPUT

L'output del modello TigerMEG per l'incendio di interesse è costituito dall'individuazione di un'area con estensione ridotta del 80% rispetto alla superficie dell'incendio, su cui andrà focalizzata la successiva attività di repertazione da parte del NIAB, su un'area ristretta, non superiore al 20% dell'intera area incendiata.

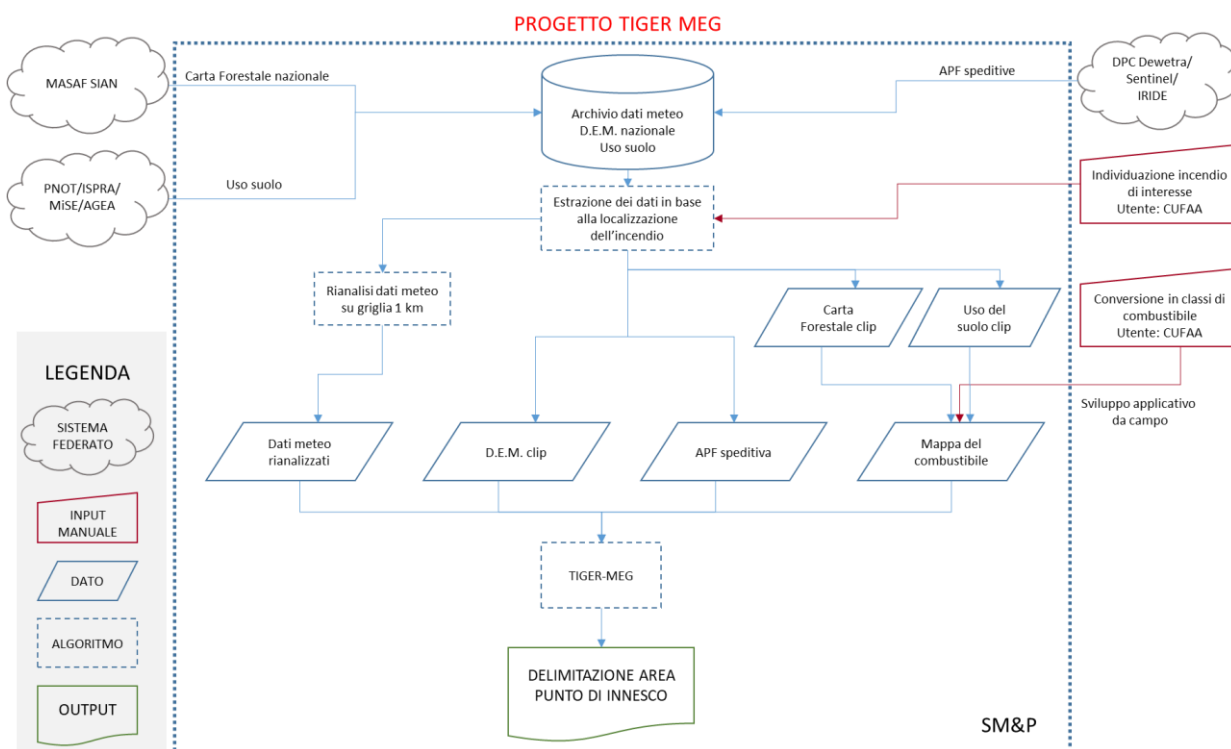


Figura 99 - Applicativo per l'individuazione dell'area di insorgenza di un incendio occorso (TIGER MEG)

8.5.7 Area Applicativi trasversali

Sono qui riportate delle realizzazioni che hanno un aspetto trasversale e che, pertanto, non sono state associate ad alcune verticale specifico.

8.5.7.1 Sito e APP ItaliaMeteo per pubblicazione dati meteorologici

OBIETTIVO

Creazione, in versione multilingue, del sito web ItaliaMeteo e attivazione dei principali canali di comunicazione sui social media e tramite app, per garantire la massima diffusione dell'informazione meteo prodotta.

Sito, social e app (queste ultime che ereditano le caratteristiche descritte in "Impostazione generale degli applicativi", pag.354) saranno in parte alimentati in modo semi-automatico tramite specifici algoritmi che avranno in input dati e previsioni meteo, adeguando format e tempistica di aggiornamento allo specifico canale di comunicazione.

UTENTE TARGET

ItaliaMeteo, enti e cittadini interessati ad accedere in modo semplice a dati meteo aggiornati.

DATI DI INPUT

- dati e previsioni meteo

SISTEMI FEDERATI

L'applicativo utilizza dati accessibili tramite il RdS e quindi non accede direttamente ad alcun sistema federato

MODELLI E ALGORITMI

Algoritmi di e popolamento semiautomatica della banca dati di riferimento per il sito e le applicazioni software previste.

DOTAZIONI SPECIFICHE

Al presente applicativo non è collegata alcuna dotazione specifica.

RETI DI MONITORAGGIO

L'applicativo utilizza dati accessibili tramite il RdS e quindi non accede direttamente ad alcuna rete di monitoraggio.

DATI DI OUTPUT

Previsioni meteo, anche in forma accessibile anche ad utenti non specialisti del settore meteo.

8.5.7.2 Applicativi per produzione e diffusione bollettini e report meteo-climatologici

OBIETTIVO

Sviluppo di applicativi per la produzione e diffusione di:

- Bollettini di Sorveglianza e Nowcasting
- Bollettini di previsione giornaliera e plurigiornaliera
- Bollettini di previsione mensile e stagionale
- Report climatologici
- Bollettini specifici per settore (agricoltura, turismo, trasporti, energia, ecc.)

UTENTE TARGET

ItaliaMeteo, enti e cittadini interessati ad accedere a Bollettini meteo e report climatologici.

DATI DI INPUT

- dati e previsioni meteo
- Dati climatologici

SISTEMI FEDERATI

L'applicativo utilizza dati accessibili tramite il RdS e quindi non accede direttamente ad alcun sistema federato

MODELLI E ALGORITMI

Algoritmi di popolamento semiautomatico della banca dati di riferimento per e le applicazioni software previste.

DOTAZIONI SPECIFICHE

Al presente applicativo non è collegata alcuna dotazione specifica.

RETI DI MONITORAGGIO

L'applicativo utilizza dati accessibili tramite il RdS e quindi non accede direttamente ad alcuna rete di monitoraggio.

DATI DI OUTPUT

- Bollettini di :
 - ◆ Sorveglianza e Nowcasting
 - ◆ Previsione giornaliera, plurigiornaliera, mensile e stagionale
- Bollettini specifici per settore (agricoltura, turismo, trasporti, energia, ecc.)
- Report climatologici

8.6 Gli applicativi orizzontali

Rientrano in questa categoria sistemi e applicazioni software di uso generale che rientreranno nelle realizzazioni del presente progetto e che si inquadrano nell'insieme delle applicazioni realizzate nel SIM e compatibili con l'impostazione generale del sistema, come descritto nel § 2.5.

8.6.1 Osservatorio del Cittadino

OBIETTIVO

Lo scopo dell'Osservatorio del Cittadino è quello di incrementare la quantità di informazioni provenienti dal territorio e stabilire canali di comunicazione bidirezionali sia durante la vita quotidiana che durante eventi straordinari, anche attraverso l'utilizzo di modelli di resilienza.

Lo sviluppo di un Osservatorio del Cittadino si basa sull'Osservatorio del Cittadino sulle Piene già sviluppato e reso operativo dall'Autorità di Bacino del Distretto Alpi Orientali, nel seguito CO-ADB, nell'ambito della misura di mitigazione al rischio alluvione ITN003_1DAO_009_M43 del Piano di Gestione del Rischio Alluvioni e raggiungibile all'indirizzo web <https://amicoalpiorientali.eu>.

L'esperienza di accompagnamento e supporto alle comunità ed alle realtà sociali ha portato negli ultimi 30 anni le organizzazioni della società civile a individuare e sviluppare una serie di strumenti - teorici, metodologici, tecnologici - utili all'accrescimento della consapevolezza e delle capacità di incidenza delle popolazioni oltre che delle competenze da esse esprimibili. A livello internazionale, alcune tra le esperienze di progetti partecipativi di mappatura o monitoraggio ambientale più conosciute riguardano le condizioni degli slum in Etiopia, la demarcazione di terre in Nicaragua e nell'Amazzonia del Brasile, la pianificazione forestale comunitaria in Camerun.

Il monitoraggio ambientale partecipato si fonda su un locally-based approach: il modello si basa anche in questo caso sullo sviluppo del sapere locale comunitario inteso come risorsa. Questo modello supera i limiti del monitoraggio professionale, svolto da scienziati e tecnici di agenzie governative dal punto di vista dei costi e della sostenibilità, oltre che nella creazione/rafforzamento di istituzioni territoriali.

Le esperienze osservate rispetto agli utilizzi in campo ambientale del monitoraggio partecipato qualificano quest'ultimo come strumento in grado di ampliare la sfera dell'esercizio di talune funzioni e dunque gli attribuisce carattere di stimolo per lo sviluppo di metodologie e pratiche di democrazia partecipata e controllo sociale.

Il tal senso appare auspicabile la capillarizzazione e la messa a sistema di strumenti di mappatura e monitoraggio partecipato in campo ambientale quale elemento fondante per la costruzione di strumenti partecipativi utili ai processi decisionali oltre che alla costituzione di reti locali di monitoraggio che rafforzino le funzioni di controllo sociale.

Il SIM metterà a disposizione strumenti per acquisire segnalazioni da parte della popolazione su specifici temi legati alle sei filiere operative. Viene qui proposta una lista non esaustiva delle tematiche per le quali si intende attivare il servizio.

TAVOLO TECNICO	INFORMAZIONI DA PUBBLICARE
1 – Instabilità idrogeologica	Segnalazioni allagamenti Segnalazioni movimenti franosi Segnalazioni instabilità ponti Segnalazioni danni
2 – Agricoltura di precisione	Segnalazioni di uso improprio della risorsa idrica
3 – Inquinamento marino	Segnalazioni presenza di imbarcazioni a motore a distanze ridotte dalla costa
4 – Illeciti ambientali	Segnalazione discariche Segnalazioni sversamenti Segnalazioni altre situazioni connesse a rischi ambientali
5 – Supporto alle emergenze	Segnalazioni danni
6 - Incendi	Segnalazione incendi

Tabella 36 - Osservatorio del Cittadino: Tavoli tecnici-Informazioni da pubblicare

Dalla parte del cittadino, l'Osservatorio potrebbe essere il punto unico di interfacciamento con il SIM potendo fruire di tutta una serie di informazioni relativamente a:

- previsioni meteo
- news e comunicazioni provenienti da vari siti istituzionali
- mappa delle segnalazioni e delle criticità
- mappa dalle stazioni di monitoraggio ambientale presenti sul territorio e visualizzazione grafica dei valori rilevati
- risultati sintetici dei modelli previsionali (alluvioni, incendi, ecc.)

Il sistema si compone di due diversi applicativi, uno web ed uno mobile, che fungono da interfaccia utente con i dati contenuti all'interno del SIM e da esso raccolti ed elaborati. Tali applicativi permettono all'utente di visualizzare informazioni e di inviare segnalazioni.

Il modulo per l'invio delle informazioni dovrà contenere i seguenti gruppi di informazioni:

- **Tipologia di segnalazione**
Il primo tipo di scelta che l'utente dovrà effettuare riguarderà il tipo di segnalazione, in base al quale verranno definite le informazioni alfanumeriche da associare alla segnalazione.
- **Informazioni geografiche**
L'applicazione dovrà consentire di associare la segnalazione ad una o più posizioni spaziali. L'utente avrà a disposizione una mappa di base sulla quale sarà possibile inserire degli elementi geometrici per localizzare la segnalazione.
- **Informazioni alfanumeriche**
Ad ogni tipologia di segnalazione dovrà essere associato uno specifico elenco di attributi caratterizzanti il fenomeno da approfondire.
- **Fotografie**
Ad ogni segnalazione potrà essere associata una o più immagini. Nel caso di immagini geolocalizzate, la posizione dell'immagine verrà confrontata con quella definita nella sezione Informazioni geografiche e, nel caso non coincidano, verrà emesso un alert e verrà richiesto all'utente se desidera modificare le informazioni spaziali inserite.

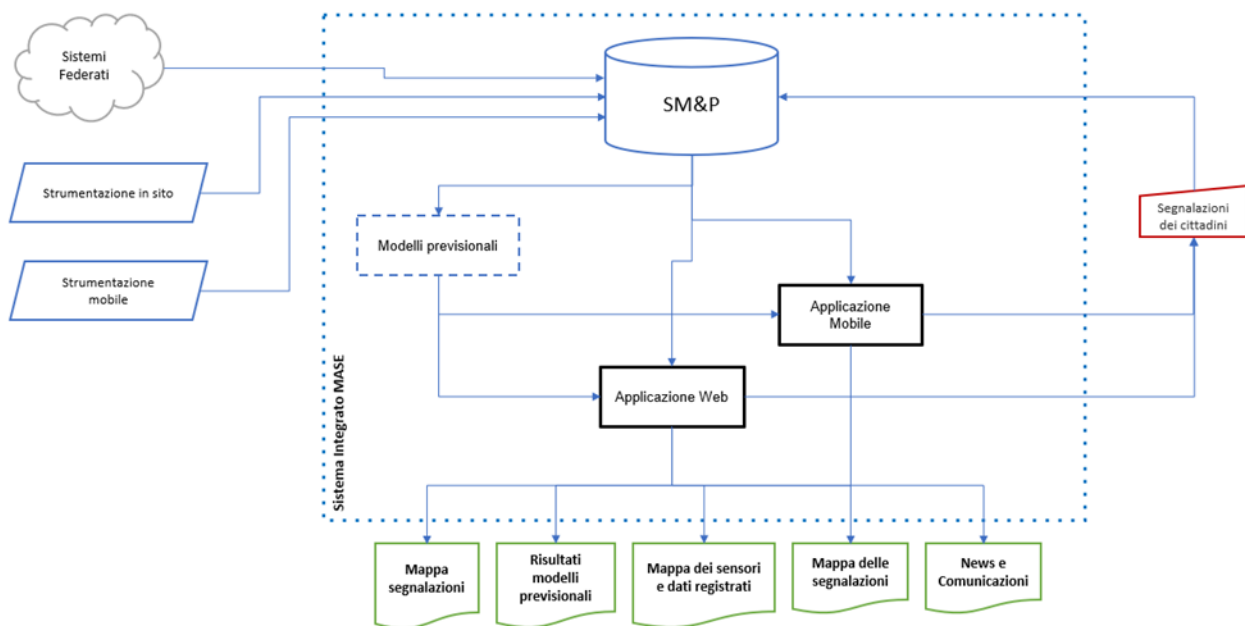


Figura 100 - Schema di massima dell'Osservatorio del Cittadino

8.6.2 Gestore missioni rilievi da UAS

OBIETTIVO

Il SIM deve fornire una comprensione dello stato del territorio più dettagliata e aggiornata possibile, compatibilmente con le risorse economiche in gioco e le tecnologie abilitanti disponibili nel breve-medio periodo.

Tra i dati che devono essere inglobati nel SIM una attenzione particolare deve essere prestata a quelli che possono essere ricavati con missioni di sistemi aeromobili a pilotaggio remoto (UAS – Unmanned Aerial Systems). Con questa denominazione sono compresi tutti i sistemi costituiti da un aeromobile a pilotaggio remoto (quindi senza persone a bordo) e dai relativi componenti necessari per il controllo e comando (stazione di controllo) da parte di un pilota remoto. In questa dizione rientrano varie tipologie di aeromobili (compresi i dirigibili), ma questo sottosistema si concentrerà sulla gestione di missioni di rilievo con droni.

L'esigenza a cui l'applicazione "Gestore missioni rilievi da UAS" risponde è la necessità di poter pianificare missioni di rilievo con droni su richiesta, in base alle necessità operative del momento, e gestire tutto il flusso operativo che va dall'identificazione della squadra operativa alla gestione della componente autorizzativa (ove necessario), fino al caricamento nel RdS e all'elaborazione dei dati raccolti.

La logica operativa del sottosistema si basa sul concetto di Network di operatori di droni (DON – Drone Operators Network), ossia di una serie di squadre operative che cooperano col SIM per la realizzazione delle missioni operative. Ogni squadra operativa comprende sia uomini che mezzi e costituisce l'insieme necessario per espletare le operazioni di rilievo in campo. Si noti che in linea generale il DON può essere composto da squadre che rientrano nell'organizzazione di uno degli stakeholder di progetto oppure essere legate ad essi da contratti di vario genere.

Il sottosistema deve quindi basarsi sulla descrizione della composizione del DON di riferimento per il progetto (composizione in termini di squadre, loro dislocazione sul territorio nazionale, dettaglio sulle dotazioni e competenze, tipo di ingaggio previsto; dovrà quindi mettere a disposizione tutte le funzionalità di gestione dell'anagrafica necessaria a tracciare tutte le informazioni che descrivono il DON.

Dato che si tratta di gestire delle missioni di rilievo utilizzando risorse distribuite e condivise, l'applicazione "Gestore missioni rilievi da UAS" metterà a disposizione una applicazione verticale che

consenta di gestire tutti i flussi operativi legati a questo genere di missioni, dall'ingaggio alla elaborazione ed ingestione dei dati ricavati.

In fase di ingaggio, quando si presenta una esigenza di rilievo da droni, sia in emergenza che per aumentare la conoscenza di un determinato territorio, il sottosistema metterà a disposizione una interfaccia di pianificazione della missione, accessibile ad utenti abilitati tramite i servizi del sottosistema "PROFILAZIONE". Gli utenti saranno abilitati a ingaggiare solo squadre di loro competenza ma avranno visibilità su tutte le missioni in corso, pianificate, effettuate in passato. In funzione della tipologia di missione dichiarata il sistema proporrà solo squadre attrezzate all'uopo. L'interfaccia, realizzata in modalità WebGIS, quindi con visualizzazione di una mappa in cui sono riportate sia le localizzazioni delle squadre sia le aree delle missioni attive, oltre a tutte le informazioni necessarie, permetterà la eventuale sovrapposizione di altri layer cartografici identificati tramite i servizi del sottosistema "ANALISI E CONOSCENZA".

Come per altri sottosistemi che compongono il SIM, viene qui di seguito riportata una possibile scomposizione funzionale del sottosistema in macro-componenti software, descrivendo le responsabilità in carico a ciascuno di essi. Come già detto per altri schemi analoghi, non si tratta di una strutturazione obbligatoria in fase di realizzazione ma serve per meglio esprimere i requisiti che questo sottosistema deve soddisfare al momento della sua realizzazione. La definizione del dettaglio architetturale finale è lasciata alla successiva fase di progettazione di dettaglio che sarà in carico ai realizzatori del sistema.

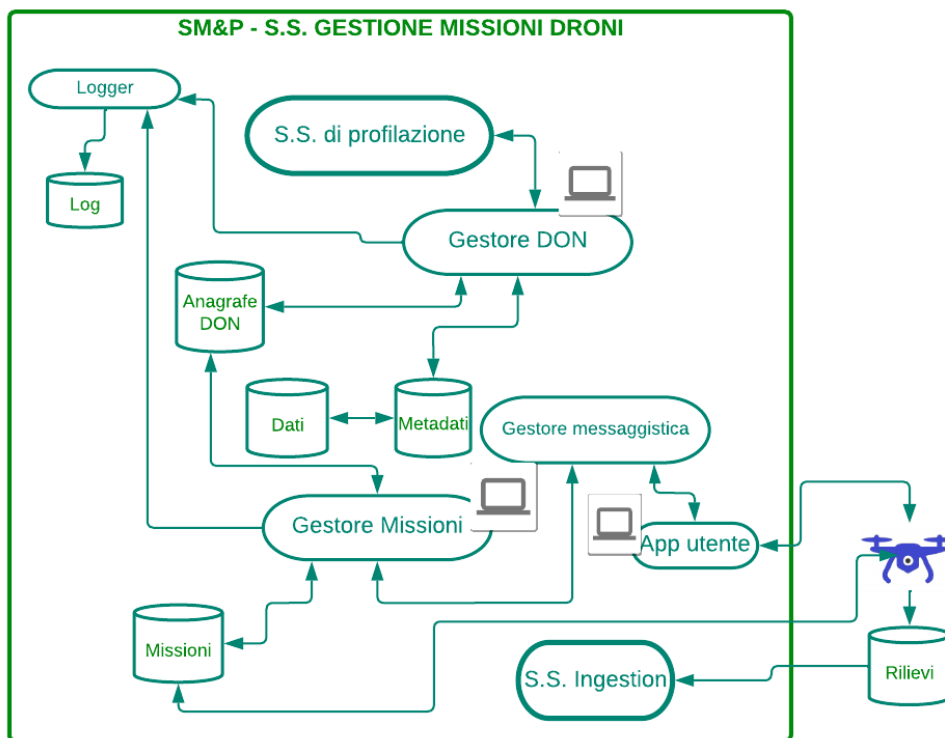


Figura 101 - I componenti l'applicazione Gestione Missioni UAS

Lo schema precedente riporta i macro-componenti funzionali che hanno in carico uno la manutenzione delle anagrafiche che descrivono il DON di riferimento (Gestore DON), su cui si appoggeranno le funzioni di definizione e monitoraggio di una nuova missione, l'altro che sovrintende alla istituzione e gestione di ciascuna nuova missione di rilievo.

Esaminiamo i due flussi principali associati a questi macro-componenti.

- **GESTORE DON:** dall'interfaccia utente messa a disposizione da questo componente sono accessibili funzioni per l'inserimento, modifica e cancellazione delle informazioni che descrivono la rete dei fornitori di servizi da droni. Le funzionalità messe a disposizione dal sottosistema "PROFILAZIONE" devono consentire una segmentazione delle informazioni in modo che ogni

utente possa modificare quelle di propria pertinenza. Rientrano in questo dominio i dati che descrivono ogni ente/società che mette a disposizione servizi di rilievo da drone, la relativa contrattualistica e costi per servizio; inoltre sono descritte le singole unità operative (attrezzatura + pilota remoto ed eventuali supporti) con licenze e attrezzature disponibili (tipologia del drone e sue caratteristiche operative, sensori disponibili e relative caratteristiche tecniche/operative). Responsabilità principale del *Gestore DON* è quella di fornire tutti gli strumenti informatici per mantenere aggiornata la banca dati che descrive la struttura e le capacità operative dei componenti il DON sotto la responsabilità del SIM.

- **GESTORE MISSIONI:** dall'interfaccia utente messa a disposizione da questo componente sono accessibili tutte le funzioni di definizione di una missione, reperimento delle risorse che la realizzeranno, controllo dello stato del workflow lavorativo, controllo, preelaborazione e ingestion (tramite i servizi del sottosistema "INGESTION") dei dati da rilievo.

Il flusso è così schematizzabile:

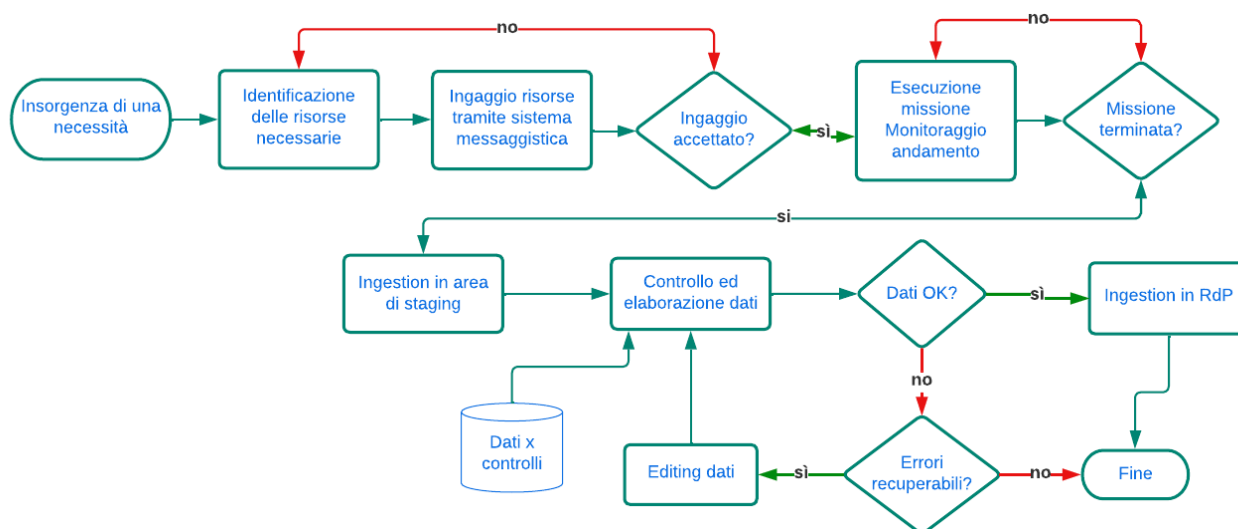


Figura 102 - Esempio di flusso di gestione missione rilievo da droni

Tramite una interfaccia WebGIS, l'utente abilitato, una volta emersa una specifica esigenza che necessita una azione di rilievo da UAS, potrà definire le caratteristiche della missione che risponde all'esigenza (es. area di interesse, tipologia di rilievo richiesto, numero di squadre necessarie, intervallo di tempo in cui effettuarla e portarla a compimento, ecc.) e la localizzerà sul territorio per successive consultazioni ed analisi.

