

Pianificazione in materia di qualità dell'aria finalizzata al rispetto dei valori limite del biossido di azoto, adottata, in Italia, dai soggetti individuati dall'ordinamento nazionale secondo gli ambiti di intervento a ciascuno attribuiti.

Quadro organico riassuntivo dei trend delle concentrazioni di NO₂ rilevate, dei fattori di pressione e delle misure di risanamento adottate. Valutazione dell'efficacia delle misure, criticità riscontrate e prospettive.

INDICE

1	L'ORGANIZZAZIONE DELLE POLITICHE DI VALUTAZIONE E DI GESTIONE DELLA QUALITÀ DELL'ARIA IN ITALIA	3
2	LO STATO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA	4
2.1	Zonizzazione del territorio	4
2.2	Trend delle concentrazioni atmosferiche di NO ₂ e stato della qualità dell'aria al 2008	7
3	LE EMISSIONI DI OSSIDI DI AZOTO.....	13
3.1	Principali sorgenti emmissive degli ossidi di azoto	13
3.2	Serie storiche	14
3.3	Emissioni da trasporto su strada.....	16
3.4	Distribuzione delle emissioni sul territorio nazionale.....	18
	Fig. 3.5: emissioni NO _x per il 2005, distribuzione percentuale per categoria e per regione.	19
4	GLI INTERVENTI	20
4.1	Misure regionali	20
4.2	Misure nazionali	24
5	MOTIVAZIONI DEL MANCATO RAGGIUNGIMENTO AL 2010.....	32
6	LA VALUTAZIONE DELLE CONCENTRAZIONI IN ARIA DEGLI OSSIDI DI AZOTO: SOURCE APPORTIONMENT	36
6.1	Il sistema modellistico nazionale MINNI	36
6.2	Il source-apportionment	38
6.3	Risultati ottenuti	40
6.3.1	Contributo transfrontaliero.....	40
6.3.2	Contributo regionale	41
6.3.3	Contributo settoriale.....	45
7	LE PROIEZIONI DELLE EMISSIONI AL 2015	49
7.1	Descrizione delle metodologie	49
7.2	Emissioni nazionali al 2015	51
7.3	Stima degli effetti sulle emissioni degli interventi regionali.....	52
8	LO STATO DI QUALITÀ DELL'ARIA 2015	53
8.1	Descrizione della metodologia	53
8.1.1	L'input meteorologico.....	53
	Campi meteorologici a 20 km di risoluzione su scala nazionale	53
	Campi meteorologici a 4 km di risoluzione	54
8.1.2	L'input emissivo	55
8.2	Concentrazioni stimate per l'anno 2015.....	55
9	GLI INTERVENTI AGGIUNTIVI E LO STATO DI QUALITÀ DELL'ARIA CONSEQUENTE.....	62
9.1	Descrizione delle misure aggiuntive regionali	62
9.2	Stima dell'efficacia delle misure aggiuntive	65
9.3	Concentrazioni stimate per l'anno 2015 con misure aggiuntive	65
10	RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI.....	69

ALLEGATO 1 - ZONE DI SUPERAMENTO.....	74
ALLEGATO 2 - SOURCE APPORTIONMENT CONTRIBUTI SETTORIALI	75
ALLEGATO 3 - GLI SCENARI ENERGETICI CONSIDERATI	101
Descrizione delle metodologie.....	101
Scenari considerati	102
Modifiche allo scenario ai fini della regionalizzazione e per l'input a GAINS.....	106
Scenari energetici risultanti.....	106
ALLEGATO 4 - METODOLOGIA PER LA STIMA DELLA RIDUZIONE DELLE CONCENTRAZIONI PER EFFETTO DI INTERVENTI AGGIUNTIVI REGIONALI NELL'IPOTESI SEMPLIFICATIVA CHE SUSSISTA UNA DIPENDENZA LINEARE TRA LE EMISSIONI E LE CONCENTRAZIONI DI NO ₂	112

1 L'ORGANIZZAZIONE DELLE POLITICHE DI VALUTAZIONE E DI GESTIONE DELLA QUALITÀ DELL'ARIA IN ITALIA

Le norme nazionali in materia di qualità dell'aria affidano alle regioni e alle province autonome le attività di valutazione e di pianificazione finalizzate a conoscere il contesto territoriale, identificare le misure più efficaci per il rispetto dei valori di qualità dell'aria ed assicurarne l'attuazione.

Tale quadro istituzionale, attivo già nella normativa nazionale precedente all'entrata in vigore delle norme comunitarie in materia, è stato confermato dal d.lgs. 155/2010 che costituisce la norma quadro nazionale che recepisce tutte le vigenti direttive comunitarie in materia di valutazione e gestione di qualità dell'aria.

Il coordinamento delle attività delle regioni e delle province autonome è affidato ad un organismo istituzionale cui partecipano i Ministeri dell'ambiente e della salute, le regioni e le province autonome, l'UPI, l'ANCI e le agenzie e gli istituti tecnici con competenze in materia ambientale (ISPRA, ISS, ENEA, CNR) (articolo 20 del d.lgs. 155/2010). Nel contesto di tale coordinamento sono individuati gli indirizzi comuni e sviluppati gli strumenti utilizzati per le valutazioni complessive effettuate a livello nazionale.

L'attività di coordinamento è stata avviata nel 2003 e si è rivolta, in primo luogo alla messa a punto di procedure per il confronto e l'armonizzazione degli inventari e degli scenari emissivi utilizzati a livello regionale e nazionale e allo sviluppo di un modello integrato, esteso a tutto il territorio nazionale, finalizzato ad impostare ed a valutare l'efficacia delle politiche di risanamento della qualità dell'aria. Il modello integrato è descritto, in dettaglio, nel paragrafo 6.1.

L'azione di pianificazione locale descritta al paragrafo 4.1 si è inserita in un contesto di interventi di natura regolamentare e finanziaria sviluppati su scala nazionale che hanno interessato singoli settori produttivi, come descritto nel paragrafo 4.2.

L'applicazione del modello integrato ha consentito di valutare, in un contesto unitario, l'efficacia dei piani regionali di qualità dell'aria e degli interventi di livello nazionale evidenziando le principali cause che determinano i livelli di NO₂ e i motivi che, in alcuni casi, non hanno consentito di rispettare, entro il 1° gennaio 2010 i valori limite.

2 LO STATO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA

2.1 Zonizzazione del territorio

Come già specificato al capitolo 1, a seguito dell'entrata in vigore delle direttive comunitarie in materia di valutazione e gestione della qualità dell'aria, l'Italia ha organizzato un quadro istituzionale che affida alle regioni le attività di valutazione e di pianificazione finalizzate a conoscere il contesto territoriale, identificare le misure più efficaci per il rispetto dei valori di qualità dell'aria ed assicurarne l'attuazione.

Primo passo previsto al fine di dare concreta attuazione alle attività di valutazione e gestione della qualità dell'aria è stata la zonizzazione e classificazione del territorio.

Si riporta di seguito la zonizzazione del territorio effettuata nelle diverse Regioni, all'anno 2008¹. Le informazioni riferite a tale anno sono quelle consolidate, più aggiornate, di cui si dispone in riferimento alla maggior parte del territorio nazionale.

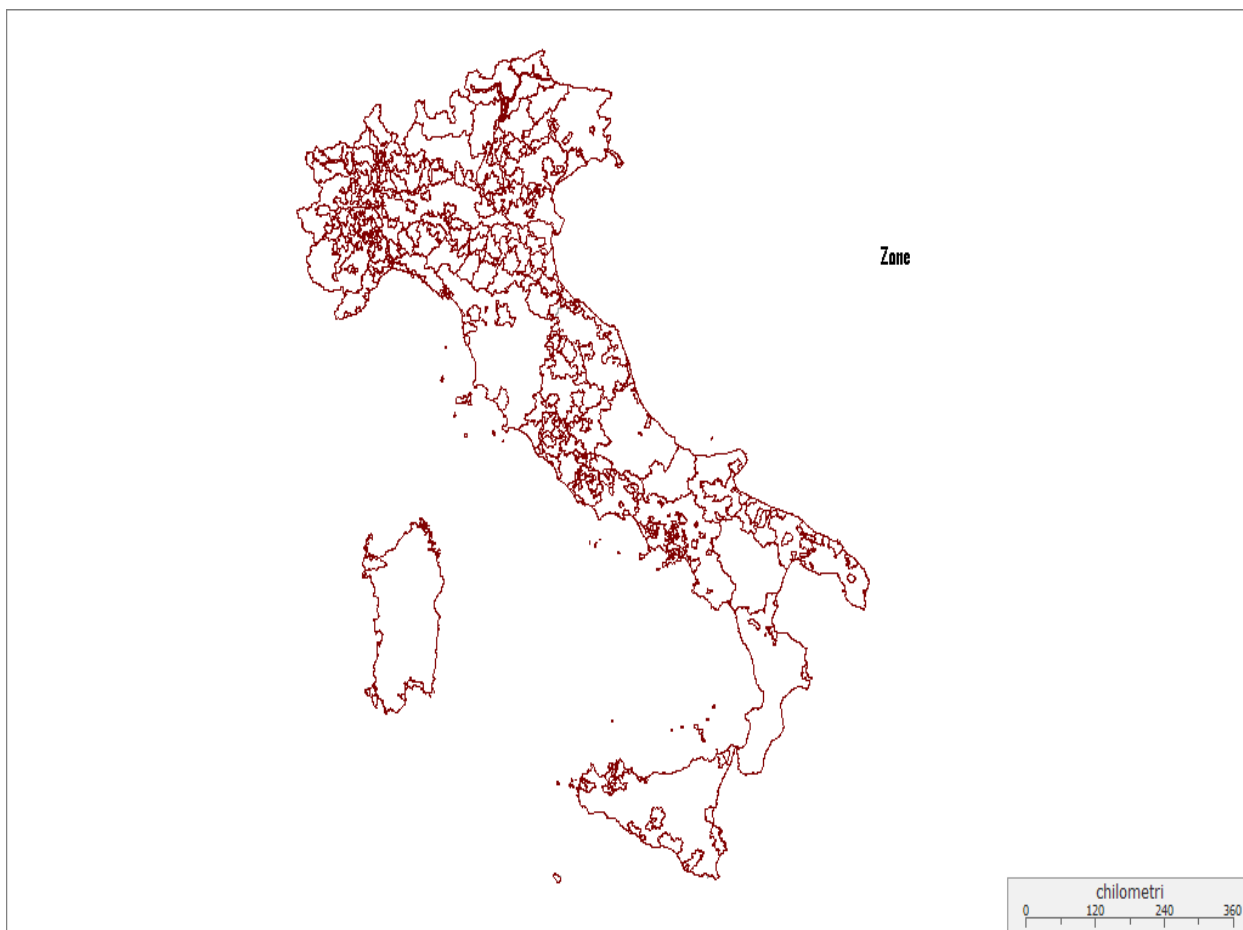


Fig. 2.1 - Zonizzazione del territorio nazionale riferita a NO₂ e PM₁₀ – Anno 2008

¹ Tale anno è stato anche scelto come riferimento per l'istanza di deroga al rispetto dei valori limite per il biossido di azoto.

Riassunti nella tabella sottostante, si riportano per ogni Regione alcuni dati sulla zonizzazione effettuata, in particolare il numero e la tipologia di zone individuate per ciascuna Regione.

	Tipo di zona: agglomerato	Tipo di zona: non agglomerato	totale
Piemonte	1	16	17
Valle d'Aosta		3	3
Lombardia	1	4	5
Trentino Alto Adige	1	5	6
Veneto	4	3	7
Friuli Venezia Giulia		6	6
Liguria	1	6	7
Emilia Romagna	13	18	31
Toscana	2	3	5
Umbria	1	4	5
Marche		2	2
Lazio	2	3	5
Abruzzo	1	3	4
Molise		1	1
Campania	4	2	6
Puglia	2	2	4
Basilicata ²	1	2	3
Calabria		3	3
Sicilia	12	1	13
Sardegna	1	5	6
Totale	47	92	139

Tab 2.1: elenco delle zone individuate dalle singole regioni

Come si evince dalla tabella e dai grafici sotto riportati, il numero di zone individuato non è correlato all'estensione del territorio regionale o alla sua popolazione. La scelta che ciascuna Regione ha operato è strettamente legata alle specificità locali, ai confini amministrativi, all'orografia e alle pressioni antropiche sul territorio, connesse alla diversa possibilità di intervento.

² Non si dispone degli shape-files della zonizzazione della Regione Basilicata

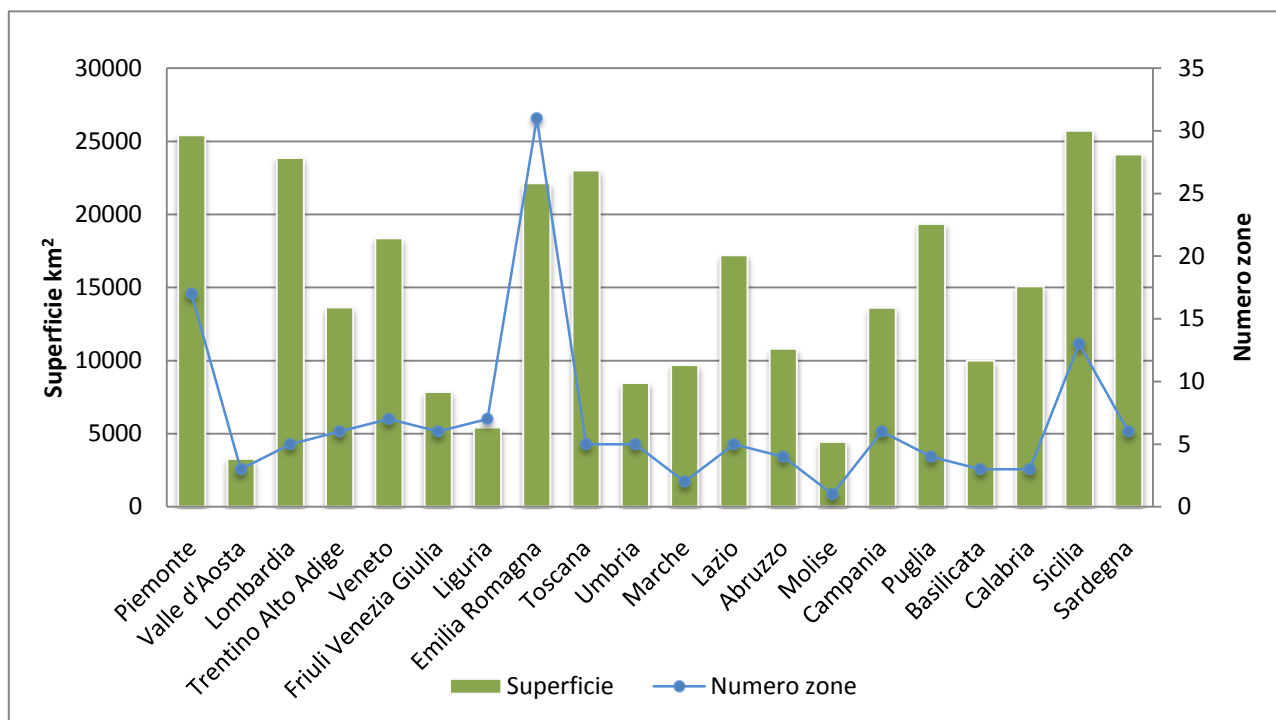


Fig 2.2: superficie delle regioni e numero di zone individuato

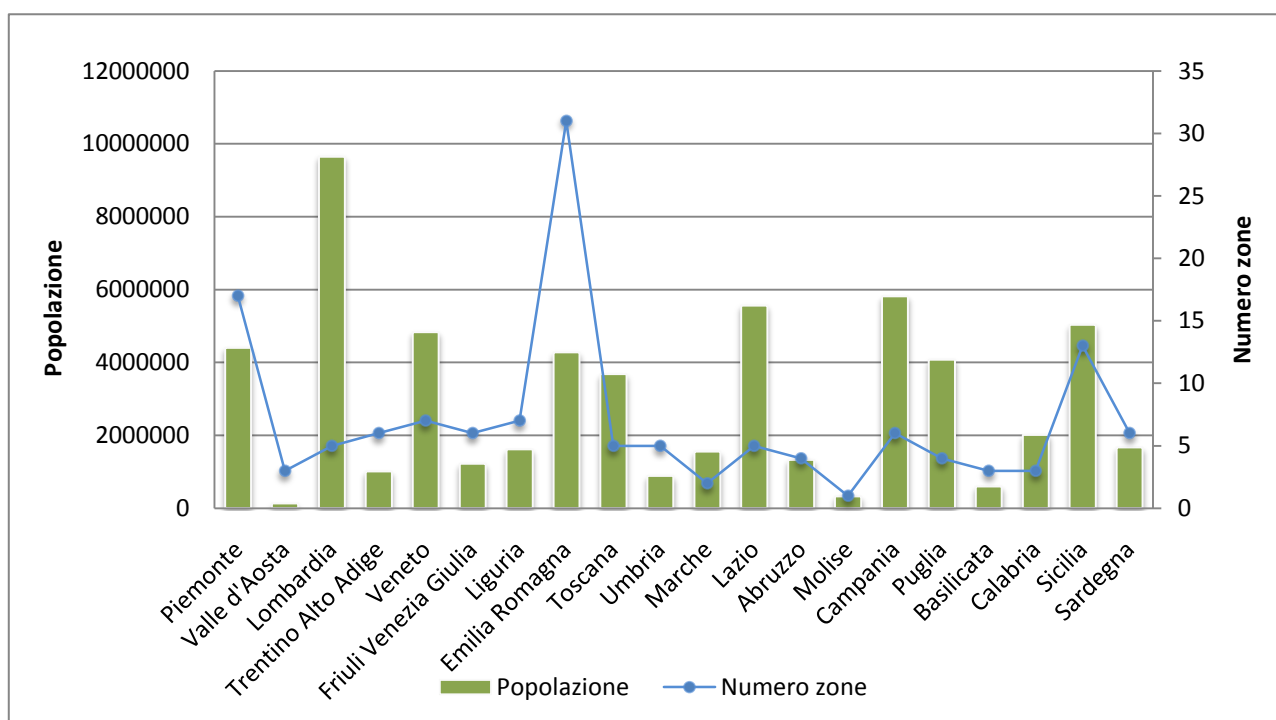


Fig 2.3: popolazione delle regioni e numero di zone individuato

Il notevole frastagliamento delle zonizzazioni, sia per l'elevato numero di zone, sia per la diversità dei criteri adottati dalle singole regioni per la zonizzazione ha comportato considerevoli criticità che hanno limitato la possibilità di rappresentare in modo unitario la valutazione e la gestione della qualità dell'aria in Italia. La Commissione europea ha, in più occasioni, richiamato l'attenzione dell'Italia alla necessità di una maggiore uniformità nella predisposizione dei rapporti periodici e nella comunicazione dei dati e delle informazioni.

Con il recepimento della direttiva 2008/50/CE è stata colta l'occasione per introdurre disposizioni specifiche riguardanti la zonizzazione, la valutazione e la gestione della qualità dell'aria volte a modificare le singole impostazioni regionali alla luce di un coordinamento unitario.

A seguito dell'entrata in vigore del decreto legislativo 155/2010 di recepimento della citata direttiva 2008/50/CE, è, attualmente, in corso la revisione della zonizzazione, dell'impostazione delle reti di monitoraggio e dei programmi di valutazione (misure in punti fissi, stime con modelli, stime obiettive).

2.2 *Trend delle concentrazioni atmosferiche di NO₂ e stato della qualità dell'aria al 2008*

Malgrado una notevole riduzione delle emissioni degli ossidi di azoto, determinata dalle minori emissioni dovute all'evoluzione tecnologica del parco veicolare e degli impianti di produzione di energia elettrica oltre che alla trasformazione degli impianti termici civili, che ha portato quasi a dimezzare le emissioni di tali inquinanti rispetto ai primi anni '90 (vedi paragrafo 3.2), gli andamenti dei livelli delle concentrazioni medie annuali hanno evidenziato una riduzione progressiva, ma più modesta.

Inoltre, come mostra il grafico seguente, le medie annuali sono oggi piuttosto stabili e, anche se limitatamente ad alcune aree, si riscontrano ancora valori medi annui superiori a quelli indicati dalla normativa per la protezione della salute.

Dal confronto del trend nelle stazioni urbane di fondo (FU) e nelle stazioni urbane da traffico (TU) si ha conferma della criticità dei livelli nelle stazioni di TU, che restano in ambito urbano in percentuale rilevante al di sopra della soglia di legge.

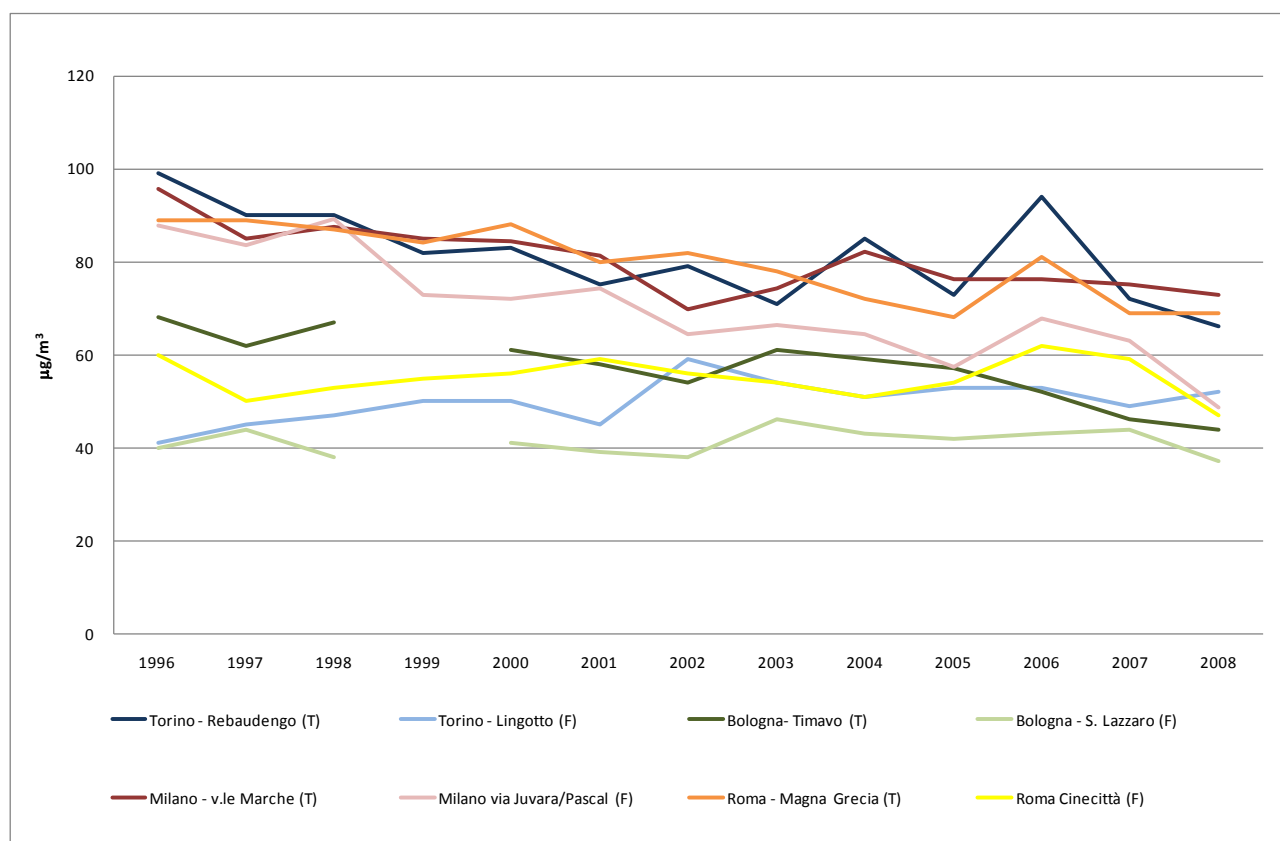


Fig. 2.4 – NO₂: medie annue di alcune stazioni di fondo e di traffico in alcuni capoluoghi

La tabella seguente è relativa invece ai superamenti riscontrati per le diverse zone del territorio.

ZONE IN RELAZIONE AI SUPERAMENTI VL NO2						
Regione	NO2 - N. tot. zone con superamenti VL annuo -2008			NO2 - N. tot. zone con superamenti VL orario - 2008		
	≤LV	≤LV + MOT; >LV	>LV + MOT	≤LV	≤LV + MOT; >LV	>LV + MOT
Abruzzo	2	0	0	2	0	0
Basilicata	3	0	0	3	0	0
Calabria	2	0	0	2	0	0
Campania	2	0	2	2	0	2
Emilia-Romagna	21	3	7	31	0	0
Friuli Venezia Giulia	3	0	3	6	0	0
Lazio	2	0	3	5	0	0
Liguria	4	0	3	7	0	0
Lombardia	3	0	2	5	0	0
Marche	1	0	1	2	0	0
Molise	0	0	1	1	0	0
Piemonte	12	2	3	15	1	1
Puglia	4	0	0	4	0	0
Sardegna	4	0	0	4	0	0
Sicilia	2	0	4	5	0	1
Toscana	2	1	2	5	0	0
P.A. Trento	1	0	1	2	0	0
P.A. Bolzano	3	0	1	4	0	0
Umbria	0	4	1	4	1	0
Valle d' Aosta	2	1	0	2	0	1
Veneto	2	0	5	7	0	0
Totali	75	11	39	118	2	5

Tab 2.2: numero di zone con livelli inferiori al VL, compresi tra il VL e il VL+MOT, superiori al VL+MOT in riferimento al superamento del limite annuale e/o orario del NO₂ – Anno 2008

In totale, nelle 39 zone³ in cui è stato superato il VL+MOT per la media annua, il superamento si è registrato in 109 stazioni dislocate sul territorio, con un media annua minima pari a 45 µg/m³ e una massima pari a 104 µg/m³ (vedi allegato 1 per il dettaglio delle zone che hanno registrato il superamento del limite).

In particolare due zone in Italia registrano superamenti del limite orario e non della media annua. Si tratta della zona IT1502 della Campania e la zona IT0201 della Valle d'Aosta.

³ Per la Regione Puglia sono stati registrati superamenti per il biossido di azoto nell'anno 2010

L'80% delle stazioni che hanno superato il VL+MOT del NO₂ per la media annua sono classificate da traffico. Nella mappa sottostante si riporta, per ogni regione, la percentuale di stazioni che hanno registrato il superamento distinte per tipologia (traffico, fondo, industriale).

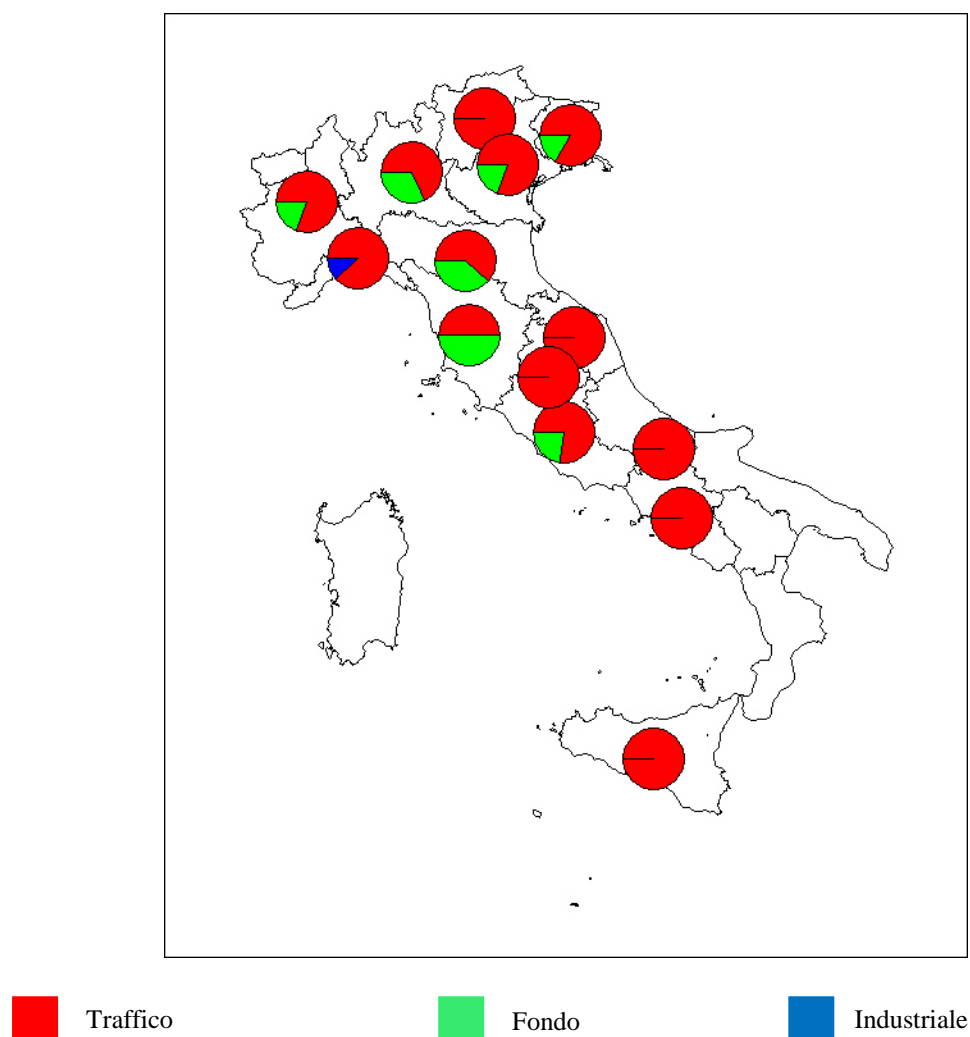


Fig 2.5: distribuzione delle stazioni che eccedono il VL+MOT del NO₂ per la media annua e tipologia – anno 2008

Per quanto riguarda invece i superamenti orari, delle 5 zone interessate dal superamento del VL+MOT, essi si concentrano in 8 centraline, classificate da traffico, di cui solo 5 registrano anche il superamento del valore limite annuo. Laddove la stazione di monitoraggio non registri anche il superamento del valore limite annuo, più stringente rispetto a quello orario, si può ragionevolmente sostenere che i superamenti registrati sono collegati ad eventi occasionali.

Si riportano di seguito la rappresentazione grafica delle zone in cui sono stati registrati i superamenti dei valori limite del NO₂.