Una volta definite le caratteristiche della missione, identificherà la componente del DON che meglio si adatta all'esecuzione della missione. A carico di quest'ultima, una volta accettata la missione, sarà la verifica della compatibilità della missione pianificata con le regole dettate dalle autorità competenti.

Tramite i servizi del componente Gestore della messaggistica ingaggerà un dialogo con la struttura identificata che confermerà o meno la sua disponibilità a svolgere il rilievo. Una volta ricevuto l'assenso dalla struttura operativa, tramite i servizi di consultazione disponibili sull'interfaccia WebGIS e le notizie ricevute dal sistema di messaggistica sarà possibile controllare il workflow di svolgimento del rilievo fino alla sua conclusione. Si noti che le informazioni arriveranno al "Gestore missioni rilievi da UAS" tramite una apposita APP realizzata con i componenti sw messi a disposizione dal SIM e scaricabile dagli aderenti al DON.

Una volta terminata la missione i dati saranno sottoposti al "Componente ETL" del sottosistema "INGESTION" per il caricamento in un'area di staging per successivi controlli che saranno effettuati con workflow gestiti dal SIM.

I controlli, che potranno essere effettuati anche con l'ausilio di dati provenienti dal RdS del SIM, porteranno a due possibili scenari: se il dataset passa i controlli verrà definitivamente caricato, opportunamente metadato, nel RdS ed andrà a far parte del patrimonio informativo accessibile tramite i servizi del sottosistema "ANALISI E CONOSCENZA".

Se il dataset non passa i controlli sono possibili due ulteriori scenari: le imperfezioni sono sanabili, e allora verrà sottoposto ad azioni di editing volte alla correzione e successivo ricontrollo di validità.

Le informazioni sui rilievi effettuati e sulle missioni passate, in corso e pianificate, possono essere interrogate, per collimazione su mappa, selezione alfanumerica o con produzione di carte tematiche, tramite l'interfaccia WebGIS del **GESTORE MISSIONI**. Possono inoltre essere sovrapposte a interfacce WebGIS delle applicazioni verticali del SIM oppure fruite dalle applicazioni dei poli federati tramite servizi di interoperabilità negli standard supportati dal SIM.

Si noti che la stessa impostazione può essere utilizzata, mutatis-mutandis, per la gestione di altre tipologie di rilievi, quali voli LIDAR, voli per fotogrammetria, ecc.

UTENTE TARGET

Vari

DATI DI INPUT

Una serie di servizi di messaggistica consente la comunicazione con le organizzazioni referenti delle squadre e la loro attivazione; ugualmente è possibile ricevere messaggistica relativa all'attivazione dell'operazione di rilievo e tenere traccia del workflow in atto tramite una apposita APP, sempre realizzata con i componenti software applicativi di base disponibili nel SIM.

SISTEMI FEDERATI

L'applicativo non necessita di interazione con i sistemi federato ma solo con i componenti il DON.

DOTAZIONI SPECIFICHE

L'applicativo si basa sull'utilizzo di UAS (tipicamente droni) forniti come dotazioni nel presente progetto o già nella disponibilità dei componenti il DON.

RETI DI MONITORAGGIO

Nel presente applicativo non vengono utilizzati dati rilevati da alcuna rete di monitoraggio.

DATI DI OUTPUT

L'applicazione porterà alla produzione dei seguenti output principali:

- pianificazione della missione, comprendente tutti i dati che la qualificano (es. data e ora attivazione, data e ora inizio operazioni, data e ora fine operazioni, piano di volo, dettagli tecnici del volo, UAS coinvolti e composizione squadre operative, note operative, esito, ecc.)
- dataset rilevati nella missione

8.6.3 Analisi dei contenuti del RdS

OBBIETTIVO

Permettere all'utente di navigare all'interno dei contenuti messi a disposizione dal SIM con varie tecniche ([uso di ontologie](#), [ricerca semantica](#)) e ricavare dei set di oggetti meglio rispondenti alle proprie esigenze conoscitive e operative.

UTENTE TARGET

Tutti gli utenti abilitati all'accesso al SIM

DATI DI INPUT

Metadati del SIM

SISTEMI FEDERATI

Per questa applicazione non è necessaria la partecipazione di alcun sistema federato

MODELLI E ALGORITMI

Algoritmi di ricerca semantica aumentata messi a disposizione dal SIM

DOTAZIONI SPECIFICHE

Per questa applicazione non è necessaria alcuna dotazione specifica tra quelle citate al § 9.

RETI DI MONITORAGGIO

Questa applicazione non coinvolge alcuna rete di monitoraggio

DATI DI OUTPUT

Gli output previsti sono:

- elenchi di oggetti gestiti dal SIM che rientrano nei criteri di ricerca impostati dall'utente
- report specifici relativi agli oggetti selezionati (es. report/visualizzazione dei metadati associati agli oggetti selezionati, report dei livelli cartografici, lista delle serie storiche, lista degli algoritmi disponibili, lista delle applicazioni, ecc.)

8.6.4 Compositore interattivo di workflow

OBIETTIVO

Disegnare interattivamente un workflow componendo le funzioni di calcolo messe a disposizione dal SIM che possa essere eseguito successivamente ricevendo in input i parametri previsti.

Un workflow così disegnato viene salvato entro il RdS e reso disponibile agli utenti abilitati per successivi utilizzi, così da poter ripetere processi elaborativi in modo automatico.

Per approfondimenti si veda il § 2.5.3.6 da pag. 84.

UTENTE TARGET

Utenti con qualifica di gestori del sistema

DATI DI INPUT

Funzioni messe a disposizione dal SIM

SISTEMI FEDERATI

Per questa applicazione non è necessaria la partecipazione di alcun sistema federato

MODELLI E ALGORITMI

Questa applicazione non coinvolge alcun algoritmo tra quelli citati al § 5.

DOTAZIONI SPECIFICHE

Per questa applicazione non è necessaria alcuna dotazione specifica tra quelle citate al § 9.

RETI DI MONITORAGGIO

Questa applicazione non coinvolge alcuna rete di monitoraggio

DATI DI OUTPUT

- Definizione di un workflow
- Metadati del workflow

8.6.5 Compositore di mappe

OBIETTIVO

Definire la composizione di mappe da mettere a disposizione dei vari applicativi così come descritto al § 2.5.3.5.1 (“Composizione di mappe” a pag. 79)

UTENTE TARGET

Utenti con qualifica di gestori del sistema

DATI DI INPUT

Metadati del SIM

SISTEMI FEDERATI

Per questa applicazione non è necessaria la partecipazione di alcun sistema federato

MODELLI E ALGORITMI

Questa applicazione non coinvolge alcun algoritmo tra quelli citati al § 5.

DOTAZIONI SPECIFICHE

Per questa applicazione non è necessaria alcuna dotazione specifica tra quelle citate al § 9.

RETI DI MONITORAGGIO

Questa applicazione non coinvolge alcuna rete di monitoraggio

DATI DI OUTPUT

Definizione della composizione di una Mappa da inserire nel catalogo da cui le applicazioni possono prelevarla per visualizzazioni cartografiche.

8.6.6 Visualizzatore cartografico

OBIETTIVO

Fornire un ambiente generale di visualizzazione di dati cartografici, interrogazione, export e produzione di stampe cartografiche.

Le caratteristiche di questo visualizzatore sono quelle descritte al § 8.3, pag. 355.

UTENTE TARGET

Tutti gli utenti abilitati all'accesso al SIM

DATI DI INPUT

Metadati del SIM.

SISTEMI FEDERATI

Per questa applicazione non è necessaria la partecipazione di alcun sistema federato

MODELLI E ALGORITMI

Questa applicazione non coinvolge alcun algoritmo tra quelli citati al § 5.

DOTAZIONI SPECIFICHE

Per questa applicazione non è necessaria alcuna dotazione specifica tra quelle citate al § 9.

RETI DI MONITORAGGIO

Questa applicazione non coinvolge alcuna rete di monitoraggio

DATI DI OUTPUT

- Caratteristiche generali e composizione di nuove mappe da usare nelle applicazioni del SIM.
- Metadati delle mappe realizzate.

8.6.7 Reportistica

OBIETTIVO

Produrre report tramite l'uso di modelli salvati nel RdS e i dati accessibili dal SIM.

Per approfondimenti si veda il § 2.5.3.9 da pag. 90.

UTENTE TARGET

Tutti gli utenti abilitati all'accesso al SIM

DATI DI INPUT

- Metadati del SIM
- Dati del SIM

SISTEMI FEDERATI

Per questa applicazione non è necessaria la partecipazione di alcun sistema federato

MODELLI E ALGORITMI

Questa applicazione non coinvolge alcun algoritmo tra quelli citati al § 5.

DOTAZIONI SPECIFICHE

Per questa applicazione non è necessaria alcuna dotazione specifica tra quelle citate al § 9.

RETI DI MONITORAGGIO

Questa applicazione non coinvolge alcuna rete di monitoraggio

DATI DI OUTPUT

Report secondo il modello prescelto popolato con i dati del SIM.

8.6.8 Profilatore

OBIETTIVO

Definire la popolazione di utenti abilitati all'uso del SIM e le loro capacità di utilizzo degli oggetti che il SIM mette a disposizione.

Per approfondimenti si veda il § 2.5.3.11 da pag. 94.

UTENTE TARGET

Utenti con qualifica di gestori del sistema

DATI DI INPUT

- Metadati del SIM
- Dati del SIM

SISTEMI FEDERATI

Per questa applicazione non è necessaria la partecipazione di alcun sistema federato

MODELLI E ALGORITMI

Questa applicazione non coinvolge alcun algoritmo tra quelli citati al § 5.

DOTAZIONI SPECIFICHE

Per questa applicazione non è necessaria alcuna dotazione specifica tra quelle citate al § 9.

RETI DI MONITORAGGIO

Questa applicazione non coinvolge alcuna rete di monitoraggio

DATI DI OUTPUT

Regole di profilazione di ciascun utente del SIM e classificazione degli utenti entro il SIM.

8.6.9 Modellazione Machine/Deep Learning

OBIETTIVO

Dotare il sistema di un ambiente di definizione di modelli di IA basati su machine/deep learning.
Per dettagli si veda § 5.1.3 a pag. 141.

UTENTE TARGET

Tutti gli utenti del SIM interessati all'utilizzo di tecniche di IA.

DATI DI INPUT

- Metadati del SIM
- Dati del SIM

SISTEMI FEDERATI

Per questa applicazione non è necessaria la partecipazione di alcun sistema federato

MODELLI E ALGORITMI

Modelli e algoritmi descritti al § 5.1.3.

DOTAZIONI SPECIFICHE

Per questa applicazione non è necessaria alcuna dotazione specifica tra quelle citate al § 9.

RETI DI MONITORAGGIO

Questa applicazione non coinvolge alcuna rete di monitoraggio

DATI DI OUTPUT

- Modelli
- Risultati delle elaborazioni basati sui modelli

8.6.10 PIGeCo - Piattaforma per l'Informazione Geografica Regionale Condivisa

OBIETTIVO

Il progetto si propone di rafforzare la capacità delle Amministrazioni titolari della programmazione (PP.AA. centrali, Regioni ed amministrazioni locali) e di dare risposta alle esigenze puntuali di territori, cittadini e imprese, rendendo disponibile una Piattaforma Interregionale federata per

Informazione Geografica e Condivisa (PIGeCo) quale infrastruttura e strumento in grado di qualificare la progettualità, sostenere azioni di sviluppo e rafforzare la competitività dei territori.

PIGeCo valorizzerà il patrimonio informativo geografico delle Regioni, integrandolo con fonti statistiche ed informazioni di cui dispongono altre PP.AA. nazionali e territoriali nonché Stakeholder significativi.

Il progetto PIGeCo intende supportare il processo di trasformazione del Paese e diffondere la cultura dell'analisi geografica del dato perseguendo le seguenti finalità:

- rafforzamento e miglioramento di informazioni geografiche regionali/territoriali al fine di garantire, sia con riferimento alle aree urbane sia alle aree interne del Paese, una disponibilità tempestiva di dati statistici e informazioni multisettoriali elaborate sulla base di comuni standard di qualità funzionali a programmazione, ricognizione, valutazione e verifica degli andamenti delle politiche pubbliche;
- implementazione di una Comunità Tematica a valenza nazionale in grado di aggregare esperienze e progettare nuove funzionalità e prospettive che, attraverso una visione olistica, siano in grado di correlare dato geografico, programmazione territoriale e nuove sfide per l'innovazione, la sostenibilità e lo sviluppo dei territori;
- sviluppo di servizi a supporto dei cittadini, pubbliche amministrazioni ed imprese a partire dal dato geografico regionale ed attraverso la costruzione di layer specifici;
- diffusione e rafforzamento delle competenze digitali in materia di dati geografici ed analisi territoriale nelle Pubbliche Amministrazioni Centrali e Regionali.

OBIETTIVI SPECIFICI E RISULTATI ATTESI

In linea con le finalità delineate, gli obiettivi del progetto sono così riassumibili:

- Migliorare la fruizione del dato geografico regionale attraverso la creazione di una infrastruttura nazionale e la creazione di un punto di accesso unico con funzionalità di fruizione distribuite al servizio della PA, di cittadini ed imprese;
- Sviluppare l'interoperabilità tra banche dati geografiche, infrastrutture e sistemi informativi delle amministrazioni regionali con riguardo al patrimonio di dati in loro possesso, al fine di integrare e migliorare la qualità dei servizi offerti;
- Sviluppare servizi applicativi innovativi a valenza sovraregionale su basi dati geografiche unificate e inerenti ecosistemi ad esse trasversali (ambiente, urbanistica, protezione civile, ecc...)
- Costituire una Comunità Tematica nazionale che possa determinare innovazione di settore, favorire la fertilizzazione incrociata delle esperienze, l'orientamento alle sfide del futuro e che determini elevati standard di qualità dei servizi pubblici digitali costruiti su dati geografici;
- Formare e accompagnare gli operatori della pubblica amministrazione nell'acquisizione di competenze digitali con specifico riguardo all'utilizzo delle banche dati geografiche per fini di programmazione, verifica e valutazione delle politiche pubbliche, sia nell'ordinaria amministrazione che a supporto del Risk Management;

I relativi risultati attesi sono:

- aumento del numero di PP.AA., cittadini e imprese che accedono al sistema PIGeCo ed usufruiscono di servizi geografici regionali, su scala nazionale, attraverso il punto di accesso centrale costituito dall'infrastruttura geografica nazionale;
- ottimizzazione del livello di integrazione tra banche dati geografiche delle regioni attraverso lo sviluppo di infrastrutture di interoperabilità, al fine di superare la frammentarietà delle basi dati e delle logiche in vigore nella gestione del dato geografico regionale;
- ampliamento dei servizi applicativi pubblici digitali di natura geografica impattanti su differenti ecosistemi disponibili a PP.AA., cittadini ed imprese;
- sviluppo di una Comunità Tematica in grado di offrire un valore aggiunto alla PP.AA. in materia di pensiero innovativo sui geodati e sui servizi ad essi correlati.

- Diffusione, promozione e rafforzamento delle competenze digitali nella PP.AA, con riguardo alla gestione del dato geografico quale supporto alle politiche pubbliche.

MONITORAGGIO

L'attività di monitoraggio si sostanzierà nella progettazione, realizzazione e implementazione di strumenti integrati che, con caratteristiche e finalità differenti, forniranno prospettive di analisi complementari.

Tra questi, in particolare, la **DASHBOARD OPERATIVA** sarà finalizzata a comprendere il livello di utilizzo del punto di accesso centrale e, più in generale, del complesso dei servizi offerti dalle PA. Attraverso un sistema di rilevazione e analisi dei dati statistici, l'obiettivo è quello di monitorare alcuni aspetti operativi legati, ad esempio, alla gestione degli accessi, ai contenuti maggiormente visualizzati, agli errori più frequenti, etc. Per la realizzazione della Dashboard sarà necessario definire:

- le metriche di analisi e i relativi Key Performance Indicator (KPI) per verificare la coerenza con linee guida di design e regole tecniche, requisiti tecnici e legali, regole di accessibilità e usabilità, valore dei contenuti, servizi erogati, qualità e customer satisfaction; la rilevazione sarà basata su elementi effettivamente osservabili e misurabili in modo da poter essere implementata non solo dalle singole amministrazioni, come strumento di autodiagnosi, ma anche da soggetti esterni al fine di mettere a punto sistemi di benchmarking;
- una metodologia di analisi e calcolo che comprenda indicatori generici e di dettaglio, tenendo conto delle specificità dei diversi settori e livelli amministrativi della PA; in tal modo si intende definire un'unica metodologia che comprenda la descrizione dei singoli indicatori e le relative modalità di rilevazione, le griglie per l'aggregazione e costruzione degli indici, la guida per la implementazione di un sistema di qualità, le applicazioni di supporto e di autodiagnosi, le modalità di restituzione e pubblicazione dei dati, gli strumenti per il benchmarking e l'analisi dei risultati;
- le specifiche funzionali del sistema di monitoraggio, al fine di consentirne l'integrazione a livello locale definendo un set di dati omogenei e confrontabili.

Per ulteriori dettagli sul progetto si veda l'[allegato "Progetto PIGeCo_v2.docx"](#)

UTENTE TARGET

MASE, Pubbliche amministrazioni Locali e Centrali, Professionisti, Imprese, Cittadini

DATI DI INPUT

Prioritariamente saranno prese in considerazione alcune banche dati geografiche pilota, considerate strategiche per i fini progettuali. In particolare, sulla base delle specifiche di contenuto per i DataBase Geotopografici (versione 2) di cui al DM 10 novembre 2011 si è scelto di implementare i seguenti strati:

- Edifici
- Viabilità (strade e ferrovie)
- Idrografia

ai quali si aggiunge lo strato:

- Uso del Suolo

definito secondo le specifiche che saranno indicate dalla CNITA.

SISTEMI FEDERATI

Sistemi cartografici regionali

MODELLI E ALGORITMI

Modelli e algoritmi propri del progetto, per il confronto e la riunificazione di cartografie

DOTAZIONI SPECIFICHE

La realizzazione dell'infrastruttura nazionale e del punto di accesso centrale ai servizi geografici e sviluppo dell'interoperabilità tra banche dati geografiche, infrastrutture e sistemi informativi delle amministrazioni regionali;

RETI DI MONITORAGGIO

Questa applicazione non coinvolge alcuna rete di monitoraggio

DATI DI OUTPUT

- Banche dati di input unificate
- Documenti Tecnici

9 DOTAZIONI SPECIFICHE

In questo capitolo sono sintetizzate le richieste di risorse a supporto del monitoraggio, così come emerso dai fabbisogni raccolti nelle interlocuzioni con gli stakeholder.

Si tratta di dotazioni di servizio alla raccolta dati di monitoraggio

Le richieste sono suddivise per area tematica.

9.1 Verticale 1 - Monitoraggio instabilità idrogeologica- Dotazioni

ENTE	TIPOLOGIA	DESCRIZIONE	UNITÀ
Abruzzo	Misuratori	FlowTracker	1
		Battellino con profilatore acustico doppler - ADCP, completo di GPS cinematico	1
		sistema di misura a scarica TQ-S	1
Basilicata	Misuratori	Mulinello per misure da ponte con argano motorizzato su carrello (idoneo anche per le misure di piena), comprensivo di software di acquisizione ed elaborazione	1
	Postazioni informatiche	Postazioni informatiche portatili da campo	2
	DPI e materiale per la sicurezza	DPI e altro materiale per la sicurezza: DPI per misure a campo (scarpe, stivali, caschi, scafandri, giubbetti salvagente, corde, imbragature, impermeabili/muta, porta DPI)	7
	Strumenti	Aste idrometriche da installare sulle sezioni non dotate di idrometro	10
Provincia Autonoma di Bolzano	Misuratori	Radar velocità superficiale mobile	1
		Kit misura portata diluizione salina	1
Emilia-Romagna	Misuratori	Kit teleidrometro mobile per il monitoraggio dei deflussi di magra. Attività a supporto dei bilanci idrici di magra ed al monitoraggio del deflusso minimo vitale	5
		Ricevitore GPS. Esecuzione rilievi topografici in alveo e taratura zeri idrometrici	1
		Teodolite per esecuzione rilievi topografici in alveo e taratura zeri idrometrici	1
	Materiale informatico	Aggiornamento programma per la gestione dei dati topografici. Supporto alla restituzione dei rilievi topografici relativi alle sezioni idrauliche ed alla taratura degli zeri idrometrici	1
Friuli-Venezia Giulia	Strumenti	Kit flying fox system per attrezzamento teleferiche non fisse per misure portata, il kit comprende teleferica, accessori teleferica e verricello telecomandato	1
Lazio	Misuratori	Mulinello idrometrico o correntometro ad elica completo di accessori (2 pezzi di asta da 1 mt, ricambi, ecc.) e software sia di elaborazione che di acquisizione	2
		Mulinello idrometrico elettromagnetico completo di accessori (2 pezzi di asta da 1 mt, ricambi, ecc.) e software sia di elaborazione che di acquisizione	2
	Accessori	Cartelli per segnaletica stradale a norma del codice della strada con testi e grafica personalizzabile in alluminio composito 3 mm rifrangente. Nello specifico sono N. 3 cartelli di segnalazione per lavori in corso con relativo cavalletto o supporto; N. 1 cartello di segnalazione per strettoia asimmetrica a destra con relativo cavalletto o	11

ENTE	TIPOLOGIA	DESCRIZIONE	UNITÀ
		supporto; N. 1 cartello di segnalazione per strettoia asimmetrica a sinistra con relativo cavalletto o supporto; N. 4 cartelli passaggio obbligatorio a destra o sinistra non relativi supporti o cavalletti; N. 1 freccia direzionale; N. 1 segnale temporaneo di inizio area cantiere.	
	DPI e altro materiale per la sicurezza	<p>Attrezzatura tecnica.</p> <p>Nello specifico: N. 1 Cassetta attrezzi completa; N. 1 Fettuccia metrica da 50 mt; N. 2 aste metalliche con diametro 1 cm e lunghezza 150 cm per fissaggio fettuccia metrica su sponde; N. 10 coni segnaletica stradale riflettente; N. 1 Lanciasagola ad aria compressa completo di tutti gli accessori; N. 4 Ricetrasmittenti; N. 1 Decespugliatore a scoppio con accessori e relativi DPI per un operatore; N. 1 Roncola; N. 1 sega; N. 5 indumenti ad alta visibilità (giacca antipioggia invernale ed estiva con pantaloni rinforzati ed impermeabili invernali ed estivi, gilet estivo ad alta visibilità, maglietta manica corta e manica lunga, tutti gli indumenti completi di logo dell'agenzia) – per tutti gli operatori; N. 5 polacchino in pelle fiore idrorepellente puntale e lamina non metallica EN ISO 20345 S3 CI WR SRC - col. nero – per tutti gli operatori che svolgono attività su area pavimentata o asfaltata (strade, ponti, ecc.); N. 5 stivale PVC EN ISO 20345:2011 S5 SRC – solo gli operatori che effettuano le operazioni da argine in terra o in presenza di vegetazione di media altezza; N. 3 stivale antipioggia tutta coscia en 345 – solo per gli operatori che effettuano le misurazioni a guado in acqua tramite mulinello, con una profondità dell'acqua inferiore a 40 cm; N. 3 stivale/scafandro in PVC EN345-S5 con puntale e lamina – solo per gli operatori che effettuano le misurazioni a guado in acqua tramite mulinello, con una profondità dell'acqua superiore a 40 cm; N. 5 guanti resistente al taglio ed antiurto - per tutti gli operatori che utilizzano corde o attrezzature varie; N. 3 giubbotti autogonfiabile automatico adulto con gancio nylon PVC - per ogni operatore che esegue le operazioni di misura in acqua; N. 5 casco di protezione - stile alpinismo ventilato – per ogni operatore che svolge attività in luoghi diversi dalla sede aziendale; N. 3 imbracature anticaduta multifunzione tipo basic – per ogni operatore che esegue le operazioni di misura in acqua; N. 3 cordini di sicurezza doppio elasticizzato con assorbitore di energia – per ogni operatore che esegue le operazioni di misura in acqua; linea salvavita composta da corda per arrampicata con n. 6 moschettoni – lunghezza 50 mt e 50 mt – minimo n° 2; n. 10 moschettoni di sicurezza varie misure e 100 mt di corda per arrampicata; cassetta di pronto soccorso per attività svolte in luoghi diversi dalla sede aziendale – minimo n° 2. Batterie ricaricabili stilo AA e caricabatterie.</p>	80
	Veicoli	Piccolo furgone o fuoristrada idoneo al trasporto di tutta l'attrezzatura	1
Liguria	Misuratori	Profilatore acustico Doppler (ADCP) per basse profondità (10 cm – 6 m), con GPS/GNSS differenziale, battellino ed accessori, compreso software per la gestione della misura sia in modalità stazionaria sia in modalità moving-boat	1
		Strumento portatile per la misura della temperatura e dell'umidità del terreno. Strumento da utilizzarsi come strumento campione per la verifica della taratura dei sensori in campo. Precisione richiesta: 0.01 °C per la	1