NO₂ MEDIA ORARIA 2008

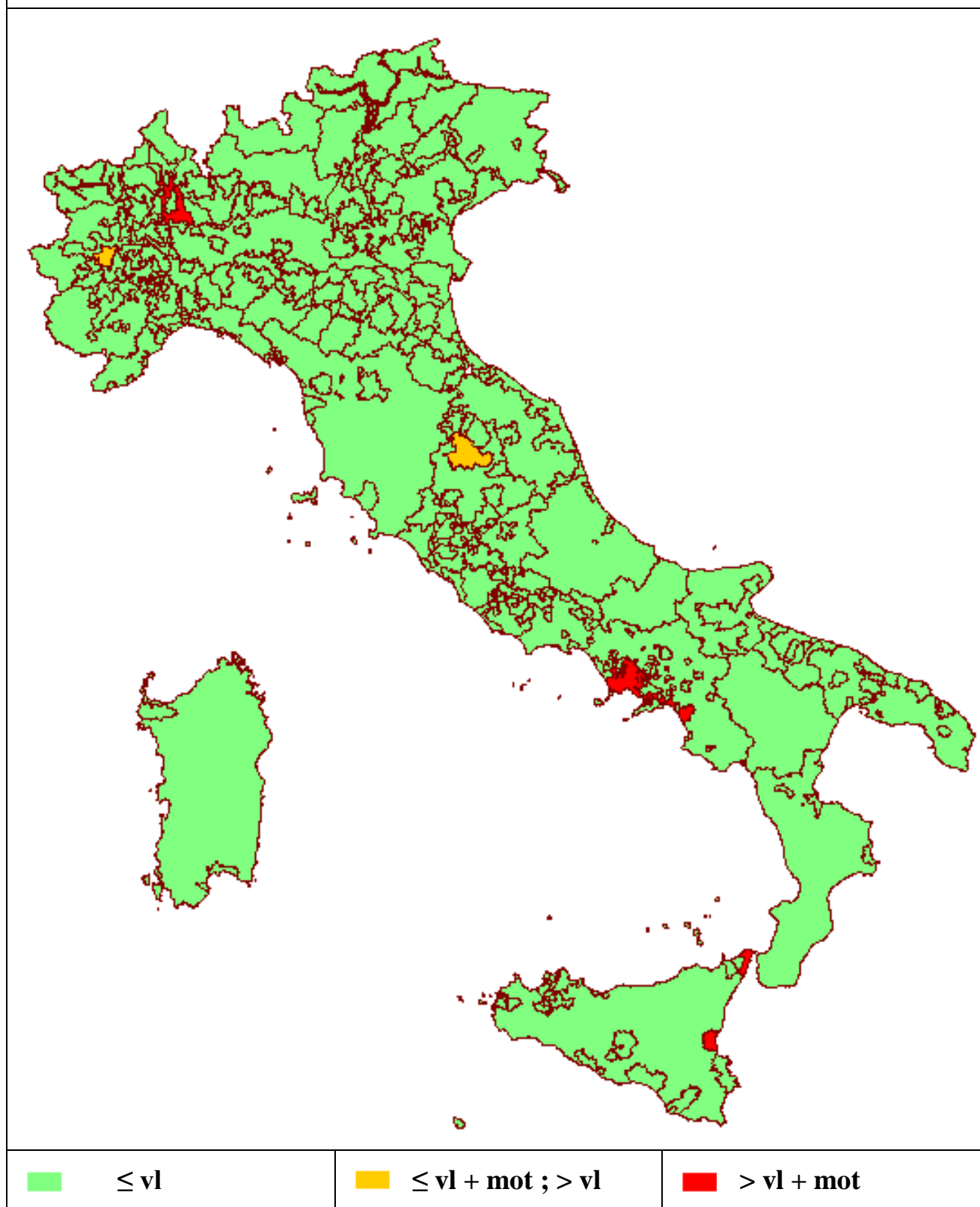
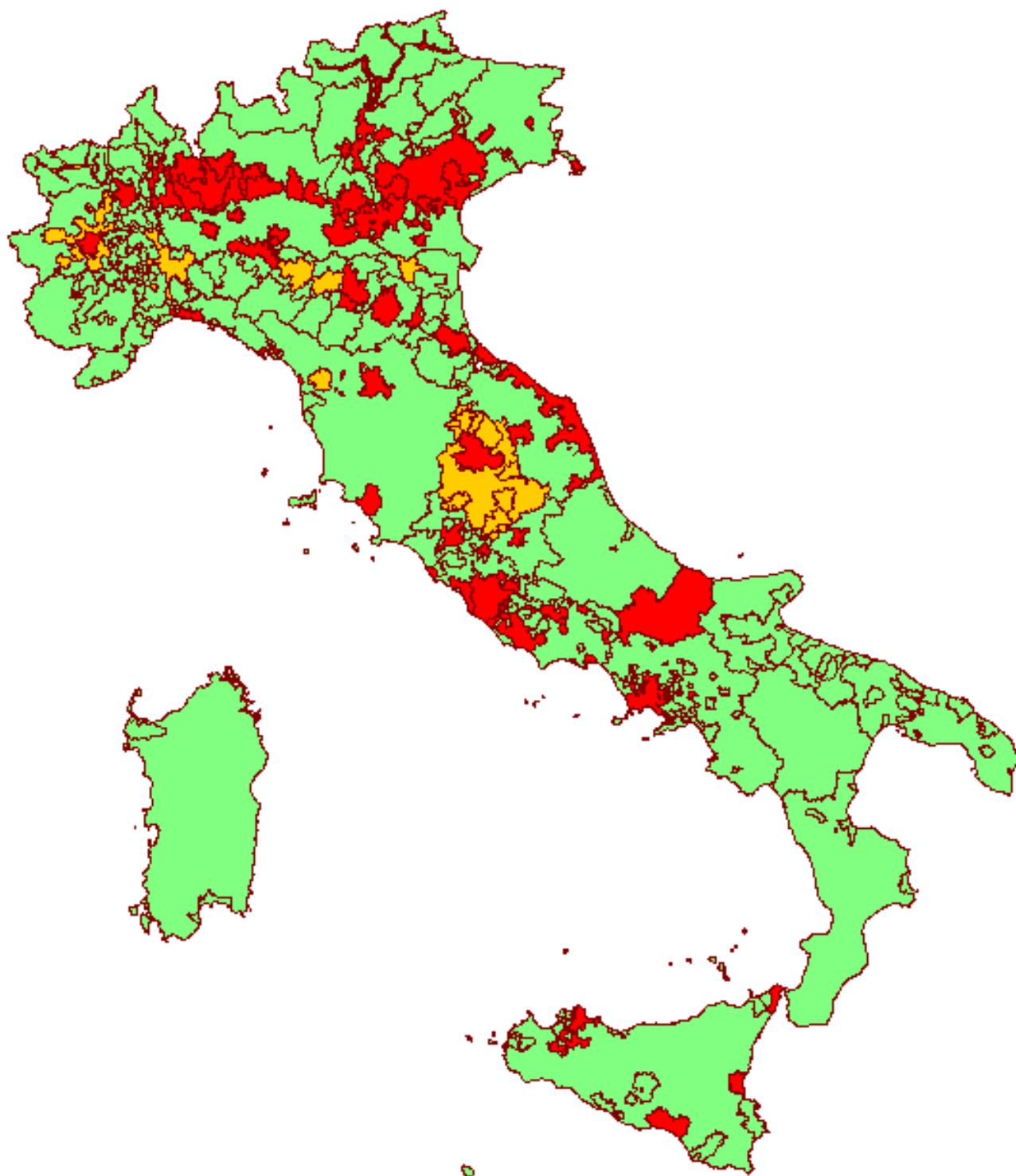


Fig 2.6: raffigurazione dei livelli di NO₂ rispetto al VL orario

NO₂ MEDIA ANNUA 2008



■ ≤ vl

■ ≤ vl + mot ; > vl

■ > vl + mot

Fig 2.7: raffigurazione dei livelli di NO₂ rispetto al limite annuo

Dal quadro rappresentato, emerge che lo stato di qualità dell'aria nel 2008 è ancora critico per una percentuale rilevante di zone. In particolare il 37% delle zone del Paese supera nel 2008 il VL+MOT per quanto riguarda la media annua (il 29% il VL), mentre il 5% supera nel 2008 il VL+MOT per quanto riguarda la concentrazione oraria.

Complessivamente, in termini di superficie territoriale, il superamento della media annua avviene nel 12% di territorio e quello della concentrazione oraria nello 0,8% del territorio.

3 LE EMISSIONI DI OSSIDI DI AZOTO

3.1 *Principali sorgenti emissive degli ossidi di azoto*

Le emissioni in atmosfera di ossidi di azoto sono diminuite nel periodo 1990-2008, passando da 2035 Gg nel 1990 a 1061 Gg nel 2008.

Nella figura 3.1 sono riportate le principali sorgenti emissive⁴ riferite all'anno 2008. In particolare risultano sorgenti principali le emissioni del trasporto su strada (merci pesanti, autovetture e merci leggeri), della navigazione interna, dei veicoli off-road, della combustione nell'industria e degli impianti di produzione di energia elettrica e del riscaldamento civile.

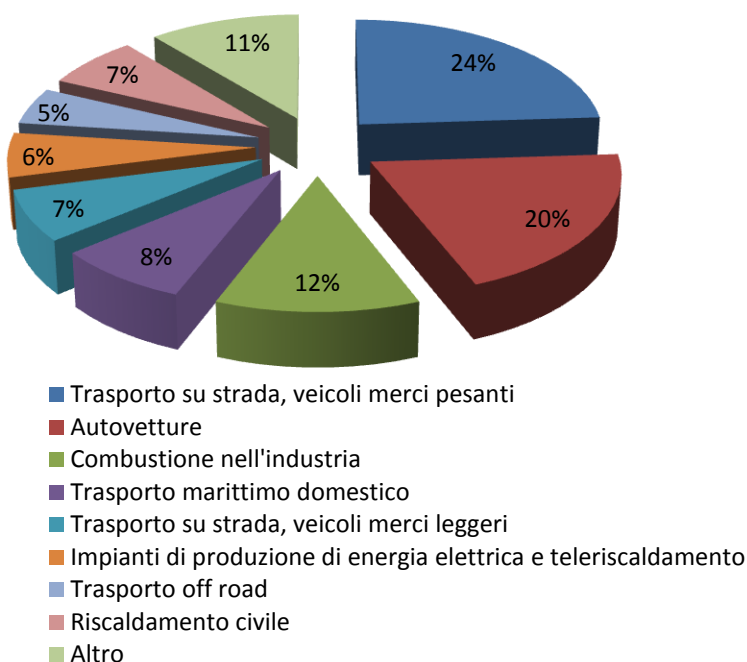


Fig 3.1: principali sorgenti emissive di NOx nel 2008 (% sul totale).

In termini più generali, nel 2008, la principale fonte di emissione a livello nazionale, circa il 51% e il principale indicatore dell'andamento delle emissioni, sono i trasporti su strada. Le altre sorgenti mobili contribuiscono al totale delle emissioni per il 13%. La combustione nella produzione energetica e la combustione nell'industria contribuiscono al totale nazionale rispettivamente per il 6% e il 12% mentre il trattamento dei rifiuti e la combustione in impianti non industriali, rappresentano meno del 2% e il 7% del totale nazionale.

⁴ Secondo la metodologia di riferimento sono considerate sorgenti principali di emissione quelle categorie emissive che raggiungono complessivamente la percentuale cumulata pari all'80% delle emissioni totali a cui è stata aggiunta la esplicitazione dei dati di emissione provenienti da riscaldamento civile.

3.2 Serie storiche

Nella figura 3.2 e nella tabella 3.1 sono riportate le emissioni dell'intera serie storica ripartita per categoria secondo la classificazione ufficiale utilizzata per la trasmissione dei dati agli organismi internazionali (Convenzione CLRTAP/UNECE relativa all'inquinamento transfrontaliero). La figura evidenzia inoltre la distribuzione delle emissioni di ossidi di azoto per categoria nel 1990 e nel 2008 così come la variazione percentuale registrata nel periodo.

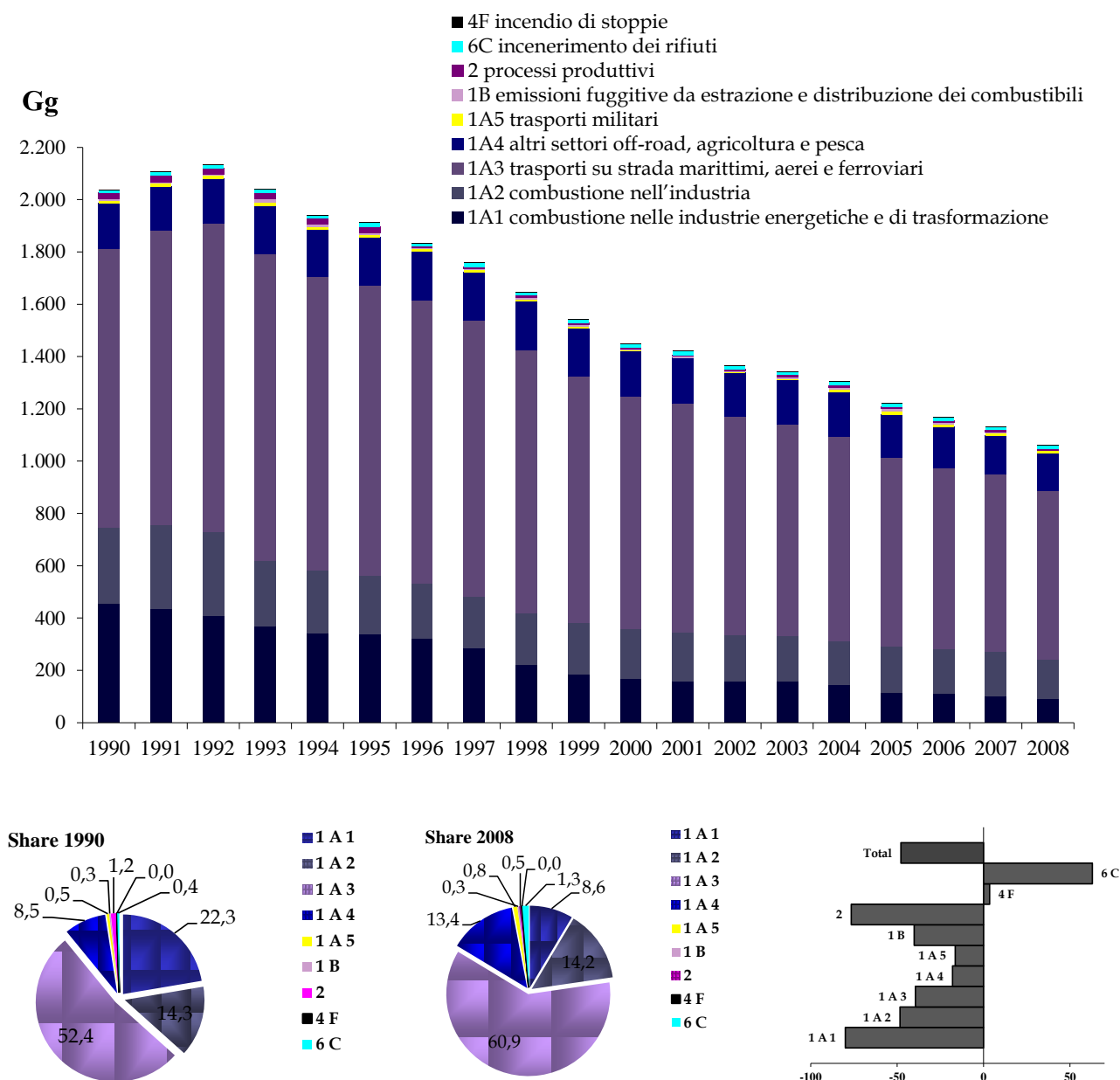


Fig 3.2: andamento delle emissioni di NO_x, distribuzione percentuale per categoria nel 1990 e nel 2008 e variazione percentuale tra il 1990 e il 2008.

Le emissioni complessive nazionali, riportate nella tabella seguente per macrosettori SNAP, mostrano una riduzione pari al 48% tra il 1990 e il 2008, con una flessione più marcata nel periodo tra il 1995 e il 2000, specialmente per quel che riguarda i settori dei trasporti su strada e della combustione nelle industrie energetiche.

	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008
<i>Gg</i>							
Combustione nelle industrie energetiche e di trasformazione	457	344	173	117	114	102	92
Combustione in impianti non industriali	62	62	65	76	74	73	77
Combustione nell'industria	246	177	148	148	146	147	126
Processi produttivi	30	31	9	16	13	11	9
Trasporti su strada	961	1008	773	617	589	583	549
Altre sorgenti mobili	270	275	268	231	216	201	193
Trattamento rifiuti	9	14	13	15	14	14	14
Agricoltura	0	1	0	0	0	0	0
Totale	2.035	1.911	1.448	1.221	1.167	1.132	1.061

Tab 3.1: andamento emissioni NO_x dal 1990 al 2008 (Gg)

Nel seguito sono forniti maggiori dettagli sulle variazioni delle emissioni a livello settoriale e dei principali motivi che hanno condotto a tali riduzioni.

Combustione nelle industrie energetiche e di trasformazione

Dal 1988 le emissioni presentano una graduale riduzione dovuta principalmente all'introduzione di due strumenti normativi: il DPR 203/88 che indica delle regole e criteri ambientali per l'autorizzazione degli impianti di produzione e il DM del 12 luglio 1990 che introduce limiti emissivi al camino per gli impianti. L'adozione di queste normative così come di quelle definite a livello comunitario, come la Direttiva sui grandi impianti di combustione recepita con il DM dell'8 maggio 1989, ha condotto a uno spostamento nei consumi energetici dall'olio con alto contenuto di zolfo, in precedenza utilizzato in grande misura per la produzione di energia, all'olio con basso contenuto di zolfo e al gas naturale. Negli anni più recenti si è intensificata la conversione dall'olio combustibile al gas naturale anche in considerazione degli incentivi dedicati per il miglioramento dell'efficienza energetica. Queste misure insieme con quelle che hanno promosso il risparmio energetico e la diffusione delle fonti rinnovabili hanno condotto ad un'ulteriore riduzione delle emissioni di questo settore.

Combustione negli impianti non industriali

L'aumento delle emissioni da questo settore è spiegato dall'incremento dei consumi energetici complessivi per il riscaldamento degli edifici e degli uffici. Questo è dovuto in gran parte al fatto che negli ultimi venti anni tutti i nuovi edifici costruiti sono equipaggiati di sistemi di riscaldamento e che i vecchi edifici dove non erano presenti tali sistemi sono stati modernizzati.

Combustione nell'industria

Le emissioni da questo settore mostrano un andamento decrescente dovuto alle stesse motivazioni riportate per il settore delle industrie energetiche in considerazione della stessa normativa di riferimento.

Trasporti su strada

La riduzione delle emissioni del settore è il risultato di due opposte tendenze: nei primi anni della serie storica, con un picco nel 1992, le emissioni sono aumentate in considerazione dell'aumento del numero di veicoli circolanti e delle percorrenze sia dei passeggeri che delle merci circolanti su strada; successivamente le emissioni hanno mostrato un andamento decrescente. Questa riduzione è a sua volta il risultato di due opposti andamenti: da un lato la continua crescita del parco veicolare circolante e delle relative percorrenze, dall'altro l'introduzione delle tecnologie di abbattimento delle emissioni dei veicoli, come il catalizzatore, previste dalla normativa europea in particolare le Direttive 91/441/EC, 94/12/EC e 98/69/EC che hanno introdotto progressivamente limiti sempre più bassi alle emissioni.

Per aiutare la riduzione delle emissioni, diverse politiche sono state implementate, come ad esempio gli incentivi al rinnovo del parco veicolare sia pubblico che privato e per l'acquisto di veicoli elettrici, la promozione per il trasporto integrato delle merci su ferrovia, strada e autostrade del mare, e programmi di mobilità sostenibile.

Altre sorgenti mobili

Dal 1980 le emissioni hanno mostrato una crescita fino al 1998 per poi diminuire gradualmente fino al 2008 riscontrando i livelli più bassi dell'intera serie storica. Le emissioni nel settore sono caratterizzate prevalentemente dal trasporto marittimo, dai macchinari utilizzati nell'agricoltura e nell'industria e in misura minore dal trasporto aereo. Per quel che riguarda i macchinari utilizzati nell'industria e nell'agricoltura questi settori non sono stati regolati da alcuna normativa fino alla Direttiva 97/68/EC che ha fornito limiti nelle emissioni di ossidi di azoto a partire dal 1 gennaio 1999; ciò ha determinato una progressiva riduzione delle emissioni da queste fonti, in particolare negli ultimi anni. Per quel che riguarda il settore del trasporto aereo, in assenza di specifiche normative, le emissioni sono generalmente aumentate a seguito dell'aumento del traffico aereo.

3.3 Emissioni da trasporto su strada

L'elaborazione dei dati sul trasporto nazionale su strada viene effettuata annualmente ai fini dell'aggiornamento dell'inventario nazionale delle emissioni in atmosfera.

La consistente domanda di mobilità di persone e merci su strada rende rilevante il problema dell'inquinamento da trasporti stradali soprattutto in considerazione dell'impatto sulle aree urbane, relativamente ad inquinanti quali il monossido di carbonio, i composti organici volatili (in particolare benzene), gli ossidi di azoto ed il particolato; inoltre il contributo alle emissioni di gas serra risulta particolarmente gravoso per le emissioni di anidride carbonica. Pur essendo in atto una graduale sostituzione dei vecchi veicoli in favore degli ultimi modelli dotati delle più recenti tecnologie di abbattimento delle emissioni, la crescita del parco circolante, delle relative percorrenze e quindi dei consumi, hanno come conseguenza una produzione di emissioni che contribuisce in modo consistente al totale delle emissioni nazionali. Dall'analisi della serie storica dei dati sul trasporto emerge una costante crescita della domanda di mobilità e del contributo del traffico stradale dal 1990 al 2007, mentre nel 2008 si assiste ad una decrescita.

Le automobili, che costituiscono gran parte del parco circolante nazionale (70%), sono responsabili delle quote maggiori di emissioni di monossido di carbonio (51%), particolato (43% e 41% rispettivamente del PM10 e PM2,5 totali) ed anidride carbonica (60%). Si noti che i ciclomotori, che rappresentano l'8% del parco, sono responsabili del 51% delle emissioni di composti organici volatili non metanici. Ai veicoli commerciali pesanti, che costituiscono il 2% della numerosità

totale, va invece attribuito il contributo maggiore alle emissioni di ossidi di azoto (41%). I motocicli (12% del parco) emettono prevalentemente monossido di carbonio (27% del totale emesso) e composti organici volatili non metanici (12% del totale emesso). Ai veicoli commerciali leggeri (7% del parco) sono imputabili prevalentemente emissioni di particolato (24% e 25% rispettivamente del totale emesso di PM10 e PM2,5), anidride carbonica (15% del totale emesso) e ossidi di azoto (14% del totale). Infine autobus e pullman, nonostante la numerosità esigua (0,2%) rispetto al totale del parco circolante, sono responsabili del 6% degli ossidi di azoto totali.

Le emissioni annuali da traffico stradale per inquinante, per categoria di fonte emissiva Corinair e per tipologia di strada, vengono stimate sulla base di variabili riguardanti il combustibile, quali consumi e parametri specifici, di dati di attività per tipologia veicolare e standard legislativo, quali numerosità del parco e percorrenze, velocità medie e distribuzione del tipo di guida sui tre cicli urbano, extraurbano ed autostradale, parametri riguardanti il processo di evaporazione, dati climatici, informazioni su lunghezza e durata del viaggio medio nel Paese oggetto di studio. A partire dai dati inseriti come input per la stima delle emissioni finali, in una fase di elaborazione intermedia vengono calcolati fattori di emissione distintamente per le emissioni a caldo, a freddo e per le evaporative, per categoria veicolare e per tipologia di strada e le percentuali di percorrenza a freddo per mese e categoria veicolare.

Con riferimento alle percorrenze distinte per tipo di veicolo e per combustibile si può osservare che si evince una riduzione delle percorrenze totali sia delle automobili alimentate a benzina che delle automobili alimentate a GPL, quest'ultima molto più marcata, a fronte di un netto aumento delle percorrenze delle macchine diesel. Anche le percorrenze totali dei veicoli commerciali leggeri alimentati a benzina mostrano un trend decrescente, a fronte di un netto aumento di quelle dei veicoli commerciali leggeri alimentati a gasolio. Le percorrenze totali dei veicoli commerciali pesanti alimentati a gasolio mostrano un lieve trend decrescente sia per i veicoli commerciali pesanti che per gli autobus. Si rileva infine un trend crescente delle percorrenze sia per i ciclomotori che, in maniera molto più marcata, per i motocicli. In quest'ultimo caso la spiegazione va ricercata soprattutto nell'aumento dei veicoli circolanti a grossa cilindrata e nella generale crescita delle percorrenze. Anche la serie storica dei consumi di combustibile distintamente per categoria veicolare, combustibile e ciclo di guida, mostra una generale concordanza dei valori rispetto all'andamento delle percorrenze totali, nel rispetto dei vincoli relativi alla particolare cilindrata, classe di peso e tecnologia dei veicoli.

La figura 3.3 illustra l'andamento delle emissioni di ossidi di azoto dal 1990 al 2008 che decrescono complessivamente del 57,18%, mostrando nei primi anni della serie un aumento (raggiungendo un massimo nel 1992) e poi una decrescita fino al 2008.

Le emissioni di ossidi di azoto risultano imputabili principalmente ai veicoli alimentati a gasolio. Le emissioni provenienti dai mezzi commerciali pesanti diesel, decrescendo dal 1990 del 35%, forniscono nel 2008 il contributo maggiore al totale (28%). Le emissioni provenienti dalle autovetture diesel mostrano una forte crescita dal 1990 (+206%), raggiungendo nel 2008 un peso sul totale pari al 26%. Le emissioni derivanti dai veicoli commerciali leggeri diesel aumentano del 57% rispetto al 1990, pesando nel 2008 il 13% sul totale. Le automobili a benzina, che nel 1990 costituiscono la fonte principale di emissione (44% del totale), registrano nel corso degli anni un trend decrescente (-88%), fino a raggiungere nel 2008 una quota pari al 9% del totale. Le emissioni degli autobus diesel rappresentano il 6% del totale, mentre il restante 4% è imputabile alle categorie veicolari rimanenti.

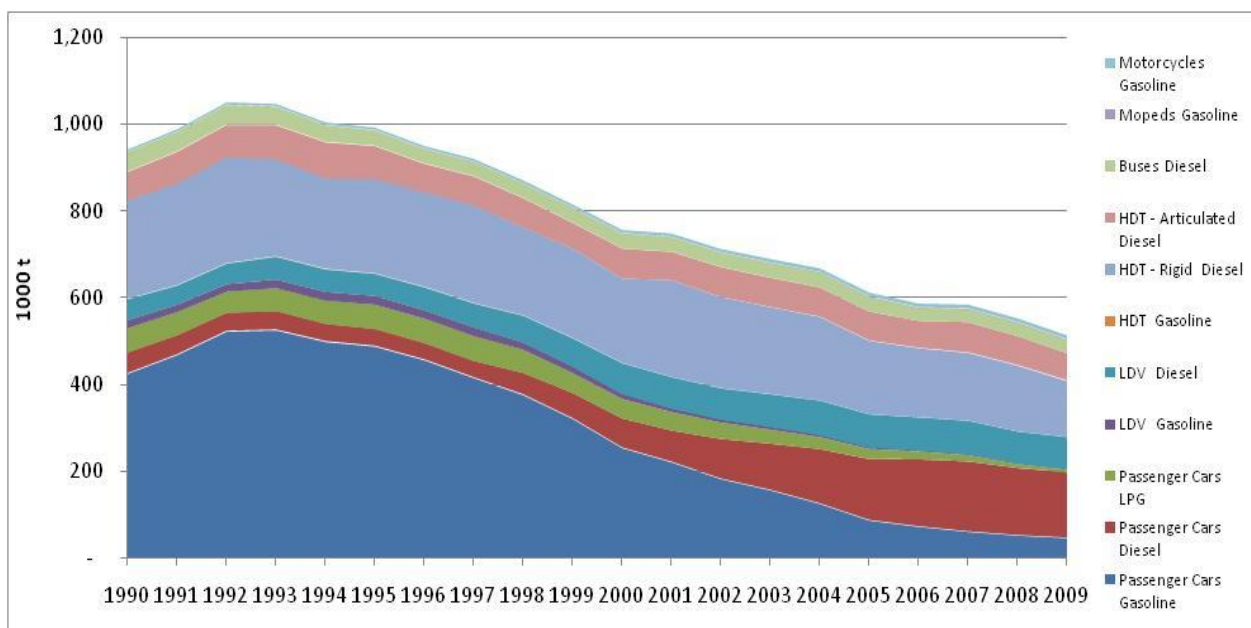


Fig 3.3: emissioni di NO_x (Gg) per categoria veicolare e carburante dal 1990 al 2008

Essendo fondamentalmente legate ai veicoli diesel ed in particolare ai mezzi commerciali pesanti, la quota maggiore delle emissioni interessa gli ambiti autostradale ed extraurbano come si può osservare nella figura 3.4.

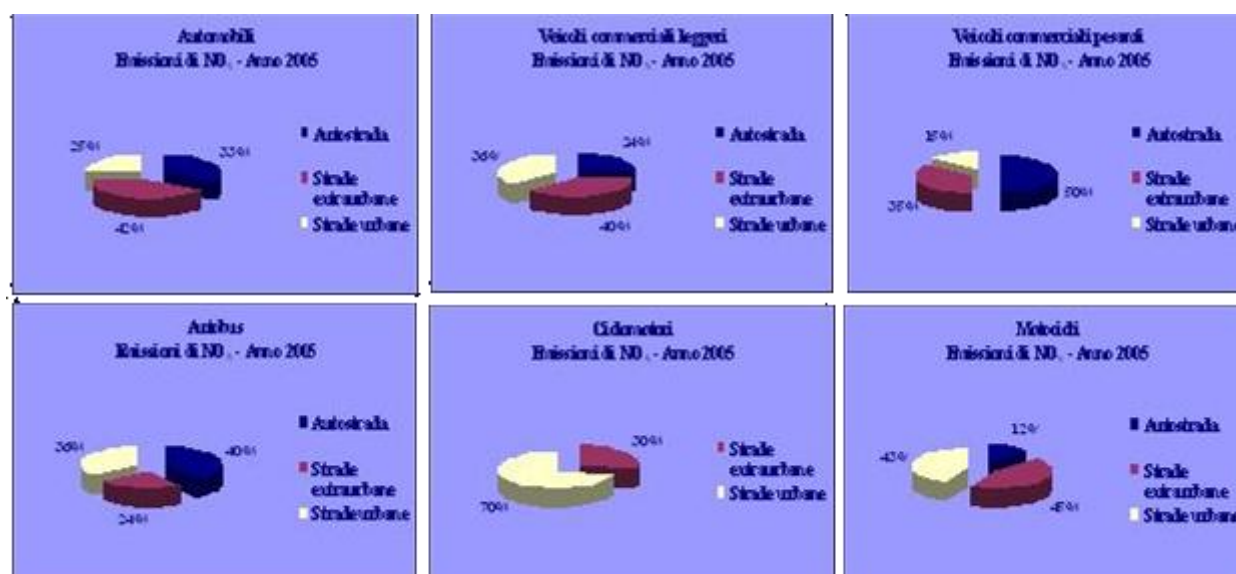


Fig 3.4 Emissioni di NO_x (%) nel dettaglio della ripartizione per tipologia di strada nel 2005

3.4 Distribuzione delle emissioni sul territorio nazionale

La distribuzione delle emissioni a livello regionale può essere diversa sul territorio da quella su riportata e relativa al livello nazionale. Con riferimento al 2005, ultimo anno disponibile per la disaggregazione delle emissioni regionali da quelle nazionali, nella figura 3.5 si può osservare che il peso delle emissioni di alcune categorie è molto differente al variare della regione. In particolare le emissioni dalla produzione energia e più in generale il peso delle emissioni dalla combustione industriale e dai processi produttivi sono determinati dalla dislocazione sul territorio dei principali poli industriali e produttivi e variano da meno dell'1% per la Valle d'Aosta al 50% per l'Umbria; le

emissioni dalla combustione non industriale hanno un ruolo diverso in considerazione delle caratteristiche climatiche territoriali e conseguenti consumi energetici e variano dal 2% per la Sicilia al 14-15% per Lombardia, Emilia Romagna e Trentino Alto Adige; le emissioni da trasporto su strada sono correlate alla presenza e concentrazione della popolazione e delle attività produttive e variano tra il 25% della Sardegna al 63% della Campania; le emissioni dalle altre sorgenti mobili sono più rilevanti in presenza di attività portuali e aeroportuali e variano dal 13% dell'Umbria al 33% del Lazio.

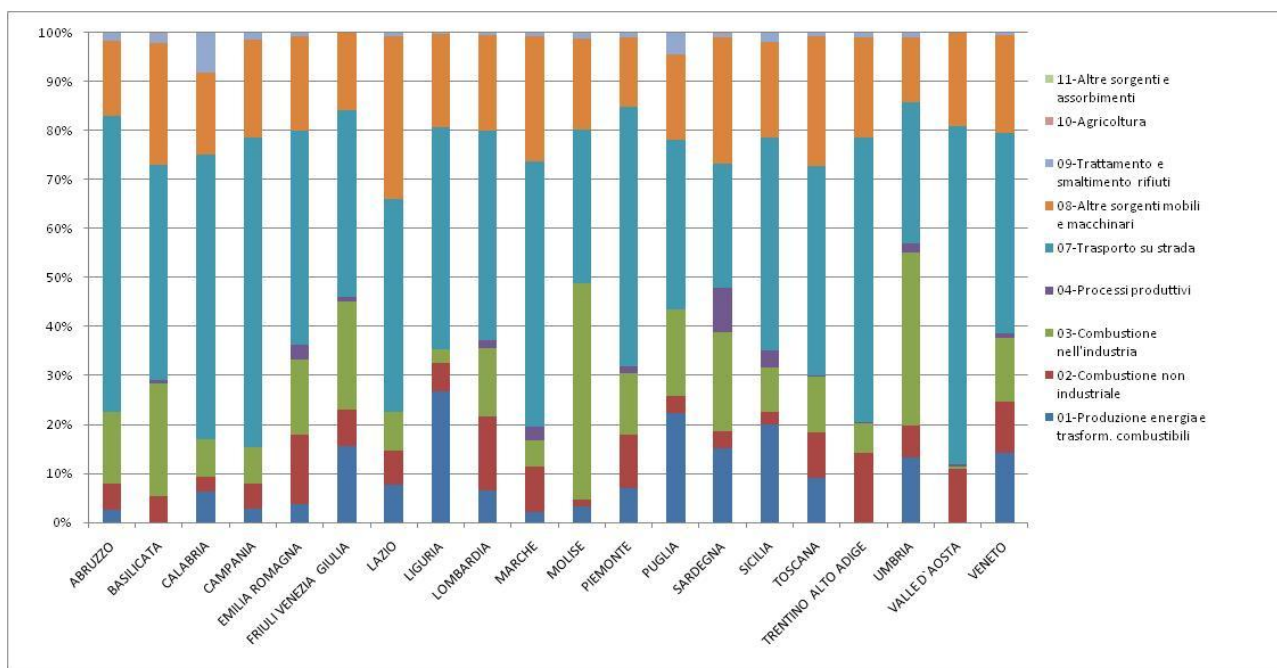


Fig. 3.5: emissioni NO_x per il 2005, distribuzione percentuale per categoria e per regione.

4 GLI INTERVENTI

A fronte dei superamenti registrati a partire dal 2001 le regioni in cui sono stati rilevati superamenti hanno adottato i piani di risanamento della qualità dell'aria a norma dell'articolo 8 della direttiva 96/62/CE. Viene di seguito descritto il complesso degli interventi realizzati dalle regioni italiane e sviluppati a livello nazionale fino al 2010.