ENTE	TIPOLOGIA	DESCRIZIONE	UNITÀ
		temperatura, 0.5% per l'umidità	
		Misuratore di portata con il metodo della diluizione salina per corsi d'acqua con corrente turbolenta, comprese 3 sonde e software per la gestione della misura. Utilizzo del sale (NaCl) come tracciante, trasmissione dei dati dalle sonde al PC via Bluetooth, software che permetta la visualizzazione real-time dei dati misurati e l'immediato calcolo della portata	1
	Materiale informatico	Webcam da esterni, ad inquadratura fissa, resistenti agli agenti atmosferici, per monitoraggio dei corsi d'acqua, compreso software per la gestione remota delle telecamere. Il software deve consentire la gestione remota delle webcam, la registrazione e l'invio di foto/filmati a richiesta in qualunque momento, l'archiviazione delle immagini schedate.	15
		Palmare rugged per utilizzo in campo con sistema operativo Android 11 o superiore. LCD a colori 4,7", risoluzione minima 1280 x 720 pixel, touchscreen utilizzabile con i guanti, Bluetooth 5 o superiore, Wireless integrato, videocamera frontale e posteriore minimo 5 MP, alloggiamento per Micro SD Memory Card, porta MicroUSB, caratteristiche di protezione IP68, resistenza alle cadute da un'altezza minima di 2 metri	1
		PC portatile rugged per utilizzo in campo con sistema operativo Windows 11 o superiore	1
		Cluster di calcolo modellistica idro e ampliamento spazio storage	1
	Accessori	Bilancia di precisione per la pesatura del sale da utilizzarsi per le misure di portata con il metodo della diluizione salina. Risoluzione 0.1 g; Range di lavoro 0.1-5000 g; Classe III; Display digitale con accesso diretto alle principali funzioni; Calibrazione interna; Tempo max di stabilizzazione 2 sec; Alimentazione 220V/50Hz; Conforme norme UNI	1
		Cavo fisso in acciaio (diametro 8 mm) per supporto misure di portata installato trasversalmente al corso d'acqua con ancoraggi su pali, muri d'argine o sponde in roccia, per utilizzo con argano portatile (già in dotazione). Il cavo metallico viene utilizzato come fune portante per il sostegno di un argano utile a muovere gli strumenti per la misura della portata	5
		Installazione recinzioni dei siti di misura dell'umidità del terreno per protezione dagli accessi di animali di taglia medio-grande dell'area di misura dei sensori. Recinzioni in legno su 19 siti, dimensioni 6 x 6 metri, altezza fuori terra 1,5 metri con cancelletto di entrata	19
	Lombardia	Misuratori	Profilatore doppler (ADCP) per basse profondità (10 cm - 6 m), con GPS/GNSS differenziale, battellino e software per misura sia in modalità stazionaria sia moving boat. La profondità minima di misura di 10 cm è condizione indispensabile. Valori superiori rendono lo strumento non più utile
Velocimetro acustico doppler biassiale (ADV) con sensore di profondità, per misure di portata a guado, con asta di supporto e software trattamento dati			1

ENTE	TIPOLOGIA	DESCRIZIONE	UNITÀ
		Misuratore elettromagnetico di corrente per misure di portata a guado in correnti molto lente e con vegetazione algale	1
Marche	Misuratori	Profilatore RS5 ADCP Sontek. Necessità di aggiornare le scale di deflusso frequentemente dati gli alvei regionali	1
		Misuratore a guado Sontek FlowTracker 2. Misure ai fini delle attività di bilancio idrico in sezioni non strumentate, misure in condizioni di magra e controllo dei rilasci delle derivazioni	1
Molise	Misuratori	GPS topografico. Fornitura e corso utilizzo - Sezioni idrauliche	2
	Materiale informatico	PC tropicalizzato per acquisizione wireless delle misure di portata	2
Toscana	Misuratori	Misuratore portata SonTek FlowTracker2 per effettuare le misure di portata a guado	1
		Sistema di misuratore di portata SonTek RiverSurveyor M9, completo di tutte le componenti, incluso PC da campo	1
	Accessori	Implementazione di 100 mt di asta idrometrica in corrispondenza delle stazioni idrometriche esistenti	1
Valle d'Aosta	Misuratori	Set Minimulinello per misure di portata a guado comprensivo dei seguenti componenti: -1 Mini mulinello per misurazioni di velocità dell'acqua da 0,025 fino a 5 m/sec; -Elica in alluminio anodizzato Ø 50 mm/passò 250 mm + Elica in alluminio anodizzato Ø 30 mm/passò 100 mm; -Set aste diametro 9 mm in acciaio inox con piastrina di fondo, lunghezza totale 1,5 m + Tubo guida in alluminio lunghezza totale 1 m per scorrimento mulinello universale su aste diametro 9 mm; -Cavo bipolare collegamento lunghezza 10 m completo di spinotti; Adattatore speciale per utilizzo di mini mulinello con aste in acciaio Ø 20 mm; -Contatore elettronico senza limitazioni di velocità, a tenuta stagna, indicatore a cristalli liquidi a 5 cifre con preselezione automatica dei tempi di misura e display LCD.	2
		Set Mulinello per uso con aste o in sospensione con arganello o teleferica comprensivo dei seguenti componenti: -1 Mulinello per misurazioni di velocità dell'acqua da 0,0125 fino a 10 m/sec, -Set di 5 aste in acciaio inossidabile diametro esterno 20 mm con cifratura e divisione in dm, e 1 asta con cifratura e divisione in cm. Lunghezza totale 6 m; -Tubo guida in alluminio lunghezza totale 1 m per lo scorrimento verticale del mulinello universale sulle aste 20 mm (primo pezzo); - n. 5 Tubo guida in alluminio lunghezza totale 1 m lo scorrimento verticale del mulinello universale sulle aste 20 mm (pezzi intermedi) -Cavo collegamento mulinello-contatore, lunghezza 10m. -Elica in poliammide per mulinello diametro 125 mm - passo 300 mm + Elica in poliammide per mulinello diametro 80 mm - passo 300 mm Campo scala: 0,025 m/s10,0 m/s + Elica in alluminio anodizzato Ø 80 mm/passò 125 mm + Elica in alluminio anodizzato Ø 125 mm/passò 125 mm Campo scala: 0,025 m/s5,0 m/s; -Borsa con tracolla per il trasporto in campagna delle aste; -Valigetta per il trasporto del mulinello e degli accessori per misure.	2
		Argano e pesce per misure da ponte comprensivo dei seguenti componenti: -1 Arganello per carico max. 50 Kg	1

ENTE	TIPOLOGIA	DESCRIZIONE	UNITÀ
		adattabile a pesi di misura da 5 - 10 - 25 - 50 Kg con contatore digitale di profondità (in m e cm) con azzeramento - manovella con bloccaggio di sicurezza, 25 m di cavo di misurazione; -1 Peso di misura da 25 kg con forma aerodinamica, telaio massiccio in ottone rivestito con piombo, piastra di fondo mobile con sensore di fondo interno e sistema di supporto. Il sensore chiude il contatto al raggiungimento del fondo. Certificato equazione di taratura standard e tabella di velocità; -1 Coda galleggiante in alluminio in due pezzi con lunghezza totale di 1,4 m, giunzioni a baionetta, alettone direzionale in polietilene comprese zavorre per la stabilizzazione orizzontale del sistema di misura. Per pesi di misura da 25, 50 e 100 kg.	
	Materiale informatico	Webcam da esterno brandeggiabile con risoluzione da HDTV 720p fino a 4K, IP65, 10-40X zoom ottico, messa a fuoco automatica, condizioni di funzionamento da -20°C a 50°C, alloggiamento in acciaio inossidabile, dotata di quadro di alimentazione adatto ad uso esterno con protezioni per sovratensioni, e router 4G.	24
			2
ISPRA	Strumentazione	Laser scanner terrestre modello Riegl Vz-600i o equivalente: broad range capability (0.5 m up to 1000 m) 5 sec scan time for low resolution overview scans 30 sec scan time for 6 mm resolution @ 10 m distance 60 scan positions per hour (with image acquisition) 3D position accuracy up to 3 mm @ 50 m high laser pulse repetition rate of up to 2.2 MHz scan speed up to 420 lines/sec eye safe operation at Laser Class 1 precise real-time onboard registration internal cameras & GNSS receiver weight 6 kg / 13 lbs prepared for mobile use	22
ISPRA	Strumentazione	Radar da terra compatto modello Hydra-G o equivalente: Radar da terra compatto con antenna fissata su un braccio rotante. Accuracy < 0.1mm (Line of Sight displacement) Spatial Resolution Range 0.2 m, Azimuth: 8 mrad Max Operating Range 800 m Field of view Up to 120° (Horizontal) x 30° (Vertical) Operating Temperature -20°C to +55°C Acquisition Time Interval 30sec – 2 min Power Consumption 100 W Supply 110/220 V AC - 12/24 V DC Supply Autonomy 2 hours without mains power Environment IP65	22
ISPRA	Strumentazione	Drone modello Matrice 300 RTK + Zenmuse L1 o equivalente: Trasmissione 15 km Autonomia 55 minuti Protezione IP45 Dimensioni: Aperto, senza eliche, 810x670x430 mm; Richiuso, eliche incluse, 430x420x430 mm Peso (con carico singolo inferiore): 3,6 kg ca. (senza	1

ENTE	TIPOLOGIA	DESCRIZIONE	UNITÀ
		<p>batterie); 6,3 kg ca. (con due batterie TB60) Capacità di carico: 2,7 kg Peso massimo al decollo: 9 kg Frequenza operativa: 2.400 – 2.483 GHz; 5.725 – 5.850 GHz Resistenza al vento massima 15 m/s (12 m/s in decollo o atterraggio) Autonomia di volo 55 min Livello di protezione in ingresso IP45 GNSS: GPS+GLONASS+BeiDou+Galileo Temperatura operativa 20 – 50 °C Modulo Lidar: Precisione della distanza (RMS 1σ) 2 3 cm @ 100 m Ritorni massimi supportati 3 Modalità di scansione Modello di scansione non ripetitivo, modello di scansione ripetitivo Modello di scansione non ripetitivo: 70,4° (orizzontale) × 77,2° (verticale); Modello di scansione ripetitivo: 70,4° (orizzontale) × 4,5° (verticale) Sicurezza laser Classe 1(IEC 60825-1:2014) (Sicurezza degli occhi)</p>	
AM	Strumentazione	<p>Anemometro sonico ad alte prestazioni tridimensionale, ovvero in grado di misurare con estrema accuratezza le tre componenti del vento, U, V, e W. <u>Specifiche minime:</u> Campo di misura: Velocità 0..50 m/s, Direzione 0..360° Limite di errore: Velocità <1.5% RMS @12 m/s, Direzione 2° @12 m/s Risoluzione: Velocità 0,01 m/s, Direzione 0,1° Input/Output: Seriale configurabile tra RS232 o RS422 o RS485, 4 uscite analogiche @ 12 o 14bit - di tipo 0-20mA, 4-20mA, 0-5 V, ±2.5 V, ±5 V (opzionali), 4 ingressi analogici @ 12 o 14bit - di tipo ±5 V (opzionali), Baud Rates: 2400-57600-opzionali 115200 Alimentazione: 9..30 VDC (55mA @ 12 VDC) Condizioni ambientali: Temperatura -40... +70°C, Umidità < 5% ... 100% RH, Grado di protezione IP65, Precipitazioni < 300mm/h</p>	3 (riducibile nei quantitativi)
AM	Strumentazione	<p>Spettrofotometri di tipo Brewer, strumentazione in grado di misurare automaticamente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • l'ozono colonnare totale; • l'anidride solforosa (SO₂); • l'intensità di radiazione UV-B. <p>Lo strumento deve essere in grado, rilevando l'assorbimento differenziale di determinate lunghezze d'onda nella porzione UVB dello spettro, di fornire misurazioni dell'ozono colonnare totale e dell'anidride solforosa colonnare totale. Inoltre deve essere in grado di misurare accurati profili di intensità spettrale della radiazione UV nell'intervallo da 286,5 nm a 363 nm.</p> <p>Lo strumento deve utilizzare un sistema ottico a doppio monocromatore per migliorare la riduzione dell'influenza</p>	2 (riducibile nei quantitativi)

ENTE	TIPOLOGIA	DESCRIZIONE	UNITÀ																				
		<p>della luce diffusa ed essere dotato di un adeguato sistema di inseguimento biassiale (zenitale e azimutale).</p> <p>Lo strumento deve essere in grado di funzionare in modo autonomo e continuo 24 ore su 24, 7 giorni su 7 senza alcun intervento da parte dell'operatore, se non per interventi e manutenzioni ordinarie.</p>																					
AM	Strumentazione	<p>Fornitura, installazione e avvio operativo di analizzatore PICARRO G2301 per la misura di CO₂, CH₄ e H₂O</p> <p>Pompa esterna per G2000, SI2000 e L2000</p> <p>16-Port Distribution Manifold: Commutazione automatica tra un massimo di 16 linee di ingresso per misurazioni di concentrazione ambientale di gas serra, per analisi di profili verticali. Include il software di gestione delle valvole che consente un funzionamento completamente automatizzato</p> <p>Monitor per visualizzazione dati completi di Cavo adattatore HDMI-DVI 2 m e Cavo da DisplayPort a HDMI 1,8 m</p> <p>Corso Tecnico PICARRO, da svolgersi presso la sede del CMM in Zona Operativa, condotto da personale qualificato del fornitore. Al termine del corso, il personale del CMM incaricato dello strumento dovrà essere in grado di utilizzarlo correttamente e in modo autonomo.</p>	1																				
AM	Strumentazione	<p>Sky Radiometere POM 02 M (Lunar Version).</p> <p>Specifiche: lo strumento deve misurare la radiazione dell'aureola solare e l'intensità spettrale diretta del sole e della luna. Da queste misure deve poter ricavare, tramite algoritmo, la distribuzione delle dimensioni delle particelle e degli aerosol sospesi.</p> <p>Per fare ciò deve effettuare misure, attraverso una ruota porta-filtri, sulle seguenti lunghezze d'onda:</p> <table border="1"> <tr> <td>Wavelength (nm)</td> <td>315</td> <td>340</td> <td>380</td> <td>400</td> </tr> <tr> <td></td> <td>500</td> <td>675</td> <td>870</td> <td>940</td> </tr> <tr> <td></td> <td>1020</td> <td>1627</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>2200</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table> <p>Lo strumento deve essere dotato di opportuni sensori per il corretto posizionamento dello strumento e dell'inseguimento solare e configurato per l'emisfero Nord con range di movimento del tracker:</p> <p>Azimuth $\pm 300^\circ$ (0° to the south)</p> <p>Zenith -60 to 160° (horizontal 0°)</p> <p>Si richiede comunicazione seriale dello strumento in RS 232 con uscita digitale ASCII analiticamente documentata ed i seguenti accessori:</p> <ul style="list-style-type: none"> - sensore per la pioggia; - cavo di alimentazione e comunicazione dati standard (20 m); - cassa da trasporto per il tracker; - cassa da trasporto per il tubo sensori; - box accessori per pulizia e centratura fine; - CD ROM con software per le osservazioni. 	Wavelength (nm)	315	340	380	400		500	675	870	940		1020	1627				2200				8+2
Wavelength (nm)	315	340	380	400																			
	500	675	870	940																			
	1020	1627																					
	2200																						

Tabella 37 - Dotazioni Verticale 1

9.2 Verticale 2 - Agricoltura di precisione- Dotazioni

Le schede tecniche ricevute e le analisi eseguite durante i tavoli tecnici con gli stakeholder coinvolti non evidenziano necessità di dotazioni specifiche per le tematiche relative a questo verticale.

9.3 Verticale 3 - Monitoraggio inquinamento marino e litorale- Dotazioni

Dotazioni e attrezzature funzionali al monitoraggio inquinamento marino e litorale:

OGGETTO	DESCRIZIONE	QUANTITÀ RICHIESTE
Hardware Comunicazione	Al fine di poter condividere le informazioni, ed allo stesso tempo coordinare con la Centrale Operativa del Comando Generale le linee di intervento, si rende necessario dotare i 3 velivoli ATR 42 MP della Guardia Costiera di un sistema di telecomunicazioni satellitari VSAT, in banda KU/KA, asservito ad una stazione a terra per la ricezione dei dati trasmessi. Il predetto dispositivo consente l'invio, in tempo reale, di immagini e video direttamente dagli scenari operativi nei quali si troveranno ad operare i velivoli ATR42-MP del Corpo.	3
S.L.A.R.	Al fine di poter implementare le capacità di scoperta/ricerca inquinamento della superficie marina, si rende necessario dotare il velivolo ATR 42 MP 500 - MANTA 10-03 - della Guardia Costiera, di un sistema di scoperta/ricerca inquinamento del tipo <i>Side Looking Airborne Radar</i> (S.L.A.R.). Il sistema radar S.L.A.R. è caratterizzato da una trasmissione degli impulsi a microonde (banda X) che avviene su entrambi i lati del velivolo attraverso l'installazione di due antenne sul profilo posteriore dell'aeromobile, consentendo la copertura di una vasta area (fino a circa 150 Km, centrati sulla posizione dell'aeromobile ed in funzione della quota) in ogni condizione meteorologica.	1
Hardware Sensori	Adeguamento/ripristino delle capacità di Oil Spill Detection sulle Unità Maggiori del Corpo, sostituendo l'attuale impianto "Seadarq" in dotazione sulle due Unità Classe "Dattilo" con uno di nuova generazione ed implementando l'attuale impianto radar di Nave "Fiorillo" con software dedicato allo scopo di implementazione delle capacità di scoperta, individuazione e possibilità di estrapolazione della estensione ed elementi del moto delle macchie oleose e di idrocarburi	2

Tabella 38 - Dotazioni Verticale 3

9.4 Verticale 4 - Identificazione di illeciti ambientali- Dotazioni

9.4.1 CAPITANERIA DI PORTO

Dotazioni e attrezzature funzionali al monitoraggio e all'identificazione di illeciti ambientali:

OGGETTO	DESCRIZIONE	QUANTITÀ RICHIESTE
Visori notturni	Visori notturni ad alta risoluzione	10
Veicoli	Veicoli, di due diverse categorie (tipo SUV e tipo berlina 2 volumi e mezzo) da impiegarsi in via prioritaria nell'attività di monitoraggio e identificazione degli illeciti ambientali, con prestazioni (per tipologia, cilindrata e potenza) adeguate allo svolgimento lungo il litorale e nell'interland di telerilevamenti in situ (acquisizione, elaborazione e remotizzazione dei dati e delle informazioni) nonché di tutte le attività investigative discendenti ad alto coefficiente operativo. L'allestimento dei veicoli predetti dovrà contemplare un sistema integrato di telecamere multiple ad alta risoluzione per almeno	50

	due lati, visore notturno, supporti e apprestamenti per la registrazione in locale, interfaccia e dotazioni per il riversamento dei dati su PC portatile e stampante, luce lampeggiante azzurra (di tipo asportabile) e sirena bitonale.	
PC portatili	PC portatili di adeguate performances, in grado di immagazzinare ingenti moli dati (in ragione del "peso" dei file video ad alta risoluzione) e, all'occorrenza, remotizzare in tempo reale gli stessi dati verso i centri di coordinamento del NSI o dei comandi territoriali per la simultanea valorizzazione e l'accelerazione del processo decisionale.	21
Stampanti portatili	N.D.	21
Apparecchiature GPS portatili	Apparecchiature GPS portatili (con dispositivo di fissaggio rapido magnetico) per il geoposizionamento, da posizionare su veicoli (o altri apprestamenti mobili) e relativi pacchi batterie	40
Software/tablet	Software/tablet di monitoraggio per i GPS citati al punto precedente (software/tablet ogni 2 GPS)	20

Tabella 39 - Dotazioni Verticale 4 per Capitanerie di Porto

9.4.2 CUFAA

Dotazioni tecnologiche per il progetto "Smart Forest Environmental Monitoring"

9.4.2.1 Tree-talker - Schede di dettaglio e specifiche funzionali

TreeTalker sono un sistema progettato e brevettato dalla innovative start-up Nature 4.0. Sono sistemi modulari, installabili su ogni tipo di albero in grado di trasmettere misure utili alla valutazione dello stato della singola pianta e, se opportunamente distribuiti, di un intero bosco. In dettaglio ogni strumento può fornire, con un campionamento programmabile, informazioni relative a:

- Traspirazione (Flusso di Linfa);
- Umidità del tronco e del terreno;
- Trasmittanza del canopi misurata dal basso verso l'alto con 12/24 Bande spettrali (le principali sono 450*, 500*, 550*, 570*, 600*, 610+, 650*, 680+, 730+, 760+, 810+, 860+ nm). (con accuratezza ± 20 nm + ± 10 nm);
- Diameter tronco ± 200 μ ;
- Angoli di scostamento dall'asse del tronco con accuratezza ± 0.01 °;
- Temperatura e Umidità dell'aria ($\pm 0.5^\circ$, $\pm 4\%$ Typ.).
- Il sistema può essere potenziato con ulteriori device già esistenti o sviluppabili a richiesta come:
- Microfono per catturare suoni nel bosco (già disponibile);
- Sistema per il controllo dell'aria PM10, P2.5, CO, CO2 (già disponibile);

Attualmente i TreeTalker comunicano utilizzando due principali tecniche;

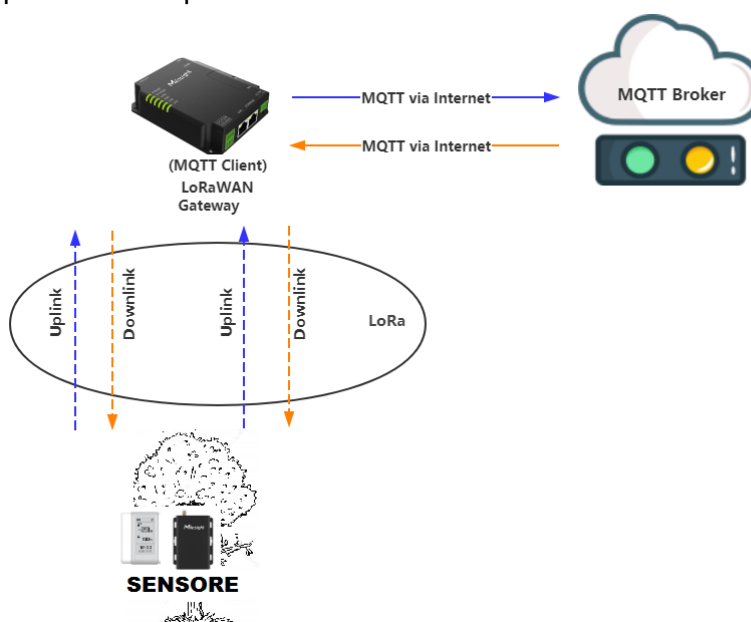
- Modulo LoRa per trasmissione dati. Portata tipica di trasmissione (600 m) in ambiente urbano/rurale o >3Km in caso di linea di vista pulita. Tutti i singoli device sono poi collegati con un Gateway che è in grado di raccogliere le informazioni di circa 40 TreeTalker e ritrasmetterli utilizzando principalmente due modalità :
 - ◆ Canale dedicato per IoT da operatori mobili (NBloT con scheda SIM con costo di 10€ anno)
 - ◆ Sistema Trasmittine Satellitare (antenna che punta a Sat geostazionario e ritrasmette i dati).