4.1 Misure regionali

I principali settori d'intervento nei quali ricadono i provvedimenti di risanamento messi in atto dalle regioni e dalle provincie autonome nei piani implementati fino al 2010 sono: Mobilità, Attività domestiche/commerciali, Industria, Agricoltura, Energia ed altri settori.

All'interno di ciascun settore, le modalità di azione si diversificano. Si possono quindi individuare interventi volti alla riduzione dei consumi, misure di risparmio di combustibile come ad esempio le azioni nel settore del traffico volte alla riduzione dei km percorsi per vettura, oppure incentivi al miglioramento tecnologico come il rinnovo di vecchie caldaie con apparecchi più efficienti e meno emissivi o la riconversione di apparecchi in tecnologie funzionanti con carburanti meno impattanti.

Si riporta di seguito un grafico contenente la ripartizione tra i differenti settori delle misure intraprese dalle regioni per il risanamento della qualità dell'aria. Il settore più interessato è quello della mobilità, seguito dagli interventi sulle attività domestiche/commerciali:

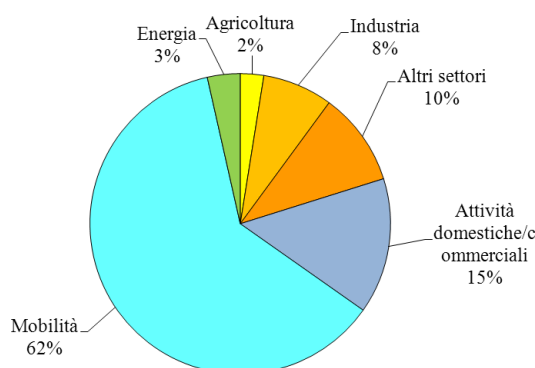


Fig.4.1: ripartizione per settore degli interventi dei piani implementati prima del 2010 per le regioni e provincie autonome considerate.

Questa distribuzione è riscontrabile anche nella ripartizione delle misure per ciascuna regione o provincia autonoma, dove la mobilità ha interessato tra il 35% e la totalità degli interventi.

E' inoltre da segnalare la crescita dei provvedimenti nel settore dell'agricoltura per alcune regioni che ha interessato il 2% del totale.

Nel confronto di questi dati si deve tenere anche conto che in alcuni casi la portata degli interventi contabilizzati è di tipo locale ovvero mirata al conseguimento degli obiettivi di qualità dell'aria nelle specifiche aree interessate dai superamenti. In altri casi, invece, il provvedimento è stato generalizzato nella sua applicazione ad una intera regione.

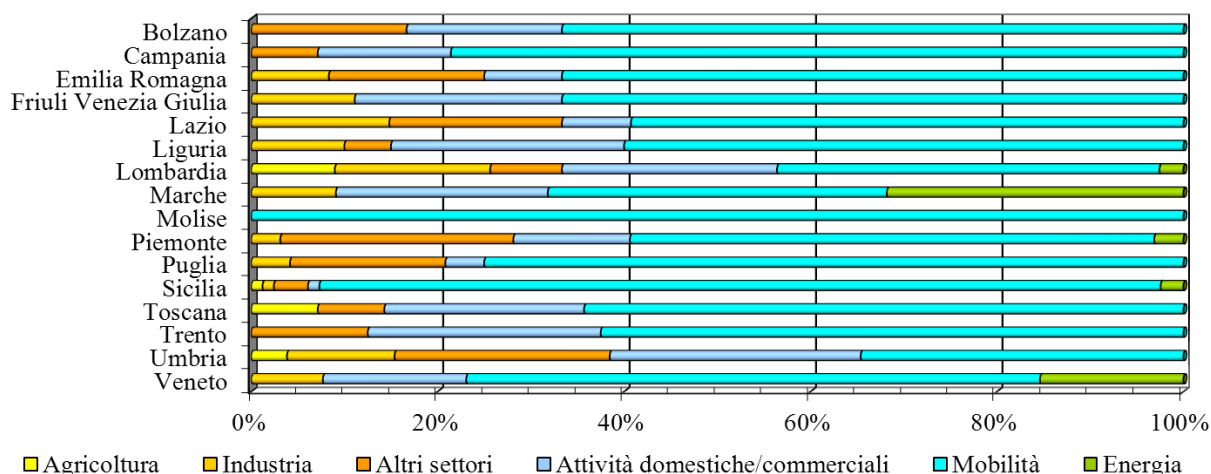


Fig.4.2: misure adottate per il risanamento della qualità dell'aria, dettaglio regionale misure implementate nei piani.

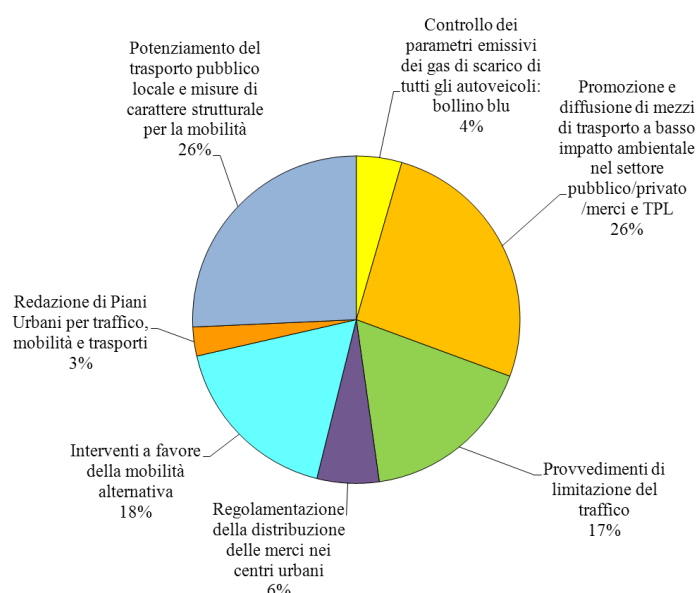


Fig.4.3: tipologie di interventi sulla mobilità.

Interventi sulla mobilità

Per il settore della mobilità, nell'ambito del quale ricade il maggior numero d'interventi, le principali misure, come riportato nel grafico sopra, rientrano nelle azioni volte alla promozione e diffusione di mezzi di trasporto a basso impatto ambientale nel settore pubblico/privato/merci e trasporto pubblico locale (TPL). In quest'ambito gli interventi coprono il 26% del totale del settore, quasi alla pari con i provvedimenti di potenziamento del trasporto pubblico locale (circa il 26%), seguiti poi dai provvedimenti di limitazione del traffico ed a favore della mobilità alternativa al 17 e 18%.

Tale quadro non è tuttavia estendibile al dettaglio regionale dei provvedimenti come riportato nel grafico seguente. La promozione di mezzi di trasporto di minor impatto ambientale è la categoria di provvedimenti principale per molte ma non per tutte le regioni.

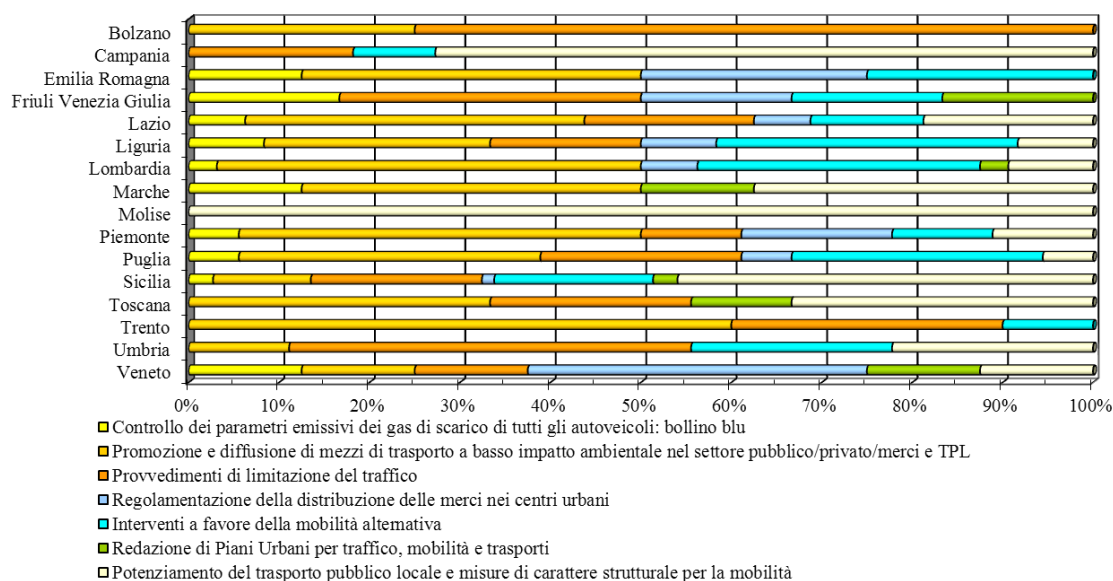


Fig.4.4: misure adottate per il risanamento della qualità dell'aria nel settore della Mobilità, dettaglio regionale.

Analizzando nello specifico il settore, le misure adottate rientrano nelle seguenti tipologie:

- Promozione e diffusione di mezzi di trasporto a basso impatto ambientale nel settore pubblico/privato/merci e TPL

Questi provvedimenti coprono un largo spettro di azioni intraprese da regioni e province autonome di Trento e Bolzano. S'incentivano il rammodernamento delle flotte sia private che pubbliche favorendo la sostituzione con nuovi veicoli, più efficienti ed alimentati con combustibili di minore impatto emissivo (GPL e metano). Le azioni sono erogate in termini di bandi pubblici o incentivi alla rottamazione. Il settore del trasporto pubblico TPL è stato interessato da ammodernamenti, in favore di mezzi a metano e GPL ma anche sottoposto all'applicazione di sistemi retrofit anti-particolato.

La diffusione di nuovi veicoli alimentati a GPL, metano ed in generale con carburanti a basso impatto ambientale è stato favorito anche dal supporto, tramite appositi provvedimenti, allo sviluppo di reti di distribuzione di tali carburanti come dal finanziamento di studi e ricerche nel campo dello sviluppo di nuove formulazioni. In forma complementare sono stati anche erogati incentivi e sconti per i rifornimenti.

- Potenziamento del trasporto pubblico locale e misure di carattere strutturale per la mobilità

I provvedimenti non solo riguardano il potenziamento in termini di mezzi e linee del trasporto pubblico ma anche il potenziamento infrastrutturale delle reti ferroviarie e metropolitane. In questi provvedimenti il potenziamento del trasporto pubblico ha il principale fine di ridurre il traffico nelle aree più critiche tramite la realizzazione od il miglioramento dei percorsi stradali.

- Controllo dei parametri emissivi dei gas di scarico di tutti gli autoveicoli: bollino blu

Un largo numero di Regioni Italiane prevede il controllo obbligatorio delle emissioni da gas di scarico degli autoveicoli a motore. Le modalità e la periodicità possono variare a seconda

delle disposizioni locali, come anche ulteriori divieti e prescrizioni in riferimento alle categorie dei veicoli.

- Provvedimenti di limitazione del traffico

All'interno di questi provvedimenti si trovano azioni volte al disincentivo del mezzo privato in ambito urbano (come la tariffazione dei parcheggi, la definizione di ZTL, il blocco degli accessi per determinate categorie di veicoli ed i divieti alla circolazione dei veicoli più inquinanti).

- Regolamentazione della distribuzione delle merci nei centri urbani

La logistica nei centri urbani, come le reti distribuzioni merci in ambito industriale e commerciale è stata riconosciuta da numerose Regioni come settore critico nelle emissioni. Sono stati sviluppati differenti bandi per una maggiore razionalizzazione delle reti logistiche nelle aree interessate dai superamenti in particolare in ambito urbano. Sono stati forniti incentivi alle aziende che spostino la propria distribuzione da trasporti su strada a reti ferroviarie, a sistemi meno emissivi come l'idrovia nella Regione Veneto.

Oltre a questi provvedimenti è stato incentivato lo sviluppo di nuove infrastrutture volte a supportare la distribuzione delle merci in ambito urbano.

- Redazione di Piani Urbani per traffico, mobilità e trasporti

In ambito urbano ma anche regionale sono stati sviluppati dei piani integrati per la razionalizzazione dei flussi di traffico e la conseguente riduzione delle emissioni.

- Interventi a favore della mobilità alternativa

L'obiettivo di questi interventi è quello di favorire mezzi di trasporto meno emissivi. Alcuni esempi sono le iniziative per la ciclomobilità, sistemi di trasporto collettivo (Car pooling e Car sharing) ed anche la realizzazione di nuovi km di piste ciclabili.

Interventi sulle attività domestiche e commerciali.

Questa categoria d'interventi prevede principalmente la riduzione delle emissioni dal settore del riscaldamento domestico e civile. Le azioni si esplicano attraverso bandi ed incentivi per la sostituzione di vecchie caldaie con apparecchi nuovi e più efficienti ed alimentati con combustibili con minori emissioni.

L'obiettivo del risparmio energetico è anche perseguito introducendo apposite linee guida per gli impianti termici, la certificazione energetica degli edifici ed i sistemi di contabilizzazione del calore e termoregolazione.

In quest'ambito sono anche definite le azioni per favorire l'installazione d'impianti che utilizzino fonti rinnovabili quali gli impianti solari, sia termici che elettrici e le pompe di calore.

Energia

Nell'ambito del settore della produzione di energia sono favoriti i progetti di sviluppo di sistemi di teleriscaldamento su scala urbana, come anche l'insediamento di nuovi impianti che utilizzino fonti di energia rinnovabili.

Interventi sull'industria

Le regioni e province autonome hanno intrapreso azioni differenti volte alla riduzione delle emissioni dal settore industriale. Tra questi ci sono la definizione di limiti di emissione per determinate categorie di impianti, anche in funzione della loro disposizione nel territorio regionale e nell'adeguamento alle BAT previste dalla normativa vigente sull'IPPC.

Al quadro normativo relativo alle AIA (Autorizzazioni Integrate Ambientali) si affiancano accordi quadro o piani per la riduzione delle emissioni. E' il caso dell'acciaieria di Cornigliano, in Liguria, e dell'accordo di programma per la Chimica a Porto Marghera.

Interventi sull'agricoltura

Mentre da una parte si è incentivato lo sviluppo di tecnologie per la produzione di energia da biomasse vegetali o liquami nell'ambito delle energie rinnovabili, dall'altra è stata posta particolare attenzione alla gestione dei nitrati di origine zootecnica ed alle eventuali ricadute sulle emissioni in atmosfera.

Toscana ed Umbria hanno invece sviluppato piani operativi per la lotta e la prevenzione degli incendi boschivi.

4.2 Misure nazionali

All'Amministrazione centrale la vigente normativa italiana ha attribuito funzioni di indirizzo e coordinamento, nonché il potere di adottare misure di carattere nazionale destinate ad intervenire sull'intero territorio nazionale, senza limitarsi alle sole zone di superamento. Le misure nazionali, che si aggiungono alle disposizioni comunitarie in materia, sono, pertanto, finalizzate ad intervenire sulle fonti, ovunque localizzate, che contribuiscono ai superamenti, mirando in questo modo ad una generale riduzione delle concentrazioni del NO₂.

Le misure nazionali sono periodicamente aggiornate in funzione dell'evoluzione delle conoscenze e della tecnica.

Sono di seguito illustrati gli interventi di natura regolamentare e finanziaria che hanno interessato i singoli settori produttivi.

4.2.1 Settore civile

Misure regolamentari

L'Italia ha adottato una politica particolarmente severa per ridurre le emissioni provenienti dal riscaldamento domestico al fine di contrastare efficacemente il fenomeno dell'inquinamento atmosferico in ambito urbano.

I provvedimenti adottati a partire dal 2002 (innanzitutto, il decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 8 marzo 2002) sono stati rivolti principalmente a ridurre le emissioni del settore attraverso il divieto di utilizzo dei combustibili più inquinanti (carbone e olio combustibile). A partire dal 2006 (decreto legislativo n. 152/06), sono stati introdotti appositi valori limite di emissione per NO₂, PM, SO₂ e CO.

Alle regioni è stato attribuito il potere di regolamentare con disposizioni più severe di quelle nazionali le emissioni del settore attraverso i piani regionali di qualità dell'aria ove ciò fosse necessario al raggiungimento dei valori limite di qualità dell'aria.

A partire dal 2010 (decreto legislativo n. 128/2010 di modifica del decreto legislativo n. 152/06) sono state ulteriormente ridotte le emissioni dal settore imponendo agli impianti di riscaldamento civile di potenza termica superiore a 3MW, il regime autorizzatorio degli impianti industriali (con il conseguente obbligo di impiegare le migliori tecniche, e rispettare i valori limite, le prescrizioni e i regimi di controllo degli impianti industriali).

Tali disposizioni hanno avuto, come effetto, un deciso incremento dell'utilizzo dei combustibili gassosi con una conseguente riduzione delle emissioni di tutti gli inquinanti, compreso il NO₂. I

risultati conseguiti con le misure adottate nel 2006 si sono resi evidenti a partire dal 2008. Le disposizioni adottate nel 2010 produrranno effetti che potranno essere apprezzati a partire dal 2012. Le disposizioni di carattere strutturale, destinate ad introdurre un nuovo regime anche per gli impianti esistenti, richiedono infatti un medio lungo periodo per essere completamente realizzate e produrre gli effetti attesi.

Le disposizioni sopra descritte si aggiungono a quanto previsto dal decreto del Presidente della Repubblica n. 412/93, il quale impone, nel periodo di funzionamento degli impianti di riscaldamento, le temperature massime che è possibile raggiungere all'interno degli edifici (da 18 a 22 °C) e stabilisce la durata di tale periodo di funzionamento, in relazione alle diverse fasce climatiche del Paese.

Il quadro complessivo delle misure regolamentari nazionali e regionali si ritiene, pertanto, esaustivo degli interventi praticabili in questo settore in ambito nazionale per la riduzione delle emissioni di NO₂, residuando esclusivamente la possibilità, foriera di gravi disagi alla popolazione, di imporre più stringenti limiti alle temperature massime ed ai periodi di riscaldamento.

Il conseguimento di ulteriori miglioramenti in modo sostenibile si ritiene possibile solo attraverso scelte di livello europeo quali, ad esempio, un'evoluzione della normativa comunitaria ed in particolare della direttiva "eco design"⁵ attraverso una nuova regolamentazione delle prestazioni emissive richieste alle caldaie per conseguire il marchio CE.

Misure di incentivazione

Il settore civile è stato ed è oggetto di misure di incentivazione nazionali volte a favorire interventi strutturali per migliorare l'efficienza energetica con conseguenti benefici in termini di riduzione delle emissioni inquinanti, compreso il NO₂, e dei gas serra.

- ***Riconoscimento delle detrazioni fiscali (55%) per la riqualificazione energetica degli edifici esistenti***

La normativa italiana ha previsto, con provvedimenti rinnovati ogni anno a partire dal 2007, un incentivo finanziario consistente in una detrazione di imposta sul reddito delle persone fisiche (IRPEF) o delle società (IRES) pari al 55% delle spese sostenute per l'effettuazione degli interventi legati al contenimento dei consumi energetici per la climatizzazione degli edifici, quali le opere di riqualificazione energetica dell'involucro e degli impianti. Tali norme rafforzano le disposizioni comunitarie recepite con il decreto legislativo n. 192/05 che ha introdotto l'obbligo della certificazione energetica degli edifici e imposto limiti di prestazione energetica sia sugli edifici di nuova costruzione, sia sugli interventi di riqualificazione energetica.

Il risparmio energetico conseguito al 2010 in termini di energia finale è pari a 5.373 GWh/anno, di cui oltre il 40% derivante dall'impiego di impianti di riscaldamento più efficienti. La spesa complessiva per gli interventi dal 2007 al 2009 ammonta a circa 7,5 miliardi di euro, di cui circa 4,1 a carico dello Stato. La maggior parte degli interventi ad oggi effettuati si è concentrata nelle regioni del bacino padano.

- ***Detrazioni fiscali (20%) per l'installazione di motori elettrici ad alta efficienza e di regolatori di frequenza (inverter)***

È stato introdotto dal 1° gennaio 2007, e rinnovato ogni anno, un incentivo finanziario consistente in una detrazione di imposta sul reddito delle persone fisiche (IRPEF) o delle società (IRES) per interventi di installazione di motori elettrici ad alta efficienza e di regolatori di frequenza. La misura ha comportato, al 2009⁶, un risparmio energetico complessivo pari a 106 GWh/anno.

⁵ A tale proposito risulta che lo schema di aggiornamento della direttiva cosiddetta "eco design", attualmente all'esame della Commissione, continua a non prevedere l'obbligo di rispetto di prestazioni minime relative alle emissioni di PM e suoi precursori.

⁶ I dati riferiti al 2010 non sono ancora disponibili

- ***Certificati Bianchi***

Con due decreti ministeriali del 20 luglio 2004 é stato introdotto per il quinquennio 2005 – 2009, e successivamente esteso fino al 2012, un meccanismo di incentivazione consistente nella creazione di un mercato di Titoli di Efficienza Energetica denominati Certificati Bianchi, attestanti la riduzione dei consumi di energia primaria derivanti da misure e interventi di efficienza energetica. I risparmi energetici certificati conseguiti al 2009 ammontano a 14.348 GWh/anno.

- ***Incentivi alle fonti rinnovabili e all'efficienza energetica***

A partire dal 2000 sono stati finanziati una serie di programmi aventi come finalità la valutazione e la promozione delle fonti energetiche rinnovabili e della migliore efficienza nella produzione dell'energia elettrica e degli usi finali dell'energia.

In particolare gli interventi finanziati hanno consentito il potenziamento di tutte le energie rinnovabili mediante azioni dirette alla semplificazione, all'incremento dell'efficienza e del risparmio negli usi finali ed alla diversificazione di combustibili in favore di nuove tecnologie pulite. Attraverso circa 40 programmi e bandi nazionali sono stati finanziati circa 2.500 interventi, con un impegno di risorse a carico dello Stato pari a circa 350 milioni di euro.

4.2.2 Industria

Misure regolamentari

L'Italia ha adottato, fin dal 1988 una politica più severa di quella comunitaria in materia di riduzione delle emissioni industriali. Il decreto del Presidente della Repubblica n. 203/88 ha, infatti, introdotto, l'obbligo di ottenere un'autorizzazione alle emissioni in atmosfera per la costruzione e l'esercizio per tutti gli impianti e le attività industriali, in cui imporre appositi limiti di emissione e prescrizioni di esercizio. Tali normative si estendevano ad impianti e attività con soglie inferiori a quelle previste dalla direttiva 96/61/CE sul controllo e la prevenzione integrata dell'inquinamento e dalla direttiva 2001/80/CE sui grandi impianti di combustione. Si prevedeva in particolare che gli impianti esistenti, si adeguassero entro un certo termine a valori limite prestabiliti e che gli impianti nuovi, rispettassero valori limite coerenti con le migliori tecniche.

Gli effetti di tale decreto si sono cominciati ad apprezzare a partire dalla fine degli anni '90 con il progressivo adeguamento degli impianti esistenti. In particolare, a seguito di tale adeguamento, il settore della produzione di energia elettrica ha subito un radicale cambiamento tecnologico passando da una produzione basata principalmente su tecnologie a bassa efficienza e sull'utilizzo di olio combustibile, a tecnologie altamente efficienti, quali i turbogas in ciclo combinato, e all'utilizzo prevalente di gas naturale. L'andamento degli ultimi anni evidenzia come la produzione di energia elettrica da gas naturale sia cresciuta tra il 1998 e il 2007 dal 25.7% al 47,4% del totale nazionale mentre, nello stesso periodo, la produzione da derivati del petrolio è scesa dal 42.5% al 12%.

Le disposizioni del decreto del Presidente della Repubblica n. 203/88 sono state sostituite a partire dal 2006, con una regolamentazione più severa contenuta nel decreto legislativo n. 152/06.

In primo luogo la norma ha esteso l'obbligo autorizzativo (precedentemente limitato alle emissioni convogliate degli impianti industriali) a tutte le tipologie di impianto e di attività in grado di generare emissioni convogliate e diffuse.

Ha poi imposto che l'autorizzazione alle emissioni in atmosfera fosse soggetta a periodico rinnovo in modo da assicurare che anche gli impianti non soggetti alle norme comunitarie fossero costantemente adeguati, nel corso del tempo, alle migliori tecniche.

Gli effetti del decreto legislativo n. 152/06 sono destinati ad essere apprezzati anche nei prossimi anni in funzione dei calendari previsti per il rinnovo delle autorizzazioni rilasciate ai sensi della normativa previgente (il primo rinnovo è previsto entro il 2011 per gli impianti più datati ed entro scadenze successive, fino al 2015, per quelli più recenti).

Con il sopracitato decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 8 marzo 2002 e le successive norme in materia di combustibili, sono stati introdotti, anche nel settore industriale, precisi limiti e divieti all'impiego dei combustibili più inquinanti. In particolare si vieta l'utilizzo di alcuni combustibili (carbone e olio combustibile) per gli impianti che, a causa delle ridotte dimensioni, non hanno a disposizione adeguate tecniche per l'abbattimento delle emissioni.

A partire dal 2009 è stata introdotta una prescrizione che impone l'adozione di misure in grado di compensare le emissioni dei precursori di PM10, tra i quali è compreso il NO₂, nei decreti di compatibilità ambientale di nuovi impianti industriali che, pur determinando impatti compatibili nell'area direttamente influenzata dall'opera possono contribuire, per effetto della trasformazione secondaria degli inquinanti, all'innalzamento delle concentrazioni atmosferiche del PM10 in aree anche molto distanti da quella in cui è insediato l'impianto.

Anche nel caso degli impianti e delle attività industriali, il quadro complessivo delle misure regolamentari nazionali e regionali si ritiene esaustivo degli interventi praticabili in questo settore da parte dell'Italia, residuando esclusivamente la possibilità di ridurre drasticamente la produzione con conseguenze economiche e sociali non sostenibili. Tale situazione è particolarmente evidente nel settore della produzione dell'energia elettrica. Oltre il 50% della capacità produttiva nazionale deriva da impianti turbogas alimentati a metano che costituiscono l'eccellenza della tecnologia di produzione di energia da fonti convenzionali. Ciò determina, in associazione alla scelta di non produrre energia elettrica dal nucleare, il costo di produzione di energia più elevato in Europa ed un forte sbilanciamento della dipendenza energetica dall'importazione del gas metano. Inoltre sono soggetti a prescrizioni di esercizio più severe di quelle comunitarie in quanto i valori limite alle emissioni di NO₂ sono riferiti a medie orarie invece che a medie di 48 ore.

Misure di incentivazione

Le principali misure di incentivazione nazionali hanno riguardato e riguardano la produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili.

- ***Produzione di energia elettrica da impianti fotovoltaici***

Dal 2005 è in vigore in Italia il sistema di incentivazione dell'energia solare fotovoltaica, noto come "conto energia", che remunera, con apposite tariffe incentivanti, l'energia prodotta dagli impianti fotovoltaici. Il meccanismo di incentivazione consiste nell'erogazione di una tariffa incentivante di durata ventennale, proporzionale all'elettricità prodotta dagli impianti fotovoltaici con potenza minima di 1 KW collegati alla rete di trasporto. Al 31 dicembre 2008 risultano entrati in esercizio 31.875 impianti per una potenza totale di 417 MW. Gli incentivi erogati al 31 dicembre 2008 ammontano a circa 125 milioni di euro.

- ***Produzione di energia elettrica da impianti solari-termodinamici***

Il meccanismo di incentivazione in "conto energia" per gli impianti solari termodinamici è stato introdotto con il decreto ministeriale 11 aprile 2008 e remunera, con apposite tariffe incentivanti, per un periodo di 25 anni, esclusivamente l'energia elettrica imputabile alla fonte solare prodotta da un impianto termodinamico, anche ibrido. È previsto che il meccanismo produrrà i primi effetti solo a partire da quest'anno.

- ***Produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili***

La legge n. 244/07 ha introdotto importanti novità circa l'incentivazione alla produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili.

In particolare la legge prevede che gli impianti alimentati con fonti rinnovabili, entrati in esercizio dopo il 31 dicembre 2007, possono essere ammessi a due meccanismi diversi di incentivazione: i certificati verdi e la tariffa omnicomprensiva.

I certificati verdi, già esistenti dal 1999, sono titoli che corrispondono ad una certa quantità di emissioni di CO₂: se un impianto alimentato da fonti rinnovabili produce energia emettendo meno

CO₂ di quanto avrebbe fatto un impianto alimentato con fonti fossili (petrolio, gas naturale, carbone ecc.), il gestore ottiene dei certificati verdi che può rivendere (a prezzi di mercato) a industrie o attività che sono obbligate a produrre una quota di energia mediante fonti rinnovabili e che possono assolvere a tale obbligo anche mediante l'acquisto di tali certificati.

Il meccanismo della tariffa omnicomprensiva prevede invece, per gli impianti entrati in esercizio in data successiva al 31 dicembre 2007, di potenza elettrica nominale media annua non superiore ad 1 MW (0,2 MW per gli impianti eolici), che l'energia immessa nel sistema elettrico sia incentivata, con una tariffa fissa, di entità variabile a seconda della fonte, per un periodo di 15 anni.

Il meccanismo di incentivazione ha consentito di incrementare il numero di impianti qualificati da 120 impianti del 1999 a 2699⁷ di cui 1699 in esercizio per una potenza termica installata pari a 11.927 MW e 1000 in fase di progetto per una potenza termica installata pari a 9624 MW.

4.2.3 Agricoltura

Le emissioni di NO₂ derivanti dalle attività agricole sono di modestissima entità. Le misure di contenimento di questo inquinante previste per questo settore hanno riguardato il rinnovo del parco macchine agricole e trattori, gli incentivi al risparmio energetico, la prevenzione degli incendi boschivi e il divieto di bruciare le stoppie, le paglie e la vegetazione presente al termine dei cicli produttivi di prati naturali o seminati.

4.2.4 Trasporti

Significative riduzioni delle emissioni dal settore dei trasporti sono conseguibili solo attraverso misure comunitarie e attraverso profonde modifiche delle infrastrutture logistiche del Paese.

Riduzioni di un certo rilievo sono conseguibili attraverso misure volte a incentivare il ricambio del parco circolante e a disincentivare l'utilizzo di veicoli vetusti (incentivi alla rottamazione e differenziazione delle tasse di possesso in funzione della classe Euro dei veicoli). Queste misure sono però significative solo se le classi Euro progressivamente introdotte nelle norme comunitarie sono in grado di produrre, nelle effettive condizioni di guida, le riduzioni constatate nelle prove di omologazione.

Un cenno particolare merita il trasporto dei veicoli merci che contribuisce, in modo importante, all'inquinamento atmosferico. L'Italia soffre, in parte, di una impostazione del trasporto su gomma piuttosto antiquata, caratterizzata dalla presenza di numerose imprese di piccole dimensioni e dalla carenza di infrastrutture per il trasporto intermodale. La "legge obiettivo"⁸ e i piani nazionali sulla mobilità e la logistica sono gli strumenti con cui si sta perseguendo una profonda innovazione delle infrastrutture nazionali e del settore.

Dal momento che, in Italia, una parte importante dei veicoli merci e dei pullman turistici circolanti è composta da veicoli vetusti (in gran parte provenienti dell'est europeo), sono, da alcuni anni, in corso di valutazione possibili misure volte a limitare o disincentivare la circolazione degli stessi. A tali veicoli vetusti, sia nazionali che esteri, non può, infatti, essere vietata tout court la circolazione ed eventuali pedaggi stradali e autostradali differenziati sulla base delle classi Euro possono essere imposti solo per le nuove concessioni e in corrispondenza del rinnovo delle vecchie (che, in Italia, hanno durata anche trentennale).

E' stata, in primo luogo, esplorata l'efficacia di apposite misure di divieto su tratti autostradali caratterizzati da elevato traffico di veicoli merci, alle cui emissioni sono collegabili i superamenti dei valori limite del NO₂ e del PM₁₀ misurati in alcune stazioni. Gli effetti misurati a seguito

⁷ Dato al 31 dicembre 2008

⁸ La legge 21 dicembre 2001, n. 443 "Delega al Governo in materia di infrastrutture ed insediamenti produttivi strategici ed altri interventi per il rilancio delle attività produttive" ha stabilito che le infrastrutture pubbliche e private e gli insediamenti strategici e di preminente interesse nazionale, da realizzare per la modernizzazione e lo sviluppo del Paese, vengano individuati dal Governo attraverso un programma formulato secondo specifici criteri e procedure.

dell'adozione dei provvedimenti sono stati, però, peggiorativi in quanto i veicoli vetusti, invece di circolare in autostrada, percorrevano la rete viaria ordinaria con conseguenze ambientali e di sicurezza ancora più gravi.

In secondo luogo, a seguito del decreto legislativo n. 7/10 che recepisce la direttiva 2006/38/CE relativa alla tassazione a carico di autoveicoli pesanti adibiti al trasporto merci su strada per l'uso di alcune infrastrutture, sono già in programma, a partire dalla fine del 2011, tariffazioni differenziate dei pedaggi autostradali per i veicoli pesanti in funzione delle emissioni degli stessi.

E' stata anche esplorata la fattibilità di interventi sui trasporti (ipotesi illustrata nel 2010, nel corso di incontri bilaterali, alla Commissione europea insieme alle misure sugli altri settori descritte nei precedenti paragrafi) che prevedeva:

- divieti di circolazione diurna dei veicoli merci più vetusti accompagnati da un sistema di incentivi volti a sostenere il ricambio del parco e la dotazione di filtri antiparticolato;
- un progetto pilota sull'attraversamento Est-Ovest e Nord-Sud del bacino padano ai fini dell'utilizzo del trasporto ferroviario di veicoli merci vetusti;
- un progetto pilota per esaminare i benefici derivanti dall'elettificazione di banchine portuali.

Per quanto riguarda il primo intervento, a seguito degli esiti di verifiche delle emissioni su strada dei veicoli pesanti Euro 4 e Euro 5, acquisiti nel corso del 2010, è risultato, come più ampiamente descritto nel capitolo 5, che queste sono molto più elevate rispetto a quelle verificate nella fase di omologazione. Tale circostanza ha fatto venire meno i presupposti di efficacia dell'intervento inizialmente valutati. A fronte del forte impegno economico richiesto dagli incentivi, la riduzione attesa delle emissioni di materiale particolato e dei suoi precursori sarebbe stata, infatti, modesta nel breve periodo (2015). Nel lungo periodo l'intervento avrebbe portato addirittura all'aumento delle emissioni del parco circolante dei veicoli merci, in quanto avrebbe determinato il ricambio di tali veicoli prima dell'entrata in vigore della classe Euro VI, prevista per il 2013, cui dovrebbe essere associata un'effettiva riduzione delle emissioni di biossido di azoto per i veicoli pesanti. L'adozione dell'intervento è stata, pertanto, sospesa e sono in studio revisioni volte ad ottimizzarne il rapporto costi/benefici.

I due progetti pilota, avviati nel 2009, sono, invece in corso. Il primo, che ha destinato 3,5 milioni di euro per verificare la capacità di carico delle infrastrutture ferroviarie esistenti nel Nord Est del Paese in relazione al numero e alle percorrenze dei veicoli merci, è propedeutico all'adozione di misure volte a favorire il trasferimento modale dei veicoli merci più inquinanti.

Il secondo ha lo scopo di verificare l'efficacia di misure di elettrificazione di banchine portuali ed ha, finora, destinato 15 milioni di euro per l'elettificazione del porto di Genova. Se saranno conseguiti risultati apprezzabili, la misura sarà estesa ad altre città portuali.

Misure regolamentari

• *Differenziazione tasse di circolazione*

Al fine di incentivare il ricambio del parco circolante premiando i veicoli aventi minori emissioni, con la legge Finanziaria 2007 è stato previsto che la tassa di possesso dei veicoli non sia più calcolata solo sulla base della potenza, ma anche sulla base della classe di omologazione riferita alle emissioni (Euro 0, Euro 1, ecc.). Un particolare aggravio è stato previsto per i veicoli di potenza superiore a 100 kW, in quanto maggiormente inquinanti. In particolare, il meccanismo di calcolo della tassa prevede un incremento progressivo in base alla classe di emissioni inquinanti della vettura.

- ***Emissioni dei mezzi nei cantieri***

Per quanto riguarda i cantieri, nel 2010, sono state introdotte specifiche disposizioni volte a limitare le emissioni di PM10 primario e dei suoi precursori, tra cui il NO₂. Con il decreto legislativo n. 155/10 é stato, infatti, attribuito alle Regioni il potere di adottare misure di contenimento delle emissioni, tra cui la possibilità di imporre obbligo di utilizzare nei cantieri mezzi (macchine da cantiere e veicoli adibiti al trasporto di materiali) che rispondono alle più recenti direttive in materia di emissioni da veicoli. Peraltro, imposizioni della stessa natura sono state introdotte, fin dal 2005, nei provvedimenti di compatibilità ambientale statali con riferimento ai cantieri più impattanti (per dimensioni e durata).

Misure di incentivazione

- ***Misure per la promozione di una mobilità sostenibile***

Al fine di promuovere la realizzazione di interventi finalizzati alla riduzione dell'utilizzo del mezzo privato motorizzato a favore di modalità di trasporto alternativo e, contestualmente, alla riduzione dell'inquinamento atmosferico nelle aree urbane, a partire dalla fine degli anni '90 sono stati attivati una serie di programmi nazionali di mobilità sostenibile. Tali programmi hanno consentito, in particolare, di finanziare più di 550 interventi nei centri urbani, per un impegno economico superiore a 600 milioni di euro.

Tali interventi hanno avuto ad oggetto, a titolo di esempio:

- promozione di carburanti a basso impatto ambientale (gpl, metano),
- promozione di interventi volti alla riduzione del traffico,
- promozione di sistemi di trasporto alternativo (taxi collettivo, car pooling, ecc.),
- acquisto di veicoli a basso impatto ambientale,
- promozione di interventi volti alla miglior gestione della mobilità urbana.

- ***Trasporto pubblico locale***

Il trasporto pubblico locale (TPL) costituisce una chiave determinante delle politiche di mobilità in aree urbane e metropolitane ed un fattore fondamentale per la qualità dell'aria nei centri urbani.

Le leggi nazionali che finanziano le regioni per il rinnovo e il potenziamento delle flotte del TPL, stanziando una quota di base pari a oltre 270 milioni di euro/anno, prevedono quote destinate a finanziare l'acquisto di autobus ad alimentazione non convenzionale e a basso impatto ambientale e l'acquisizione di tecnologie atte a razionalizzare e sviluppare il trasporto pubblico locale. A tale somma si aggiungono finanziamenti straordinari che variano di anno in anno.

A partire dal 2007, si è aggiunto un fondo triennale di 300 milioni di euro, successivamente rifinanziato per altri 176,5 milioni di euro fino al 2011. Tale fondo è destinato alla concessione di contributi fino al 75% del costo sostenuto per:

- a) veicoli ferroviari da destinare ai servizi di competenza regionale;
- b) veicoli destinati a servizi su linee metropolitane, tranviarie e filoviarie;
- c) autobus a minor impatto ambientale o ad alimentazione non convenzionale.

Risulta altresì rilevante il programma avviato con la legge n. 211/92 che ha previsto interventi sul trasporto rapido di massa. Per effetto dei numerosi finanziamenti che si sono aggiunti alla quota inizialmente stanziata dal programma, sono in corso di realizzazione oltre 60 interventi, aventi prevalentemente ad oggetto sistemi di trasporto elettrificati, in centri urbani di medie-grandi dimensioni, per un investimento pari a circa 4,3 miliardi di euro.

Nell'ambito dei programmi di cui alla sopracitata "legge obiettivo" sono stati individuati numerosi interventi nell'ambito ferroviario e del trasporto pubblico locale (linee metropolitane). La gran parte di tali interventi sono attualmente in corso. La progressiva conclusione delle attività per la realizzazione delle nuove infrastrutture rilevanti per ferrovia e trasporti rapidi di massa che, come noto, richiedono lunghi tempi di realizzazione, contribuirà in maniera significativa e strutturale al raggiungimento dei valori limite del NO₂ negli ambiti urbani.

- ***Misure di incentivazione al rinnovo ecosostenibile del parco autovetture e veicoli commerciali***

A partire dagli anni '90 sono state adottate a livello nazionale una serie di misure di incentivazione volte al rinnovo del parco circolante dei veicoli presente sul territorio nazionale e alla diffusione di tecnologie e combustibili per autotrazione più ecologici.

In particolare, si tratta di incentivi finanziari consistenti in contributi alla rottamazione, rimborsi dell'abbonamento al trasporto pubblico, contributi all'acquisto, esenzioni dal pagamento delle tasse automobilistiche da uno a tre anni.

Nel recente periodo, le leggi Finanziarie degli anni 2007, 2008 e 2009 hanno previsto misure di incentivazione al rinnovo del parco autovetture finalizzate a favorire l'acquisto di veicoli ecologici e la demolizione dei veicoli più inquinanti (misure in vigore dal 1° gennaio 2007 al 31 dicembre 2009 con possibilità di immatricolazione dei veicoli fino al 31 marzo 2010).

In relazione poi al parco degli autocarri fino a 3,5 t, il decreto legge 10 febbraio 2009, n. 5, ha previsto, dall'11 febbraio 2009 al 31 dicembre 2009, misure di incentivazione volte al rinnovo del parco circolante.

Per quanto riguarda infine gli autoveicoli merci pesanti, il decreto del Presidente della Repubblica 29 dicembre 2007, n. 273⁹, ha previsto contributi per le imprese di autotrasporto merci per conto terzi che acquistano autoveicoli nuovi, di massa complessiva pari o superiore a 11,5 tonnellate, di categoria Euro V. I contributi, per cui è previsto un fondo di 70 milioni di euro, sono stati destinati agli acquisti avvenuti dal 1° gennaio 2007 al 31 dicembre 2008.

⁹ Attuato con il decreto interministeriale emanato dal Ministero delle infrastrutture e trasporti di concerto con quello dell'Economia e finanze n.148-T, pubblicato nella G.U. n.241 del 14 ottobre 2008.

5 MOTIVAZIONI DEL MANCATO RAGGIUNGIMENTO AL 2010

Il complesso delle misure adottate dalle regioni nei piani di risanamento e degli interventi sviluppati a livello nazionale ha consentito un costante miglioramento delle condizioni della qualità dell'aria ambiente relativamente all'NO₂ anche se le riduzioni delle concentrazioni atmosferiche riscontrate si sono rivelate inferiori ai trend attesi dalle valutazioni dell'evoluzione dell'inquinamento atmosferico da NO₂ effettuate prima del 2005.

Le cause sono da attribuire principalmente alla mancata efficacia delle politiche di riduzione delle emissioni di inquinanti in atmosfera adottate a livello comunitario, soprattutto quelle concernenti il settore dei trasporti che, come confermato dalle valutazioni derivanti dal “*source apportionment*” descritto al capitolo 6, incide in modo determinante sulla totalità dei superamenti registrati a livello nazionale.

Tale circostanza, ha, di fatto, determinato il mancato conseguimento, in alcune zone, dei valori limite del NO₂ entro il termine del 31 dicembre 2009, come previsto nelle iniziali valutazioni.

Una serie di studi effettuati a livello europeo¹⁰, hanno dimostrato che, nei fatti, non sono state conseguite le riduzioni delle emissioni inquinanti dai veicoli attese dall'attuazione delle direttive comunitarie in materia di trasporti, soprattutto in riferimento alle emissioni di ossidi di azoto (NO+NO₂). I dati sperimentali hanno dimostrato, infatti, che le emissioni medie di ossidi di azoto nell'esercizio reale dei veicoli Euro 3/III, introdotti a partire dall'anno 2000, sono risultate non inferiori a quelle dei vecchi veicoli Euro 0. Le stesse considerazioni possono essere estese ai veicoli Euro 4/IV e 5/V introdotti a partire rispettivamente dall'anno 2005 e dall'anno 2009, che non hanno garantito i margini di riduzione attesi.

La figura seguente mostra il confronto tra i fattori di emissione utilizzati dalla Commissione europea, nel 1995, per l'elaborazione degli scenari emissivi di riferimento che hanno costituito la base per l'impostazione delle politiche comunitarie in materia di qualità dell'aria (e in particolare per l'individuazione delle date di conseguimento dei valori limite), e quelli attualmente disponibili aggiornati sulla base delle reali emissioni dei veicoli. Risulta evidente come sia per i veicoli pesanti che per quelli leggeri le reali riduzioni delle emissioni da veicoli registrate nel passaggio tra euro 0 ed euro 5/V siano notevolmente inferiori alle attese.

¹⁰ NO₂ Workshop Brussels - 14-15 April 2010. Stakeholder Expert Group on the Review of EU Air Policy, 6-7 June 2011

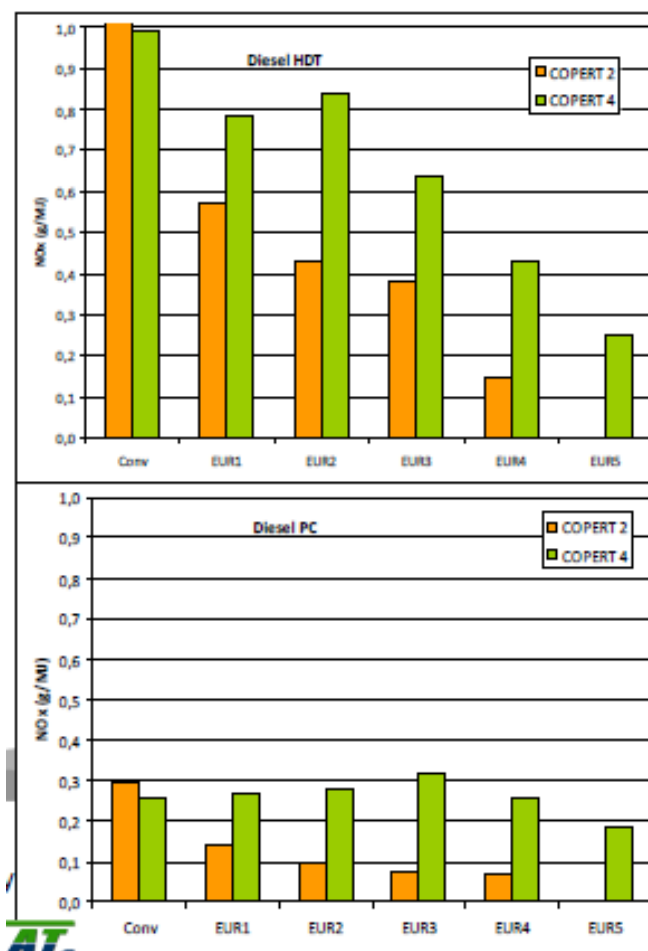


Fig.5.1 confronto fattori di emissione COPERT 2 e COPERT 4

Tale circostanza ha, di fatto, quasi cancellato i benefici attesi dagli Stati in relazione alla riduzione delle emissioni del NO_2 dal settore dei trasporti che, come indicato nel capitolo 3, è la principale sorgente di emissione di tale inquinante. Il mancato raggiungimento dei livelli di prestazione attesi ha, tra l'altro, pressoché annullato l'efficacia delle misure di incentivazione del ricambio del parco veicolare adottate dall'Italia per ridurre le emissioni dal settore dei trasporti.

Dalle valutazioni operate risulta, altresì, un rilevante contributo ai livelli di NO_2 di alcune zone costiere derivante dalle emissioni del traffico marittimo internazionale.

Ulteriori fattori che hanno contribuito al mancato raggiungimento dei valori limite sono derivati:

- dalle tecnologie adottate dai costruttori per ridurre le emissioni dei nuovi veicoli (ad esempio l'introduzione di alcuni tipi di trappole anti particolato) che hanno determinato un rapporto di emissione NO/NO_2 più spostato verso l' NO_2 rispetto a quanto ipotizzato inizialmente.
- dalle caratteristiche dell'atmosfera complessivamente più ossidante rispetto al passato, determinate dalla riduzione delle concentrazioni atmosferiche di altri inquinanti, in particolare di biossido di zolfo. Tale circostanza ha determinato uno spostamento del rapporto $\text{NO} - \text{NO}_2$ verso l' NO_2 .

In figura viene evidenziato l'andamento del rapporto NO_2/NO in 3 stazioni di Milano, 2 da traffico (Zavattari e Marche) e una di background (Abbiategrasso).

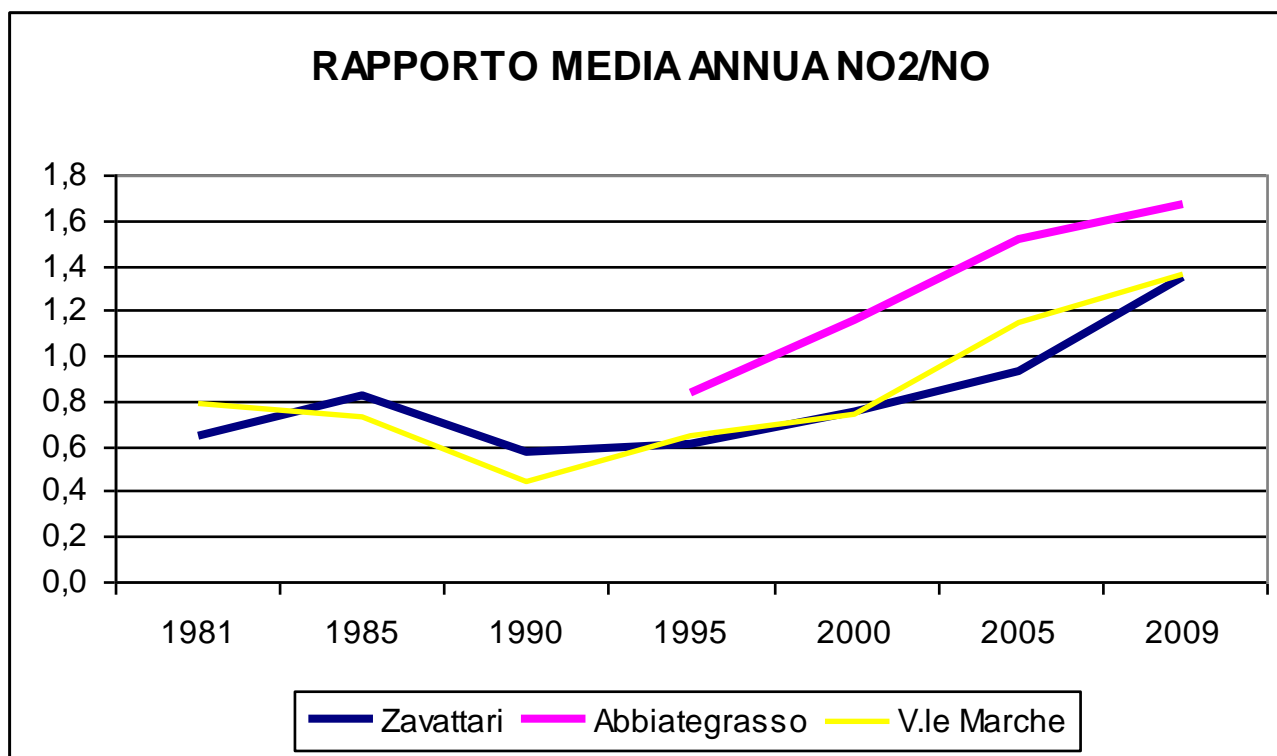


Fig.5.2: andamento del rapporto NO₂/NO in 3 stazioni di Milano

Un ruolo negativo ha avuto, infine, il mancato coordinamento, a livello comunitario, tra le azioni sviluppate per la riduzione dei gas ad effetto serra e le politiche sulla qualità dell'aria.

I risultati delle valutazioni effettuate con il modello integrato nazionale dimostrano che le misure pianificate per soddisfare gli impegni in materia di gas serra non sono in molti casi sinergiche rispetto alle misure pianificate in materia di gas inquinanti, ponendosi talora addirittura in contrasto con queste ultime.

Nel caso specifico, gravi effetti divergenti si sono riscontrati a seguito dell'attuazione delle politiche comunitarie volte al contenimento dei consumi del settore dei trasporti che hanno favorito un'ampia diffusione dei veicoli diesel a scapito dei veicoli alimentati a benzina (vedi Fig. 5.3).

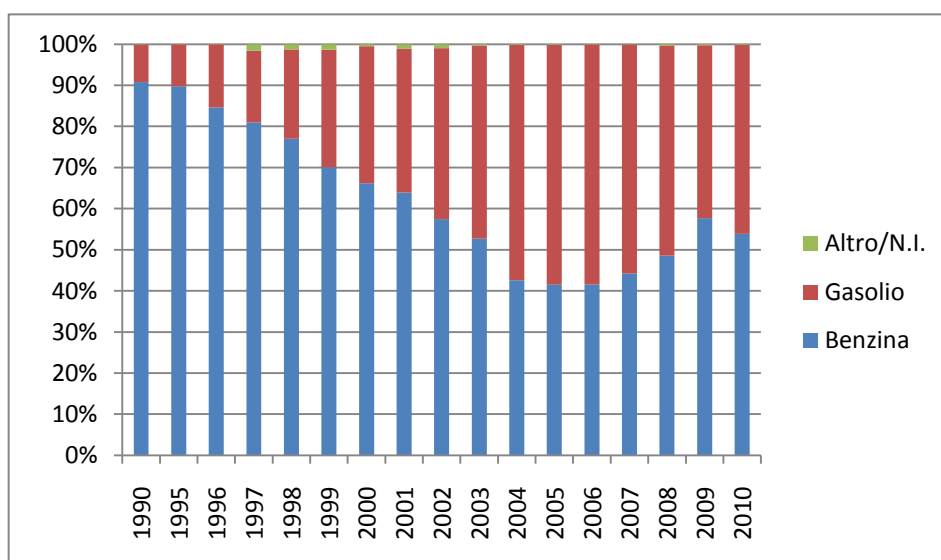


Fig.5.3: ripartizione per alimentazione delle nuove immatricolazioni di autovetture in Italia (fonte dati: ACI)

Dal momento che le emissioni di ossidi di azoto dei veicoli diesel sono molto più alte di quelle dei veicoli a benzina, la prevalenza dei veicoli diesel ha ulteriormente aggravato la mancata riduzione delle emissioni inquinanti attesa dalla progressiva entrata in vigore degli standard emissivi dei veicoli da Euro 1 ad Euro 5.

Anche la diffusione della combustione della biomassa per riscaldamento domestico in sostituzione del gas metano (combustibile prevalentemente utilizzato, in Italia, per il riscaldamento civile), anche incentivata dalle politiche contro i cambiamenti climatici, ha comportato un aumento non previsto delle emissioni di ossidi di azoto in atmosfera.

Prospettive dell'evoluzione del fenomeno di inquinamento da NO₂ al 2015

Per le motivazioni illustrate nel presente capitolo, per quanto l'adozione delle misure a livello locale e nazionale abbia costituito il massimo sforzo possibile per l'Italia per il rispetto dei valori limite del NO₂, non è stato possibile conformarsi a tali valori nei tempi stabiliti.

Tuttavia, l'insieme delle misure ha avviato un processo di progressiva e significativa riduzione delle emissioni e delle concentrazioni di NO₂ che, considerando le proiezioni calcolate per il 2015, risulta destinato a continuare in modo permanente e strutturale.

Ai capitoli 8 e 9, sono riportate le valutazioni circa la capacità delle misure adottate di contribuire alla riduzione delle emissioni e conseguentemente delle concentrazioni di NO₂ al 2015.

6 LA VALUTAZIONE DELLE CONCENTRAZIONI IN ARIA DEGLI OSSIDI DI AZOTO: SOURCE APPORTIONMENT

6.1 Il sistema modellistico nazionale MINNI

Sin dal 2003 l'Italia si è dotata di un modello Integrato Nazionale, denominato MINNI, di supporto, in particolare, all'impostazione e alla valutazione dell'efficacia delle politiche di risanamento della qualità dell'aria.

MINNI è una complessa suite modellistica comprendente un sistema modellistico atmosferico tridimensionale (AMS - Atmospheric Modelling System), per la simulazione diretta della dispersione e delle trasformazioni degli inquinanti in fase gassosa e particellare relativamente ad uno specifico anno meteorologico e ad una configurazione emissiva e un modello per la valutazione integrata d'impatto (GAINS-Italia) che rende possibile stimare, per un dato scenario energetico e produttivo, gli effetti di specifiche politiche di controllo delle emissioni. Per le sue caratteristiche intrinseche è in grado di gestire un approccio multi-inquinante e multi-effetto relativamente alle strategie di controllo.

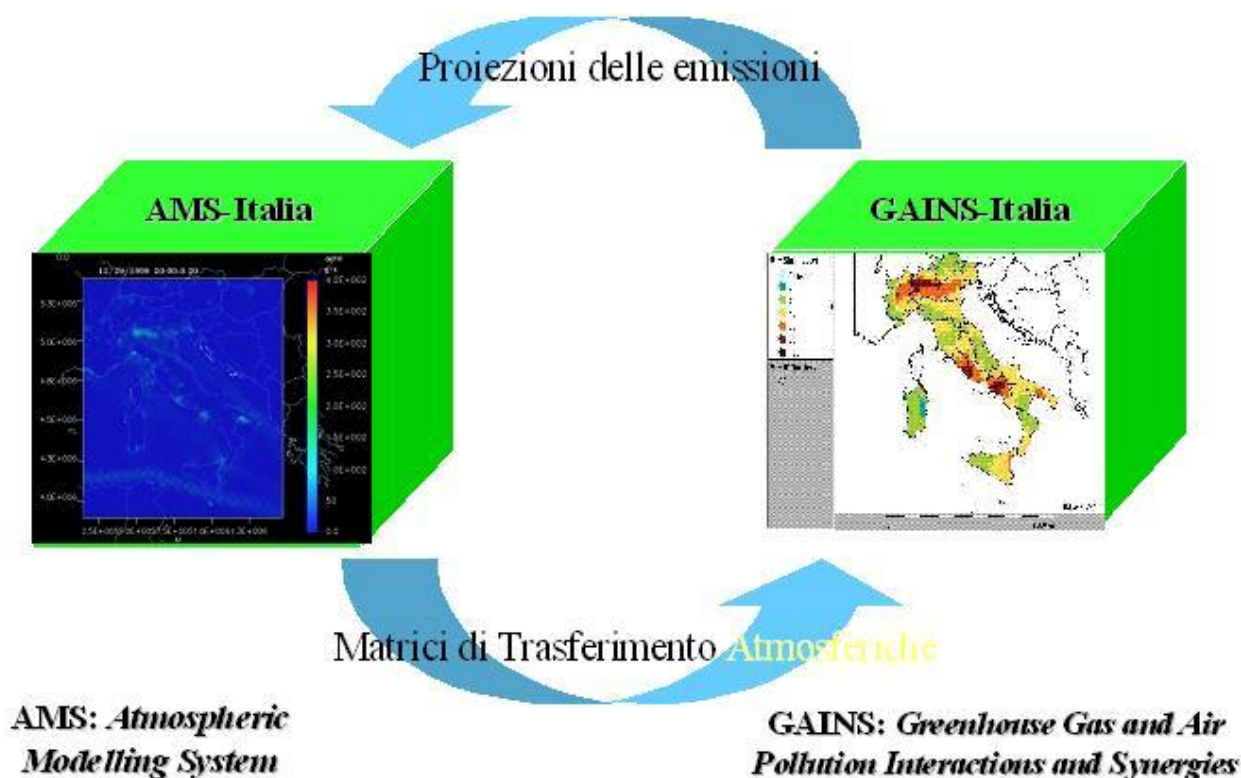


Fig.6.1: principali componenti del sistema MINNI

In maggiore dettaglio, il sistema AMS è composto da RAMS, modello meteorologico prognostico non-idrostatico sviluppato dall'Università del Colorado (Cotton *et al.*, 2003), e da FARM modello Euleriano tridimensionale (Gariazzo *et al.*, 2007; Silibello *et al.*, 2008) che tratta il trasporto, l'evoluzione chimica e la deposizione degli inquinanti. RAMS fornisce a FARM l'input meteorologico mentre l'input emissivo su base oraria e su griglia è preparato dal pre-processore Emission Manager (modulazione temporale, disaggregazione spaziale e speciazione chimica) a partire dai dati dell'inventario provinciale delle emissioni sviluppato ogni 5 anni da ISPRA (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale) e dai dati dell'inventario europeo EMEP per le emissioni dei paesi circostanti. AMS fornisce come output su tutto il territorio nazionale le

concentrazioni orarie in aria e le deposizioni orarie al suolo degli inquinanti tenendo conto di uno specifico anno di riferimento meteorologico ed emissivo.

Ciascuna componente (meteo, emissioni e qualità dell'aria) è articolata su due sistemi di griglie di calcolo, entrambe ricoprenti l'intero territorio: una griglia nazionale, con risoluzione di 20 km, e 5 griglie multi-regionali (Nord, Centro e Sud Italia, Sicilia, Sardegna) a risoluzione di 4 km. La prima consente di tenere in debito conto, tramite le condizioni al contorno mutate dal modello a scala europea EMEP, dei contributi delle sorgenti estere più lontane; le concentrazioni su tale griglia forniscono poi a loro volta le condizioni al contorno per le griglie a risoluzione maggiore: in tal modo le informazioni a scala continentale vengono veicolate fino alla risoluzione più fine. La figura seguente mostra il posizionamento dei domini a risoluzione 4 km all'interno della griglia nazionale a risoluzione di 20 km.

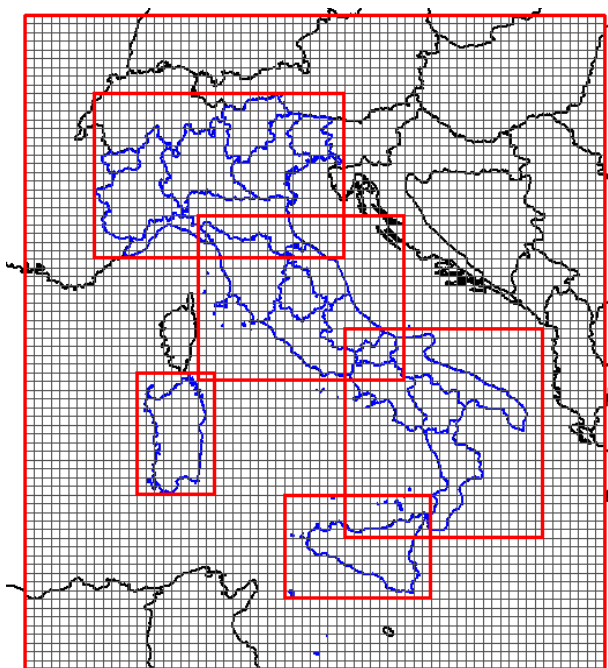


Fig.6.2: griglia nazionale a risoluzione di 20 km e 5 griglie multi-regionali a risoluzione di 4 km

GAINS Italia è un modello di valutazione integrata, di impatto e costi, di politiche di riduzione dell'inquinamento atmosferico. Sviluppato in collaborazione tra ENEA e IIASA (International Institute for Applied Systems Analysis), è la versione su scala nazionale di GAINS-Europe, attualmente utilizzato in sede europea per elaborare scenari emissivi alternativi e supportare la negoziazione sulle politiche europee più rilevanti per il miglioramento della qualità dell'aria.

La valutazione dell'efficacia può avvenire in via speditiva all'interno di GAINS utilizzando una Matrice di Trasferimento Atmosferico generata dal modello euleriano nazionale. Si tratta sostanzialmente di relazioni sorgente-recettore, che esprimono il contributo delle emissioni di ciascuna Regione ad ogni singola cella della griglia di riferimento. Le relazioni semplificate fra emissioni e concentrazioni-deposizioni tengono conto della complessità chimico-fisica di AMS senza richiedere l'esecuzione di run completi di simulazione, ma sono solide all'interno di definiti intervalli di variazione degli input emissivi e ad una scala spaziale non inferiore al 20km x 20 km.

In alternativa, per valutazioni più di dettaglio è possibile alimentare AMS direttamente con uno scenario emissivo elaborato su base regionale da GAINS, tramite un software (RAIL-RAINS Atmospheric Inventory Link) che realizza sia l'accoppiamento dei diversi sistemi di classificazione delle attività che producono emissioni, sia la loro disaggregazione su base provinciale, necessaria di norma ad AMS.

MINNI è normalmente utilizzato per valutare sia l'efficacia delle politiche nazionali sia quella dei piani delle Regioni finalizzati alla riduzione delle emissioni e delle concentrazioni atmosferiche. In particolare MINNI è già stato utilizzato per rispondere alle richieste della Commissione Europea nelle fasi che hanno riguardato la Procedura di infrazione 2008/2194 e richiesta di deroga per l'entrata in vigore dei valori limite per il particolato PM10.

Nel presente contesto il modello nazionale ha fornito:

1. l'elaborazione di un source apportionment quantitativo
2. una nuova simulazione nazionale 4km x 4km all'anno base 2005 sulla base degli stessi input emissivi e meteorologici utilizzati per la simulazione di scenario 2015, al fine di avere un sistema coerente di valutazione dei progressi intervenuti con la prima fase di pianificazione di misure di abbattimento delle emissioni e dei progressi ulteriori che si intende conseguire con ulteriori misure
3. la simulazione nazionale 4km x 4km all'anno di scenario 2015 coerente con gli input della simulazione 2005, e comprensiva delle misure adottate dalle Amministrazioni Regionali fino al 2010 e di alcune ulteriori misure previste a livello nazionale.

I risultati delle elaborazioni sono illustrati nelle sezioni successive.

6.2 *Il source-apportionment*

Come schematizzato nella figura 6.3 la ripartizione dei contributi dati alle concentrazioni atmosferiche dell'NO₂ è determinata:

- dall'evoluzione delle emissioni su scala globale e delle emissioni naturali (fondo su vasta scala);
- dalle emissioni su scala urbana (fondo urbano);
- dalle emissioni locali (traffico e sorgenti locali);

I contributi transfrontalieri o all'interno dei confini attivi su vasta scala o scala sinottica possono determinare una quota rilevante delle concentrazioni di NO₂, in relazione alle condizioni meteorologiche che influenzano la dispersione degli inquinanti.