Al fine di garantire la ridondanza dei dati e non perdere informazioni il sistema è dotato di tre livelli di archiviazione:

- Storage interno ad ogni singolo TreeTalker (SSD card);
- Storage all'interno di ogni singolo gateway (registra i dati di tutti i device ad esso collegato);
- Storage in server remoto che registra i dati dei TreeTalker collegati alla rete attraverso i gateway.

Per quanto riguarda l'autonomia, il sistema è alimentato da batterie a Litio ricaricabili che hanno una durata variabile da qualche mese ad un anno. Tale variabilità è determinata dal tipo di strumentazione installata e dalla frequenza di campionamento ed invio dei dati.

I dati verranno inviati dal gateway verso un broker MQTT. Un broker MQTT è un applicativo che permette di far comunicare, tramite appunto il protocollo MQTT, i client (che si dividono in publisher e subscriber). Gestisce il flusso dei dati e permette ai client di iscriversi o pubblicare messaggi. Il gateway rappresenta il publisher che invierà i dati al Broker MQTT che comunica tramite in protocollo HTTP con un server relazionale in cui verranno memorizzati i dati.



OGGETTO	DESCRIZIONE	QUANTITÀ RICHIESTE
TreeTalker	Sensori per misurazioni in situ	780
TreeTalker	Batterie per TreeTalker	780
TreeTalker	Pannelli solari per Gateway	260
TreeTalker connector	Sistemi per trasmissione dati e connessione cloud (Gateway)	260

Tabella 40 - Riepilogo dei costi per i TreeTalker

9.4.2.2 Centraline mobili di monitoraggio

Per la sensoristica a terra mobile, si prevede l'impiego di "Centraline mobili di monitoraggio" (sono in corso accordi di collaborazione con il MIT - Massachusetts Institute of Technology di Boston USA – e i principali centri di ricerca nazionali CREA e CNR) geo-riferite, multi sensori ad ancoraggio magnetico, da applicare su autoveicoli dell'Arma dei Carabinieri che nella normale attività d'istituto, in tempo reale, raccolgono dati ambientali relativi, a temperatura, umidità relativa, qualità dell'aria, risposta iperspettrale della vegetazione.

Specifiche tecniche

CORE

- Multi-band modem (4G, LoRA, NB-IoT)
- Single Board Computer with Edge TPU (to accelerate deep learning algorithms)
- Removable storage memory
- Multi-band GPS with dead reckoning technology for improving accuracy in urban canyons
- Inertial IMU
- Multi-input power management (solar, battery)
- Waterproof casing

SENSING PACKAGE

- Spectral Sensor (12MP, machine learning assisted)

- Thermal Sensor (160x120px, -10C / +40C range, machine learning assisted)
- Optical Particulate Matter Sensor
- Environmental sensor

FEATURES

- Automatic image registration and blur correction
- Greenery health
 - ◆ NDVI (Normalized Difference Vegetation Index)
 - ◆ CTD (Canopy Temperature Difference)
 - ◆ Recognition of parasite infestation based on spectral fingerprints
- Environmental parameter
 - ◆ Particulate Matter Concentrations (PM1, PM2.5, PM10)
 - ◆ Temperature (range -40C +85C, 1s response time)
 - ◆ Relative Humidity (±3%)
- Metadata
 - ◆ UTC time
 - ◆ GPS coordinates (1.5m-3m accuracy depending on frequency band available)

La sensoristica verrà montata su un alloggiamento dotato di magneti per l'ancoraggio su sistemi mobili.

OGGETTO	DESCRIZIONE	QUANTITÀ RICHIESTE
Centraline mobili di monitoraggio	Vedi paragrafo precedente	1.000

Tabella 41 - Riepilogo dei costi per le Centraline mobili di monitoraggio

9.4.2.3 Unità mobili di monitoraggio e controllo

Le Unità mobili di monitoraggio e controllo sono costituite da veicoli IVECO DAILY 65C 18H / P, adeguatamente attrezzati con sistemi di telecomunicazione per consentire il trasferimento dati in real time da e per la sensoristica IOT installata.

OGGETTO	DESCRIZIONE	QUANTITÀ RICHIESTE
Veicolo	IVECO DAILY 65C 18H / P	2
Sistema di comunicazione	Modem Sat x WiFi (https://www.starlink.com/rv)	2
Sistema di comunicazione	Antenna Wifi - Cisco Aironet 1570 Series Outdoor Access Point	2
Sistema di comunicazione	Modem 4g - Router di telecomunicazione Vehicle 4G Router, WiFi on Baord WL-G500LH (link)	2
Sistemi di posizionamento	GMSS\IMU - https://www.oxts.com/products/surveyplus-survey-inertial-navigation-system/	2
Stazioni di misure ambientali	GMSS\IMU - https://www.oxts.com/products/surveyplus-survey-inertial-navigation-system/	2
Stazioni di misure ambientali	PM10/PM2.5 - https://columbiaweather.com/products/air-quality-monitor/	2
Stazioni di misure ambientali	Stazione Meteo Completa - https://columbiaweather.com/products/weather-stations/vehicle-mount/	2
Sistemi rilevamento dinamico	DJI MATRICE 30T - https://www.dji-store.it/prodotto/dji-matrice-30t/	2
Sistemi rilevamento dinamico	Drone Dock - https://www.dji.com/it/dock?site=brandsite&from=landing_page	2

Sistemi rilevamento dinamico	Drone MATRICE-300 - https://www.dji.com/it/matrice-300	2
Sistemi elaborazione dati	Punto di Controllo - HP EliteBook 840 G8	2
Sistemi elaborazione dati	Punto di controllo Mobile - https://www.dell.com/it-it/shop/notebook-dell/latitude-5430-rugged/spd/latitude-14-5430-laptop/xctol543014emea	2

Tabella 42 - Riepilogo dei costi e descrizioni per le Unità mobili di monitoraggio e controllo

9.4.2.4 Sensoristica “air”

Per la sensoristica “air” su aeromobile ad ala fissa o rotante si prevede di acquisire un sistema integrato di ripresa aerea composto da sensori ottici multispettrali, termici e Radar (banda P o LIDAR) montati su vettore aereo.

OGGETTO	DESCRIZIONE	QUANTITÀ RICHIESTE
Veicolo	Aeromobile ad ala fissa o rotante	2
Sensoristiche (e relativi software)	Configurazione Vexcel UltraCam Eagle	1
Sensoristiche (e relativi Software)	Configurazione Sistema Multisensore	1

Tabella 43 - Componenti sistema integrato di ripresa aerea

9.4.2.5 Centrale Nazionale di Monitoraggio Forestale e Ambientale

La nuova **CENTRALE NAZIONALE DI MONITORAGGIO FORESTALE E AMBIENTALE DELL'ARMA DEI CARABINIERI** dovrà ricevere i dati dei “Tree-talker” e quelli delle centraline mobili di monitoraggio che verranno interfacciati con i dati satellitari delle costellazioni esistenti e quelli della nuova costellazione IRIDE per fornire il riscontro a terra dei dati telerilevati.

Per l'implementazione della nuova centrale, è stato esposto un costo complessivo non scorporato. Si riporta nella tabella seguente la stima di costi pervenuti ad oggi e contenuta nella documentazione fornita dall'Arma dei Carabinieri. Si resta in attesa di una seconda integrazione sulle schede di dettaglio relative alla centrale

OGGETTO	DESCRIZIONE	QUANTITÀ RICHIESTE
Centrale Nazionale di Monitoraggio Forestale e Ambientale	Alla data del documento non sono disponibili ulteriori dettagli sulle forniture richieste	1

Tabella 44 - Componenti Centrale Nazionale di Monitoraggio Forestale e Ambientale

OGGETTO	DESCRIZIONE
per la rete “Tree-talker”	Vedi “1.Tree-talker - Schede di dettaglio e specifiche funzionali”
per la rete “Centraline mobili di monitoraggio”	Vedi “2. Centraline mobili di monitoraggio”
per le Unità mobili di monitoraggio e controllo	Vedi “3. Unità mobili di monitoraggio e controllo”
per la sensoristica “air”	Vedi “4. Sensoristica “air”
Centrale Nazionale di Monitoraggio Forestale e Ambientale	Vedi “5. Centrale Nazionale di Monitoraggio Forestale e Ambientale”

Tabella 45 - Riepilogo costi CUFAA

9.4.3 GUARDIA DI FINANZA

9.4.3.1 Sensoristica

OGGETTO	DESCRIZIONE	QUANTITÀ RICHIESTE
sensori iperspettrali e termici	Sensori iperspettrali e termici destinati ai reparti dislocati al centro-nord e non ancora dotati di tale tecnologia, costituiti da MicroCASI-1920, MicroSASI-640, MicroTABI-640 e	8

	PhaseOne RS150 system, da montare a bordo degli elicotteri AW169	
Sensori termici	Suite Sensori termici TABI-1800 (Vibration isolated head mount) a completamento della fornitura dei velivoli ATR72MP attualmente dotati di sensori Itres, comprensivo di installazione e calibrazione	2
Unità LIDAR	Unità LIDAR Leica per rilievo del DTM – Digital Terrain Model – da equipaggiare su velivolo ATR72	1
Unità mobili a supporto	Unità mobili per il trasporto droni e relativa suite hardware e software	6

Tabella 46 - Guardia di Finanza: Sensoristica

9.4.3.2 Infrastrutture

OGGETTO
Realizzazione di una dorsale rete dati 5G per la gestione e trasmissione del volume di dati telerilevati e per la condivisione dei dati cartografici elaborati, composta da un centro stella e n periferiche per i reparti aerei del Corpo sul territorio nazionale ed eventuali ulteriori Stakeholders definiti dai vari tavoli tecnici
Estensione progetto Sense and Sea comprensivo infrastruttura di terra per ampliamento copertura su terra e mare
Realizzazione di un laboratorio di calibrazione e taratura della sensoristica, supportata da apposito sistema hardware, e relativa dark room in ambiente asettico, sovrappressurizzato, necessario per il mantenimento della certificazione dei sensori
Allestimento di un centro connesso alle attività di telerilevamento per la gestione su scala nazionale del dispositivo di monitoraggio aereo con sensori fotografici, termici e iperspettrali, nonché la realizzazione di un Data Center con unità di calcolo e storage per l'elaborazione dei dati acquisiti, finalizzata alla definizione delle firme iperspettrali
Completamento workstations e suite software per l'elaborazione dei dati telerilevati, a completamento dei Reparti non ancora approvvigionati

Tabella 47 - Guardia di Finanza: Infrastrutture

9.5 Verticale 5 - Supporto alle emergenze (disastri naturali) - Dotazioni

Non risultano richieste di dotazioni specifiche per questo verticale.

9.6 Verticale 6 - Incendi boschivi e di interfaccia- Dotazioni

Dotazioni specifiche per il verticale incendi boschivi e di interfaccia

9.6.1 Arma dei Carabinieri - CUFAA

Dotazioni tecnologiche per il progetto "TIGER MEG"

9.6.1.1 Progetto MEG: 1000 Tablet Rugged

Si riporta l'elenco delle dotazioni tecnologiche richieste per il Progetto TIGER -MEG., descritto tra i casi d'uso del verticale 6 (paragrafo 3.6.2 Progetto TIGER MEG – CU.V6.2) e più approfonditamente nelle schede fornite dall'Arma dei Carabinieri (Allegato A.pdf ed integrazioni documentali integrativi fornite nei vari incontri intercorsi con RTI).

Al fine di rendere operativo il sistema MEG presso tutti i Comandi Stazione Carabinieri Forestali del CUFAA, l'ente esprime l'esigenza di impiego di 1.000 tablet rugged da campo. I dispositivi saranno distribuiti ai reparti della specialità forestale e saranno collegati al sistema da una infrastruttura di rete posta al di fuori del dominio Arma, in quanto transiteranno in rete informazioni non sensibili dal punto della Polizia giudiziaria, ma unicamente di "engineering reverse" degli incendi boschivi.

BENI/SERVIZI	QUANTITÀ RICHIESTE
Tablet rugged Android/Windows ultima versione comprensivi di abbonamento traffico dati 5 g per il primo anno di esercizio	1.000

Tabella 48 - Riepilogo costi Tablet rugged

9.6.1.2 Progetto S.DI.M.A.: Sistema mobile di ripresa e ponti radio

Si riporta l'elenco delle dotazioni tecnologiche richieste per il Progetto S.DI.M.A., descritto in maniera più approfondita tra gli applicativi verticali (§ 8.5.6.6 Progetto S.DI.M.A. – Sistema di videosorveglianza miniaturizzata)

Considerato che lo sviluppo tecnologico delle apparecchiature idonee a realizzare gli obiettivi del progetto in oggetto è in costante e continua evoluzione tecnologica, in esito allo sviluppo di sistemi mobili di videosorveglianza ambientale, sempre più performanti e di sviluppo di reti di trasmissione particolarmente efficienti ed economiche, si riportano nella tabella seguente le stime di costi pervenuti ad oggi e le brochure illustrative delle apparecchiature normalmente utilizzate da diverse forze di polizia.

Tutta la documentazione è stata fornita dall'Arma dei Carabinieri e si attende una seconda integrazione sulle schede di dettaglio e le specifiche funzionali.

BENI/SERVIZI	QUANTITÀ RICHIESTE
Ponti radio per sistema mobile di ripresa - kit, in allestimento di tipo militare di monitoraggio occulto fisso e mobile dotate di software di motion detection e sensori da integrazione: Allestimenti trasportabili Ponti radio mobili	55
Sistema mobile di ripresa - kit, in allestimento di tipo militare di monitoraggio occulto fisso e mobile dotate di software di motion detection e sensori da integrazione: Allestimento mobile kit telecamere occultate	60

Tabella 49 - Riepilogo costi Progetto S.DI.M.A.

(*) I costi delle singole voci sono espressi iva compresa dall'Ente e sono comprensivi di tutte le attività di analisi, sistemistiche e di formazione all'uso del sistema S.DI.M.A.

Per i dettagli tecnici si considerano parte integrante del seguente paragrafo le schede di dettaglio fornite ad oggi dall'Arma dei Carabinieri denominate Ponte radio.pdf e sistemi di video intercettazione.pdf (riportate nel § 12.1), in attesa della documentazione integrativa dell'ente.

9.6.2 Fabbisogni espressi da Enti territoriali D.L. 120/2021

In Tabella 50 si riportano le dotazioni tecnologiche a corredo delle proposte progettuali espresse dal DPC e dagli Enti territoriali di riferimento (Regioni e PP.AA.), ai sensi dell'Articolo 1 comma 1 lettera a) del Decreto Legge 120/2021, convertito dalla Legge 8 Novembre 2021, n.155, recante "Disposizioni per il contrasto degli incendi boschivi e altre misure urgenti di protezione civile".

REGIONE/PROVINCIA AUTONOMA	BENI/SERVIZI
Abruzzo	Sistema di ausilio alle vedette per l'avvistamento precoce degli incendi con realtà aumentata
Abruzzo	Estensione dell'attuale rete radio con nuovi ulteriori punti di diffusione nelle aree più carenti e potenziamento della dorsale
Basilicata	Sistema di monitoraggio e gestione informativa in near real time
Calabria	Potenziamento e aggiornamento del sistema di radiocomunicazione in emergenza a supporto del rischio incendi boschivi
Calabria	Potenziamento del sistema di monitoraggio degli incendi boschivi con droni

REGIONE/PROVINCIA AUTONOMA	BENI/SERVIZI
Emilia-Romagna	Sistemi di mantenimento attività di sala operativa e nei siti d'evento in situazioni di emergenza
Emilia-Romagna	Implementazione del sistema di monitoraggio esistente con stazioni polivalenti di monitoraggio integrato per direzione e velocità del vento, precipitazioni misurate, pressione atmosferica, radiazione diretta e riflessa, evaporazione, temperatura e umidità dell'aria e tecnologie per il monitoraggio fisso e mobile
Emilia-Romagna	Estensione rete Analogica - Rete radio DMR Nazionale
Emilia-Romagna	Implementazione sala SOUP regionale e sale operative di livello locale
Emilia-Romagna	Potenziamento dei sistemi di telecomunicazione radio
Emilia-Romagna	Estensione dell'attuale rete radio Tetra con nuovi ulteriori punti di diffusione e potenziamento delle reti esistenti
Friuli-Venezia Giulia	N. 1 UAS MATRICE M30T RTK DJI PROVVISIO DI ACCESSORI E RICAMBI
Friuli-Venezia Giulia	N. 1 UAS MAVIC 3 ENTERPRISE DJI PROVVISIO DI ACCESSORI E RICAMBI
Friuli-Venezia Giulia	N. 7 UAS MAVIC 3 THERMAL ENTERPRISE DJI PROVVISIO DI ACCESSORI E RICAMBI
Friuli-Venezia Giulia	N. 5 UAS MAVIC 3 FLY MORE COMBO DJI PROVVISIO DI ACCESSORI E RICAMBI
Friuli-Venezia Giulia	N. 11 UAS MINI 3 FLY MORE COMBO DJI PROVVISIO DI ACCESSORI E RICAMBI
Friuli-Venezia Giulia	N. 3 TELECAMERE FLIR PT-SERIES HD
Lazio	potenziare la componente hardware
Liguria	Varie
Marche	Varie
Piemonte	Implementazione sistema di ricognizione e monitoraggio aereo attualmente in uso, mediante l'impiego di videocamere, a supporto della SOUP e della Direzione delle operazioni di spegnimento incendi boschivi
Piemonte	Implementazione sistema di ricognizione e monitoraggio aereo attualmente in uso, mediante l'impiego di videocamere, a supporto della SOUP e della Direzione delle operazioni di spegnimento incendi boschivi
Prov. Aut. Trento	N. 13 DRONI - SISTEMI SAPR A PILOTAGGIO REMOTO
Prov. Aut. Trento	FLOTTA DISTRIBUITA DRONI CORPO PERMANENTE
Puglia	Implementazione rete radio TBT ed equipaggiamento (satellitari)
Sardegna	Realizzazione di un sistema di stazioni per la rilevazione in tempo reale dell'umidità del suolo
Sardegna	Implementazione rete radio regionale - estensione rete attuale
Sardegna	Sistema di ausilio alle vedette per l'avvistamento precoce degli incendi con realtà aumentata
Sicilia	SISTEMA AUTOMATIZZATO RILEVAMENTO INCENDI BOSCHIVI
Sicilia	Potenziamento sistemi di comunicazione – Rete radio
Sicilia	RIPRISTINO DELLA FUNZIONALITA' DI N. 26 TORRETTE DI AVVISTAMENTO INCENDI BOSCHIVI
Toscana	Potenziamento strumenti per analisi incendio in posti di coordinamento avanzato

REGIONE/PROVINCIA AUTONOMA	BENI/SERVIZI
Toscana	Potenziamento attrezzature per ricognizione e rilievi fotogrammetrici
Toscana	Implementazione delle strutture hardware e software del Centro Funzionale Regionale per migliorare il livello di accuratezza dei bollettini di previsione incendi
Toscana	Potenziamento rete radio in emergenza a supporto degli incendi boschivi
Toscana	Potenziamento avvistamento, monitoraggio e controllo incendi
Umbria	Cuffie bluetooth con microfono cancellazione del rumore di fondo
Umbria	Notebook con 500GB SSD
Umbria	Notebook con 1TB SSD
Umbria	Rete Radio regionale in DMR (a corpo vedere file allegato)
Umbria	Notebook Touch con 2TB SSD e Tilt Pen
Umbria	Monitor
Umbria	Computer
Umbria	Workstation
Veneto	N° 10 GPS
Veneto	N° 10 ANEMOMETRI PORTATILI CON CAVALLETTO
Veneto	N° 10 TABLET
Veneto	N. 10 Telemetro laser
Veneto	N° 50 RADIO TBT (CON SUPPORTO NUOVA CANALIZZAZIONE AERONAUTICA)
Veneto	N° 5 TERMOCAMERE PORTATILI
Veneto	N. 5 Monoculare termico
Veneto	N° 25 Droni leggeri
Veneto	N° 5 Droni pesanti
Veneto	Ampliamento copertura radioelettrica della rete radio regionale utilizzata dal servizio AIB
Veneto	Ammodernamento della rete radio regionale di interoperabilità VHF

Tabella 50 - Dotazioni tecnologiche a corredo delle proposte progettuali espresse dal DPC, Regioni e PP.AA.

Le esigenze sono state più dettagliatamente descritte all'interno dei seguenti documenti allegati:

- 20027CPC - 01 PNRR-MASE-Ricognizione-Fabbisogni-Regioni (002).docx
- 20002CPC - Liguria hw_dpc.docx
- Marche_Fabbisogni_completo.doc
- 20002CPC - Umbria - Caratteristiche rete radio digitale.docx
- 20002CPC - FVG - Lista_materiale_DPC_2.xlsx

Si rimanda a questi documenti anche per quanto riguarda la quantificazione precisa delle dotazioni tecnologiche richieste laddove quantificate dagli enti territoriali.

10 IMPLEMENTAZIONE E INDICAZIONI OPERATIVE

10.1 Aspetti organizzativi e metodologici

Il Sistema di Monitoraggio e Controllo oggetto del corrente studio preliminare, dato il suo livello di complessità ed articolazione, gli stakeholder coinvolti, ecc. richiede di essere progettato, implementato e gestito a valle della sua prima realizzazioni tenendo in debita considerazione una serie di temi, correlati ad aspetti organizzativi e metodologici, di significativa importanza, tra questi:

- il **MODELLO ORGANIZZATIVO** di riferimento;
- la disponibilità di opportuni **CENTRI DI COMPETENZA**;
- la disponibilità di un gruppo di lavoro che annoveri tra le proprie file un'ampia serie di **PROFILI PROFESSIONALI**;
- l'adozione, per gli aspetti di governo, di affermate/i riconosciute/i **METODOLOGIE E STANDARD**;
- la gestione della **COMUNICAZIONE**;
- l'adozione di modelli flessibili per l'**ALLOCAZIONE DELLE RISORSE**;
- l'opportuna gestione della **FORMAZIONE** e del **TRASFERIMENTO DI KNOW-HOW** alla Stazione Appaltante;
- un'attenta gestione dei **DATI** trattati e della **SICUREZZA DELLE INFORMAZIONI**.

Nelle sottosezioni che seguono sono trattati i temi sopra elencati.

10.1.1 Modello organizzativo generale

Il contesto organizzativo, tematico, applicativo e tecnologico che qualifica il progetto si caratterizza per un elevato grado di eterogeneità sotto diversi punti di vista. La conoscenza approfondita di tale contesto e delle sue diverse declinazioni rappresenta un elemento di primaria importanza che consentirà di definire un unico modello generale di project management che assicurerà la capacità di fronteggiare tutte le specificità che si presenteranno in corso d'opera; ciò con l'opportuna flessibilità e con i più elevati livelli di qualità, nonostante la necessità di garantire, al contempo, una solida autonomia organizzativa e di responsabilità, sia nelle fasi di gestione che in quelle di esecuzione, monitoraggio e controllo;

La soluzione organizzativa che sarà progettata dovrà prendere spunto da un approfondito studio del contesto di riferimento, valutandone attentamente ogni singolo aspetto di dettaglio, al fine di maturare una piena consapevolezza del disegno e degli obiettivi strategici che sono alla base del Sistema informativo in questione.

Il modello organizzativo deve, altresì, prendere in considerazione ogni peculiarità del suddetto contesto e gli attori che in esso operano, allo scopo di inserirvisi in modo organico ed efficace.

L'organizzazione adottata deve favorire la collaborazione tra Fornitore e Stazione Appaltante, allo scopo di instaurare una solida partnership volta al raggiungimento di obiettivi comuni e condivisi.

Il modello in questione deve prevedere:

- l'identificazione di tutti gli **stakeholder del contesto di riferimento**, individuandone puntualmente le mutue relazioni;
- l'individuazione di **ruoli precisi e responsabilità definite**, attraverso le quali trasmettere al gruppo di lavoro, con il governo di un **RESPONSABILE DI PROGETTO** (Project Manager), un **RESPONSABILE DI QUALITÀ** e la supervisione tecnica di una figura capace ed esperta - **ARCHITETTO IT** - le migliori best practice operative e metodologiche;
- una serie di **figure professionali** (responsabili di obiettivo, specialisti di tematica, specialisti di tecnologia-prodotto, ecc.) quali referenti per i principali aspetti/filoni di progetto;
- **team di lavoro specializzati** per ognuno dei filoni tematico-applicativi inerenti al Sistema in questione, al fine di raggiungere i massimi livelli di operatività ed efficienza;

- il presidio, attraverso i referenti designati, dei **processi di monitoraggio e controllo** e di tutte le attività relative ai servizi di fornitura, al fine di garantire un'applicazione efficiente di best practice e politiche di qualità.

In Figura 103 è riportata una schematizzazione del modello organizzativo ipotizzato.

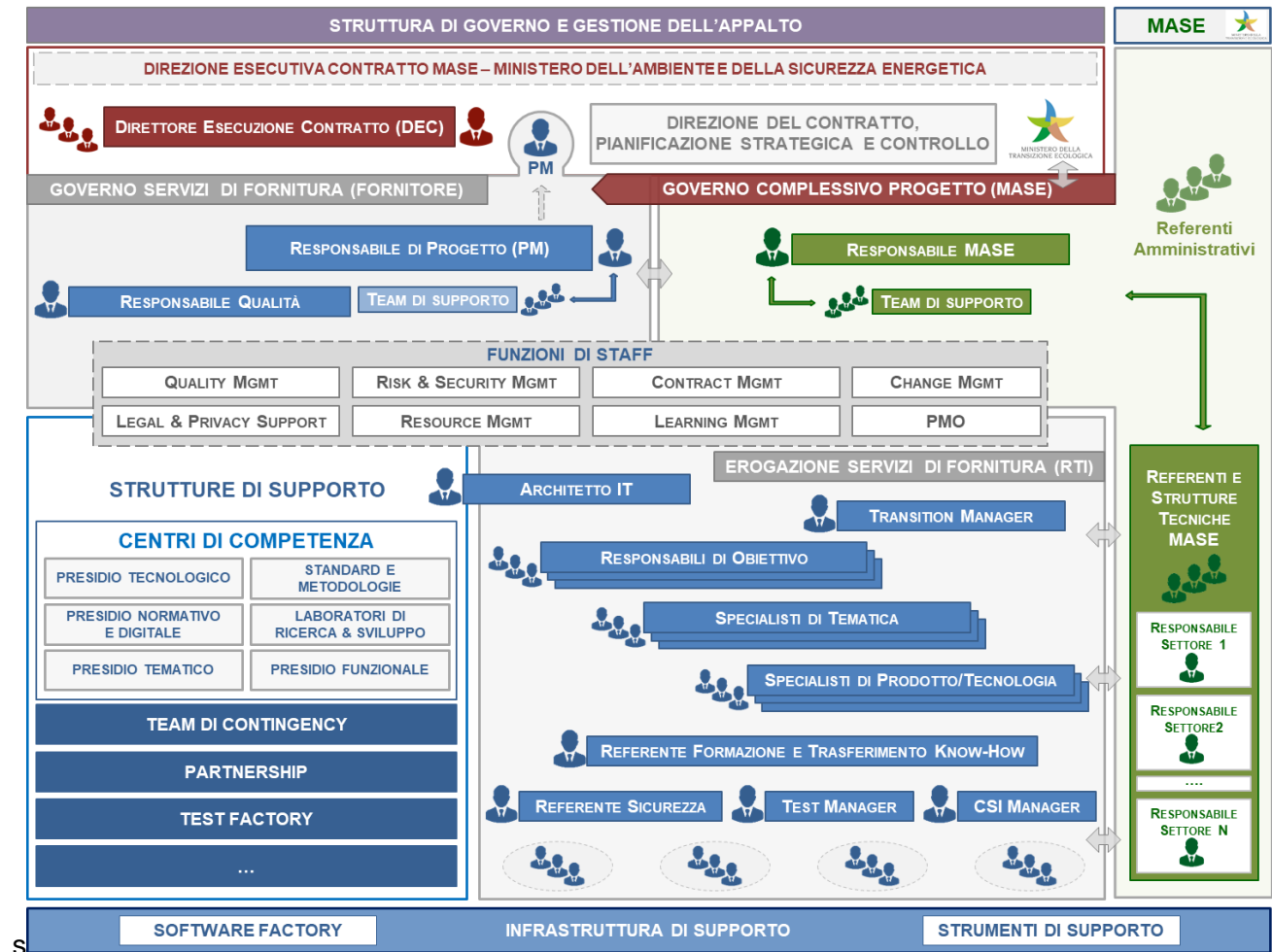


Figura 103 - Ipotesi di modello organizzativo

Il modello prevede tre diversi livelli logici:

- LIVELLO DIREZIONALE-STRATEGICO;**
- LIVELLO DI GOVERNO;**
- LIVELLO DI EROGAZIONE.**

Inoltre, l'organizzazione prevista contempla la possibilità di interagire con una serie di **STRUTTURE DI SUPPORTO** in grado di fornire una competenza specialistica profonda sulla vastità di temi che il progetto abbracci nella sua globalità (cfr. § 10.1.3).

LIVELLO DIREZIONALE-STRATEGICO

A questo livello opera principalmente la **Direzione Esecutiva del Contratto** che, naturalmente è in capo al **MASE**, attraverso il **DEC** (Direttore dell'Esecuzione del Contratto) e l'eventuale team di professionisti in staff a tale figura.

È compito di questa struttura la **direzione del contratto**, la **definizione degli indirizzi strategici ed i relativi aspetti di pianificazione**, il **tuning dell'organizzazione generale di progetto ed il controllo** dello stesso, nonché l'analisi, anch'essa strategica, di **nuove esigenze e fabbisogni**.

Nelle suddette attività, il MASE potrà ricevere il supporto specifico del fornitore che potrà essere coinvolto ai tavoli direttivi, in primis, attraverso il **Responsabile di Progetto – PM** (lato Fornitore, appunto).

LIVELLO DI GOVERNO

Al livello di governo, dovranno **operare in perfetta sinergia i gruppi di lavoro del Fornitore e quelli del MASE**, naturalmente, ognuno in relazione al proprio ruolo ed ai relativi campi di pertinenza.

In particolare, per quanto riguarda il Fornitore, principalmente attraverso il PM (con relativo team di supporto) ed il Responsabile di Qualità, dovranno essere garantite le seguenti attività principali:

- gestione e condivisione degli aspetti contrattuali, collaborazione e confronto con la Direzione Esecutiva MASE;
- supporto al tuning dell'organizzazione, al raggiungimento degli obiettivi strategici e all'analisi di nuove esigenze e servizi;
- gestione della comunicazione con il MASE;
- monitoraggio servizi e stato di avanzamento del progetto;
- assicurazione qualità;
- risk management;
- resource management;
- ottimizzazione modello di servizio, collaborazione e comunicazione tra i team di lavoro;
- pianificazione delle attività (visione globale della fornitura);
- monitoraggio SLA e obiettivi, predisposizione e attuazione azioni migliorative;
- risoluzione di eventuali criticità di servizio;
- ecc.

Per quanto, invece, concerne l'Amministrazione, il Responsabile MASE e l'eventuale team di supporto, le principali attività attese sono:

- partecipazione alla supervisione generale e coordinamento delle attività, attraverso un'azione di concertazione e confronto con la struttura di governo del Fornitore;
- collaborazione con il Fornitore delle migliori modalità operative attuabili in funzione delle esigenze di progetto e del contesto generale di riferimento in cui si inserisce il progetto;
- monitoraggio del raggiungimento degli obiettivi e degli SLA previsti;
- individuazione criticità e supporto alle direttrici di risoluzione.

A supporto della struttura di governo del Fornitore e dei diversi referenti individuati, è auspicabile la previsione di una serie di funzioni di staff di cui di seguito si sintetizzano gli aspetti principali.

FUNZIONE	DESCRIZIONE
Contract Management	Funzione di supporto per tutti gli aspetti contrattuali. Controlla la corretta esecuzione degli obblighi contrattuali. Svolge attività di verifica della copertura contrattuale e delle performances, identificando eventuali rischi, valutandoli e fornendo un contributo attivo nell'attribuzione delle priorità d'intervento. Fornisce consulenza alle strutture di produzione nell'interpretazione delle clausole contrattuali.
Risk & Security Management	Supporta l'intera organizzazione del Fornitore in tutti gli aspetti legati alla sicurezza e alla valutazione del rischio. Recepisce le politiche di sicurezza dell'Amministrazione, identifica le misure che implementano tali politiche, diffonde tali misure lungo la filiera operativa e ne monitora l'applicazione.
Quality Management	Riferimento unico per tutti gli aspetti legati alla qualità. In coerenza con quanto previsto dallo standard ISO 9001, ha la responsabilità della redazione e gestione del Piano della Qualità Generale e, se richiesti, dei Piani di Qualità Obiettivo. Supporta il PM nell'analisi dei dati relativi a SLA, rilievi e penali e concorda azioni di mitigazione con le strutture operative coinvolte.
Change Control	Funzione di supporto ai processi di <i>Change Control</i> (nuovo termine ITIL 4 per il Change Management).
Legal & Privacy Support	Offre consulenza e supporto al Fornitore nella valutazione e risoluzione di potenziali problemi sia in ambito legale, sia in ambito privacy (cfr. Regolamento UE 676/2016 - GDPR)..

FUNZIONE	DESCRIZIONE
Resource Management	Funzione di supporto per l'individuazione delle risorse professionali necessarie per l'erogazione dei servizi. Identifica i requisiti in termini di risorse e profili professionali da coinvolgere. Sovrintende al processo di selezione, pre-allocazione e allocazione delle risorse sui servizi, siano esse allocate stabilmente sia dinamicamente.
Learning Management	Fornisce supporto organizzativo ed amministrativo relativamente ai servizi di formazione rivolti al Personale del Fornitore che deve essere mantenuto aggiornato rispetto al contesto tecnico e tecnologico di riferimento. Mantiene uno skill inventory centralizzato e pianifica le attività formative legate sia all'evoluzione tecnologica, sia alle esigenze formative segnalate dalla struttura di governo.
Program Management Office (PMO)	Riferimento per il supporto operativo alle attività di standardizzazione delle esigenze informative e comunicative relative al progetto e agli stakeholder coinvolti. Collabora con il PM del Fornitore nel monitoraggio dell'andamento della fornitura in termini di volumi e di impegni, supportandolo nelle attività amministrative.

Tabella 51 - Funzioni di Staff

LIVELLO DI EROGAZIONE

Il terzo livello, quello di erogazione dei servizi di progettazione e implementazione del sistema informativo in oggetto, prevederà, ovviamente, un forte impegno del Fornitore che dovrà mettere in campo un gruppo di lavoro qualificato e perfettamente in grado di raggiungere gli obiettivi fissati, secondo le tempistiche definite e in linea con i livelli di servizio che il progetto richiede.

Di seguito sono rappresentati alcuni dei diversi profili professionali che si ritiene debbano essere presenti all'interno del gruppo di lavoro (per i più rappresentativi, nel § 10.1.2 sono sintetizzati i principali compiti e responsabilità):

- **RESPONSABILE DI PROGETTO** (PM – Project Manager): il quale ha il compito e la responsabilità di coordinare tutte le attività di progetto, fungendo da riferimento per tutto il gruppo di lavoro e, in primis, per i referenti designati
- **RESPONSABILE QUALITÀ**: il suo ruolo è quello di assicurare che tutte le attività di progetto siano condotte secondo gli standard previsti dalla norma ISO 9001;
- **ARCHITETTO IT**: rappresenta la guida tecnica principale, definendo e/o supervisionando le diverse scelte tecnologiche, architetture, ecc. inerenti al progetto, fungendo anche da facilitatore per i rapporti con i Centri di Competenza (cfr. § 10.1.3) e per la corretta applicazione di metodologie e standard che riguardano gli aspetti tecnici;
- **TRANSITION MANAGER**: che assicura una corretta applicazione dei processi di *Change Management*, i quali si renderanno necessari in relazione ai cambiamenti che il nuovo sistema informativo introdurrà in termini di nuove applicazioni, componenti, procedure operative, ecc.;
- **RESPONSABILI DI OBIETTIVI**: ad essi è demandato il ruolo e la responsabilità di coordinare le diverse attività relative ai diversi macro-obiettivi (dei veri e propri sotto-progetti) che saranno identificati in corso di progetto;
- **SPECIALISTI DI TEMATICA**: sono figure fondamentali per il progetto, i quali sono i detentori di know how specifico e profondo sulle diverse tematiche di progetto e, in particolare, per i sei temi verticali che caratterizzano il progetto;
- **SPECIALISTI DI PRODOTTO-TECNOLOGIA**: anche essi rivestono un importante ruolo per il raggiungimento degli obiettivi fissati, in quanto detentori di una specifica e ampia competenza riguardo a prodotti/strumenti e tecnologie che risultano fondamentali per lo sviluppo del progetto;
- **REFERENTE FORMAZIONE E TRASFERIMENTO DI KNOW-HOW**: pianifica, di concerto con il MASE, le attività di formazione e di trasferimento del know-how verso il Personale identificato dall'Amministrazione, al fine di rendere le Risorse individuate perfettamente autonome e preparate sulle diverse componenti che costituiscono il sistema informativo in oggetto; le attività potranno aver luogo sia in corso che al termine del progetto.
- **TEST MANAGER**: è responsabile di tutte le attività di testing che avvengono all'interno della **Test Factory**;

- **REFERENTE SICUREZZA:** è responsabile di tutti gli aspetti di sicurezza che riguardano la progettazione e l'implementazione del realizzando sistema;
- **CSI (Continual Service Improvement) MANAGER:** si tratta di una figura chiave, la quale ha il compito di assicurare l'implementazione dei processi che garantiscono il miglioramento continuo della qualità dei servizi previsti per la realizzazione del nuovo sistema.
- **TEAM DI LAVORO:** si tratta dei diversi team che, sotto la guida dei referenti individuati nell'organizzazione, sono impegnati nelle fasi operative di progettazione ed implementazione delle soluzioni che compongono l'intero progetto; all'interno dei suddetti team operano di versi profili tra cui, Analisti, Analisti Programmatori, Programmatori, System Integrator, Test Specialist, ecc.

Ai profili di cui sopra potranno aggiungersi ulteriori figure in ragione di esigenze specifiche e, comunque, altre che qui, per brevità, non sono state menzionate, **Responsabile dei Servizi di Gestione Applicativa**, **Referente dei Servizi di Assistenza**, ecc.).

10.1.2 Compiti e Responsabilità dei principali Profili professionali

Di seguito si riassumono i/le compiti/responsabilità principali di alcune dei profili chiave che si ritengono necessari per il successo del progetto.

FIGURA	RESPONSABILE DI PROGETTO (PM - PROJECT MANAGER)
Ruolo	È il responsabile delle attività contrattuali e delle risorse impiegate nel progetto; rappresenta l'interlocutore unico dell'Amministrazione per l'organizzazione ed il coordinamento dei servizi previsti.
Compiti Principali	<ul style="list-style-type: none"> ▪ gestisce e coordina tutte le attività di progetto; gestisce il personale dei team di lavoro al fine di garantire la regolare disponibilità delle risorse nell'orario di servizio; ▪ rappresenta l'interlocutore unico dell'Amministrazione per tutte le problematiche contrattuali ed amministrative; si interfaccia con il DEC dell'Amministrazione nelle attività afferenti il monitoraggio di tutti gli impegni contrattuali, sia tecnici che economici; ▪ assicura/supervisiona la pianificazione e l'esecuzione delle attività, nonché le risultanze prodotte; ▪ assicura un alto grado di sinergia tra le risorse impiegate nello sviluppo e quelle impiegate negli altri servizi come la gestione della fase di avviamento in esercizio degli obiettivi/progetti, al fine di garantire un costante e adeguato grado di conoscenza e di attenzione evitando discontinuità ▪ in collaborazione con i Referenti individuati nella propria organizzazione gestisce e mitiga gli eventuali rischi di fornitura; ▪ in collaborazione con il Referente Qualità verifica costantemente i Livelli di Servizio; ▪ gestisce le riunioni interne periodiche di governo della fornitura; è responsabile il repository della documentazione di fornitura (potendo individuare specifici delegati al riguardo); ▪ con il supporto del Referente Qualità, garantisce uniformità di approccio da parte di tutti i servizi oggetto del contratto in modo tale da: ✓assicurare che i servizi siano erogati in conformità al Sistema di Qualità adottato; ✓promuovere periodiche revisioni di qualità, come previsto nel Sistema di Qualità adottato; ✓definire e condurre un programma di verifiche ispettive interne; ▪ gestisce l'attivazione delle risorse disponibili alla fornitura; ▪ in collaborazione con il Resource Manager verifica che gli skill delle risorse allocate sulle attività siano costantemente adeguati alle esigenze di fornitura; ▪ organizza le riunioni della struttura di governo interna e coordina il PMO di fornitura.

Tabella 52 - Profili chiave di progetto – Responsabile di Progetto (Project Manager)

FIGURA	RESPONSABILE QUALITÀ (RQ)
Ruolo	Ha la responsabilità del servizio di Quality Assurance.
Compiti Principali	<ul style="list-style-type: none"> ▪ è il riferimento nell'ambito dei processi di controllo della qualità e supporto nella verifica, controllo e rendicontazione dei livelli di servizio conseguiti; ▪ verifica/monitora il rispetto dei principi di assicurazione e gestione della qualità della norma EN ISO 9001; ▪ definisce i contenuti del Piano di Qualità Generale e, di concerto con il PM, ne cura la

	<p>stesura/revisione;</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ definisce ed attua le verifiche ispettive interne; ▪ verifica che la fornitura sia erogata nel rispetto dei criteri e delle modalità definite dal Sistema di Qualità; ▪ partecipa a riunioni interne di controllo per la valutazione dello stato della fornitura.
--	---

Tabella 53 - Profili chiave di progetto - Responsabile Qualità (RQ)

FIGURA	RESPONSABILI DI OBIETTIVO (ROB)
Ruolo	Assume, di concerto con il PM, il ruolo di coordinatore per i diversi obiettivi progettuali di fornitura
Compiti Principali	<ul style="list-style-type: none"> ▪ gestisce e coordina i team di lavoro attivati sui singoli obiettivi progettuali attivati in corso d'opera; ▪ è l'interlocutore principale per tutte le questioni afferenti ai diversi obiettivi; ▪ assicura e supervisiona l'esecuzione di tutte le attività e le risultanze prodotte; ▪ assicura il corretto processo di pianificazione; ▪ in collaborazione con il PM, gestisce e mitiga i rischi correlati agli obiettivi; ▪ in collaborazione con il Referente Qualità verifica costantemente i Livelli di Servizio; ▪ in collaborazione con il PM e la funzione di Resource Management verifica che gli skill delle risorse allocate sulle attività siano costantemente adeguati alle esigenze degli obiettivi progettuali attivati.

Tabella 54 - Profili chiave di progetto - Responsabile di Progetto Applicativo (RPA)

FIGURA	REFERENTE SICUREZZA (RSIC)
Ruolo	Supporta l'individuazione, la gestione e la mitigazione dei rischi di sicurezza informatica.
Compiti Principali	<ul style="list-style-type: none"> ▪ supporta il PM nella redazione/revisione del Piano di Sicurezza, nell'individuazione dei rischi di sicurezza, nella loro valutazione e definizione delle possibili azioni di mitigazione; ▪ suggerisce interventi proattivi tali da individuare eventuali vulnerabilità nei prodotti software rilasciati, definendo piani di azione e strumenti da utilizzare; ▪ si può interfacciare con i Referenti dell'Amministrazione per definire attività volte ad ottimizzare i livelli di sicurezza complessivi della fornitura; ▪ individua i prodotti migliori e le loro evoluzioni sulle tematiche di sicurezza; ▪ partecipa a riunioni interne di controllo per la valutazione dello stato della fornitura.

Tabella 55 - Profili chiave di progetto - Referente Sicurezza (RSIC)

FIGURA	TEST MANAGER (TSM)
Ruolo	È il riferimento diretto delle risorse del team per tutto ciò che riguarda le tematiche relative ai test
Compiti Principali	<ul style="list-style-type: none"> ▪ verifica la corretta applicazione di metodologie e processi di test/collaudò del software; ▪ definisce della strategia di test e garantisce la disponibilità, nonché il corretto utilizzo, degli strumenti di test management, test automation e performance test; ▪ contribuisce alla definizione delle politiche di Configuration and Release Management; ▪ partecipa a riunioni di controllo e avanzamento per la valutazione dello stato delle attività. ▪ opera secondo le indicazioni e gli standard ISTQB.

Tabella 56 - Profili chiave di progetto - Test Manager

FIGURA	TRANSITION MANAGER (TM)
Ruolo	Esperto di best practice ITIL di Service Transition, ha la responsabilità della definizione degli obiettivi di transizione, svolge l'analisi preventiva sui sistemi oggetto delle attività, formula una stima degli impegni e individua la strategia di esecuzione del piano di transizione.
Compiti Principali	<ul style="list-style-type: none"> ▪ per gli aspetti inerenti al change management, assicura la programmazione e il coordinamento delle risorse da impiegare: ✓ nelle attività di Presa in carico di eventuali componenti applicative già esistenti; ✓ nelle attività di Trasferimento del know-how (coordinandosi con il Responsabile della Formazione e Trasferimento di Know-how); ▪ definisce strategia di transizione, input e output di ciascuna fase dei cicli di vita del servizio; ▪ supporta il team di lavoro nell'esecuzione delle attività; ▪ partecipa a riunioni di controllo ed avanzamento per la valutazione dello stato delle attività;

Tabella 57 - Profili chiave di progetto - Transition Manager (TM)

FIGURA	ARCHITETTO IT (ARIT)
Ruolo	Rappresenta il punto di riferimento metodologico per il RTI, quale supporto alla governance del framework architetturale di progetto, secondo metodi e standard di classificazione e descrizione delle architetture IT, in modo da assicurare un ottimale processo di governance e change management architetturale.
Compiti Principali	<ul style="list-style-type: none"> ▪ costante standardizzazione e coordinamento interno così da garantire l'applicazione degli standard e delle best practice riconosciute a livello internazionale; ▪ coordina le strutture di supporto con il compito di censire, analizzare, modellare i building block architetturali e gli standard tecnico-metodologici presenti nel patrimonio applicativo/infrastrutturale della propria organizzazione; ▪ verifica i fabbisogni al fine di individuare possibili elementi di riuso e propone standard architetturali e metodologici da utilizzare, coerenti alle best practice TOGAF® e alle esigenze dell'Amministrazione; ▪ fornisce al PM e al Transition Manager rappresentazioni architetturali a vari livelli di dettaglio al fine di individuare i migliori standard da applicare a progetti e/o servizi richiesti.