Il contributo del “fondo urbano” proveniente dalle aree urbanizzate limitrofe aumenta ulteriormente i livelli delle aree centrali degli agglomerati, ma influenza meno le zone periferiche (punto 4). Rispetto alle zone urbanizzate ma non interessate da particolari flussi da traffico (punto 3), le concentrazioni di NO₂ nelle zone urbanizzate più esposte al traffico (punto 2) risentono di ulteriori contributi, presentando consistenti “picchi” di concentrazione, sia come medie giornaliere che come medie annuali, che vanno a sommarsi agli altri contributi. Tali picchi possono interessare anche zone più periferiche ma poste, ad esempio, in vicinanza di autostrade (punto 1).

Per quanto il contributo su vasta scala e quello di fondo urbano possono, in alcune realtà, determinare un'incidenza rilevante sulle concentrazioni di NO₂, nella maggior parte dei casi il contributo relativo al traffico e ad altre sorgenti locali risulta determinante sui livelli di qualità dell'aria di tale inquinante.

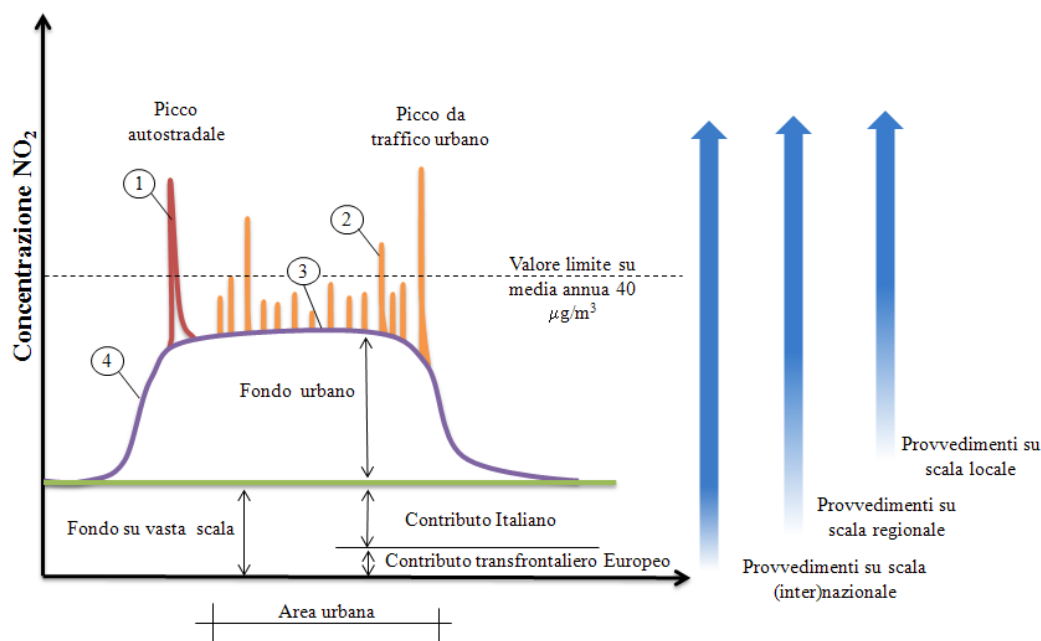


Fig 6.3: schema concettuale dei contributi che determinano i livelli di ossidi azoto in aria ambiente.

Al fine di stimare i contributi delle varie fonti emissive sui livelli di fondo dell'NO₂ è stata svolta, con il sistema modellistico nazionale, l'elaborazione di un source apportionment che ha consentito di quantificare, per ogni singola zona e agglomerato, i contributi delle specifiche sorgenti emissive ai livelli di NO₂.

L'anno di riferimento per l'elaborazione del source apportionment è il 2008 ed è stato conseguentemente utilizzato l'inventario nazionale delle emissioni disponibile, a questa data, solo a scala nazionale.

La discesa dell'inventario a livello comunale è stata effettuata utilizzando un approccio top-down, con una prima scalatura a livello provinciale realizzata sulla base dei rapporti Provincia/Italia dell'inventario nazionale 2005 per i diversi inquinanti ed i singoli settori, ed un secondo livello più fine utilizzando un set di variabili proxy comunali, scelte cercando di ottimizzare il rapporto tra il "miglior" indicatore da utilizzare e la sua effettiva disponibilità a livello comunale.

In questo modo è stato possibile mantenere la spazializzazione territoriale delle emissioni e, allo stesso tempo, la suddivisione tra le sorgenti diffuse e quelle puntuali.

Per quanto riguarda il contributo delle sorgenti localizzate nei paesi esteri (condizioni al contorno), è stato utilizzato il database EMEP, riferito sempre all'anno 2008.

La metodologia utilizzata per la stima dei contributi si basa su una serie di run del modello di qualità dell'aria, ciascuno realizzato variando le emissioni delle sorgenti di cui si vuole mettere in evidenza il contributo, e confrontandone i risultati con quelli di un run "di riferimento" che prende in considerazione tutte le sorgenti. In particolare, per ciascuna regione o settore di interesse:

- vengono diminuite di una percentuale prefissata le emissioni delle sorgenti antropiche corrispondenti;
- viene quindi effettuato un run del modello di qualità dell'aria a scala nazionale a 20 km o 4 km di risoluzione, per un mese invernale e uno estivo;

- viene calcolata in ciascun punto griglia la variazione Δ_i delle concentrazioni medie rispetto al run di riferimento.

Questo procedimento è ripetuto esaustivamente per tutte le regioni o settori, e al termine il contributo della singola sorgente (regione o settore) è calcolato in ciascun punto griglia come rapporto tra la singola variazione Δ_i e la loro somma, espresso in percentuale. Per ogni punto della griglia di calcolo l'operazione effettuata è

$$\frac{C_0 - C_i}{\sum_i (C_0 - C_i)} \quad (\%)$$

dove C_0 è la concentrazione di NO_2 calcolata nel run di riferimento e C_i è la concentrazione risultante dal run in cui si sono alterate le emissioni della regione o del settore i .

La variazione scelta per le emissioni è pari a -20%, una quantità in grado di mettere in evidenza i contributi, senza peraltro alterare significativamente il regime chimico dell'atmosfera rispetto alle condizioni del run di riferimento.

Come anno meteorologico è stato utilizzato il 2005.

Le stime effettuate riguardano i contributi:

- transfrontaliero: contributo percentuale delle emissioni dei paesi esteri alle concentrazioni medie di NO_2 in ciascun punto griglia ricadente in territorio italiano;
- regionali: contributo percentuale delle emissioni di ciascuna regione/provincia autonoma alle concentrazioni medie di NO_2 in ciascun punto griglia ricadente in territorio italiano, rispetto al contributo complessivo dato dalle emissioni nazionali;
- settoriali: contributo percentuale delle emissioni di ciascun settore alle concentrazioni medie di NO_2 in ciascun punto griglia ricadente in territorio italiano, rispetto al contributo complessivo dato dalle emissioni nazionali; sono stati presi in considerazione i seguenti insiemi di attività:
 - o traffico stradale (macrosettore 7);
 - o civile (macrosettore 2);
 - o trasporti marittimi e navigazione interna (settori 8.3 e 8.4);
 - o altri trasporti (restanti settori 8.x);
 - o produzione di energia, attività industriali e smaltimento dei rifiuti (macrosettori 1, 3, 4, 9).

Per i contributi transfrontaliero e regionali i run sono stati effettuati sul dominio di simulazione nazionale alla risoluzione di 20 km, mentre per i contributi settoriali i run sono stati condotti sui 5 domini di simulazione alla risoluzione di 4 km che coprono l'intero territorio nazionale.

6.3 *Risultati ottenuti*

6.3.1 Contributo transfrontaliero

La mappa del contributo transfrontaliero mostra come le sorgenti nazionali costituiscano la componente prevalente nel determinare le concentrazioni di NO_2 su gran parte del territorio. Lungo

l'arco alpino invece, il contributo scende progressivamente verso le aree di confine, dove le emissioni dei paesi limitrofi acquistano peso maggiore.

Le emissioni dal traffico marittimo internazionale sono incluse nel computo del contributo transfrontaliero: a tali sorgenti sono dunque da attribuirsi i valori elevati del contributo in prossimità delle coste, in particolar modo nelle zone che si affacciano sul Canale di Sicilia.

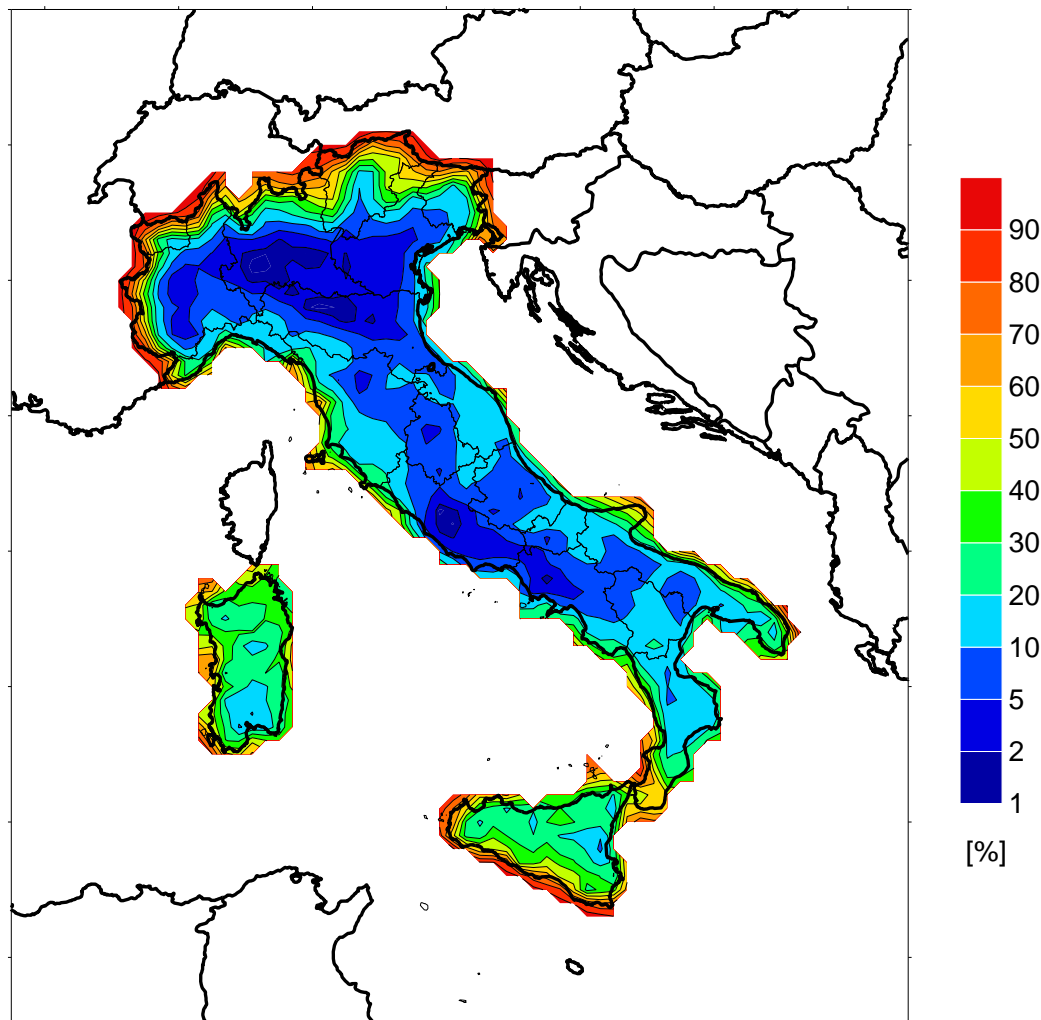


Fig 6.4: contributo transfrontaliero alle concentrazioni medie annuali di NO₂, espresso in percentuale rispetto al totale.

6.3.2 Contributo regionale

Le figure successive mostrano i risultati del source apportionment su base regionale: ciascuna mappa mostra il contributo delle emissioni di ciascuna regione/provincia autonoma alle concentrazioni medie annuali di NO₂, espresso in percentuale rispetto al contributo dato dal complesso delle sorgenti nazionali.

L'analisi dei risultati evidenzia la rilevanza delle sorgenti "locali" di ossidi di azoto. Su buona parte del territorio le emissioni di ciascuna regione costituiscono la componente di gran lunga prevalente, giustificando dunque l'importanza di misure di controllo a carattere regionale o comunque connesse a sorgenti presenti nel territorio.

Scostamenti anche importanti da tale situazione avvengono tuttavia in prossimità dei confini di alcune regioni, laddove sorgenti rilevanti poste nelle aree adiacenti possono giocare un ruolo non trascurabile.

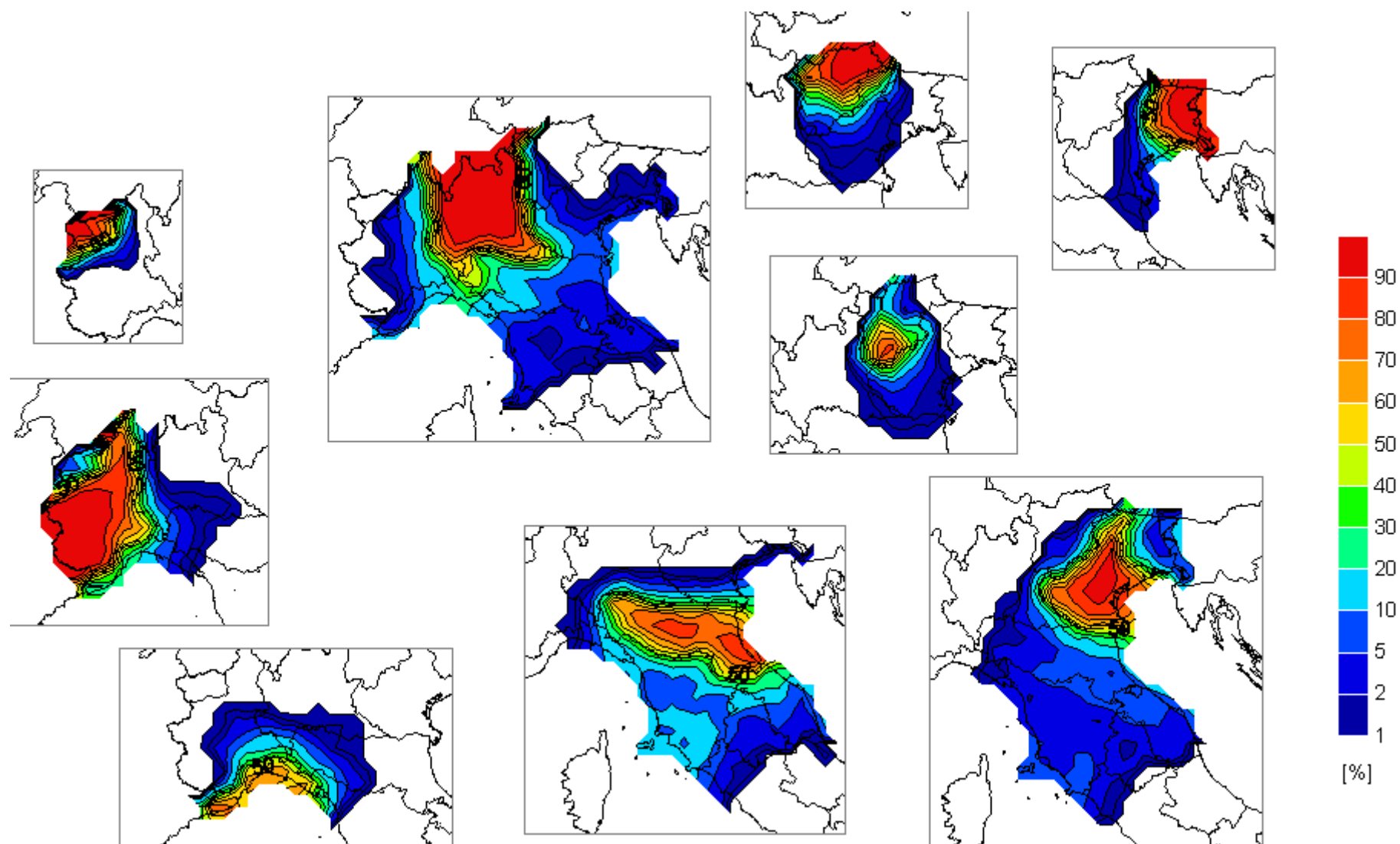


Fig. 6.5a: source apportionment regionale delle concentrazioni medie annuali di NO_2 : mappe dei contributi regionali per le regioni/province autonome dell'Italia Settentrionale.

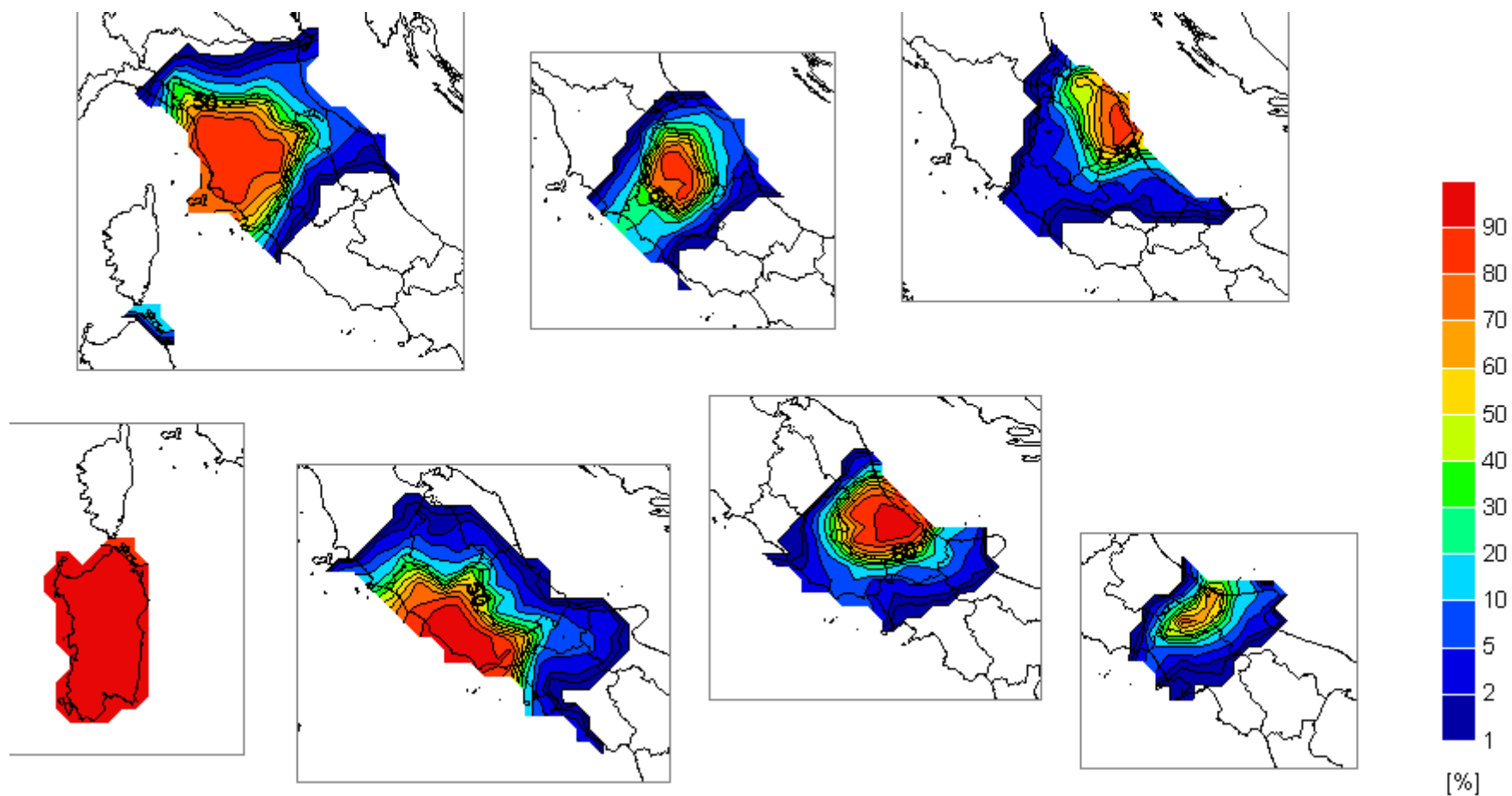


Fig. 6.5b: source apportionment regionale delle concentrazioni medie annuali di NO₂: mappe dei contributi regionali per le regioni dell'Italia Centrale e Sardegna

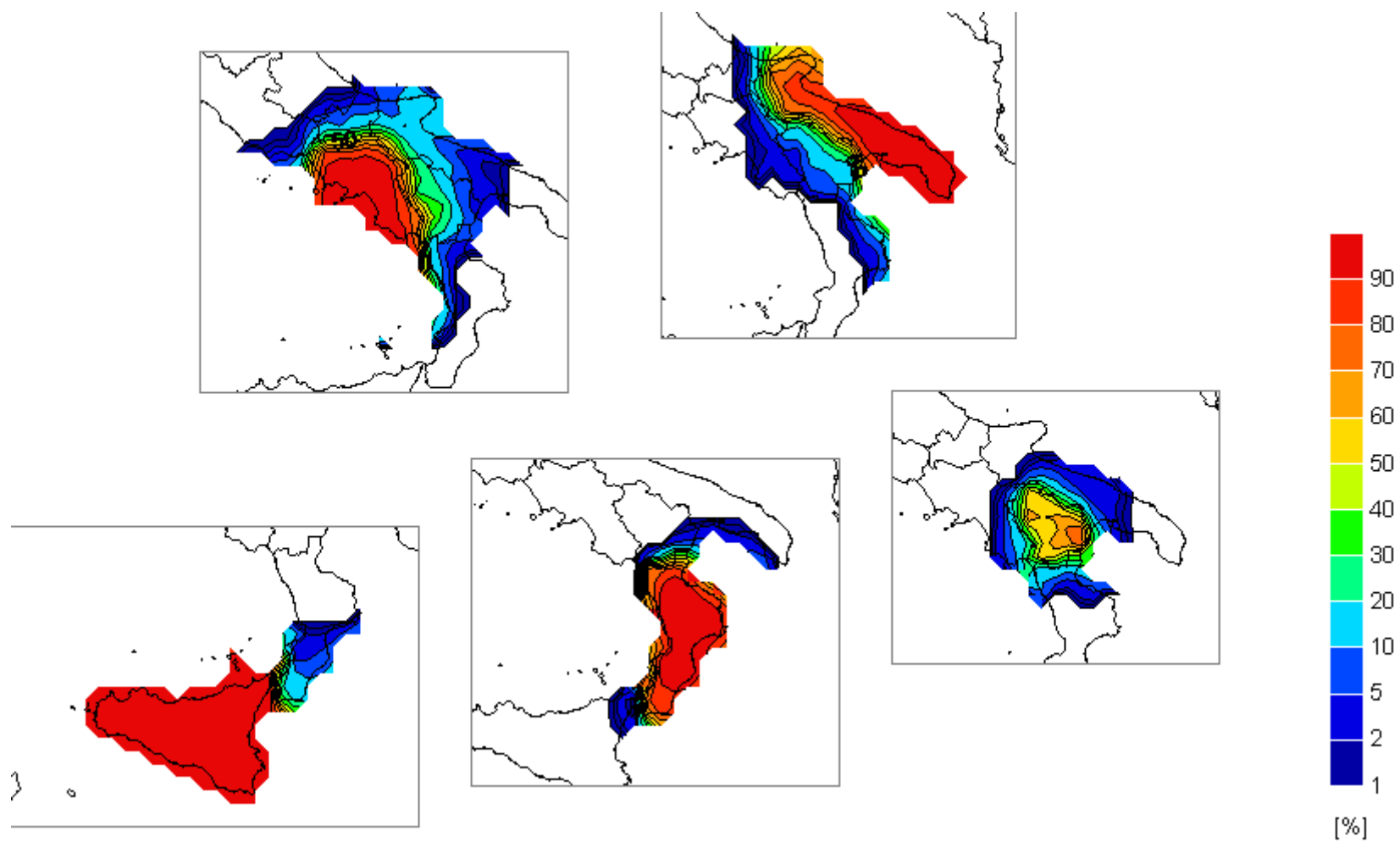


Fig. 6.5c:source apportionment regionale delle concentrazioni medie annuali di NO_2 : mappe dei contributi regionali per le regioni dell'Italia Meridionale e Sicilia

6.3.3 Contributo settoriale

Per ciò che riguarda il source apportionment settoriale nelle figure riportate nell'allegato 2 sono mostrati su ciascun dominio multi-regionale i contributi dei diversi settori considerati, espressi sia in termini di variazioni assolute Δ_i (a fronte della riduzione del 20% delle emissioni del settore corrispondente), sia in termini di contributo percentuale rispetto al complesso delle sorgenti nazionali. Le due informazioni sono complementari: in un dato punto, il contributo percentuale di un settore può risultare, infatti, rilevante anche se i valori assoluti delle concentrazioni possono essere non particolarmente elevati; l'elevato peso di un determinato settore può essere, altresì, influenzato dall'assenza, nelle vicinanze, di sorgenti significative appartenenti agli altri settori.

Sono inoltre mostrate, ai fini di una migliore interpretazione dei contributi, le mappe delle distribuzioni delle emissioni totali di ossidi di azoto e la loro ripartizione nei diversi macrosettori (le emissioni su base comunale fornite in input ai run del modello sono state qui raggruppate su base provinciale, per semplicità di lettura delle figure).

In generale è possibile apprezzare come il contributo dei trasporti stradali sia prevalente in corrispondenza dei maggiori centri abitati e delle grandi vie di comunicazione, dove può costituire fino ad oltre il 70% del contributo delle sorgenti.

Il contributo del settore civile, in termini percentuali, risulta invece in generale, distribuito più uniformemente sul territorio: risulta massimo nell'Italia settentrionale, dove è compreso tra il 20 ed il 40%, e decresce progressivamente procedendo verso sud, come lecito aspettarsi in funzione del minore utilizzo del riscaldamento.

L'influenza dei trasporti marittimi è evidente nelle zone costiere della penisola, e generalmente non supera il 10% del totale, tranne che in corrispondenza delle maggiori aree portuali, dove il contributo può superare il 50%. Nell'Italia settentrionale sono evidenziati altresì i contributi della navigazione interna sui grandi laghi prealpini (fino al 10% del totale) e sulle sezioni centrale e terminale del corso del fiume Po.

Il contributo degli "altri trasporti" raccoglie l'influenza esercitata dai maggiori aeroporti, dal traffico ferroviario non elettrificato e dalle macchine agricole e risulta in genere inferiore al 10%, tranne nelle aree che vedono presenze specifiche di tali sorgenti.

Infine, il contributo derivante dalle emissioni associate alla produzione di energia, alle attività industriali ed allo smaltimento dei rifiuti risulta maggiormente localizzato in corrispondenza dei principali impianti e, in generale si attesta al di sopra del 20% fino a qualche decina di km dalle sorgenti, con punte superiori al centro-sud, nei casi in cui importanti insediamenti industriali risultano localizzati in aree caratterizzate da scarsi apporti emissivi da parte degli altri settori.

Sono stati utilizzati opportuni algoritmi (così come fatto nella descrizione del procedimento seguito per il source apportionment) per consentire il passaggio dalle celle alle zone di superamento e per stimare i contributi delle diverse sorgenti, distinti in:

- Fondo su vasta scala;
- Fondo urbano;
- Contributo locale.

Si riportano di seguito i contributi stimati per le varie zone in relazione alle situazioni di superamento¹¹.

¹¹ I codici identificano le situazioni di superamento registrate nelle singole regioni

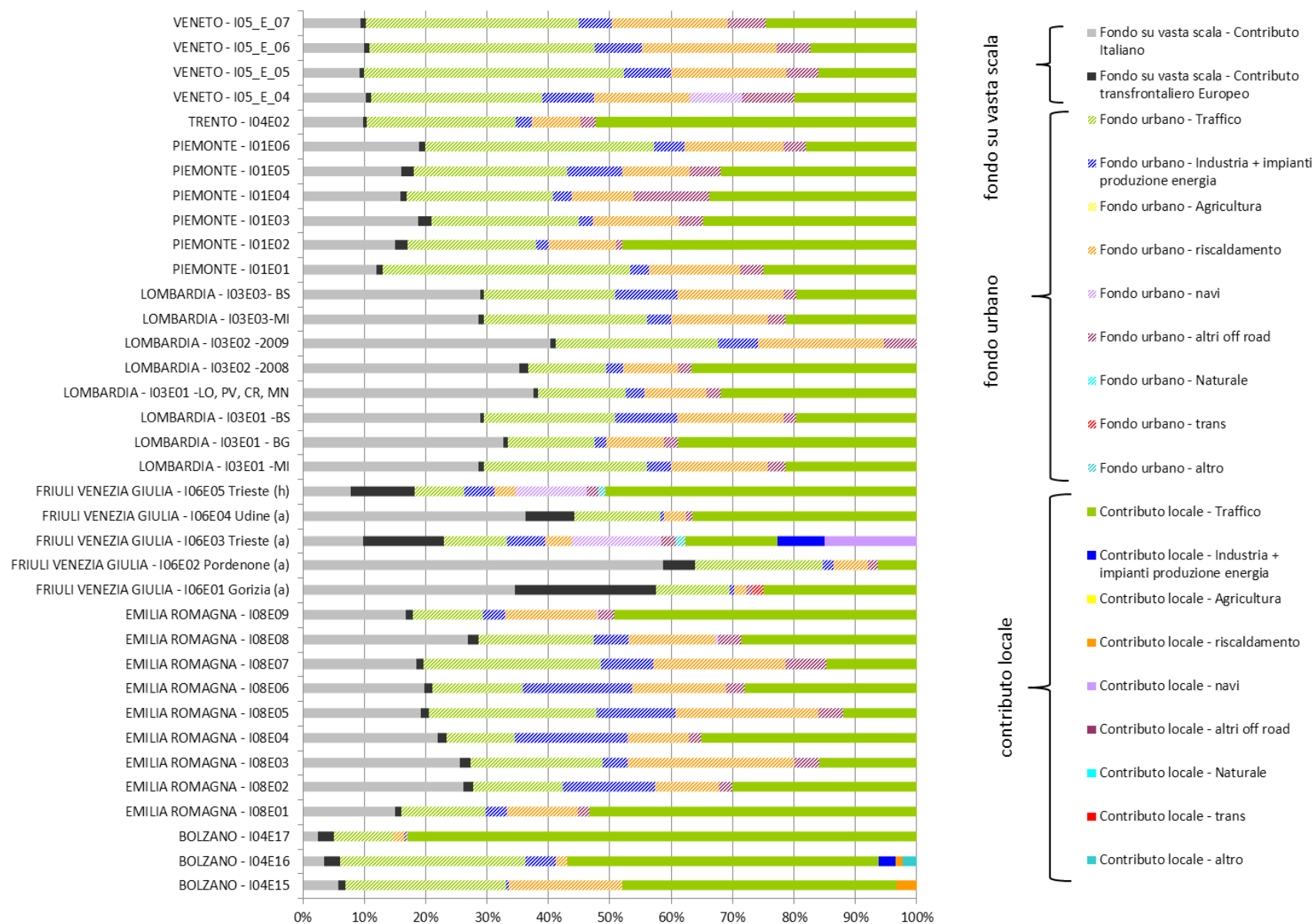


Fig. 6.6a: ripartizione percentuale per zona dei contributi alle concentrazioni di NO2 derivante dalle varie sorgenti e alle differenti scale

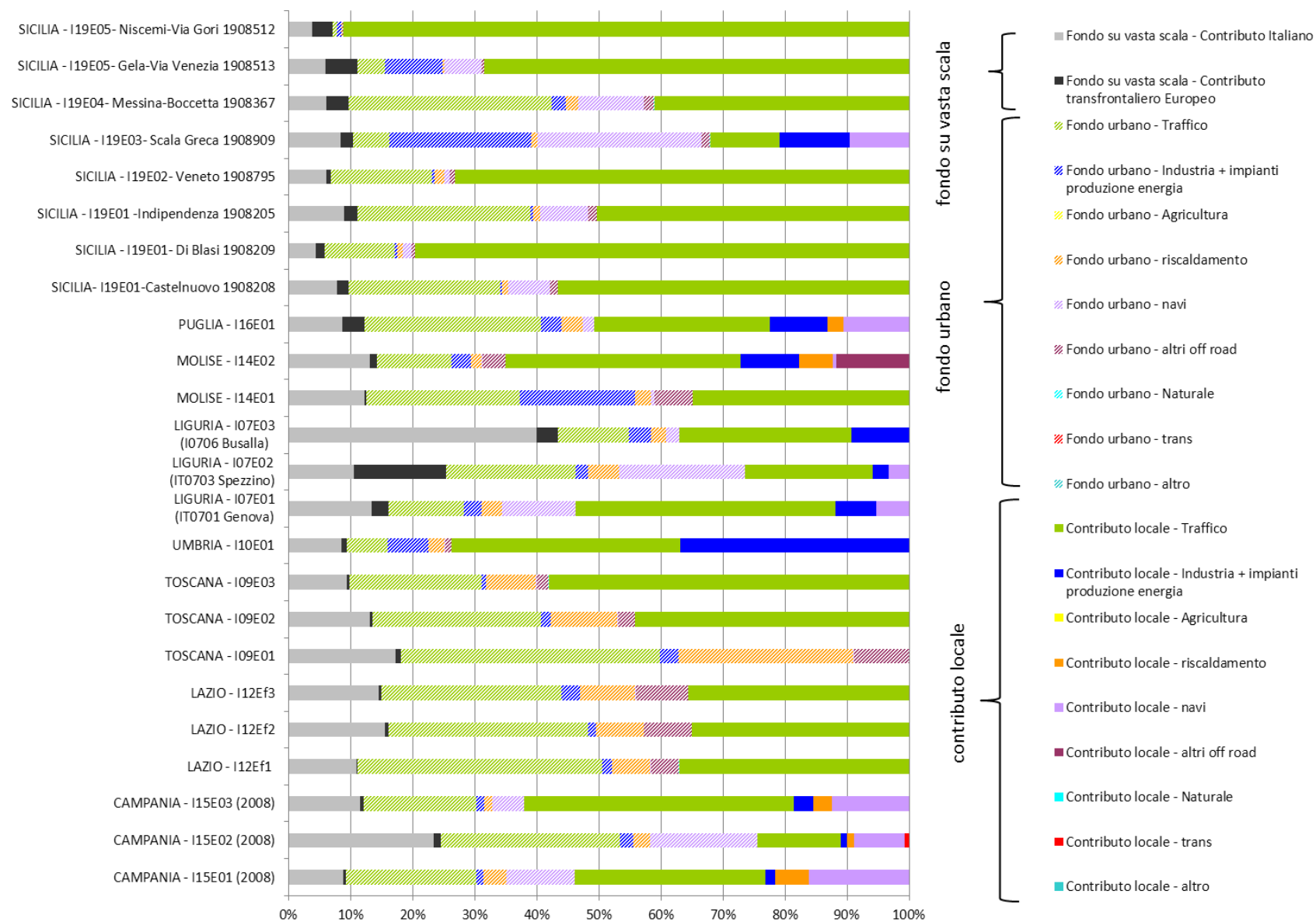


Fig. 6.6b: ripartizione percentuale per zona dei contributi alle concentrazioni di NO₂ derivante dalle varie sorgenti e alle differenti scale

7 LE PROIEZIONI DELLE EMISSIONI AL 2015

7.1 Descrizione delle metodologie

Come già riportato nel capitolo precedente, all'interno del modello nazionale MINNI, GAINS Italia è il modello di valutazione integrata dell'impatto e dei costi associati alle politiche di riduzione dell'inquinamento atmosferico, derivato dal modello comunitario GAINS Europe. Nella Fig. 7.1 è riportato uno schema sintetico dei flussi di dati in input e output dal modello

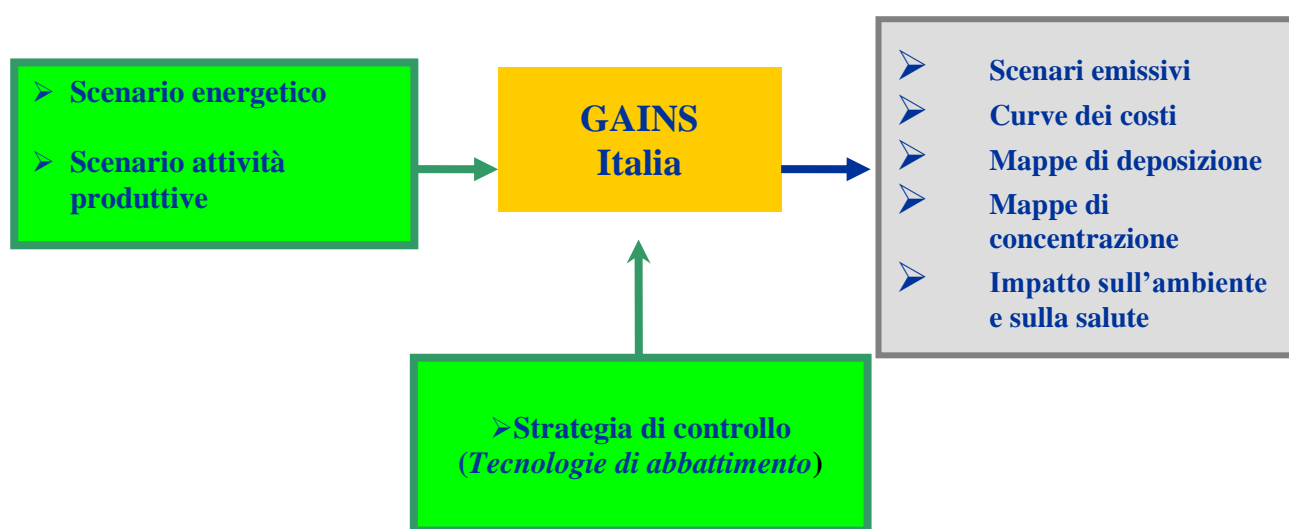


Fig: 7.1: schema del modello GAINS

Sono di seguito descritte le metodologie con cui sono stati elaborati i dati di input del modello. Tali dati sono riferiti all'anno base 2005.