Tabella 58 - Profili chiave di progetto – Architetto IT

FIGURA	CSI MANAGER (CSIM)
Ruolo	Si pone il principale obiettivo di mantenere il valore aggiunto per l'Amministrazione perseguendo una continua evoluzione del Sistema e garantendo lo sviluppo della qualità dei servizi erogati, di concerto con il Responsabile Qualità.
Compiti Principali	<ul style="list-style-type: none"> ▪ integra i benefici, le best practice e i metodi di gestione della qualità e del change management con la necessità di miglioramento dello sviluppo delle diverse fasi del ciclo di servizio, dei processi e delle relative attività; ▪ identifica le opportunità di miglioramento e le migliori modalità per perseguirle con continuità; ▪ garantisce l'applicazione del CSI Approach, per gestire i miglioramenti al fine di assicurare all'Amministrazione della sua competitività e del valore che essi possono apportare al raggiungimento degli obiettivi strategici definiti;

Tabella 59 - Profili chiave di progetto – CSI Manager

10.1.3 Strutture di Supporto

Il modello organizzativo ipotizzato per la gestione del progetto prevede un importante valore aggiunto sul quale il Fornitore dovrebbe poter contare; si tratta di una serie di strutture complementari e di supporto che, integrandosi in modo coerente all'interno del modello in questione, sono in grado di fornire un puntuale "presidio" di peculiari tematiche. Le strutture in questione possono essere classificate come:

- **CENTRI DI COMPETENZA**
- **PARTNERSHIP**
- **TEST FACTORY**
- **TEAM DI CONTINGENCY**

CENTRI DI COMPETENZA

La possibilità di accedere a specifici **Centri di Competenza (CdC)** riveste una notevole importanza all'interno del progetto; tra questi si identificano in sintesi quelli ritenuti di particolare interesse:

- **CDC TEMATICI:** appare ovvia l'importanza dei centri di competenza in questione, risulta infatti indispensabile per il Fornitore poter contare su un polo di specialisti profondamente esperti sulle tematiche abbracciate dal progetto e, in particolare, per quelle inerenti ai 6 verticali di riferimento:
 - ✓ Monitoraggio e modellistica meteorologica, climatologica, marino-oceanografica-costiera, idrologica, idrogeologica e dei processi di instabilità idrogeologica;
 - ✓ Agricoltura di precisione;
 - ✓ Monitoraggio inquinamento marino e litorale;
 - ✓ Identificazione di illeciti ambientali;
 - ✓ Supporto alle emergenze (disastri naturali);
 - ✓ Incendi boschivi e di interfaccia;
 il ruolo di questi CdC è quello di supportare il Fornitore anche al di là del previsto apporto del gruppo di lavoro definito per il progetto, fornendo soluzioni, metodologie ecc. per problematiche e criticità di carattere

straordinario che si possono presentare in corso d'opera, suggerendo anche, laddove necessario un supporto strategico per questioni di particolare rilevanza e che possono costituire dei business case ancora non completamente esplorati nel contesto di riferimento;

- **CDC ARCHITETTURE E TECNOLOGIE** tale CdC è dedicato alla sperimentazione e realizzazione di soluzioni innovative su tecnologie specifiche, su architetture SOA, REST con l'uso di servizi Web per garantire l'interoperabilità e cooperazione applicativa tra diversi sistemi esterni, così da consentire l'utilizzo delle singole applicazioni verticali come componenti del processo di business e soddisfare le richieste degli utenti in modo integrato e trasparente. Nel centro dovrebbero essere disponibili profonde conoscenze relative a tecniche di assesment volte alla definizione di scenari AS-IS e TO-BE;
- **CDC SVILUPPO, GESTIONE E MANUTENZIONE DI SOLUZIONI APPLICATIVE DI LIVELLO ENTERPRISE**: appare opportuna la disponibilità di un CdC costituito da professionisti dotati di un profondo know how ed esperienza, in ambito JEE, Microsoft .NET, ecc., nell'ambito dell'Ingegneria dei Requisiti, dell'Analisi Funzionale e di Processo e dello sviluppo software con i più moderni paradigmi di progettazione e mediante l'impiego di metodologie agili, test management;
- **CDC OPEN SOURCE**: si tratta di un CdC costituito da un pool di professionisti impegnato nella ricerca e nel test prototipale di soluzioni e strumenti open source a supporto delle attività di sviluppo e gestione applicativa;
- **CDC DIGITAL TRANSFORMATION**: il CdC in questione ha lo scopo di garantire un expertise specifica nei processi afferenti alla *Digital Transformation*, in aderenza al Piano Triennale della PA, alle linee guida AgID, alle best practice e agli standard Internazionali, incluse le evoluzioni normative nazionali e Europee; il CdC deve essere in grado di fornire supporto specializzato relativamente ad ogni interventi di trasformazione per la crescita digitale e l'avvio di percorsi di co-progettazione negli ambiti di innovazione che costituiscono piattaforme relazionali abilitanti a livello nazionale;

PARTNERSHIP

La struttura in questione di cui è auspicabile la presenza, si istanzia, in primis, nella disponibilità di un polo virtuale costituito dalle partnership che il Fornitore può vantare con alcuni importanti vendor di tecnologie, soluzioni, ecc.; ciò, infatti, costituirebbe un valore aggiunto sia in termini di rapida risoluzione di eventuali problematiche di progetto inerenti alle tecnologie, i prodotti ecc. collegati a tali vendor, sia in termini di disponibilità di competenze specifiche da poter mettere a disposizione del progetto nell'ottica della ricerca del miglioramento continuo.

Rientrano in questa struttura anche eventuali partnership con organizzazioni che sono in grado di individuare e mettere a disposizione, anche stabilmente, professionisti specializzati in determinati ambiti e/o tematiche; ciò, infatti, avrebbe un impatto estremamente positivo, sulla capacità di allocazione delle risorse (cfr. § 10.1.7 in funzione delle esigenze che il progetto manifesterà in corso d'opera.

TEAM DI CONTINGENCY

Un valore aggiunto che il Fornitore può apportare al progetto deriva dalla possibilità di disporre di risorse non allocate stabilmente sulla fornitura, ma in grado di ricoprire uno o più ruoli operativi nei gruppi di lavoro. Queste risorse, che dovranno aggiornate costantemente sulle tematiche della fornitura per tutto il periodo contrattuale, saranno pronte ad essere operative per integrare i gruppi già costituiti o rimpiazzare eventuali risorse divenute indisponibili. Grazie a questa struttura di supporto, inoltre, si potrà contribuire positivamente alla necessità di modulare opportunamente l'allocazione delle risorse per gestire picchi di attività e carichi di lavoro variabili.

TEST FACTORY

Si tratta della struttura trasversale che, auspicabilmente, il Fornitore metterà a supporto dei professionisti ingaggiati nel progetto, specializzata nella progettazione ed esecuzione dei Test. Essa

dovrà garantire, per l'intera durata contrattuale e in riferimento all'intero ciclo di vita del software, la corretta attuazione delle metodologie di test e l'uso dell'impianto strumentale previsto dal progetto. La Test Factory, in linea con gli accorgimenti adottati per garantire la qualità del software, dovrà collaborare con i team di sviluppo nell'effettuare i test di: ✓verifica funzionale; ✓non funzionale; ✓sicurezza; ✓accessibilità e usabilità; ✓integrazione; ✓non regressione; ✓mantenimento delle performance; ecc.. All'interno della struttura dovrebbero essere previsti esperti nelle norme e negli standard di riferimento (progetto SQuaRE, ISO/IEC 25010, ISO/IEC 25023, CISQ, ISTQB, IREB).

10.1.4 Metodologie e Standard

Per il governo dell'intero progetto, che sarà caratterizzato dalla necessità di erogare servizi professionali di diversa natura (progettazione e sviluppo, manutenzione correttiva, adeguativa ed evolutiva, parametrizzazione e personalizzazione, gestione applicativa e delle basi dati, formazione e trasferimento di know how, ecc.), è necessario che il Fornitore si affidi pratiche e metodologie già impiegate con successo in progetti di significativa complessità. La corretta integrazione dei team di lavoro e delle competenze/esperienze disponibili richiede, infatti, la conoscenza e l'impiego di metodologie di lavoro consolidate, in grado di assicurare un'efficace gestione dei processi di avvio, di pianificazione, di esecuzione, di monitoraggio e controllo e, infine, di chiusura.

Di seguito sono identificate alcune delle metodologie e standard *best of breed* che si ritiene possano contribuire in maniera determinante al successo del progetto; naturalmente sarà il Fornitore ad indicare (e auspicabilmente motivare) le scelte effettuate in tale senso. Si evidenzia, in ogni caso, che appare opportuno un opportuno connubio di più metodologie e standard (ad esempio, ITIL PMBoK, ecc.), in quanto, vista la varietà di processi e stakeholder potenzialmente coinvolti nelle attività da erogare, si rischierebbe di non rispondere pienamente all'insieme delle esigenze che caratterizzano il progetto.

- **COBIT 5®** può esser impiegato come base del un framework metodologico adottato, attraverso il quale identificare l'insieme dei processi da implementare, i loro confini, le loro relazioni e le responsabilità delle singole unità organizzative. COBIT (*Control Objectives for Information and related Technology*) ha come obiettivo quello di migliorare la governance e il management dell'intera area IT dell'organizzazione. Grazie all'applicazione del principio "soddisfare i bisogni degli stakeholder" COBIT, consente di individuare rapidamente le azioni di miglioramento da implementare, le quali potranno utilizzare le best practice più diffuse grazie all'applicazione di un unico approccio integrato; ruoli, responsabilità, strutture organizzative, processi, abilità e competenze del management e della governance risulteranno chiaramente separate;
- **ITIL® 4-ISO/IEC 20000**, per i processi di erogazione dei servizi IT funzionali alla realizzazione del progetto; per tali aspetti, la scelta dei processi ITIL è da considerare sicuramente la migliore in quanto garantisce coerenza e compatibilità con processi eventualmente adottati in progetti analoghi e regola le attività sui servizi e processi inerenti alle componenti applicative che progressivamente verranno integrate nel sistema finale;
- **TOGAF®**, per il governo dell'architettura applicativa/infrastrutturale; questa best practice, best of breed a livello internazionale, permette di governare al meglio i vari layer che costituiscono i processi, le applicazioni, i dati e le infrastrutture, garantendo una gestione ottimale dei change che insistono su tali componenti;
- **PMI PMBOK®** per i processi di Project e Risk Management;
- **ISO/IEC 27001/NIST**, per la governance e gestione dei processi legati alla sicurezza IT;
- **ISO/IEC 9001:2015**, per i processi di qualità del servizio e il relativo controllo dei deliverable previsti;
- **ISO/IEC 14001**, per i processi di efficienza energetica;
- **Modelli Waterfall/SCRUM/DevOps**, utilizzabili per gli interventi di tipo implementativo (a seconda

della natura e tipologia degli stessi) ed i processi di Continuous Integration;

- IREB/ISTQB®, per specifici processi ed attività relative al Test Management, derivati dalle best practice di sviluppo software.

Al di là dell'opportunità di seguire comunque le best practice indicate dalla generica metodologia o dal particolare standard adottato, l'eventuale certificazione in uno o più ambiti tra quelli sopra descritti rappresenta sicuramente un valore aggiunto.

10.1.5 Standard di Qualità del Software

Altro tema importante per la progettazione, lo sviluppo e la realizzazione del nuovo Sistema è quello legato alla qualità del software. Il tema negli ultimi anni è fortemente attenzionato in quanto, così come per il tema Privacy (cfr. § 10.1.10), l'applicazione di un **approccio alla qualità del software "by default" e "by design"** può comportare significativi e tangibili vantaggi in termini di **efficienza delle prestazioni, usabilità, robustezza, manutenibilità, sicurezza**, ecc., nonché, conseguentemente, anche sull'aspetto dei **costi e del rispetto del budget** a disposizione.

La possibilità di avere **processi di testing fluidi e con un basso livello di difettosità** rilevata nelle fasi di collaudo e, successivamente, negli ambienti di esercizio, è dunque strettamente correlata alla **QUALITÀ DEL SOFTWARE PRODOTTO** e, in particolare alla qualità di ogni sotto-fase di cui si compone il ciclo di vita del software stesso; accanto a ciò, un'organizzazione adeguata, il costante riferimento agli standard internazionali e l'utilizzo di appropriati strumenti per la misura dell'effettiva qualità messa in campo diventano fondamentali.

Del resto, per evitare di rimanere su un piano puramente teorico, occorre individuare **concrete metodologie operative e tecniche** da adottate per l'implementazione dei servizi applicativi previsti, allo scopo di garantire gli attesi livelli di qualità del software destinato ad operare in esercizio e, conseguentemente, **un effort limitato, sia per il Fornitore che per l'Amministrazione contraente, nei processi di testing pre e post collaudo**.

In estrema sintesi, infatti, si tratta di tradurre esigenze (spesso non ben identificate o **richieste di integrazione particolari e specifiche**) in soluzioni tecniche deterministicamente corrette, limitando la possibilità di introdurre errori durante il percorso, la quale, generalmente, è molto alta.

Occorre, dunque, tenere in considerazione le due seguenti fasi fondamentali per la qualità del software:



Appare quindi evidente che, in prima istanza, un buon livello di qualità si raggiunge con:

1. la **RIDUZIONE DEGLI ERRORI IMMESSI IN FASE DI ANALISI, PROGETTAZIONE E CODIFICA**;
2. il **POTENZIAMENTO DELLA RIMOZIONE DEGLI ERRORI RESIDUALI INTRODOTTI**.

Quanto sopra è confermato dalle statistiche; in Tabella 60 sono riportate le tipologie di errore che "accadono" con maggiore frequenza (per brevità si sono omesse quelle < del 10% di incidenza).

QUALITÀ DEL SOFTWARE: TIPOLOGIA DI ERRORI RILEVATI CON MAGGIORE FREQUENZA	
TIPOLOGIA DI ERRORE	FREQUENZA DI ACCADIMENTO
Specifiche errate o incomplete (IES)	22%
Requisiti errati o incompleti (IER)	17%
Errori nella rappresentazione dei dati (EDR) 14%	14%
Test incompleto o errato (IET)	10%

Fonte: *Qualità del software - Ercole Colonese*

Tabella 60 - *Qualità del software: tipologia di errori rilevati con maggiore frequenza*

Purtroppo, però, il bilancio effettivo delle due attività in questione è molto spesso negativo (anche dal punto di vista economico). Inoltre, negli ultimi anni, il livello di complessità del software è notevolmente aumentato con conseguenti difficoltà aggiuntive anche sotto l'aspetto della manutenzione.

Un valido approccio per affrontare il problema è schematizzato in figura:



Per poter operare in linea con quanto sopra, occorre adottare processi, tecniche e metodi (best practice) di comprovata efficacia: in tale ambito, ci viene in aiuto l'**INGEGNERIA DEL SOFTWARE**; parliamo dunque del **CICLO DI VITA DEL SOFTWARE** (sia di carattere tradizionale, sia orientato al modello Agile).

Per poter raggiungere l'obiettivo di cui al punto 1., occorre far affidamento all'**INGEGNERIA DEL SOFTWARE**; parliamo dunque del **CICLO DI VITA DEL SOFTWARE** (sia di carattere tradizionale, sia orientato al modello Agile):

- **ANALISI:** la produzione di software di qualità presuppone una fase di analisi in cui i requisiti, siano collezionati, analizzati, valutati, documentati e discussi con gli utenti ed i responsabili della progettazione. L'analisi *effettuata in ogni iterazione* deve risultare completa ed esaustiva (ci si riferisce a *metodologie agili*, ma il concetto vale anche per quelle più tradizionali - *waterfall*), fare chiarezza sulle esigenze ed eliminare ogni ambiguità. La "*revisione dei requisiti con gli utenti*" e la creazione della "*matrice di tracciabilità dei requisiti*" sono due tecniche più che sperimentate che si rivelano di successo ed utilità. Per quanto riguarda la definizione delle specifiche funzionali, relative ai servizi applicativi, per supportare la qualità dell'analisi, è utile il ricorso alle cosiddette *user story* (modello Agile) e dello standard UML.
- **PROGETTAZIONE:** la progettazione richiede competenza ed esperienza; la definizione delle soluzioni applicative e la scelta dei paradigmi più appropriati da utilizzare sono attività importanti che richiedono *skills* e *know how* specifico; interpretare esigenze e richieste con soluzioni innovative e di successo risulta fondamentale e richiede *spirito di iniziativa e creatività*. Ferma restando la considerazione delle caratteristiche di ogni singolo obiettivo realizzativo, alla base di uno sviluppo di qualità vi devono essere una *programmazione strutturata* e l'*information hiding*, la *progettazione basata sui componenti* (*Component-Based Design*) e sul riutilizzo (*Reuse*), nonché l'utilizzo di tecniche specifiche: ✓ *strutturazione top-down* e *bottom-up* a seconda della fase progettuale; ✓ *alta "coesione"* e *basso accoppiamento* delle componenti (rispettivamente, grado di "coerenza funzionale" e grado di "conoscenza logica interna" tra le componenti stesse). Inoltre, laddove le condizioni al contorno lo consentano, un approccio alla *progettazione basato su architetture a microservizi* (cfr. § 2.4.4) è assolutamente preferibile al vecchio approccio "monolitico".
- **CODIFICA:** la scrittura di codice di qualità è assolutamente fattibile; gli aspetti primari su cui focalizzare l'attenzione sono: ✓ *conoscenza approfondita* (team di sviluppo) dei *linguaggi* e delle *metodologie di programmazione impiegate*; ✓ *adozione di standard di programmazione* e di *documentazione del codice*; ✓ *rispetto delle tecniche orientate alla produzione di codice sicuro e privo di vulnerabilità*, (seguendo le linee guida dei best driver internazionali, tra cui *OWASP - Open Web Application Security Project*). Inoltre, un ulteriore valore deriva da un approccio orientato ai principi alla base del modello agile: ✓ *comunicazione interna al gruppo di lavoro e con la Committenza*; ✓ *razionalizzazione della documentazione*; ✓ *consegne frequenti di nuove release*; ✓ *refactoring*; ✓ *adattività*; ✓ *continuous integration & delivery (DevOps)*.
- **TESTING:** le caratteristiche di progettazione ed esecuzione del *processo di testing* all'interno di ogni singolo ciclo di produzione sono fondamentali, allo scopo di verificare: ✓ *correttezza funzionale*; ✓ *robustezza*; ✓ *sicurezza*; ✓ *usabilità*; ✓ *prestazionalità*; ✓ *scalabilità*. Il riferimento metodologico per la progettazione, la pianificazione e l'esecuzione delle attività di test volte alla verifica degli elementi di cui sopra è costituito principalmente dalle norme **ISO/IEC 25000** e

ISO/IEC 29119, nonché gli standard dell'ISTQB (*International Software Testing Qualification Board*) e IREB (per gli aspetti di correlazione tra raccolta dei requisiti e test, e, più in generale con l'intero Application Lifecycle Management).

Approfondendo ulteriormente il tema, si evidenzia che una volta applicati tutti gli aspetti metodologici e le tecniche fin qui discussi/e, per poter parlare di **valutazione concreta** della qualità del software in prodotto, e quindi di **metriche** e **misurazioni**, è necessario far affidamento agli standard internazionalmente riconosciuti in questo ambito. A tal proposito, quindi, è obbligatorio il riferimento al già citato progetto ISO 25000 (ISO/SC7 WG6), denominato SQaRE (*Software Quality Requirements and Evaluation*) e, focalizzando l'attenzione sulla qualità del software (oggetto della corrente sezione), in particolare, alle norme ISO/IEC 25010:2011 (che hanno sostituito le ISO/IEC 9126:2001) e ISO/IEC 25023:2016.

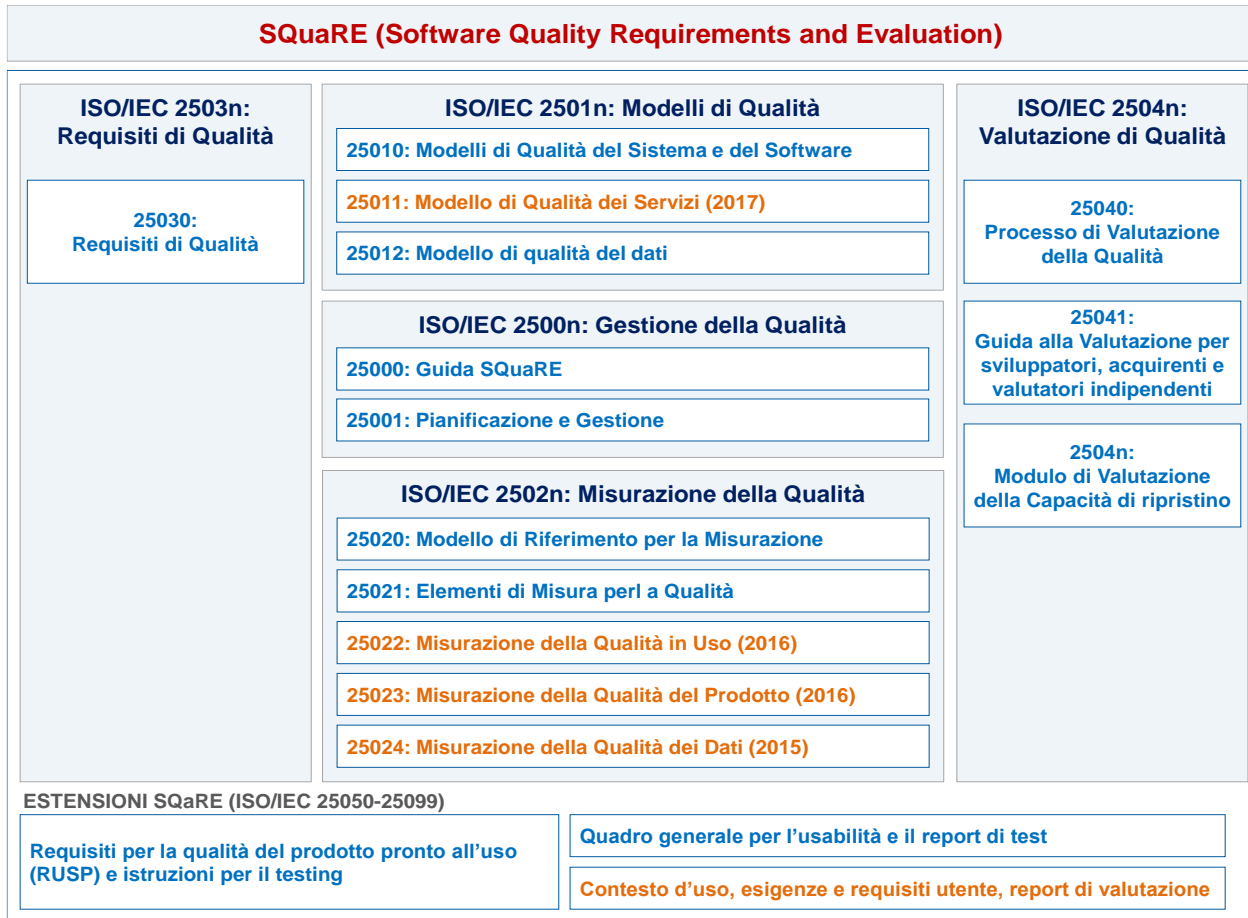


Figura 104 - SQaRE - 25000

Infatti, la ISO/IEC 25023:2016 definisce le misure di qualità per la valutazione quantitativa della qualità del sistema e del software in termini di caratteristiche e sotto-caratteristiche descritte nella ISO/IEC 25010. La 25023 contiene:

- un set di base di misure per la qualità per ognuna delle caratteristiche (e sotto-caratteristiche) del software;
- una guida all'applicazione delle misure per il prodotto software ed il sistema qualità.

Il focus è sui bisogni dell'utenza; **la qualità di un sistema, infatti, è il grado con cui esso è conforme alle esigenze definite dagli stakeholder** interessati al sistema stesso; quindi, sono proprio tali esigenze che sono rappresentate nel modello di qualità, che stabilisce quali caratteristiche del sistema devono essere prese in considerazione per valutarne le proprietà. Il **modello ISO/IEC 25010** comprende le caratteristiche di qualità mostrate in Figura 105.

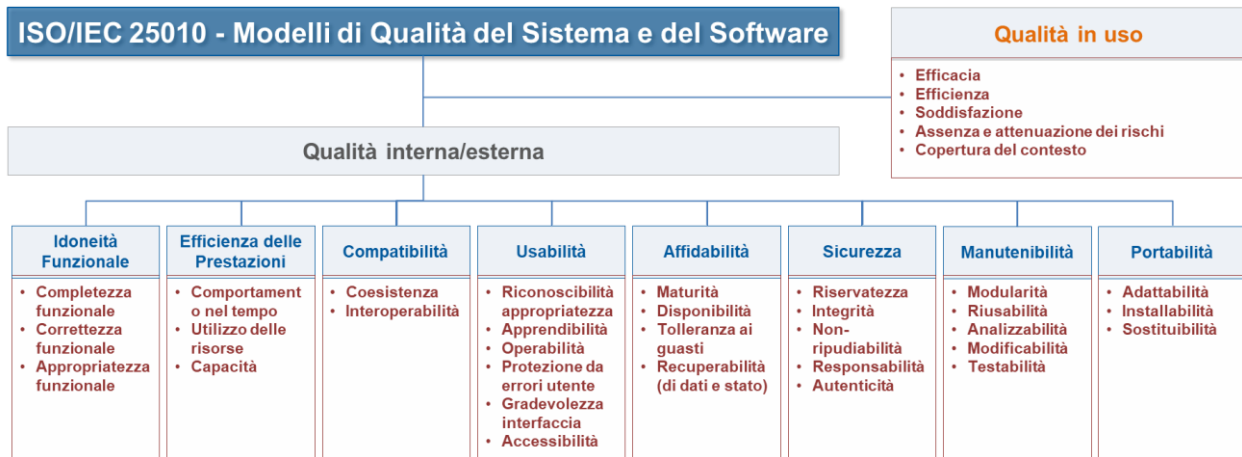


Figura 105 - ISO/IEC 25010 - qualità del prodotto software

In relazione a quanto sopra, è però da osservare che la ISO 25023 è particolarmente orientata alla valutazione del comportamento del software e non alla valutazione della qualità del codice sorgente.