Lo scenario energetico tendenziale, descritto in dettaglio in allegato 3, riporta i consumi e i fabbisogni energetici annui per settore e per fonte energetica fino al 2020, calcolati a partire dai trend storici dei consumi settoriali.

Lo scenario delle attività produttive, invece, contiene i dati di attività dei settori “non energetici” che producono emissioni e che comprendono i processi industriali, il settore agricolo, la produzione e lo smaltimento di rifiuti, le attività in cui vengono utilizzati solventi ed altre sorgenti emissive, quali attività di costruzione, fumo di sigaretta, fuochi d'artificio, ecc¹². Tale scenario viene sviluppato a livello nazionale sulla base di statistiche nazionali, proiezioni delle attività economiche non energetiche e fattori macroeconomici come ad esempio il PIL.

Per questi settori emissivi, il modello GAINS-Italia considera, come dato di attività, variabili utilizzabili direttamente per il calcolo delle emissioni (ad esempio il numero dei capi allevati, la

¹² I fattori di emissione utilizzati nel modello GAINS_Italy e per l'elaborazione dell'inventario nazionale delle emissioni sono quelli dell'EMEP CORINAIR Emission Inventory Guidebook.

quantità di vernice o di solvente utilizzata in una particolare produzione industriale, la quantità di prodotti realizzati in un determinato processo industriale).

La proiezione negli anni per i quali va svolta l'analisi di scenario è, pertanto, realizzata con riferimento a tali variabili.

Lo scenario delle attività produttive, così come lo scenario energetico sono stati aggiornati per tenere conto dei dati più recenti. La proiezione delle attività produttive al 2015 è stata condotta come segue.

Per quanto riguarda le attività agricole sono presi in considerazione gli allevamenti e l'utilizzo dei fertilizzanti.

La stima delle proiezioni del numero dei capi allevati è stata realizzata utilizzando variabili indipendenti quali: produzioni e consumi di carne per gli animali da macello, produzione e/o consumo degli alimenti prodotti (latte e uova) per gli animali non da macello. I consumi sono stati stimati in relazione all'evoluzione della popolazione stimata sulla base degli andamenti storici registrati.

Il ricorso a questa metodologia ha portato allo sviluppo di un semplice modello statistico attraverso il quale sono stati calcolati tassi di variazione delle variabili indipendenti, ad intervalli quinquennali, che hanno consentito di stimare l'evoluzione futura del numero dei capi allevati.

La previsione sulla quantità di fertilizzanti azotati impiegati viene desunta a partire dalle proiezioni formulate dall'EFMA, l'associazione europea di categoria che riunisce le industrie europee produttrici di fertilizzanti, tenendo conto degli andamenti storici dei consumi.

Per quanto riguarda i processi industriali, si è tenuto conto della crisi che ha interessato molti dei settori produttivi italiani. Si è pertanto ipotizzato che, al 2010, le produzioni si riducessero di una percentuale variabile dal 2% (nel caso per esempio degli impianti di calce) al 35% (nel caso per esempio della produzione di acciaio siderurgico – forni BOF) rispetto ai dati di produzione relativi al 2008. Per le proiezioni relative agli anni successivi al 2010 si è ipotizzata una ripresa dei vari settori seguendo la proiezione dei consumi energetici dei relativi settori industriali, contenuta nello scenario energetico tendenziale, e le informazioni derivanti dalle associazioni di categoria di settore.

La strategia di controllo riassume le ipotesi relative all'applicazione delle tecnologie di abbattimento delle emissioni per ogni attività e settore GAINS. E' costituita da valori % di penetrazione delle tecnologie medesime dovendo risultare 100% il totale delle opzioni di abbattimento (compresa l'opzione nulla) applicate al singolo settore/attività emissiva per ogni inquinante.

La consistenza tra le stime emissive di GAINS in un anno di riferimento e l'inventario nazionale delle emissioni al medesimo anno, è stata assicurata tramite un'attività di taratura mirata della strategia di controllo nazionale sulla base della legislazione esistente. Sono state in particolare considerate le direttive comunitarie relative al contenuto di zolfo nei combustibili, ai grandi impianti di combustione, ai limiti alle emissioni per i veicoli stradali e per le macchine non stradali, alla prevenzione e alla riduzione integrate dell'inquinamento (IPPC), alle attività produttive che implicano l'uso di solventi nonché all'uso di solventi in pitture, vernici e prodotti per le carrozzerie, alla produzione e distribuzione di benzina ed allo smaltimento in discarica dei rifiuti.

Successivamente, lo scenario energetico nazionale è stato regionalizzato a partire dai bilanci energetici regionali e analogo procedimento è stato effettuato sugli scenari delle attività produttive. Anche la strategia di controllo delle singole Regioni è stata ricostruita a partire da quella nazionale, tenendo così conto delle misure nazionali, ma inglobando anche le misure adottate fino al 2005-2006 nei Piani regionali di qualità dell'aria.

La produzione di scenari emissivi regionali, per una maggiore solidità e condivisione delle valutazioni, è stata preceduta dall'armonizzazione delle emissioni stimate dal modello in un anno base (il 2005) con gli inventari messi a punto autonomamente con metodo bottom-up nel medesimo anno. L'armonizzazione è condotta in maniera tale da mantenere quanto più possibile inalterato il totale nazionale dei dati di attività.

L'algoritmo attraverso cui il modello GAINS-Italia stima, a partire dagli input descritti, le emissioni degli inquinanti atmosferici e dei 6 gas serra previsti dal protocollo di Kyoto, è il seguente:

con

i, k, m, p	rispettivamente Regione (nazione, etc.), attività, misura di riduzione emissioni, inquinante;
$E_{i,p}$	emissioni dell'inquinante p per la Regione (nazione, etc.) i ;
$A_{i,k}$	livello di attività k (consumo gas centrali elettriche, numero suini, etc.) della Regione (nazione, etc.) i ;
$ef_{i,k,m,p}$	fattore di emissione dell'inquinante p per l'attività k nella Regione (nazione, etc.) i dopo l'applicazione della misura m ;
$x_{i,k,m,p}$	percentuale della quantità di attività k soggetta alla misura m relativa all'inquinante p nella Regione (nazione, etc.) i ;

Il modello consente di calcolare le emissioni totali di gas serra, in termini di CO₂eq, attraverso i GWP (Global Warming Potentials) definiti nel protocollo di Kyoto (D'Elia et al., Manuale d'uso del modello GAINS-Italia, 2011)

7.2 Emissioni nazionali al 2015

A partire dagli input del modello GAINS Italia descritti nel paragrafo precedente è stato prodotto uno scenario emissivo nazionale che è stato armonizzato con l'inventario nazionale delle emissioni in atmosfera del 2005.

Nella Fig. 7.2 è rappresentato il trend delle emissioni totali nazionali di NO_x ed il valore limite al 2010 previsto dalla Direttiva NEC.

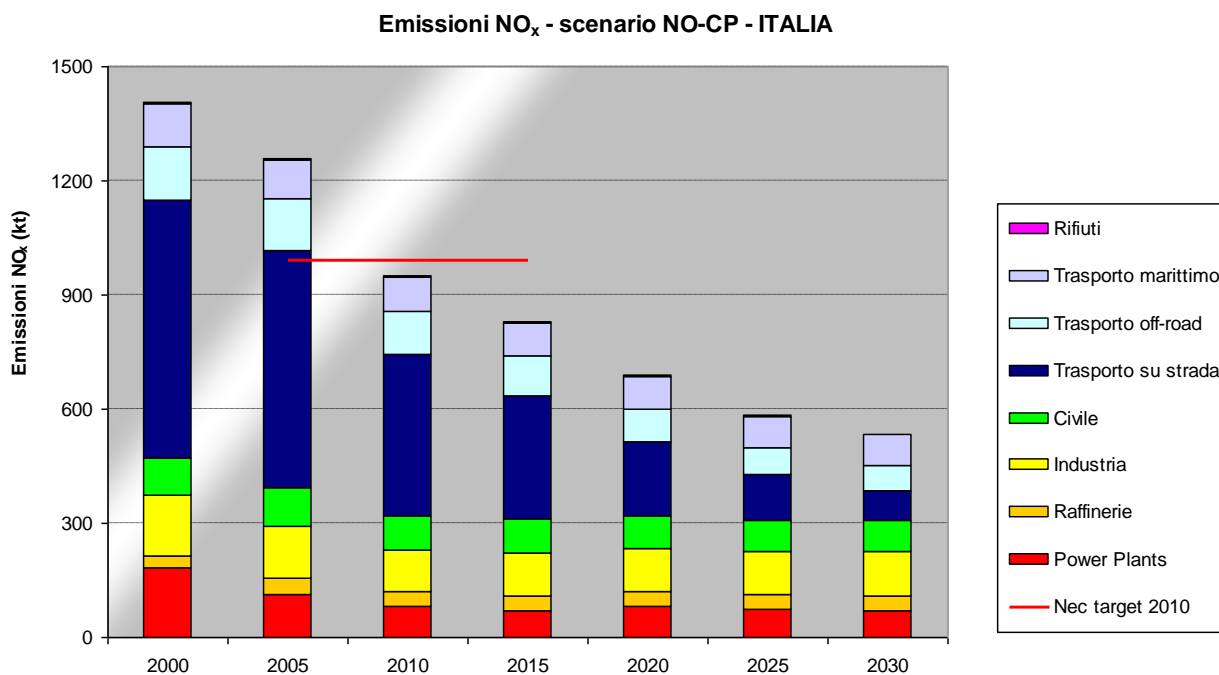


Fig.7.2: trend delle emissioni totali nazionali di NO_x

7.3 *Stima degli effetti sulle emissioni degli interventi regionali*

Tramite il modello nazionale sono stati valutati gli abbattimenti prodotti dalle misure previste nei piani regionali di risanamento della qualità dell'aria.

Come precedentemente indicato, la valutazione è stata riferita all'anno 2010, e, per quegli interventi di carattere stabile e/o strutturale che hanno garantito un'efficacia anche successivamente a tale data, all'anno 2015.

Gli abbattimenti prodotti dalle misure sono stati calcolati, all'interno del modello, a partire da una riduzione dei consumi e/o da uno shift tra combustibili e/o da una più efficiente strategia di controllo. Come tali essi sono in gran parte ricompresi all'interno del nuovo scenario prodotto con GAINS Italia che ne ha tenuto conto sia partendo dalla strategia di controllo RAINS "con misure" sia utilizzando lo scenario RAINS 2005 "con misure" come elemento di controllo nel processo di regionalizzazione del nuovo scenario energetico.

Il modello GAINS Italia ha così prodotto scenari emissivi degli inquinanti atmosferici (tra cui l'NO₂) e dei gas serra nei quinquenni successivi al 2005 per tutte le Regioni, comprensivi degli abbattimenti prodotti dalle misure dalle stesse messe in atto prima del 2010. Gli effetti delle misure nazionali sono stati, invece, valutati e sovrapposti in termini emissivi allo scenario 2015 prodotto tramite GAINS-Italia.

8 LO STATO DI QUALITÀ DELL'ARIA 2015

Le simulazioni del modello MINNI, alimentate dallo scenario emissivo descritto al paragrafo 8.1, mostrano i trend delle concentrazioni di NO₂ nel territorio nazionale all'anno 2015 sia sulla base delle misure derivanti dall'evoluzione della normativa nazionale e comunitaria (CLE), sia sulla base delle misure aggiuntive adottate nei piani regionali di qualità dell'aria e delle misure di livello nazionale adottate nell'ambito di politiche volte anche alla riduzione delle emissioni di gas ad effetto serra e di quelle volte a promuovere l'innovazione tecnologica.

L'obiettivo è stato quello di verificare, laddove necessario, il potenziale di ulteriore abbattimento delle concentrazioni di NO₂ alla scadenza per la quale si richiede la proroga, cioè al 2015.

Un'analisi di questo tipo richiede, sull'intero territorio nazionale, un sistema coerente di dati di input e una variazione delle sole variabili su cui le misure agiscono, cioè le emissioni alle diverse date di scenario proiettate a partire dal medesimo anno base.

Si è pertanto deciso di adottare, per tutte le simulazioni,

- a) lo scenario emissivo più aggiornato, calcolato sulla base dello scenario energetico nazionale descritto nell'Allegato 3;
- b) l'anno meteorologico 2005.

8.1 *Descrizione della metodologia*

8.1.1 L'input meteorologico

Campi meteorologici a 20 km di risoluzione su scala nazionale

I campi meteorologici a 20 km di risoluzione sul dominio nazionale sono stati calcolati utilizzando il codice RAMS (Regional Atmospheric Modeling System, <http://atmet.com/>), sviluppato dall'Università del Colorado.

Le condizioni iniziali e al contorno sono state ottenute a partire dai campi di analisi meteorologica dell'ECMWF (European Centre For Medium-Range Weather Forecast).

Le simulazioni di RAMS sono state effettuate in modalità di nudging, ossia assimilando durante l'esecuzione i dati di misura (osservazioni al suolo e/o radiosondaggi) attraverso un termine di forzante che viene aggiunto alle equazioni della dinamica. Si sono utilizzate a tal fine le osservazioni della rete WMO (World Meteorological Organization) di tipo SYNOP e METAR disponibili attraverso gli archivi ECMWF, con frequenza oraria o trioraria. Inoltre, poiché le simulazioni effettuate attraverso modelli prognostici sono caratterizzate da errori che tendono a crescere nel tempo a causa dell'intrinseca instabilità dei fenomeni meteorologici e della non linearità del sistema di equazioni che descrive lo stato e l'evoluzione dell'atmosfera, le simulazioni sono state re-inizializzate ogni sette giorni in modo da rimuovere eventuali derive dei campi calcolati rispetto alle analisi di grande scala e alle osservazioni locali.

RAMS contiene un modello di suolo multi-livelli che permette di calcolare gli scambi di calore fra atmosfera e terreno; per ciascuna simulazione settimanale i profili di temperatura ed umidità del suolo sono stati inizializzati utilizzando i dati relativi alla simulazione precedente.

Campi meteorologici a 4 km di risoluzione

La discesa di scala dei campi meteorologici a 4 km di risoluzione è stata effettuata utilizzando il codice LAPS (Local Analysis Prediction System, <http://laps.noaa.gov/>), sviluppato dal NOAA.

LAPS è un codice di re-analisi e consente la produzione di campi superficiali e tridimensionali di analisi meteorologica, a partire da campi di background e da diverse tipologie di dati sperimentali (osservazioni di superficie, radiosondaggi, radar Doppler, dati da satellite, RASS, profili radiometrici e dati da aerei).

Anche se la potenzialità del codice consiste nella possibilità di acquisire diverse tipologie di osservazioni meteorologiche, in queste applicazioni sono state utilizzate unicamente misure superficiali. Tale scelta è stata guidata dalla necessità (tipica per le tecniche di data assimilation) di dover disporre di un data set spazialmente e temporalmente omogeneo, al fine di preservare la continuità temporale dei campi di analisi prodotti. Altre tipologie di dati sono state scartate perché disponibili sul dominio italiano in modo estremamente disomogeneo (spazialmente e/o temporalmente). I campi di background per LAPS sono stati ottenuti a partire dai campi meteorologici prodotti su scala nazionale (con risoluzione a 20 km).

In figura 8.1 è mostrato un esempio di confronto tra i campi di analisi prodotti da LAPS (sui 5 macrodomini a 4 km di risoluzione) e le corrispondenti statistiche meteorologiche delle postazioni di ISPRA distribuite attraverso il sistema SCIA (<http://www.scia.sinanet.apat.it>).

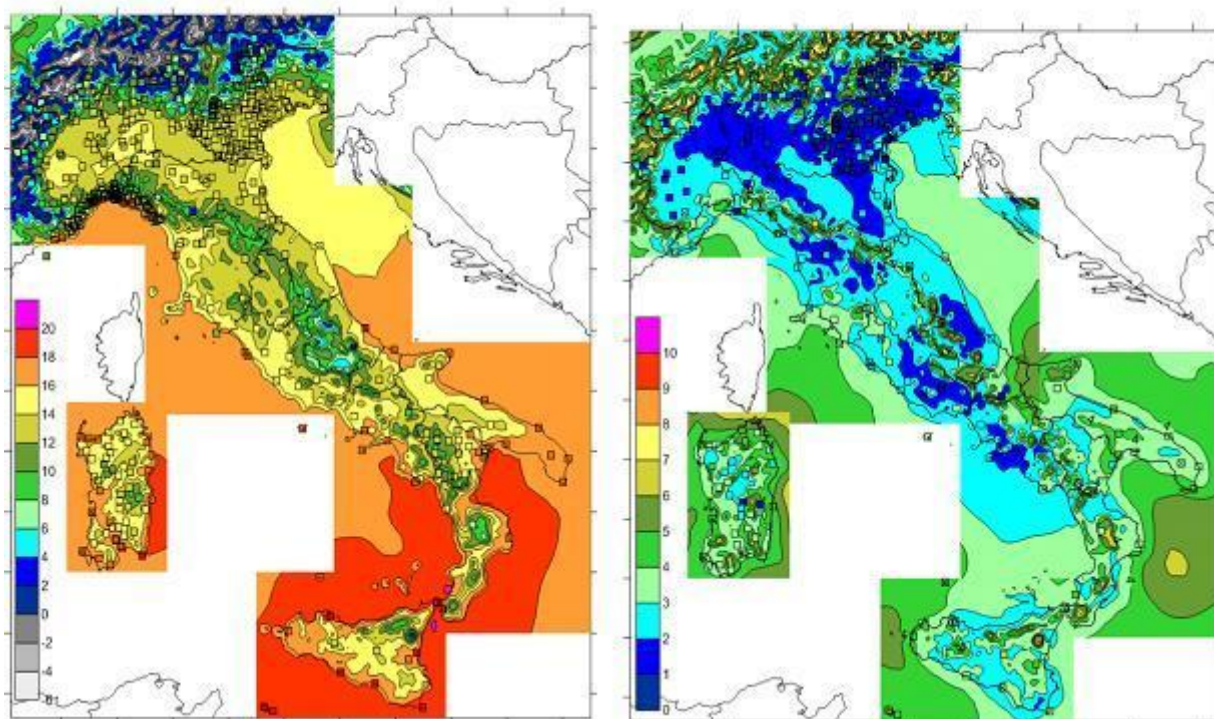


Fig. 8.1: esempio di confronto tra i campi di analisi di vento /temp prodotti da LAPS (sui 5 macrodomini a 4 km di risoluzione) e le misure

8.1.2 L'input emissivo

Data l'importanza, nel presente contesto, di simulare le concentrazioni di NO₂ con grande accuratezza, si è deciso di non affidarsi ad una valutazione speditiva interna a GAINS Italia con le matrici di trasferimento (scala 20km x 20 km) ma di utilizzare il sistema modellistico atmosferico AMS.

Lo scenario emissivo messo a punto tramite GAINS per gli anni 2005 e 2015 è stato quindi fornito in input, tramite il software RAIL, al modello AMS, con il quale sono stati effettuati 2 run annuali corrispondenti alla risoluzione di 4 km x 4 km, entrambi e con anno meteorologico 2005. Dai risultati di tali simulazioni sono stati poi elaborati i trend relativi ed assoluti delle concentrazioni medie annuali di NO₂ in ciascun elemento della griglia, forniti quindi alle regioni per stimare, combinati con i dati rilevati dalle stazioni di monitoraggio, le concentrazioni di NO₂ attese al 2015.

8.2 *Concentrazioni stimate per l'anno 2015*

Le figure seguenti mostrano la concentrazione media annuale di NO₂ a scala 4 km x 4 km sull'intero territorio per il 2005 ed i trend relativi tra 2005 e 2015 delle concentrazioni stimati sui 5 domini di simulazione che coprono l'intero territorio nazionale alla risoluzione di 4 km x 4 km.

Le mappe evidenziano al 2015 significative riduzioni della concentrazioni di NO₂ in tutto il territorio nazionale, come effetto congiunto di uno scenario energetico che contabilizza gli effetti della crisi economica mondiale, sebbene in una fase di lento recupero, e di una precedente stagione di misure di riduzione dell'inquinante sia a scala nazionale che da parte delle Regioni. E' altresì possibile osservare come le minori riduzioni avvengano in alcune aree metropolitane ed urbane dove già i livelli di partenza erano tra i più alti, configurandosi quindi il permanere di situazioni di superamento che richiedono l'introduzione di ulteriori misure per garantire il raggiungimento del rispetto dei valori limite, descritte nel paragrafo §9.1 dedicato alle misure regionali aggiuntive.

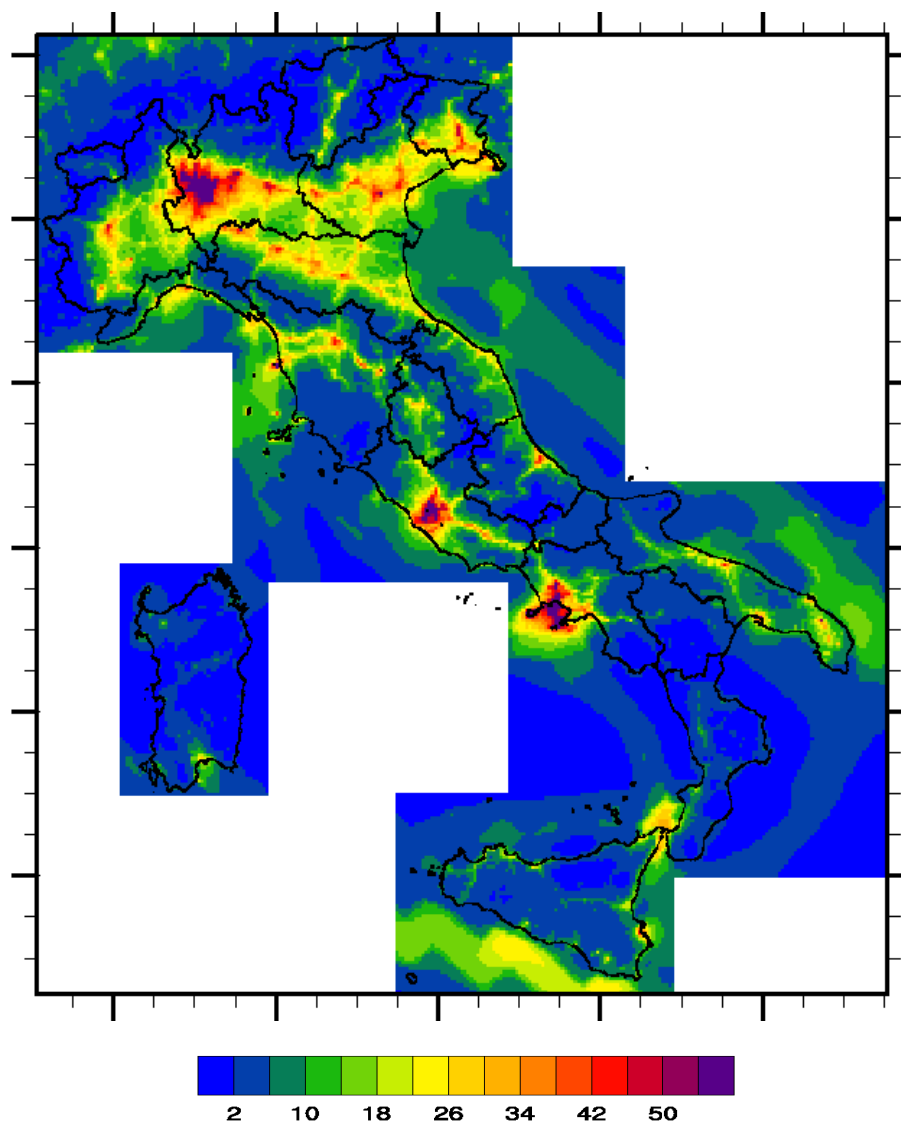


Fig. 8.2: concentrazione media annuale di NO₂ al 2005 con input emissivo GAINS NO-CP

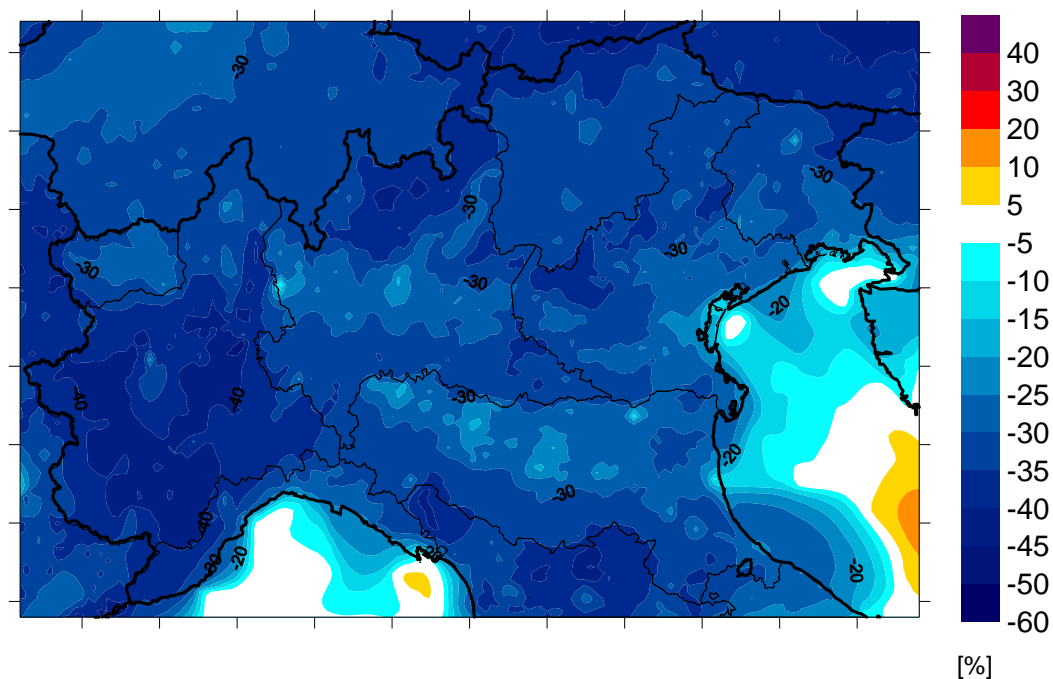


Fig. 8.3a: variazione percentuale tra 2015 e 2005 ($100 \cdot (C_{2015} - C_{2005}) / C_{2005}$) della concentrazione media annuale di NO₂ - Nord Italia

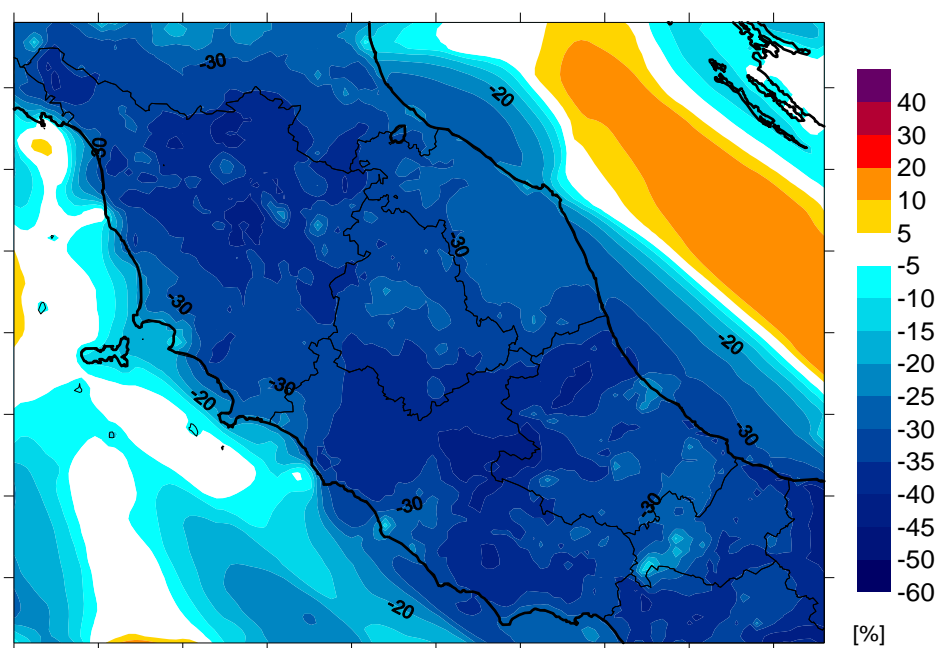


Fig. 8.3b: variazione percentuale tra 2015 e 2005 della concentrazione media annuale di NO₂ - Centro Italia