Per concludere questa sezione dedicata al tema in oggetto, si evidenzia che, per quanto riguarda le soglie di accettazione relativamente alle caratteristiche di qualità del software che riguarderanno l'implementazione del Sistema, è opportuno che il Fornitore sia chiamato ad evidenziare il rispetto delle soglie di riferimento per specifici indicatori correlati alla qualità del software, quali, ad esempio: ✓DAES – Difettosità del software in esercizio; ✓TECN – Tasso di complessità essenziale; ✓TCCM - Tasso di complessità ciclomatica; ✓AVIC Assenza di violazioni critiche; ecc..

10.1.6 Comunicazione

All'interno dell'organizzazione prevista, assumono un importante ruolo i **processi di comunicazione e informazione** (sia interni al Fornitore che verso il MASE); l'obiettivo primario che si devono porre tali processi è:

1. assicurare la tempestiva e adeguata raccolta, organizzazione, distribuzione, archiviazione, recupero, gestione e monitoraggio delle informazioni di progetto;
2. individuare e soddisfare le esigenze informative dei diversi stakeholder;
3. garantire una comunicazione efficace tra il Responsabile di Progetto, i team di lavoro e gli stakeholder, attraverso un modello di che assicuri che tutti ricevano le informazioni di cui hanno bisogno nella forma e nei tempi condivisi/attesi.

Per quanto attiene al **punto 1.**, il Responsabile di Progetto, nella sua veste di Project Manager, ha il compito, secondo le best practice suggerite dal framework metodologico prescelto, di **gestire l'integrazione del progetto**, coordinando i diversi processi di pianificazione, esecuzione e monitoraggio/controllo (oltre, ovviamente, a quelli di avvio e chiusura), facendo in modo che siano disponibili i **dati relativi allo stato di avanzamento delle attività**, sulla base dei quali ricavare le **informazioni di progetto**, attraverso analisi, aggregazioni e interrelazione; sono dunque queste ultime che dovranno essere rese disponibili ai diversi stakeholder.

Gli **stakeholder** primari di cui al **punto 2.** (focalizzandosi su quelli interni al Ministero) sono rappresentati dal **DEC**, dalla **Struttura di Governo** (Responsabile MASE ed eventuale team di supporto) e dalle **Risorse e Strutture tecniche** di riferimento per lo svolgimento dei servizi di fornitura (attraverso i referenti di settore/area). Le informazioni principali che devono essere rese loro disponibili (in base alle esigenze informative rilevate) sono quelle inerenti allo **stato di avanzamento del lavoro** (sia rispetto ai singoli work package che alle relative tempistiche), le **stime a finire** relative ai diversi obiettivi progettuali, le eventuali **criticità**, il rispetto dei **costi**, ecc.

In sede di kick off delle attività dovranno, dunque, essere definite le opportune e migliori modalità di comunicazione tra MASE e Fornitore; si ritiene opportuno prevedere di veicolare le informazioni agli stakeholder (**punto 3.**), in modalità sia **PULL** che **PUSH**, attraverso l'impiego di opportuni strumenti di comunicazione.

È necessario che il Fornitore adotti un approccio analogo anche per quanto attiene alla sua comunicazione interna.

Infine, si evidenzia la necessità che il Fornitore metta a disposizione dell'Amministrazione un **PORTALE DI GOVERNO DELLA FORNITURA**, quale unico punto di accesso a tutte le informazioni di progetto; All'interno del portale dovranno essere rese disponibili, in diverse modalità di consultazione e layout (**dashboard**, **report**, **cronoprogrammi**, **tabelle**, ecc.), le diverse informazioni relative allo stato di avanzamento del progetto, che potranno essere reperite autonomamente da parte del personale del MASE debitamente abilitato.

10.1.7 Processi di allocazione delle Risorse

Data la complessità del progetto e la sua prevista estensione temporale, è necessario che il Fornitore sia in grado di assicurare un efficace modello di allocazione delle risorse, che risulti perfettamente idoneo ad affrontare le diverse problematiche e criticità che si presenteranno in corso d'opera (tra esse, sicuramente, la **gestione di picchi di lavoro ed emergenze**, la necessità di **reperire rapidamente competenze specializzate in diversi ambiti**, ecc.).

A tal fine è essenziale assicurare (anche attraverso opportuni strumenti di supporto):

- una precisa ed attenta gestione delle **allocazioni complessive del pool di risorse** dedicate ai servizi;
- la verifica costante delle **numerosità** di risorse disponibili e delle loro competenze.
- un processo di staffing efficiente, in grado di garantire:
 - ♦ **tempestività nell'allocazione** dei diversi professionisti sugli obiettivi progettuali;
 - ♦ **massimizzazione della capacità di allocare le risorse più idonee**, per competenza ed esperienza, ai suddetti obiettivi;
 - ♦ **reperimento di ulteriori figure specialistiche** per obiettivi standard e/o per quelli che presentano specifiche peculiarità;
 - ♦ **mirati percorsi formativi** alle risorse di progetto, sia per quelle allocate in fase iniziale, sia per quelle che dovessero rendersi necessarie in corso d'opera (anche, ad esempio, in ragione di **picchi di lavoro**, **emergenze**, ecc.).

A corredo di quanto sopra, deve essere ciclicamente condotta la fase di rilevazione delle esigenze, al fine di identificare i **bisogni in termini di numerosità e competenze** necessarie per soddisfare i requisiti dei diversi obiettivi progettuali, evidenziando eventuali criticità all'interno dei team di lavoro (ad esempio, in ragione della mancanza di un particolare competenza o esperienza) e suggerendo, laddove necessario, specifiche direttrici di azione (ad esempio, creazione di task force per lo svolgimento in tempi brevi di attività critiche o l'organizzazione di pool di esperti/risorse con competenze specifiche verticali per supporti mirati ad attività in corso).

Si evidenzia che il modello organizzativo di massima ipotizzato al § 10.1.1 suggerisce, rispetto a quanto sopra, il ricorso a specifiche Strutture di Supporto (cfr. § 10.1.3) in grado di favorire i processi di allocazione/sostituzione delle risorse (con eventuali opportuni livelli di flessibilità); come già osservato, tali strutture si istanziano in **Centri di Competenza**, **Team di Contingency**, **Partnership**, ecc.

10.1.8 Formazione e Trasferimento di Know how

Altri temi che assumono una significativa rilevanza sono quelli inerenti:

- alle procedure che il Fornitore attuerà per garantire un costante aggiornamento delle competenze del Personale impiegato nel progetto e, conseguentemente, quali procedure esso attuerà per le necessarie **ATTIVITÀ FORMATIVE** e da dedicare alle risorse interne (e secondo quali tempistiche);
- ai processi che implementeranno il **TRASFERIMENTO DI KNOW HOW** all'Amministrazione (o a terzi da questa identificati), sia in corso di progetto che in prossimità della sua conclusione.

FORMAZIONE

In un panorama in cui le tecnologie, le soluzioni ed i paradigmi progettuali e tecnici mutano con grande velocità, la crescita e l'aggiornamento professionale del personale coinvolto nella realizzazione del nuovo Sistema risulta un aspetto verso il quale il Fornitore deve porre un'opportuna attenzione.

Lo scopo deve essere di implementare un **circolo virtuoso grazie al quale migliorare costantemente know how, skill e competenze dei professionisti impegnati nel progetto**, senza, evidentemente, mai inficiarne i previsti livelli di servizio.

La soluzione adottata per il perseguimento dell'obiettivo in questione deve basarsi su un modello che considera i seguenti aspetti principali:

- organizzazione strutturata rispetto agli obiettivi formativi;
- modalità operative efficaci ed efficienti;
- adozione di un approccio didattico centrato sulle persone e sui loro bisogni formativi;
- impiego di validi strumenti a supporto.

Si evidenzia che i processi formativi devono prevedere sia aggiornamento delle competenze delle risorse impiegate nella fornitura, **sia di carattere generale rispetto al panorama ICT di riferimento, sia in ragione dello specifico contesto applicativo e tecnologico che il progetto sottende.**

In Figura 106 è riportata un'ipotesi di approccio (di natura ciclica) che sintetizza l'articolazione in fasi delle azioni formative che dovranno essere previste.

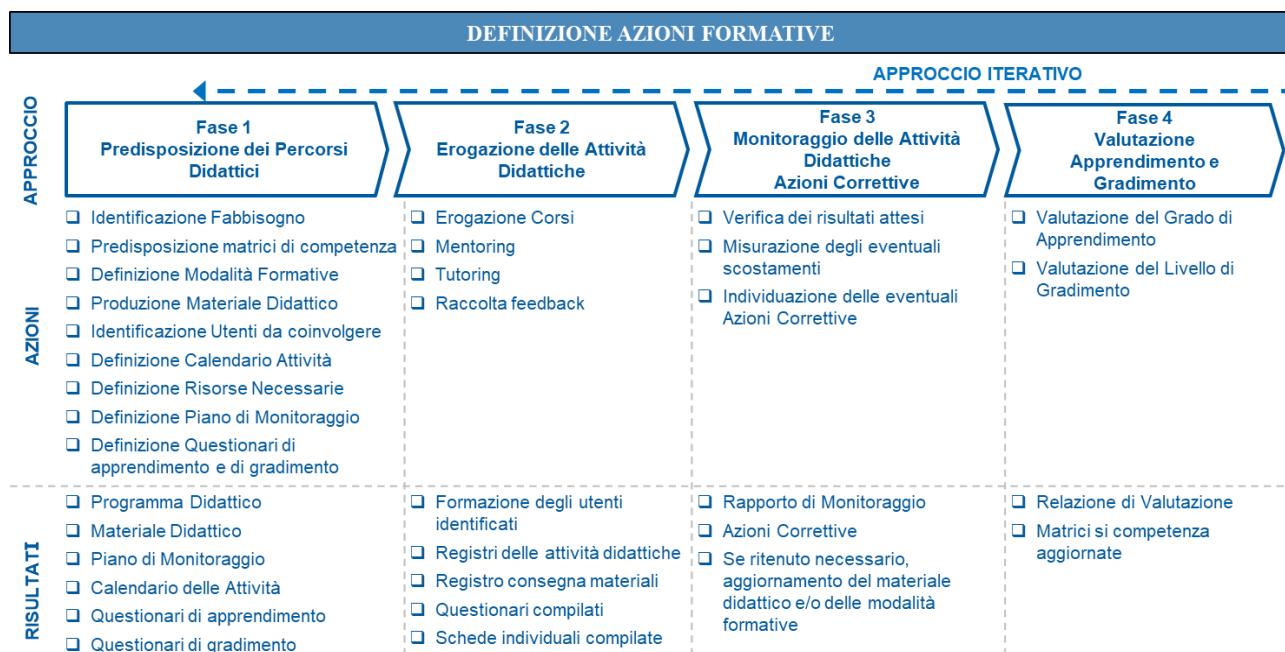


Figura 106 - Azioni Formative: Articolazione in Fasi

L'approccio schematizzato prevede le seguenti 4 fasi:

- **Fase 1** - Predisposizione dei Percorsi Didattici;
- **Fase 2** - Erogazione delle Attività Didattiche;
- **Fase 3** - Monitoraggio delle Attività Didattiche ed eventuali Azioni Correttive;
- **Fase 4** - Valutazione Apprendimento e Gradimento.

Naturalmente ognuna delle diverse fasi dovrà essere ulteriormente esplosa e **"tailorizzata"** (ritagliata su misura) in funzione delle specifiche esigenze di progetto, delle caratteristiche professionali delle Risorse impegnate, dei corrispondenti bisogni formativi, ecc.

TRASFERIMENTO DI KNOW-HOW

Per garantire il necessario di trasferimento di competenze al MASE o ad eventuali Soggetti da esso individuati, il Fornitore dovrà definire un **Piano di Trasferimento di Know How** da sottoporre ad approvazione formale; tale Piano dovrà declinare le modalità attraverso le quali procedere per:

- garantire documentazione aggiornata, completa, efficace sulle applicazioni/componenti/sottosistemi oggetto della fornitura, tramite una specifica classificazione per ambiti;
- attuare le previste tecniche di trasferimento del know-how, che dovranno prevedere, tra l'altro;
 - ♦ una verifica preliminare della conoscenza del DTKH (Destinatario del Trasferimento di Know How);
 - ♦ l'organizzazione di sessioni formative rivolte al DTKH sugli ambiti di trasferimento secondo un approccio diversificato (ad esempio, approfondimento su ambiti specifici; training on the job, affiancamenti operativi, ...)
- effettuare verifiche oggettive di efficacia del trasferimento tramite apposite tecniche (ad esempio, questionari, analisi KPI, ecc.) e report di avanzamento, al fine di governare il rischio della fase;
- consentire al DTKH di conseguire entro il periodo concordato con il MASE una piena capacità operativa;
- garantire una piena continuità dei servizi ed evitare qualsiasi interferenza nel lavoro degli utenti delle applicazioni in ambito.

Il Piano di trasferimento deve essere calato nella realtà di interesse (considerando quindi il contesto di business, il parco applicativo di interesse, gli aspetti architettonici e tecnologici, ecc.) e deve prevedere la messa a punto di un **cronoprogramma delle attività** che dovrà essere costantemente tenuto aggiornato in caso di un'eventuale rimodulazione delle tempistiche.

Al fine di misurare concretamente l'efficacia delle attività di trasferimento che verranno condotte in corso d'opera, è inoltre necessario che il Piano preveda una valutazione ex-ante e ex-post del livello di competenza del DTKH, attraverso l'utilizzo di specifici indicatori.

10.1.9 Flessibilità nell'approccio allo sviluppo del software

Un ulteriore valore aggiunto in termini di organizzazione del lavoro e approccio alle tematiche di progettazione e sviluppo è quello inerente alla possibilità di adottare un adeguato **livello di flessibilità nella scelta del ciclo di vita da adottare per le diverse implementazioni** previste che, evidentemente, può essere diverso in funzione di specifici aspetti.

Infatti, facendo, ad esempio, esplicito riferimento ad **approcci di tipo waterfall e agili** la corretta linea da seguire non è tanto quella di scegliere a priori uno dei due, bensì comprendere le rispettive aree di utilizzo ed integrazione.

In Tabella 61 è riportata una breve sintesi dei punti di forza e delle debolezze che caratterizzando questi due diversi approcci.

WATERFALL	
PUNTI DI FORZA	DEBOLEZZE
<ul style="list-style-type: none"> ▪ i requisiti sono ben definiti, concordati e formalizzati; ▪ molti potenziali difetti sono "intercettati" nelle fasi preliminari di analisi e pianificazione; ▪ la documentazione è dettagliata; ▪ può essere gestito con personale con <i>skill</i> non elevato in virtù del livello di dettaglio della documentazione; ▪ i vincoli temporali di ogni fase ed il piano dei rilasci consentono un agevole monitoraggio e controllo. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ il tempo necessario all'attività di analisi e pianificazione può ritardare l'implementazione; ▪ i requisiti, una volta formalizzati, possono essere modificati solo attraverso specifiche procedure di escalation; ▪ il Committente prende visione dei <i>deliverable</i> solo al momento del loro completamento; ▪ possono emergere esigenze di nuove funzionalità in corso d'opera che necessitano di un approccio più flessibile.
AGILE	

WATERFALL	
PUNTI DI FORZA	DEBOLEZZE
<ul style="list-style-type: none"> l'avvio dell'implementazione è rapido e lo sviluppo è incrementale; i requisiti possono evolvere in corso d'opera; la risposta ad esigenze di cambiamento è rapida; frequenti momenti di test e di revisione dei requisiti; collaborazione attiva nello sviluppo tra Fornitore e Committente. 	<ul style="list-style-type: none"> in assenza di pianificazione e documentazione del lavoro da svolgere, questo può essere frainteso o procedere in modo indisciplinato con conseguente <i>rework</i>; richiede personale del cliente molto qualificato; elevato tempo richiesto al Committente per il suo coinvolgimento; l'orizzonte è concentrato sul breve termine e c'è quindi il rischio che si perda la prospettiva di lungo periodo; la documentazione è poco dettagliata; ciò può creare problemi di utilizzo nell'utenza o di governo a livello di project management

Tabella 61 - Waterfall vs Agile: Punti di Forza e Debolezze

È altresì interessante comprendere quali siano i principali fattori di progetto che determinano l'opportunità di applicare uno dei due approcci piuttosto che l'altro.

A tal proposito, in Tabella 62 si fornisce un focus su questo specifico aspetto.

AGILE VS WATERFALL: I PRINCIPALI FATTORI CHE NE DETERMINANO L'APPLICABILITÀ
COINVOLGIMENTO DELL'AMMINISTRAZIONE
<p>Sinteticamente, Agile privilegia (prevede) il coinvolgimento del Committente (altamente qualificato) lungo l'intero arco progettuale, mentre l'approccio Waterfall richiede il coinvolgimento del Committente solo in specifiche <i>milestone</i> progettuali.</p> <p>Ne deriva che, per l'applicazione di metodologie agili (sicuramente preferibili sotto questo aspetto), è necessaria una valutazione preliminare volta ad individuare la possibilità di instaurare un dialogo continuativo ed iterativo con i professionisti presenti in ognuna delle singole strutture tecniche dell'Amministrazione (potrebbero verificarsi situazioni nelle quali, da questo punto di vista, determinate strutture possono fornire un supporto più puntuale e specifico di altre).</p>
AMBITO E CARATTERISTICHE DI PROGETTO
<p>Agile accoglie favorevolmente i cambiamenti, che, però, comportano la necessità di definire nuove caratteristiche ed esigenze, rivisitare le schedulazioni, ecc., con probabile impatto anche sul controllo dei costi. L'approccio Waterfall è meno flessibile da questo punto di vista, identificando solo nella fasi iniziali di progetto tutte le attività di requisitazione ed analisi.</p> <p>È evidente che l'approccio con metodologie agili sarebbe ottimale, ma la sua applicazione è maggiormente attuabile laddove le caratteristiche delle componenti da sviluppare ed i requisiti non sono perfettamente chiari fin dall'inizio. Al contrario, Waterfall, funziona correttamente quando gli elementi di cui sopra sono ben definiti fin dalle prime fasi progettuali o, comunque, quando i termini del contratto limitano le possibilità di cambiamento.</p>
DEFINIZIONE DELLE PRIORITÀ DEI WORK PACKAGE (WP)
<p>In tema di prioritizzazione delle attività, le metodologie agili prevedono che, relativamente ad una prefissata scomposizione WBS, i WP dal valore economico più elevato vengano implementati per primi. Diversamente, l'approccio waterfall si basa sul paradigma "implementa tutto ciò che è stato concordato" (garantendo pienamente il Committente).</p> <p>Anche sotto questo aspetto, occorre un'attenta valutazione preliminare specifica; infatti, se è vero che l'approccio agile consente di ridurre i rischi di un insuccesso generale del progetto/sotto-progetto (ammettendo la possibilità di insuccessi parziali), è anche vero che, nell'ambito dei diversi temi verticali di riferimento, la priorità delle diverse componenti può essere altamente influenzata da altri e diversi aspetti come, ad esempio, la necessità di disporre di un certo sottosistema entro una determinata data (ad esempio in ragione di un adempimento normativo), l'opportunità di formare un numeroso parco di utenti prima di determinati eventi/scadenze interne, ecc.. Nella valutazione di cui sopra, un peso importante sarà dato anche dalla dimensione delle componenti e dalla ampiezza e articolazione delle WBS di riferimento.</p>
TEAM DI SVILUPPO
<p>Sotto questo aspetto, Agile privilegia la costituzione di piccoli team dedicati, con un alto grado di (auto)</p>

AGILE VS WATERFALL: I PRINCIPALI FATTORI CHE NE DETERMINANO L'APPLICABILITÀ

coordinamento e sincronizzazione, mentre l'approccio waterfall non esclude team di dimensioni significative e prevede che il coordinamento e la sincronizzazione del gruppo di lavoro sia limitato a precisi/e fasi/eventi progettuali (es: riunioni specifiche), nei/le quali avviene il necessario "allineamento".

Relativamente al fattore in questione, si ritiene preferibile avere team di lavoro di cardinalità non elevata e composti da risorse che lavorano e collaborano strettamente; è da evidenziare che sotto questo aspetto, data la dimensione del progetto, risulta fondamentale e determinante l'organizzazione datasi dal Fornitore (tema trattato nel § 10.1.1), la quale deve consentire un'elevata efficienza proprio relativamente ai temi di coordinamento e sincronizzazione delle risorse presenti nei vari gruppi di lavoro.

CONTROLLO DEI COSTI DI PROGETTO

Dal punto di vista della gestione dei costi di progetto, le metodologie agili sono indicate in contesti ove essi non sono rigidamente fissati (vedi il caso del Time & Materials), mentre la metodologia waterfall garantisce processi di monitoraggio e controllo più tradizionali.

In tale ambito, è necessaria un'attenta e sapiente applicazione dei processi di monitoraggio e controllo da parte delle figure di governo del progetto, in coerenza con le metodologie adottate; ciò in quanto il contesto di progetto sarà certamente caratterizzato da una situazione in cui i costi sono fissati a priori, con un margine di variabilità assai contenuto che dipende dalla normativa vigente, *lex specialis*, ecc..

Tabella 62 - Agile vs Waterfall: caratteristiche di applicabilità

Appare quindi utile che il Fornitore, per la realizzazione delle diverse componenti progettuali, sottosistemi, ecc. disponga della capacità e della flessibilità organizzativa necessaria per applicare, a seconda delle caratteristiche delle/dei suddetti componenti/sottosistemi, il ciclo di vita del software più opportuno e in grado di fornire in uscita risultati migliori e più performanti.

10.1.10 Gestione dei Dati e Sicurezza delle Informazioni

In tale sezione, si vuole molto semplicemente e sinteticamente richiamare l'attenzione sulla necessità, da parte del Fornitore, di riservare la dovuta attenzione agli aspetti che riguardano il tema della gestione dei dati e della riservatezza/sicurezza delle informazioni; ciò sulla base delle indicazioni e best practice riconducibili al [Regolamento Generale sulla Protezione dei Data \(GDPR - General Data Protection Regulation – Regolamento UE 2016/679\)](#) ed alle norme [ISO/IEC 27001](#).

A tal fine il Fornitore dovrà esplicitare come intende garantire, nella realizzazione del progetto, il soddisfacimento dei suddetti requisiti di riservatezza e sicurezza.

DATA PROCESSING AGREEMENT – DPA

All'atto della sottoscrizione del contratto, la Stazione Appaltante e l'Appaltatore, sottoscriveranno specifico Data Processing Agreement propedeutico per l'effettuazione di tutte le attività necessarie sul sistema e alla definizione delle modalità di gestione dei dati.

10.1.11 Rispetto del Principio DNSH

Nella redazione del Progetto preliminare oggetto del corrente documento, si ritiene opportuno effettuare anche uno specifico focus sul cosiddetto principio [DNSH \(Do No Significant Harm\)](#); si veda di seguito).

A tal proposito, si osserva che:

- Con decisione del Consiglio ECOFIN del 13 luglio 2021, notificata all'Italia dal Segretariato generale del Consiglio con nota LT161/21 del 14 luglio 2021, è stato approvato il [Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza \(PNRR\)](#).
- Con la finalità di integrare con risorse nazionali gli interventi del PNRR potenziandone i contenuti, il Governo italiano ha adottato il Piano nazionale per gli investimenti complementari (PNC), introdotto con il decreto-legge 6 maggio 2021, n. 59, convertito, con modificazioni, dalla legge 1° luglio 2021, n. 101, recante "Misure urgenti relative al Fondo complementare al Piano nazionale di ripresa e resilienza e altre misure urgenti per gli investimenti".