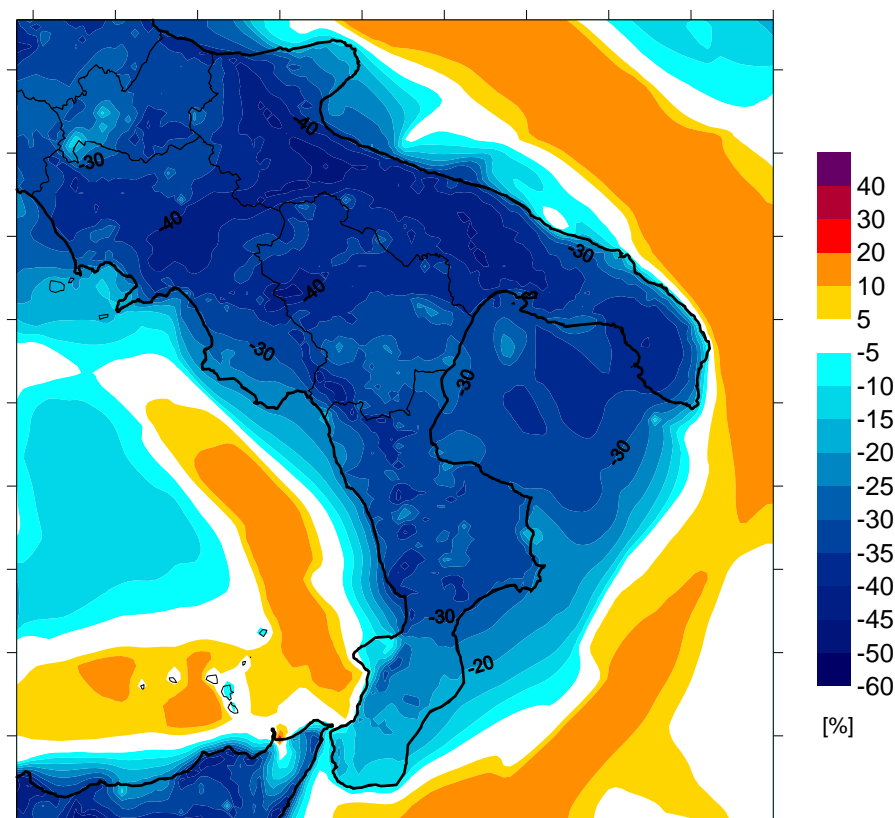


Fig. 8.3c: variazione percentuale tra 2015 e 2005 della concentrazione media annuale di NO_2 – Sud Italia

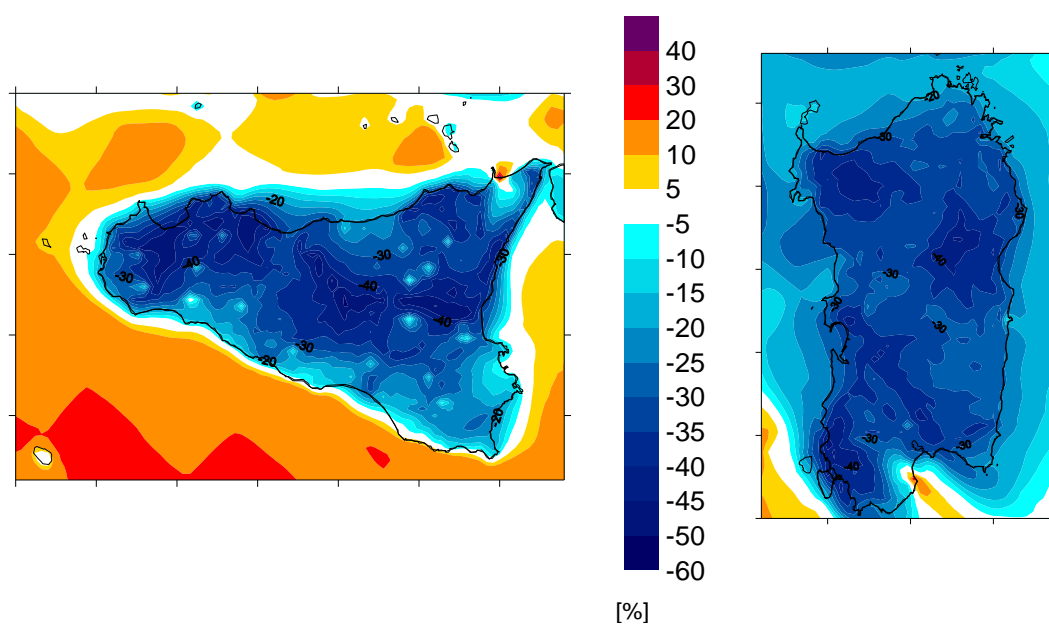


Fig. 8.3d: variazione percentuale tra 2015 e 2005 della concentrazione media annuale di NO_2 – Sicilia e Sardegna

Elaborando i risultati delle simulazioni modellistiche su grigliato, è stato possibile stimare per le situazioni di superamento le concentrazioni al 2015. Le concentrazioni misurate dalle stazioni nel 2008 sono state proiettate al 2015 sulla base del gradiente di concentrazione stimato dal modello, in relazione alla localizzazione ed appartenenza delle stazioni alle diverse celle. La metodologia seguita per il calcolo è descritta nell'Allegato 4.

Le figure 8.4a, 8.4b, 8.4c riportano per le varie regioni e province autonome le concentrazioni medie annuali così stimate al 2015 e il valore limite di $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$, per le stazioni/situazioni di superamento al 2008.

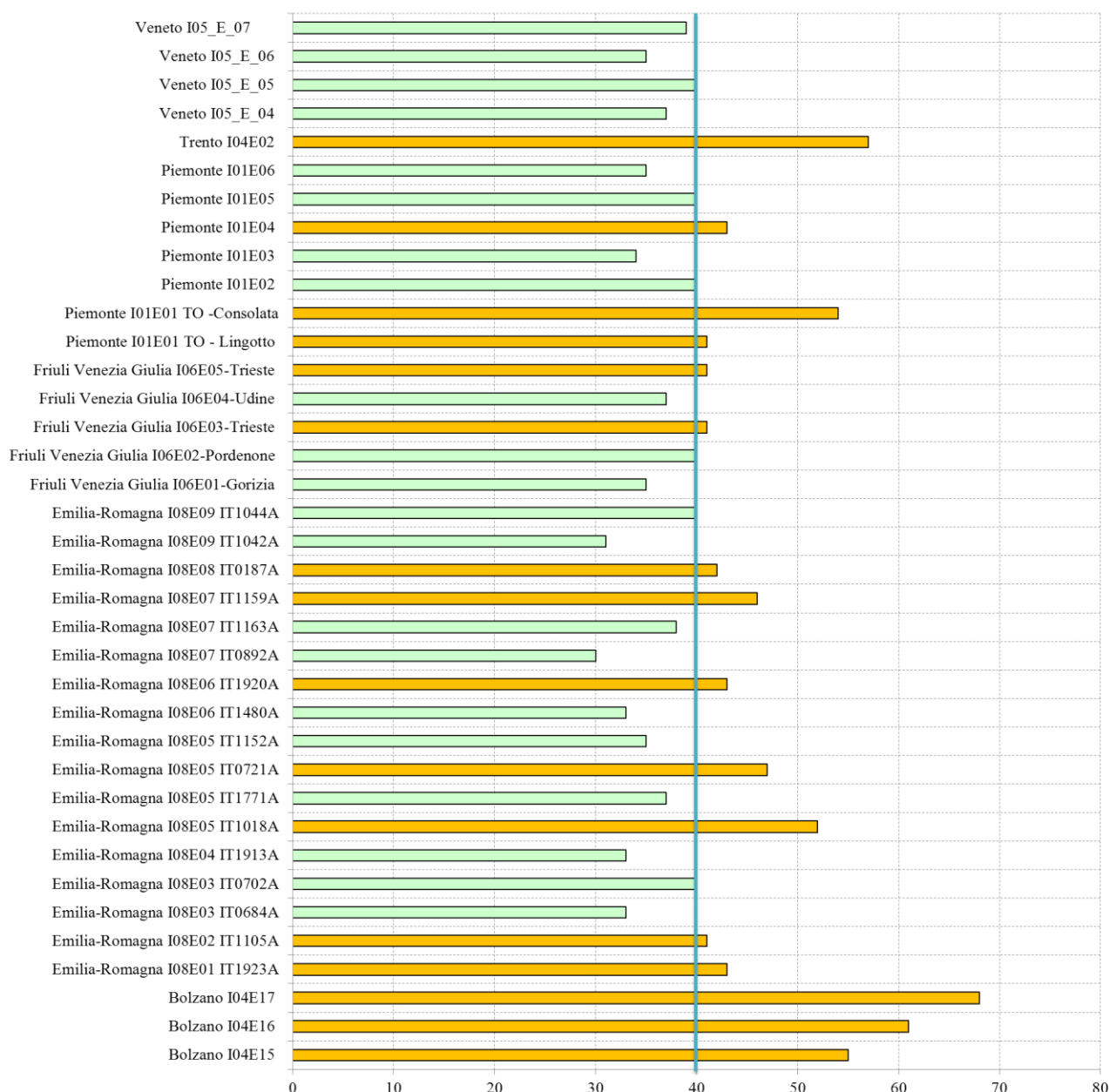


Fig.8.4a: concentrazioni medie annuali di NO₂ stimate al 2015 per le stazioni/situazioni di superamento e valore limite di $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per le varie regioni e province autonome

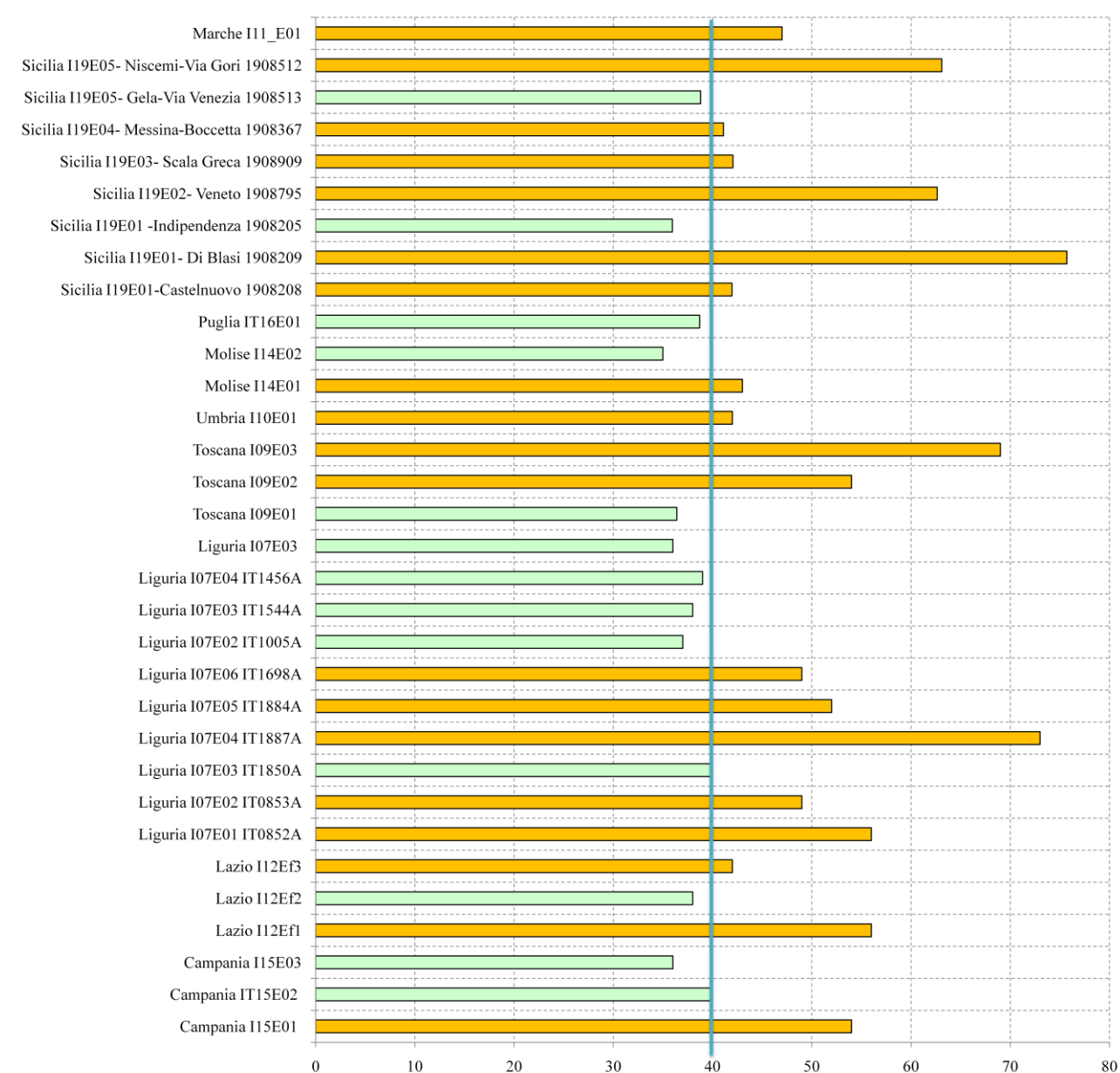


Fig. 8.4b: concentrazioni medie annuali di NO₂ stimate al 2015 per le stazioni/situazioni di superamento e valore limite di 40 µg/m³ per le varie regioni e province autonome



Fig. 8.4c: concentrazioni medie annuali di NO₂ stimate al 2015 per le stazioni/situazioni di superamento e valore limite di 40 µg/m³ per le varie regioni e province autonome

9 GLI INTERVENTI AGGIUNTIVI E LO STATO DI QUALITÀ DELL'ARIA CONSEGUENTE

9.1 Descrizione delle misure aggiuntive regionali

Nella figura 9.1 è riportata la ripartizione tra i vari settori degli interventi aggiuntivi adottati dalle Regioni e Province autonome, considerata l'impossibilità a conseguire i limiti nell'anno 2010. La figura conferma il quadro già emerso sulla base dell'analisi degli originari piani di risanamento regionali descritti nel capitolo 4 individuando nel settore dei trasporti il settore sul quale si concentrano i maggiori sforzi.

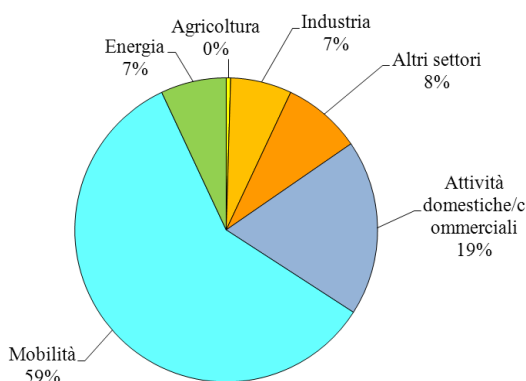


Fig.9.1: ripartizione per settore degli interventi aggiuntivi per le regioni e province autonome

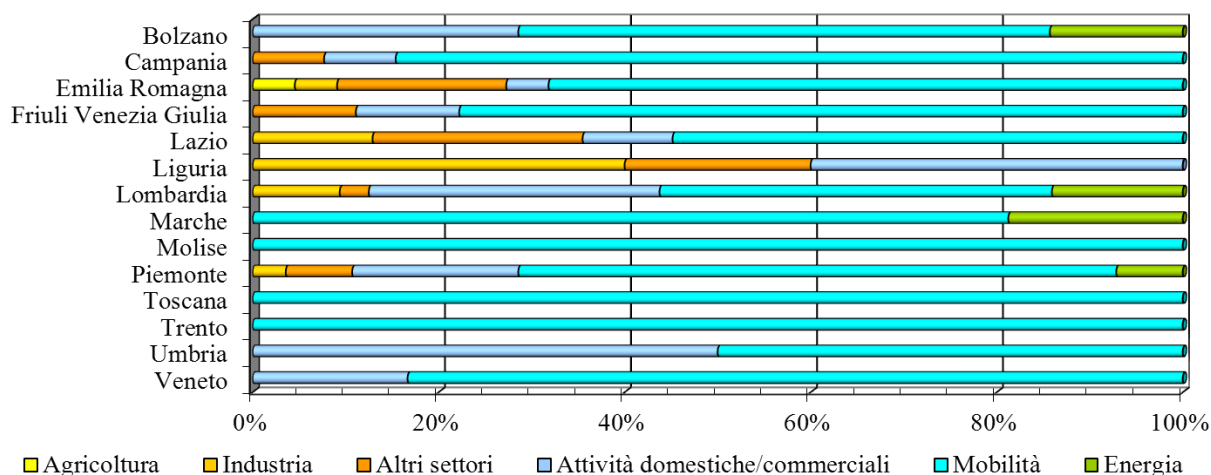


Fig. 9.2: misure aggiuntive previste dalle regioni per il risanamento della qualità dell'aria

Le misure aggiuntive adottate dalle regioni e province autonome, sono principalmente indirizzate nel settore della mobilità. Solo per le Regioni Lazio e Liguria e la Provincia autonoma di Bolzano si riduce la percentuale d'interventi nella Mobilità in favore delle attività domestiche/commerciali e dell'industria.

Il settore della produzione di energia è stato interessato da provvedimenti per le Regioni Lombardia, Piemonte e Provincia autonoma di Bolzano. In quest'ambito le tipologie dei provvedimenti interessano lo sviluppo di sistemi centralizzati di produzione e distribuzione (es. teleriscaldamento) di energia sia da fonti rinnovabili (biomasse, eolico, fotovoltaico ed idroelettrico) che da combustibili convenzionali ma anche il migliore sfruttamento energetico dei rifiuti solidi urbani tramite sistemi di reti di teleriscaldamento collegate ai termovalorizzatori ed il recupero di biogas dalla frazione organica dell'RSU.

Nell'ambito delle misure nel settore della mobilità la ripartizione delle azioni di intervento risulta simile a quanto già previsto negli originari piani di qualità dell'aria, sebbene particolare rilievo è stato dato al potenziamento del trasporto pubblico locale a scapito dei provvedimenti di limitazione del traffico.

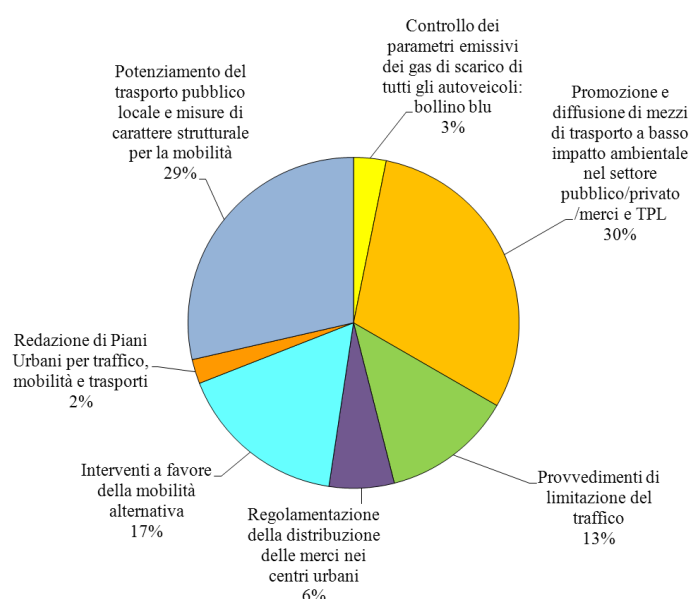


Fig.9.3: tipologie di interventi sulla mobilità aggiuntivi a quanto già programmato nei piani ante 2010

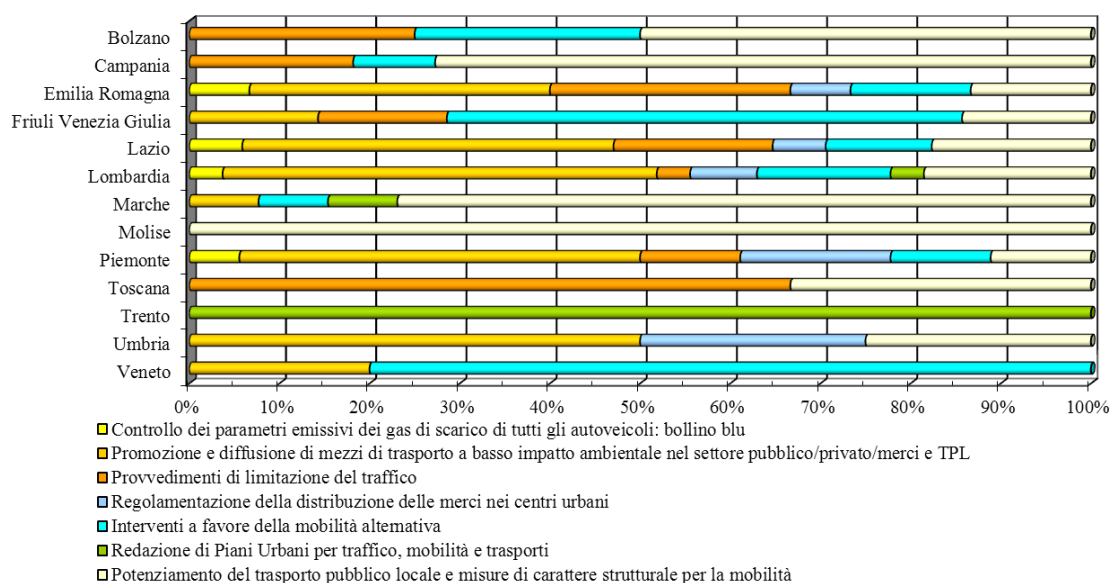


Fig.9.4: misure aggiuntive previste dalle regioni per il risanamento della qualità dell'aria nel settore della Mobilità

La situazione è invece molto differente se si osserva il dettaglio per ciascuna regione o provincia autonoma dei provvedimenti relativi alla Mobilità. In quest'ambito il quadro di interventi che vanno ad estendere e completare quelli implementati prima del 2010 è così descritto:

- pubblico/privato/merci e TPL

Sono intraprese azioni dello stesso tipo di quanto precedentemente stabilito, con la principale finalità di sostituire vecchi veicoli con nuovi veicoli, più efficienti ed alimentati a combustibile di minore impatto. E' anche favorito l'utilizzo di mezzi elettrici ed a idrogeno.

- Potenziamento del trasporto pubblico locale e misure di carattere strutturale per la mobilità
In questo caso sono sviluppati programmi di intervento per il potenziamento infrastrutturale di reti ferroviarie e metro-tranvie.

La riduzione dei tempi di percorrenza degli autoveicoli, la fluidificazione del traffico e la sua riduzione nei percorsi più congestionati viene realizzata tramite lo sviluppo ed il miglioramento di nuove infrastrutture stradali, come: nuovi km di autostrada, la realizzazione di corsie preferenziali per autobus e la realizzazione di km di circonvallazione dei centri abitati.

- Provvedimenti di limitazione del traffico

Come visto per i piani regionali precedenti, all'interno di questi provvedimenti si trovano azioni volte al disincentivo del mezzo privato principalmente in ambito urbano.

A questi sono aggiunte azioni che prevedono la definizione di limiti di velocità ridotti in determinate aree. A quest'ambito sono anche correlabili investimenti per sistemi di controllo automatici e telematici alle aree di accesso.

- Regolamentazione della distribuzione delle merci nei centri urbani.

Ai precedenti provvedimenti si aggiungono ulteriori azioni volte alla ottimizzazione e razionalizzazione della logistica delle merci sia su scala regionale che locale.

- Redazione di Piani Urbani per traffico, mobilità e trasporti.

In ambito urbano ma anche regionale sono stati sviluppati dei piani integrati per la razionalizzazione dei flussi di traffico e la conseguente riduzione delle emissioni.

- Interventi a favore della mobilità alternativa.

Sono stati implementati ulteriori progetti per servizi a chiamata come il radiotaxi ed il taxi collettivo oltre a quelli già definiti .

9.2 *Stima dell'efficacia delle misure aggiuntive*

Sulla base dei risultati delle proiezioni del modello matematico nazionale è stato valutato in prima approssimazione il potenziale di riduzione di concentrazione attribuibile ad una determinata riduzione di emissione. Sono state calcolate le riduzioni delle emissioni attese dall'adozione degli interventi regionali aggiuntivi. Si è quindi valutata l'ulteriore riduzione delle concentrazioni, associata a questo ulteriore decremento delle emissioni.

9.3 *Concentrazioni stimate per l'anno 2015 con misure aggiuntive*

Considerata la stima dell'efficacia in termini di emissioni delle misure aggiuntive, sono state stimate le concentrazioni conseguenti mediante una valutazione preliminare.

In particolare, sulla base delle simulazioni di cui al capitolo 8 per la stima delle concentrazioni al 2015 senza interventi aggiuntivi, è stato valutato il gradiente di concentrazione ottenibile in relazione ad un determinato gradiente di emissioni. Sono state quindi calcolate le concentrazioni al 2015 moltiplicando tale gradiente per la riduzione delle emissioni attese grazie alle misure aggiuntive.

Le figure 9.5a, 9.5b, 9.5c riportano le differenze tra le concentrazioni medie annuali stimate al 2015 con interventi aggiuntivi per le situazioni di superamento per le varie regioni e provincie autonome e valore rispetto al valore limite di $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

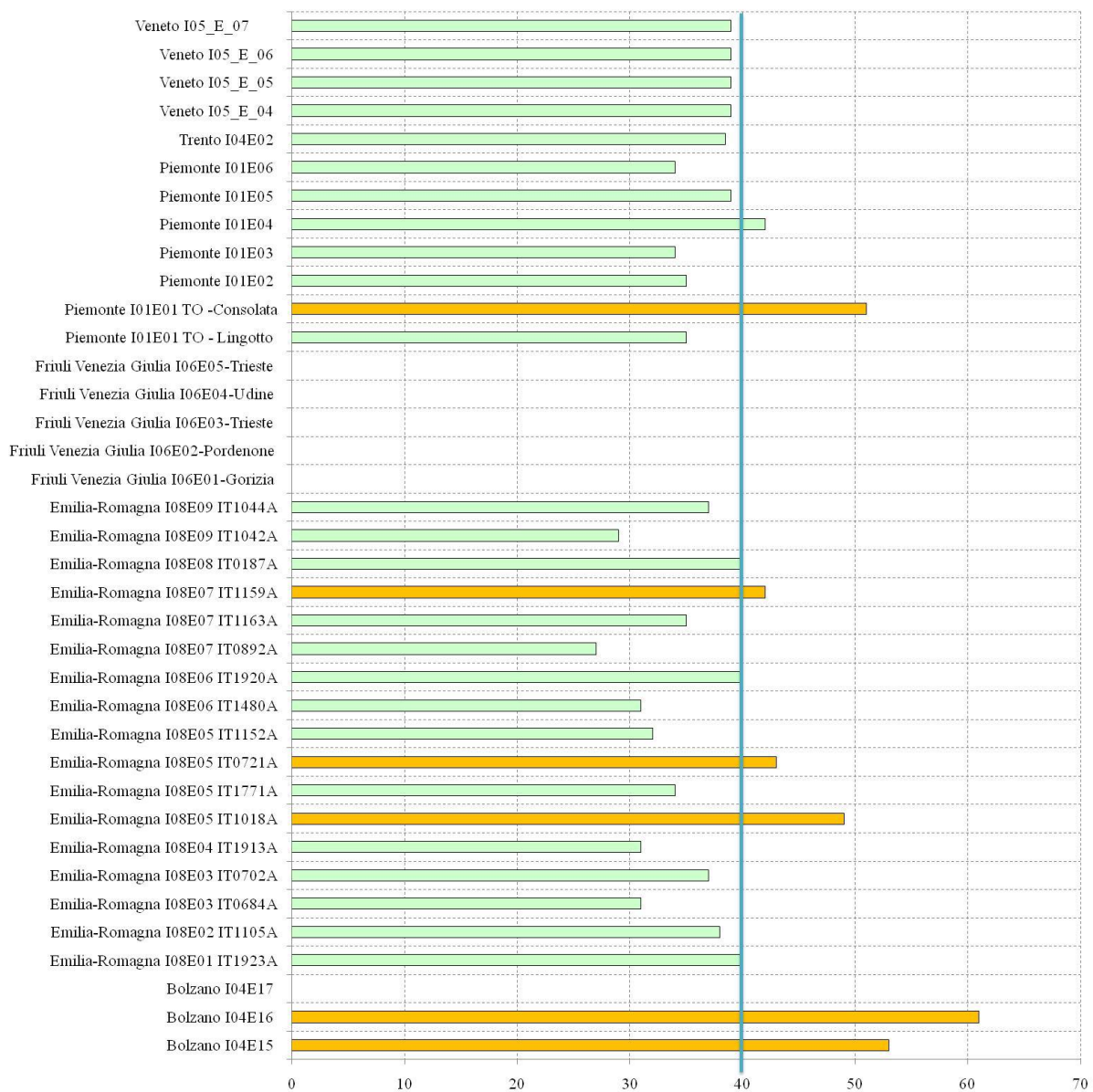


Fig. 9.5a: concentrazioni medie annuali di NO₂ stimate al 2015 con misure aggiuntive per le stazioni/situazioni di superamento e valore limite di 40 µg/m³ per le varie regioni e province autonome

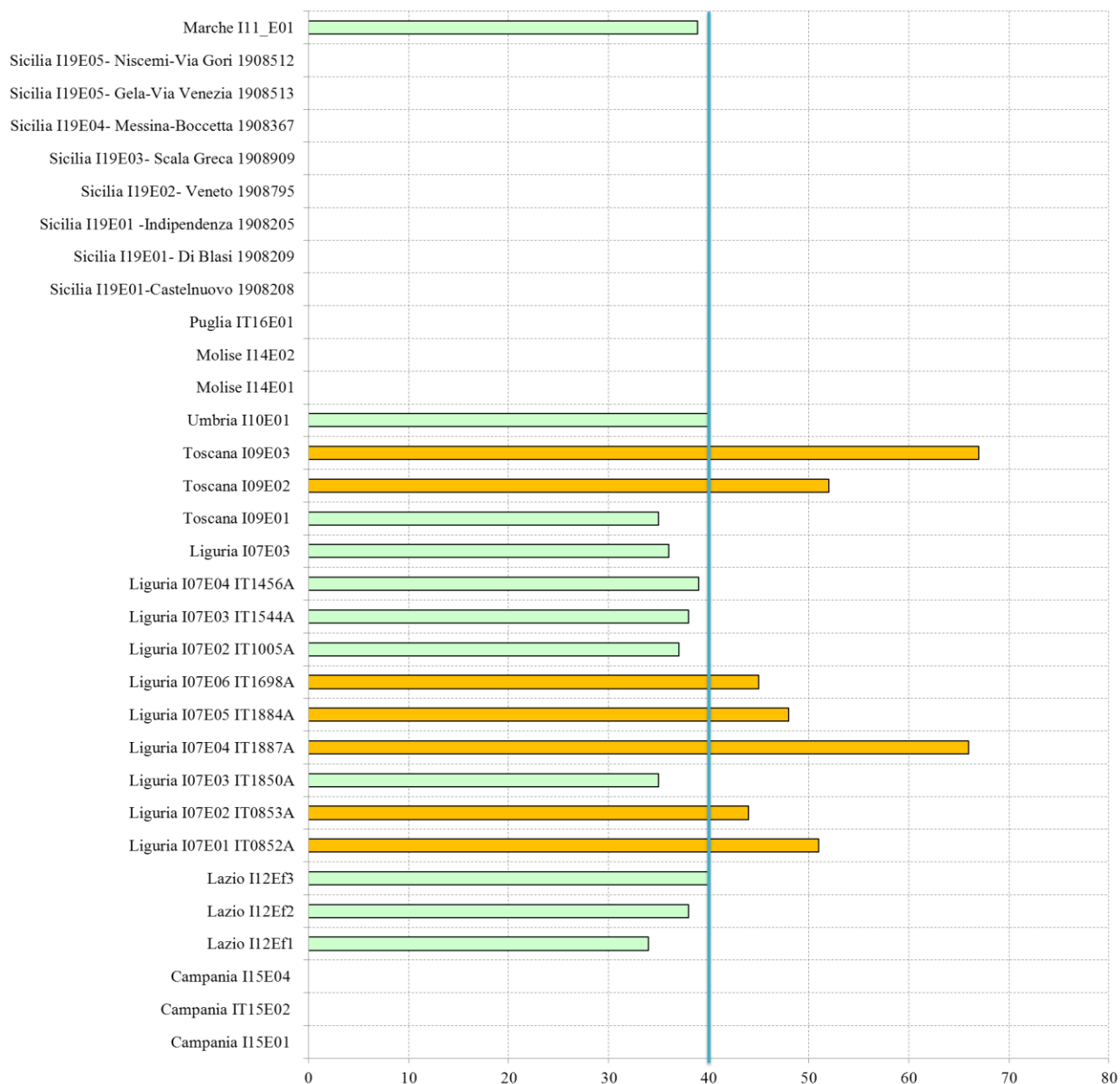


Fig. 9.5b: concentrazioni medie annuali di NO₂ stimate al 2015 con misure aggiuntive per le stazioni/situazioni di superamento e valore limite di 40 µg/m³ per le varie regioni e province autonome

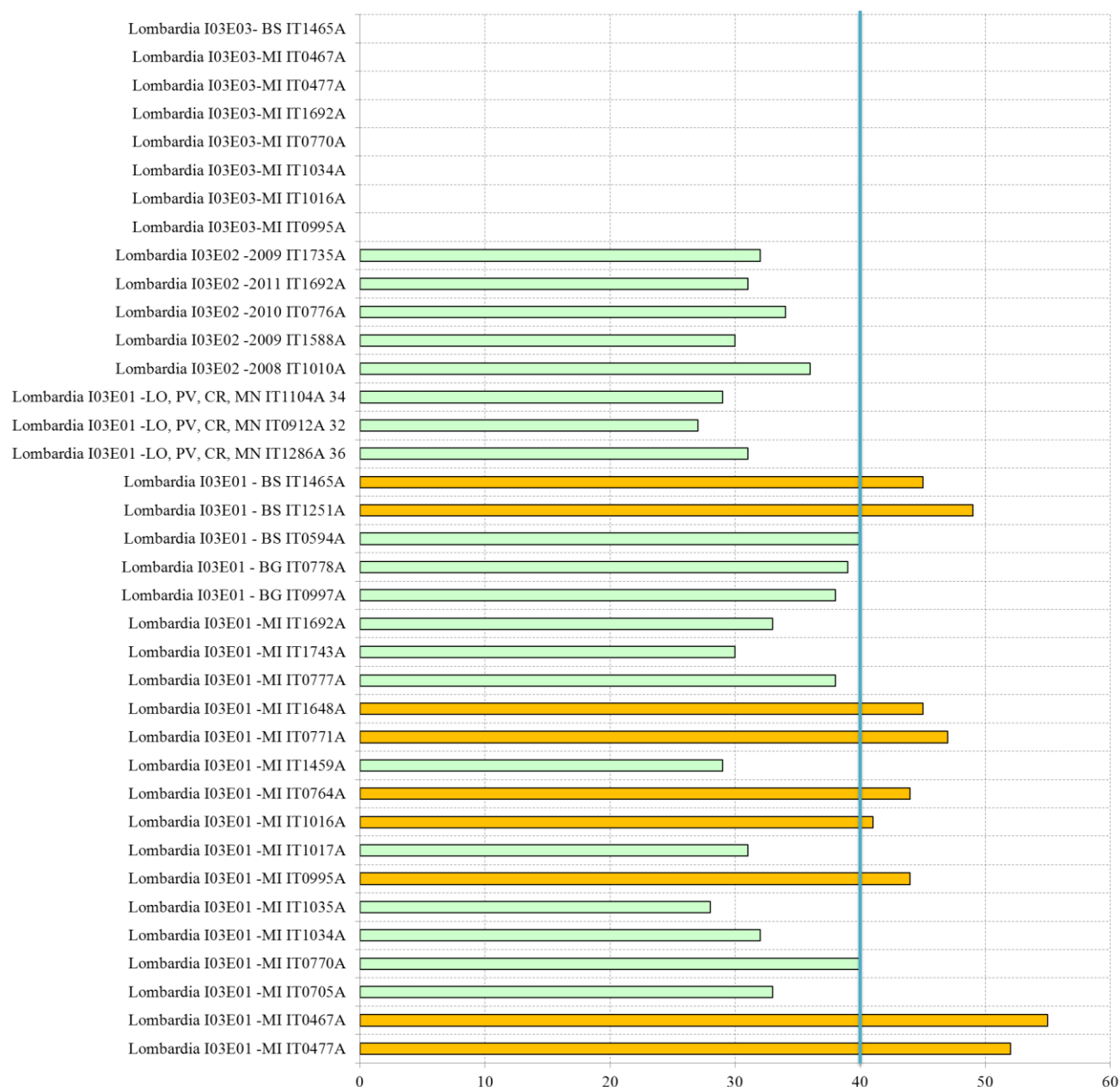


Fig. 9.5c: concentrazioni medie annuali di NO₂ stimate al 2015 con misure aggiuntive per le stazioni/situazioni di superamento e valore limite di 40 µg/m³ per le varie regioni e province autonome

Un'analisi preliminare dei risultati evidenzia un rientro di molte delle situazioni di superamento. Perdurano però situazioni di non compliance, che, al di là di poche realtà sito specifiche, sono in generale rilevate in stazioni da traffico o comunque correlabili alla presenza di un'arteria viaria importante nel raggio di poche centinaia di metri.