- Il PNRR prevede il rispetto di una serie di principi trasversali, tra cui quelli in materia ambientale, che includono il principio “non arrecare un danno significativo” (*do no significant harm – DNSH*), di cui all'articolo 17 del [Regolamento \(UE\) 2020/852](#) del Parlamento europeo e del Consiglio, del 18 giugno 2020. Tale vincolo è recepito per le misure del PNC in forza dell'articolo 1, comma 8, del decreto-legge n. 59 del 2021, che ha previsto che le amministrazioni attuino gli interventi ricompresi nel PNC in coerenza con il predetto principio DNSH.
- Il rispetto del principio DNSH nell'ambito del PNRR emana dal regolamento (UE) 12 febbraio 2021, n. 2021/241, istitutivo del dispositivo per la ripresa e la resilienza (regolamento RRF), che all'art. 5, par. 2, prevede che tutte le misure devono essere conformi al principio “non arrecare un danno significativo” ai **SEI OBIETTIVI AMBIENTALI**, di cui all'art. 9 del regolamento (UE) 2020/852 ([regolamento Tassonomia](#)), come integrato dal regolamento delegato (UE) 2021/2139 e ulteriori futuri atti delegati di definizione dei criteri di vaglio tecnico, che consentono di determinare a quali condizioni si possa considerare che un'attività economica contribuisca in modo sostanziale a non arrecare un danno significativo a nessun obiettivo ambientale.
- La definizione di danno significativo che può essere apportato da un'attività economica in relazione a ciascuno degli obiettivi ambientali è fornita al paragrafo 1, articolo 17, del regolamento Tassonomia.
- Il Sistema Avanzato ed Integrato di Monitoraggio e Previsione (SIM), oggetto del corrente Progetto preliminare rientra nel PNRR – componente 4 (**M2C4**).

Premesso quanto sopra, dunque, si evidenzia che durante le fasi di progettazione ed implementazione del SIM è necessario il rispetto del principio in questione che, nello specifico, si applica ai seguenti sei obiettivi ambientali:

1. **MITIGAZIONE DEI CAMBIAMENTI CLIMATICI,**
2. **ADATTAMENTO AI CAMBIAMENTI CLIMATICI,**
3. **USO SOSTENIBILE E PROTEZIONE DELLE ACQUE E DELLE RISORSE MARINE,**
4. **ECONOMIA CIRCOLARE,**
5. **PREVENZIONE E RIDUZIONE DELL'INQUINAMENTO,**
6. **PROTEZIONE E RIPRISTINO DELLA BIODIVERSITÀ E DEGLI ECOSISTEMI.**

In ragione di ciò, si ritiene opportuno richiedere al selezionato Fornitore di servizi al quale sarà demandata la progettazione e realizzazione del SIM:

- un'esplicita **DICHIARAZIONE DEL RISPETTO DEL PRINCIPIO DNSH**;
- la redazione di una sintesi nella quale si evidenziano gli **ELEMENTI PRINCIPALI CHE SOSTANZIANO IL RISPETTO DEL PRINCIPIO** in questione;
- la redazione delle seguenti schede:
 - ◆ **SCHEDA DI AUTOVALUTAZIONE DEI CONTRIBUTI RELATIVI AI SEI OBIETTIVI AMBIENTALI IN CUI SI APPLICA IL PRINCIPIO DNSH** ove presenti;
 - ◆ **SCHEDA DEI POSSIBILI IMPATTI RELATIVI AI MEDESIMI SEI OBIETTIVI**, con annessa dichiarazione di conformità giuridica a cui sono allegati gli eventuali elementi di prova rispetto alla normativa ambientale applicabile;

(i template delle schede in questione potranno essere messe a disposizione dal MASE).

10.2 Cronoprogramma

Di seguito viene proposto il **Cronoprogramma** della complessiva fornitura/servizio oggetto del presente progetto preliminare.

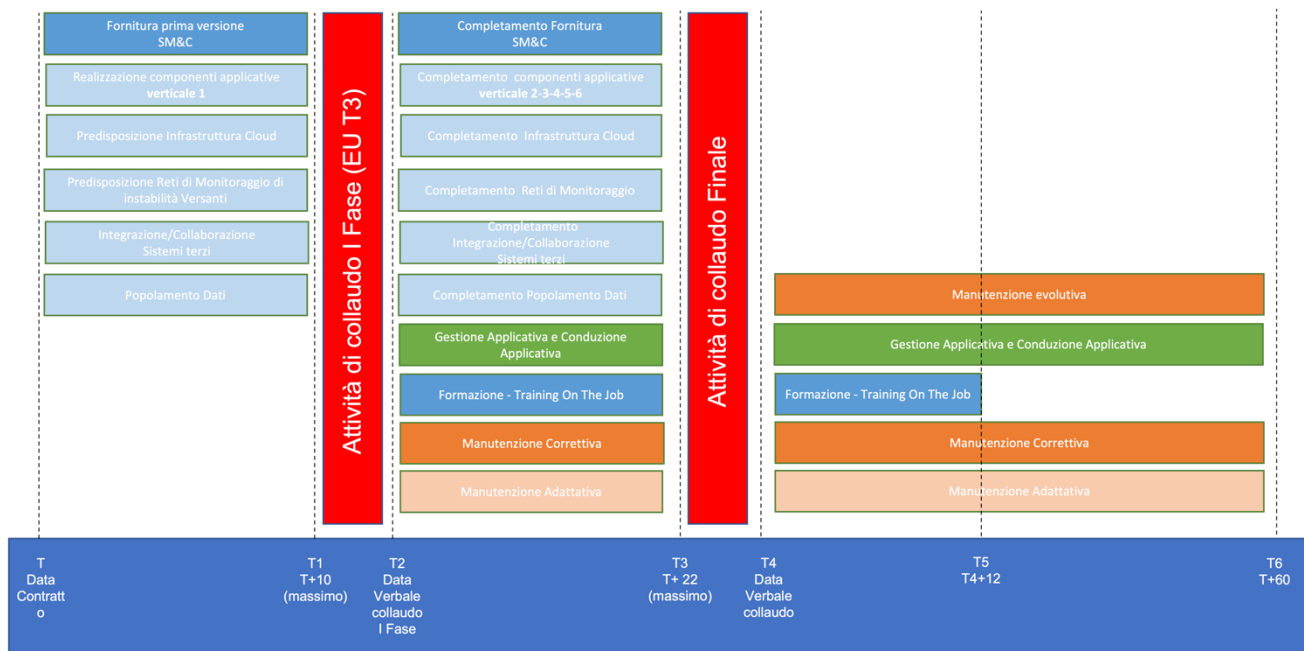


Figura 107 - Cronoprogramma di Progetto

Il cronoprogramma prevede la realizzazione del sistema in due fasi distinte. La Fase I, da realizzarsi entro e non oltre 10 mesi dalla firma del contratto, dovrà essere focalizzata sui servizi e sulle infrastrutture necessarie alle necessità del verticale 1 e alla relativa rete di monitoraggio sulle instabilità dei Versanti. Questa separazione è vincolata dal rispetto della data **TARGET EU: T3 2024**, entro il mese di settembre 2024, il 90% della superficie delle regioni meridionali deve essere coperto dal sistema SIM.

La Fase II, di completamento dovrà essere svolta entro e non oltre i successivi 12 mesi.

La durata complessiva del contratto sarà di 60 mesi, dalla stipula del contratto.

COLLAUDO DELLA PIATTAFORMA APPLICATIVA

Come è possibile evincere dal Cronoprogramma, la prima versione della Piattaforma Applicativa deve essere fornita **entro max n.10 (dieci) mesi dalla data di sottoscrizione del Contratto Esecutivo**, mentre **la versione finale entro max n.22 (ventidue) mesi**.

Il verbale di collaudo positivo ne stabilisce il passaggio di titolarità dall'Appaltatore al MASE, unitamente a tutta la documentazione che deve essere resa contestualmente disponibile per l'effettuazione del collaudo medesimo.

Per le fasi di collaudo stabilite dalla Stazione Appaltante entro n. 10 (dieci) gg lavorativi dalla comunicazione del "pronti al collaudo" (inviato dall'Appaltatore alla stazione Appaltante), dovrà essere indicata l'infrastruttura/ambiente di test e collaudo, che sarà utilizzata per la fase di verifica e conformità previste dal Capitolato Speciale ed eventualmente dagli ulteriori requisiti previsti dall'Appaltatore espressi nel progetto tecnico esecutivo.

La commissione collaudatrice, precedentemente nominata dalla Stazione Appaltante, effettuerà una valutazione e validazione del sistema SIM – Fase I: le eventuali carenze individuate (bug, funzionalità mancanti, mancate integrazioni, etc.) dovranno essere sanate nel tempo che verrà indicato e comunque non oltre 30 (trenta) giorni lavorativi.

La data di verbalizzazione del collaudo positivo inerente alla Fase I sancisce il passaggio alla successiva fase di realizzazione e l'attivazione delle attività inerenti alla conduzione operativa e l'assistenza all'utenza.

Il collaudo finale seguirà le stesse regole sopra esposte. La verbalizzazione del collaudo finale positivo attiverà anche la manutenzione evolutiva.

10.3 Proprietà del Software e dei prodotti in genere

Il MASE provvede ad acquisire per conto delle Amministrazioni richiedenti la proprietà e, quindi, il diritto di utilizzazione e sfruttamento economico di tutto quanto realizzato dall'Appaltatore in esecuzione del Contratto Esecutivo del presente progetto preliminare (a titolo meramente esemplificativo e non esaustivo: prodotti software, sistemi sviluppati, elaborati, procedure software ecc.) e dei relativi materiali e documentazioni creati, inventati, predisposti o realizzati dal Fornitore. Le Amministrazioni proprietarie potranno, pertanto, senza restrizioni, utilizzare, pubblicare, diffondere, vendere, duplicare o cedere anche solo parzialmente il materiale sopra menzionato.

I diritti menzionati devono intendersi acquistati dalle Amministrazioni proprietarie in modo permanente, illimitato ed irrevocabile.

11 RIEPILOGO DEI FABBISOGNI E RELATIVA STIMA COSTI

11.1 Stima preliminare dei costi per la realizzazione del Sistema

La realizzazione del SIM, dal punto di vista della considerazione dei costi, si articola in due voci principali:

- **COSTI ASSOCIATI AI SINGOLI FABBISOGNI**, come da definizione finale del MASE di quali di questi saranno finanziati e quali rientreranno in finanziamenti associati ad altre iniziative;
- **SVILUPPO SOFTWARE CHE IMPLEMENTA IL SIM**, così come descritto nel § “IL SISTEMA INFORMATIVO” (da pag. 8).

11.1.1 Costi associati ai singoli fabbisogni

Questo studio preliminare ha raccolto tutti i fabbisogni espressi dagli stakeholder e li ha classificati tra “**ammissibili al finanziamento**” e “**non ammissibili al finanziamento**”; i primi sono stati quotati sulla base delle indicazioni tecniche ricevute dagli stakeholder dei singoli tavoli verticali.

Il risultato di questa operazione è riportato nel file, in formato .xlsx, “Censimento_fabbisogni.v.3.4” fornito in allegato.

Il file Elenco Fabbisogni citato è strutturato in modo da calcolare il totale del costo complessivo di soddisfacimento dei fabbisogni in base alle scelte di finanziamento che saranno effettuate.

11.1.2 Sviluppo Sistema software e Applicativi verticali

Il SIM si basa su un’architettura e una strutturazione delle funzioni applicative che sono state descritte nel capitolo “IL SISTEMA INFORMATIVO” (da pag. 8). Su questi componenti sono poi realizzati vari Applicativi (capitolo “APPLICATIVI” da pag. 354).

La stima preliminare degli importi relativi a questi sviluppi software è contenuta nel file dei fabbisogni allegato. Per la valutazione di tali costi, ci si è basati su una ipotesi di impiego in giorni persona stimati per una realizzazione a regola d’arte, comprendente tutte le funzionalità richieste e la loro implementazione in un’ottica cloud e, per le applicazioni che presentano una interfaccia utente destinata agli utilizzatori finali, una implementazione con comportamento responsive e realizzata sia in modalità WebGIS, sia come applicazioni per device mobili equipaggiati con i due sistemi operativi più diffusi (Apple iOS e Android).

La valutazione fa riferimento a stima in giorni uomo per figura professionale e delle tariffe di riferimento ritenute congrue per una realizzazione fatta da esperti del settore. Il sistema deve risultare come un insieme unitario di oggetti software interoperanti e in linea con tutte le prescrizioni previste per lo sviluppo di sistemi per la P.A.

La stima tiene conto del fatto che le attività comprendono: analisi di dettaglio, fornitura di: codici sorgenti del software, le macro di ricompilazione degli stessi entro un sistema di DEVOPS da concordare con la committenza, un set di casi di test sufficiente a controllare la mancanza di bug dei singoli componenti e la loro corretta integrazione (controllo di errori di regressione nel caso di bug-fixing o modifiche evolutive-adattative, documentazione tecnica per la ricostruzione del repository del software e per l’esecuzione dei casi d’uso, oltre alle specifiche tecniche associate a ciascun componente per la sua corretta manutenzione ed evoluzione.

I costi dello sviluppo software sono stati inseriti nel file, in formato .xlsx, “Censimento_fabbisogni.v.3.4” fornito in allegato.

Riguardo ai costi di manutenzione del sistema si possono fare i seguenti assunti:

- 10% annuo per bug-fixing ed evoluzioni adeguate;
- un importo corrispondente a un numero di giornate annuo da utilizzare a consumo per apportare modifiche evolutive, calcolato su un valore di team mix rispetto ai valori di figura professionale

esposti nella tabella. Il numero di giornate da calcolare dipende dal rapporto con gli altri progetti PNRR e la loro tempistica.

I costi della manutenzione del software non sono presenti nel file dei fabbisogni ("Censimento_fabbisogni.v.3.4") fornito in allegato

12 APPENDICE

12.1 ALLEGATI

In Tabella 63 sono elencati i documenti richiamati come allegati all'interno del presente documento.

ID	DENOMINAZIONE ALLEGATO
1	Censimento_fabbisogni.v.3.4.xlsx
2	2022-4952 Allegato11_Allegato_6._Progetto_Generale_Rete_Radio_DMR_Regione_Sardegna.pdf
3	2022-4952 Allegato7_Allegato_2._Anagrafica_e_ubicazione_stazioni_e_ripetitori.pdf
4	2022-4952 Allegato8_Allegato_3._Consistenza_sensori_rete.pdf
5	20221215_approfondimento_reti_idro_meteo_ARPAS-Aggiornamento radio RF v3RPN.docx
6	20221215_approfondimento_reti_idro_meteo_ARPAS_Rinnovamento Rete Termopluvio.docx
7	20221215_scheda di dettaglio siti-attività_ARPAS_Aggiornamento Radio RF_rev01.xlsx
8	2023-4952 Allegato10_Allegato_5._frequenze_e_apparati_radio.pdf
9	2023-4952 Allegato1_20221215_approfondimento_reti_idro_meteo_ARPAS_Rinnovamento_Rete_Termopluvio.pdf
10	2023-4952 Allegato2_Scheda_di_dettaglio_siti_attivita_ARPAS_Rinnovamento_Rete_Termopluvio.pdf
11	2023-4952 Allegato3_20221215_approfondimento_reti_idro_meteo_ARPAS-Aggiornamento_Radio_RF.pdf
12	2023-4952 Allegato4_20221215_scheda_di_dettaglio_siti-attivita_ARPAS_Aggiornamento_Radio_RF_stazioni+sensori.pdf
13	2023-4952 Allegato5_20221215_scheda_di_dettaglio_siti-attivita_ARPAS_Aggiornamento_Radio_RF_ripetitori.pdf
14	2023-4952 Allegato6_Allegato_1._Descrizione_Rete_Monitoraggio_Sardegna.pdf
15	2023-4952 Allegato9_Allegato_4._schema_radio.pdf
16	2023-4952 ARPAS-Riscontro_nota_ADIS_9156-2022_PNRR_M2C4_M1_I1.1_signed_06.02.2023.pdf
17	Aeronautica_eo.xlsx
18	AISF_Relazione_def_20180803.pdf
19	All 5 REQUISITI TECNICO OPERATIVI DEL FFAS_DEF_2.docx
20	All. 1_TABELLA A_OK.xlsx
21	Allegato 2. Anagrafica e ubicazione stazioni e ripetitori.xlsx
22	Allegato 3. Consistenza sensori rete.xlsx
23	Allegato 4. schema radio.xlsx
24	Allegato 5. frequenze e apparati radio.xlsx
25	Allegato consistenza interventi.docx
26	Allegato_01_Veneto.pdf
27	Allegato_01Sicilia_CFD-SIC_SCHEDE_MASE_All1_Descrizione dei sistemi esistenti.pdf
28	Allegato_01_Abruzzo_consistenza-configurazione-della-rete-monitoraggio.pdf
29	Allegato_01_Basilicata.pdf
30	Allegato_01_Campania_Reti meteoidropluviomare CAMPANIA Centro Funzionale.pdf
31	Allegato_01_Emia-Romagna_Consistenza rete Emilia-Romagna.pdf
32	Allegato_01_Lazio - Descrizione sistema monitoraggio Lazio_2022.pdf
33	Allegato_01_Liguria_Consistenza_Rete.pdf

ID	DENOMINAZIONE ALLEGATO
34	Allegato_01_MARCHE_DescrizioneSintetica Rete MIR_reti_idro_meteo.docx
35	Allegato_01_Piemonte_sezione 4.1 Anagrafiche apparati rete_PIEMONTE.xlsx
36	Allegato_01_Puglia_DOCUMENTO DI SINTESI.pdf
37	ALLEGATO_01_RAN_INFORMAZIONI SULLA RAN.docx
38	Allegato_01_Toscana_Componenti_RETI.pdf
39	Allegato_01_VDA_20221223_scheda di dettaglio siti-attivit..._ValledAosta.xlsx
40	Allegato_02_Abruzzo_Stazioni rete in telemisura GSM GPRS.pdf
41	Allegato_02_Emilia-Romagna_A Schema rete radio Emilia-Romagna.pdf
42	Allegato_02_Liguria_Anagrafica_e_componentistica_Rete.pdf
43	Allegato_02_Piemonte_sezione 4.1 Descrizione Generale rete esistente_PIEMONTE.pdf
44	Allegato_02_Puglia_STAZIONI RETE CFD PUGLIA - SENSORISTICA.xlsx
45	Allegato_02_VDA_rete-ValledAosta-CAPITOLATO_SPECIALE.PDF
46	Allegato_02_Veneto.pdf
47	Allegato_03_Abruzzo_specifiche-tecniche-funzionali-della-rete-monitoraggio.pdf
48	Allegato_03_Emilia-Romagna_Protocolli rete Emilia Romagna.pdf
49	Allegato_03_sezione 4.1 Schema rete radio_PIEMONTE.xlsx
50	Allegato_03_VDA_rete-ValledAosta-anagrafica_telerilevate.csv
51	Allegato_04_Lombardia_4-Lotto A_all 3.pdf
52	Allegato_04_sezione 4.2 Descrizione scambio dati DPC e web-services_PIEMONTE.pdf
53	Allegato_04_VDA_Protocolli rete Valle d_Aosta.pdf
54	Allegato_05_Lombardia_5-LottoA_Anagrafica_stazioni.pdf
55	Allegato_05_sezione 4.3 Consistenza stazioni da aggiornare_PIEMONTE.xlsx
56	Allegato_06_Lombardia_6-LottoA_Anagrafica_ripetitori.xlsx
57	Allegato_06_Piemonte_sezione 4.4 Ingressi datalogger esistenti_PIEMONTE.pdf
58	Allegato_07_sezione 4.5 Protocolli rete_PIEMONTE.pdf
59	Allegato_1.pdf
60	Allegato_1_Lombardia_Lotto A_all 2.pdf
61	Allegato_2-Lotto C_iLogger.pdf
62	Allegato_2.pdf
63	Allegato_3-Lotto B_OTTnetDL.pdf
64	Allegato_3.pdf
65	Allegato_4.pdf
66	Allegato_Proposte_Regioni_Frane_Monitoraggio_in_situ_integrazioni_29_12_2022.xlsx
67	anemometro ultrasuoni DeltaOHM_HD51.3D_manuale_ITA.pdf
68	Anemometro_velocit..._vento_VV20.pdf
69	APP_Osservatorio del cittadino.doc
70	Barometro_BA20.pdf
71	COMANDO PER LA TUTELA FORESTALE E PARCHI - NIAB - FONDI DL 120-2021 Progetto SALA-SITUZIONE INCENDI NIABv2.pdf
72	Copia_Allegato1_PNRR_Relazione_monitoraggio_ABDAM.pdf

ID	DENOMINAZIONE ALLEGATO
73	CU - Applicativi_Previsione e Monitoraggio_Propagazione piene.doc
74	CU - Applicativi_Previsione e Monitoraggio_risorse idriche.doc
75	Datalogger_Compact_CAETech_ita.pdf
76	Manuale_Operativo_parte1.pdf
77	Manuale_schema_Piano_AIB_PN_ottobre2018.pdf
78	Manuale_tecnico_per_la_pianificazione_anti_incendi.pdf
79	Manuale_uso_Cruscotto_di_Piano.docx
80	MOLISE_20221215_scheda di dettaglio siti-attività.xlsx
81	MOLISE_Relazione MITE.docx
82	m_amte.MiTE.REGISTRO UFFICIALE(I).0018050.08-02-2023.pdf
83	Pluviometro_PG2R.pdf
84	PNRR_Relazione_monitoraggio_ABDAM.pdf
85	PNRR_SCHEDA DEI FABBISOGNI_INGV.pdf
86	PNRR_SIM_AdB_TT_DG_Protezione civile.docx
87	Ponte radio.pdf
88	Progetto PIGeCo_v2.docx
89	Proposta_potenziamento_monitoraggio_frane_in_situ_ISPRA_Regioni_ARPA_29_12_2022_vers6.1.pdf
90	Quadro economico complessivo agroldroMeteo_20230206_v2.xlsx
91	RAN_OSS_Progetto.xlsx
92	RAN_OSS_stazioni_esistenti_febbraio_2022.xlsx
93	Rete Gravimetrica Nazionale.doc
94	ReteAgrometeoNazionale_StazioniStrumentazione.xlsx
95	Scheda anemometro sonico 3D.docx
96	Scheda Brewer.docx
97	Scheda di dettaglio siti attività_ARPAS_Rinnovo Rete Termopluvio.xlsx
98	Scheda PICARRO.DOCX
99	Scheda Programma MDARE.doc
100	Scheda radiometri.docx
101	Scheda rete rilevamento scariche.docx
102	Sensore-bagnatura-fogliare-delta-ohm-hd3901.pdf
103	SIARL_2DSonicAnem.pdf
104	SIARL_Anemometro.pdf
105	SIARL_barometro.pdf
106	SIARL_Disdrometro.pdf
107	SIARL_Eliofanometro.pdf
108	SIARL_GlobalRad.pdf
109	SIARL_Igrometro.pdf
110	SIARL_Nivometro.pdf
111	SIARL_PAR.pdf

ID	DENOMINAZIONE ALLEGATO
112	SIARL_RiscaldatorePluv.pdf
113	SIARL_Router4g.pdf
114	SIARL_SensBagnFol.pdf
115	SIARL_SoilMoistureProf.pdf
116	SIARL_Tsuolo.pdf
117	sistemi di video intercettazione.pdf
118	solarimetro DeltaOHM_LPPYRA02_manual_ENG.pdf
119	termoigrometro_ths.pdf
120	20221006_Guida_Operativa.pdf
121	DIP. PROTEZIONE CIVILE - All.Incendi
122	20027CPC - 01 PNRR-MASE-Ricognizione-Fabbisogni-Regioni (002).docx
123	20002CPC - Liguria hw_dpc.docx
124	Marche_Fabbisogni_completo.doc
125	20002CPC - Umbria - Caratteristiche rete radio digitale.docx
126	20002CPC - FVG - Lista_materiale_DPC_2.xlsx
127	Analisi_DL120.xls

Tabella 63 - Allegati al Progetto preliminare