10 RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

MODELLO NAZIONALE MINNI

Pubblicazioni su riviste internazionali:

Pederzoli A., Mircea M., Finardi S., Di Sarra A., Zanini G. (2010) *Quantification of Saharan dust contribution to PM10 concentrations over Italy during 2003–2005 Atmospheric Environment* 44 (34), pp. 4181-4190.

D'Elia, I., Bencardino, M., Ciancarella, L., Contaldi, M., Vialetto, G., 2009. Technical and Non Technical Measures for Air Pollution Emission Reduction: the Integrated Assessment of the Regional Air Quality Management Plans through the Italian National Model. *Atmospheric Environment* 43, 6182-6189.

Silibello, C., Calori, G., Brusasca, G., Giudici, A., Angelino, E., Fossati, G., Peroni, E., Buganza, E. (2008): *Modelling of PM10 concentrations over Milano urban area using two aerosol modules*. *Environmental Modelling & Software*, 23, 333-343.

Gariazzo, C., Silibello, C., Finardi, S., Radice, P., Piersanti, A., Calori, G., Cecinato, A., Perrino, C., Nussio, F., Cagnoli, M., Pelliccioni, A. Gobbi, G.P., Di Filippo, P. (2007): *A gas/aerosol air pollutants study over the urban area of Rome using a comprehensive chemical transport model*. *Atmospheric Environment*, 41, 7286-7303.

Cotton W.R., Pielke R. A., Walko R. L. , Liston G. E., Tremback C. J., Jiang H., Mc Anelly R. L., Harrington J. Y., Nicholls M. E., Carrio G. G. and McFadden, J. P. (2003): *RAMS 2001: Current status and future directions*. *Meteorology and Atmospheric Physics*, 82, 5-29.

Pubblicazioni su riviste nazionali:

Calori G., Finardi S., Vitali L., Ornelli P. (2005) National-scale air pollution in Italy: yearly-based modelling of interregional contributions. *Science and Supercomputing at CINECA*. 10.1388/SSC (2005)-ES-318.

Refereed extended abstracts in proceedings di convegni:

M. Berico, A. Malaguti, T. La Torretta, A. Piersanti, M. Mircea (2011) Comparison of OC/EC on-line measurements with the off-line analyses of PM2.5 and PM10 filters. Poster presentation. *10th International Conference on Carbonaceous Particles in the Atmosphere (ICCPA)*, J26-29 June 2011, Vienna, Austria

M. Berico, A. Malaguti, C. Telloli, C. Vacaro, M. Mircea (2011) Characterisation of carbonaceous aerosol released from agricultural operations. Poster presentation. *10th International Conference on Carbonaceous Particles in the Atmosphere (ICCPA)*, J26-29 June 2011, Vienna, Austria

- M. Berico, A. Malaguti, T. La Torretta, A. Piersanti, M. Mircea (2011) Comparison of OC/EC on-line measurements with the off-line analyses of PM_{2.5} and PM₁₀ filters. Poster presentation. 10th International Conference on Carbonaceous Particles in the Atmosphere (ICCPA), J26-29 June 2011, Vienna, Austria
- L. Vitali (2010) L'inquinamento atmosferico. In: Cosmopolis, N.2/2010, Morlacchi Editore, 2010
- Zanini G., Mircea M., Briganti G., Cappelletti A., Pederzoli A., Vitali L., Pace G., Marri P., Silibello C., Finardi S., Calori G., (2010) Modeling Air Quality over Italy with MINNI Atmospheric Modeling System: from Regional to Local Scale. Oral presentation. ITM - NATO/SPS International Technical Meeting on Air Pollution Modelling and its Application. Torino, 27 September - 01 October, 2010.
- Briganti G., Cappelletti A., Mircea M., Pederzoli A., Vitali L., Pace G., Marri P., Silibello C., Finardi S., Calori G., Zanini G. (2010) Testing the capability of the MINNI atmospheric modeling system to simulate air pollution in Italy. Poster presentation. *Proceedings of the 13th International Conference on Harmonisation within Atmospheric Dispersion Modelling for Regulatory Purposes*. Paris, June 2010.
- Mircea M., Cappelletti A., Briganti G., Vitali L., Pace G., Marri P., Silibello C., Finardi S., Calori G., Zanini G. (2010) Impact of horizontal grid resolution on air quality modeling: a case study over Italy. Poster presentation. *Proceedings of the 13th International Conference on Harmonisation within Atmospheric Dispersion Modelling for Regulatory Purposes*. Paris, June 2010.
- Mircea M., Cappelletti A., Briganti G., Pederzoli A., Vitali L., Pace G., Marri P., Silibello C., Finardi S., Calori G. (2010) Impact of horizontal grid resolution and emission inventory on fine and coarse particulate matter: a case study over Italy. Poster presentation at the *International Aerosol Conference 2010*. Helsinki, 29 August - 3 September, 2010.
- Pederzoli A., Mircea M., Finardi S., Zanini G., Di Sarra A, Di Iorio T. (2010) Identification of Saharan dust episodes over Italy in 2003-2005. Poster presentation. *Proceedings of the 13th International Conference on Harmonisation within Atmospheric Dispersion Modelling for Regulatory Purposes*. Paris, June 2010.
- A. Pederzoli, M. Mircea, S. Finardi, G. Zanini (2010). Impact of saharan dust on PM₁₀ daily exceedances over Italy during 2003-2005. Poster presentation. *Proceedings of 31st International Technical Meeting on Air Pollution Modelling and its Application ITM - NATO/SPS*. Torino 2010
- Vitali L., Finardi S., Pace G., Piersanti A., Zanini G. (2010) Validation of simulated atmospheric fields for air quality purposes in Italy. Poster presentation. *Proceedings of the 13th International Conference on Harmonisation within Atmospheric Dispersion Modelling for Regulatory Purposes*. Paris, June 2010.
- Vitali L.; Pace G.; Finardi S.; Zanini G. Local Analysis and Prediction System (LAPS) Assimilation for meteorological fields downscaling: application in the frame of an off-line Air Pollution modelling system and evaluation with independent meteorological observations.

Poster presentation at the *European Geosciences Union (EGU) General Assembly* 2008. Vienna, 13 – 18 April 2008.

Pignatelli T., Brusasca G., Calori G., Contaldi M., D'Elia I., Monforti F., Finardi S., Radice P., Silibello C., Vialetto G., Vitali L., Zanini G. (2007) Impact Assessment on Environment from Transboundary Air Pollution in Italy carried out by a multi-pollutant integrated assessment model. In Oxley, L. and Kulasiri, D. (eds) *MODSIM 2007 International Congress on Modelling and Simulation*. Modelling and Simulation Society of Australia and New Zealand, December 2007, pp. 2076-2082. ISBN : 978-0-9758400-4-7.
http://www.mssanz.org.au/modsim07/papers/37_s29/ImpactAssessments29_Pignatelli_.pdf

Pignatelli T., Monforti F., Zanini G., D'Elia I., Vialetto G. (2007) Assessment of Ozone Impact on Human Health in Italy, through the Integrated Assessment Modelling System MINNI, *14th IUAPPA World Congress: "Clean Air Partnerships: coming together for the future"*, Brisbane, September 2007.

Pignatelli T., Zanini G., Vialetto G., Brusasca G., Calori G., D'Elia I., Finardi S., Monforti F., Pace G., Radice P., Vitali L., Zambonelli S. (2006) Application of the MINNI Integrated Assessment Model to PM impact assessment, in Italy. *15th IUAPPA regional conference on "Air Pollution and environmental health, from science to action: The challenge of particulate matter"*. Lille, 5-8 September, 2006.

Zanini G., Pignatelli T., Monforti F., Vialetto G., Vitali L., Brusasca G., Calori G., Finardi S., Radice P., Silibello C. (2005) The MINNI Project: An Integrated Assessment Modeling System For Policy Making. In Zerger, A. and Argent, R.M. (eds) *MODSIM 2005 International Congress on Modelling and Simulation*. Modelling and Simulation Society of Australia and New Zealand, December 2005, pp. 2005-2011. ISBN: 0-9758400-2-9.
<http://www.mssanz.org.au/modsim05/papers/zanini.pdf>

Zanini G., Monforti F., Ornelli P., Pignatelli T., Vialetto G., Brusasca G., Calori G., Finardi S., Radice P., Silibello C. (2004) The MINNI project. *Proceedings of the 9th International Conference on Harmonisation within Atmospheric Dispersion Modelling for Regulatory Purposes*, Garmisch-Partenkirchen, June 2004 .

Non refereed extended abstracts in proceedings di convegni:

S.Finardi, G.Pace, G.Tinarelli, L.Vitali (2009) Meteorological analyses data set for air quality assessment modelling from national to local scale: verification and applications. *Oral Presentation*. Proceedings 9th European Meteorological Society, Tolosa 2009

Pastorello C., Monforti F., Calori G., Silibello C., Radice P., Finardi S., Vitali L., Zanini G., Brusasca G. (2007) Ozone in Italy: results, validation and hint for policy makers from the national model MINNI. Proceedings of the *2nd ACCENT symposium*. Urbino 23rd – 27th July 2007.

Zanini G., Pignatelli T., Monforti F., Vialetto G., Vitali L., Brusasca G., Calori G., Finardi S., Radice P., Silibello C. (2005) The MINNI project potential in policy assessment. *Proceedings*

of the workshop “Air quality assessment and management in the Piemonte region according to European legislation”, Torino, 28/10/2005.

Zanini G., Vialetto G., Vitali L., Pignatelli T., Monforti F., Salgò C., Brusasca G., Calori G., Finardi S., Radice P., Silibello C. (2005) Integrated Assessment Modelling Project in Italy. Case study on the effects of the sea region emissions on air pollutant concentrations over the land. *Third International Symposium on Air Quality Management at Urban, Regional and Global Scales*. 26-30 September 2005, Mövenpick Hotel, Istanbul, Turkey.
Paper e presentazione pubblicati sul sito <http://www.efca.net/shipping.htm>.

Submitted Abstracts:

M. Berico, A. Malaguti, C. Telloli, C. Vaccaro, M. Mircea (2011). Characterization of carbonaceous aerosol released from agricultural operations . *Poster European Aerosol Conference, 2011*

A. Malaguti, C. Telloli, M. Berico, C. Vaccaro, M. Mircea (2011) Chemical and mineralogical composition of particulate matter released from agricultural operations. Poster presentation. *European Aerosol Conference, 2011*

M. Mircea, A. Cappelletti, G. Briganti, A. Pederzoli, L. Vitali, G. Pace, M. D'Isidoro, I. Cionni, G. Righini, A. Piersanti, G. Cremona, C. Silibello, S. Finardi, G. Calori, L. Ciancarella, G. Zanini (2011). Modelling the buildup of aerosol loading over Italy during high-pressure conditions. *Poster European Aerosol Conference, 2011*

M. Mircea, A. Pederzoli, S. Finardi (2011) Estimate of the Saharan dust contribution to PM10 concentrations over Italy: a modelling approach. *Poster European Aerosol Conference, 2011*

Rapporti:

M. Berico, A. Malaguti, R. Lorenzelli, F. Serra, C. Tonelli Nuova metodologia per la stima del fattore emissivo delle polveri da lavorazioni in agricoltura Rapporto interno ENEA RT/2010/37/ENEA

D'Elia I., Vialetto G., Pace G., Vitali L., Zanini G., Briganti G., Cappelletti A., Finardi S., Angelucci M., Vecchiocattivi M., Morbidelli R. Confronto tra le osservazioni e le simulazioni del modello MINNI per la centralina di monitoraggio Cortonese - Anno 2005. Rapporto interno ENEA RT/2009/32/ENEA.

Vitali L., Pace G., Zanini G., Bracco G., Migliori S., Finardi S. Application of the Local Analysis and Prediction System (LAPS) to carry out high resolution meteorological analysis at Italian national scale: implementation and first results for year 1999. Rapporto interno ENEA RT/2008/18/ACS.

Barsanti P., Briganti G., Marri P., Vitali L. Metodologie per la determinazione dei fattori di emissione degli aerosol marini primari. Rapporto interno ENEA RT/2008/8/ACS.

Ministry for the Environment, Land and Sea (2007): *Fourth National Communication under the UN Framework Convention on Climate Change*

ISPRA (2011): *National Greenhouse Gas Inventory System in Italy*

ISPRA (2011): *Italian Greenhousegases Inventory 1990 – 2009*

IPCC (2000): *Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories*

ENEA (2008): *Rapporto Energia Ambiente*

ENEA "Scenari energetici per l'Italia da un modello di equilibrio generale (Markal- macro)", M. Contaldi, F. Gracceva, Enea Technical Report, ENEA, 2004, ISBN 88-8286-108-2

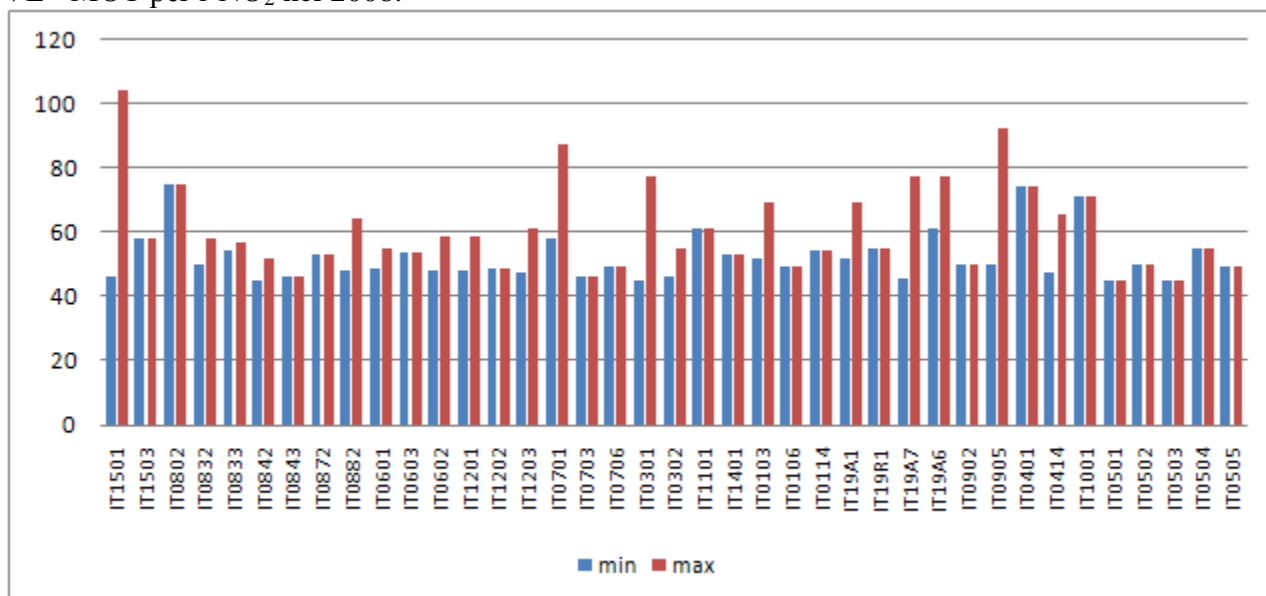
ENEA (2009) "*Policies and measures to reduce GHG emissions in Italy*",
M.N. Caminiti, S. La Motta, M. Stefanoni, M. Velardi, M.P. Valentini

Fondazione ALMA MATER, "*Emissioni climalteranti settori trasporti, potenziale di abbattimento al 2010 ed al 2020*", D. Tabarelli, M. Mazza

Vialetto, G., Racalbuto, S., Pignatelli, T., D'Elia, I.; Valutazione del potenziale di riduzione delle emissioni di ammoniaca. ENEA, Rapporto finale del Contratto di ricerca tra APAT ed ENEA riguardante la: "Predisposizione di scenari per la valutazione delle riduzioni delle emissioni di ammoniaca e delle misure per la tutela della qualità dell'aria a livello regionale", Settembre 2006

ALLEGATO 1 - ZONE DI SUPERAMENTO

Si riportano le minime e massime medie annue per le zone del territorio nazionale che superano il VL+ MOT per l'NO₂ nel 2008.



La tabella sottostante mette in relazione le zone in grafico con le regioni di appartenenza

Regione	Codice Zona	Regione	Codice Zona
Campania	IT1501	Marche	IT1101
Campania	IT1503	Molise	IT1401
Emilia Romagna	IT0802	Piemonte	IT0103
Emilia Romagna	IT0832	Piemonte	IT0106
Emilia Romagna	IT0833	Piemonte	IT0114
Emilia Romagna	IT0842	Sicilia	IT19A1
Emilia Romagna	IT0843	Sicilia	IT19R1
Emilia Romagna	IT0872	Sicilia	IT19A7
Emilia Romagna	IT0882	Sicilia	IT19A6
Friuli Venezia Giulia	IT0601	Toscana	IT0902
Friuli Venezia Giulia	IT0603	Toscana	IT0905
Friuli Venezia Giulia	IT0602	Provincia autonoma di Trento	IT0401
Lazio	IT1201	Provincia autonoma di Bolzano	IT0414
Lazio	IT1202	Umbria	IT1001
Lazio	IT1203	Veneto	IT0501
Liguria	IT0701	Veneto	IT0502
Liguria	IT0703	Veneto	IT0503
Liguria	IT0706	Veneto	IT0504
Lombardia	IT0301	Veneto	IT0505
Lombardia	IT0302		

ALLEGATO 2 - SOURCE APPORTIONMENT CONTRIBUTI SETTORIALI

Nord Italia

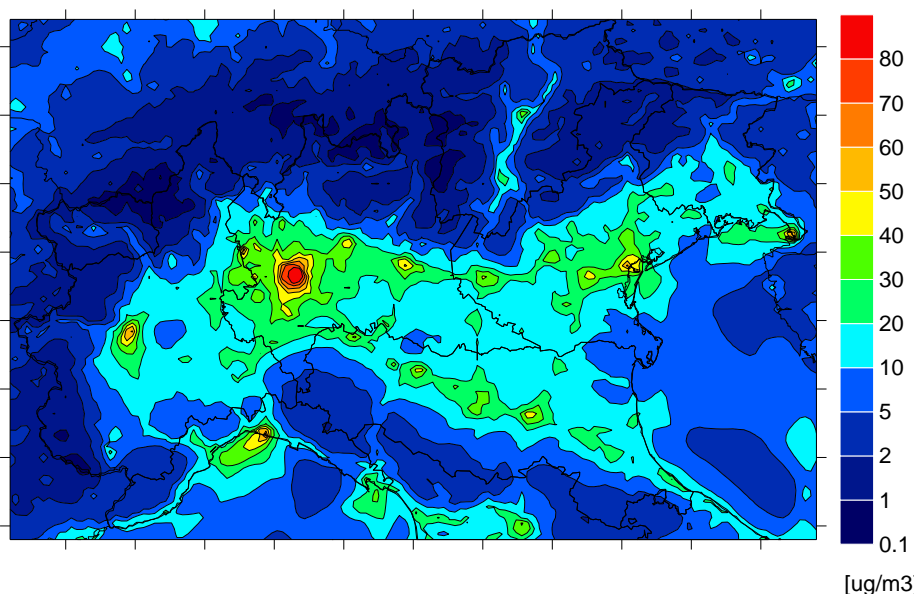


Figura 1: Mappa **media annuale** delle concentrazioni di NO₂ nella simulazione di riferimento

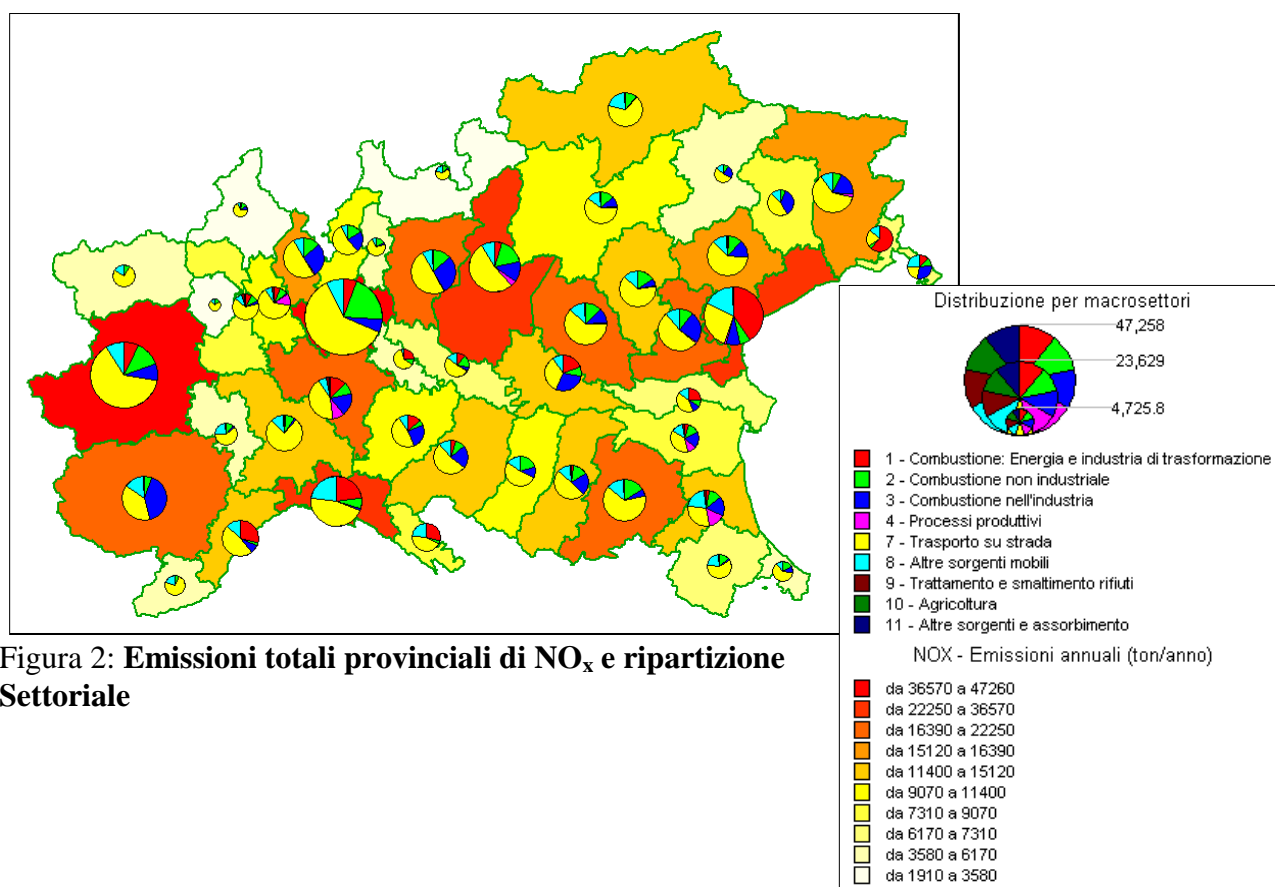


Figura 2: Emissioni totali provinciali di NO_x e ripartizione Settoriale

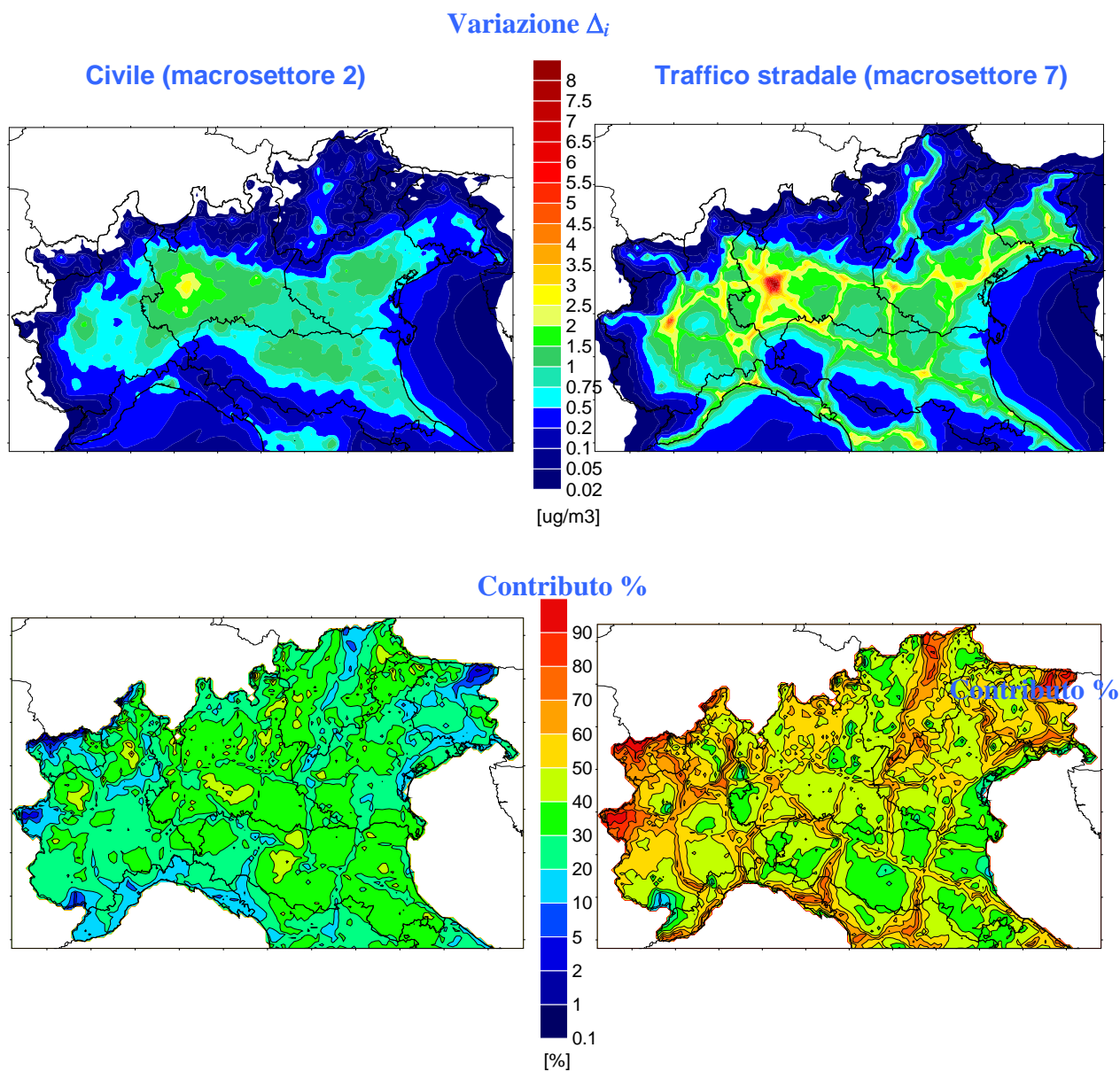
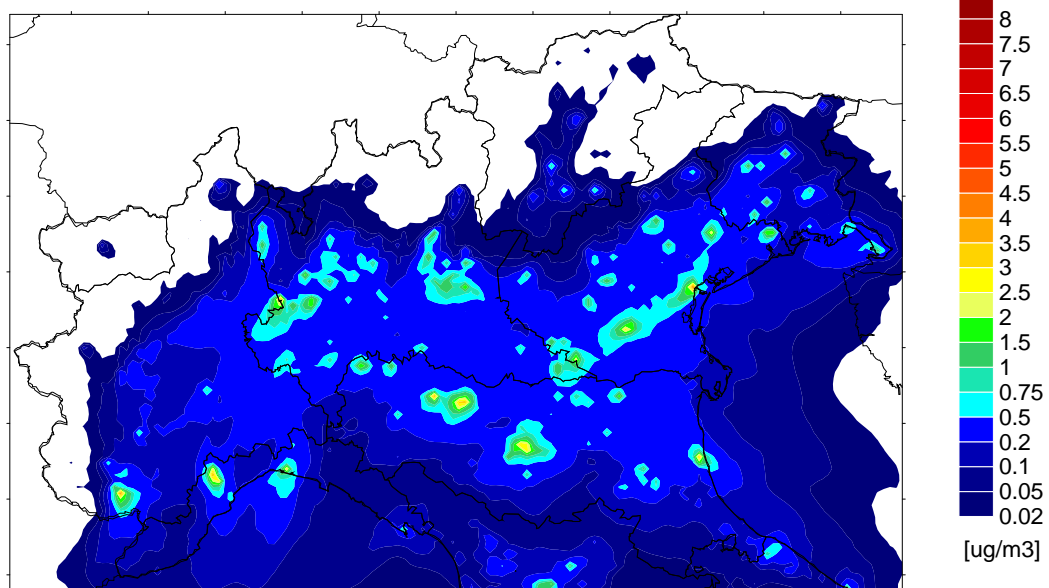


Figura 3: Source apportionment NO_2 : dominio 4x4 sul nord Italia, settore **civile** (a sinistra) e **traffico** stradale (a destra)

Produzione energia, industria e rifiuti (1 + 3 + 4 + 9)

Variazione Δ_i



Contributo %

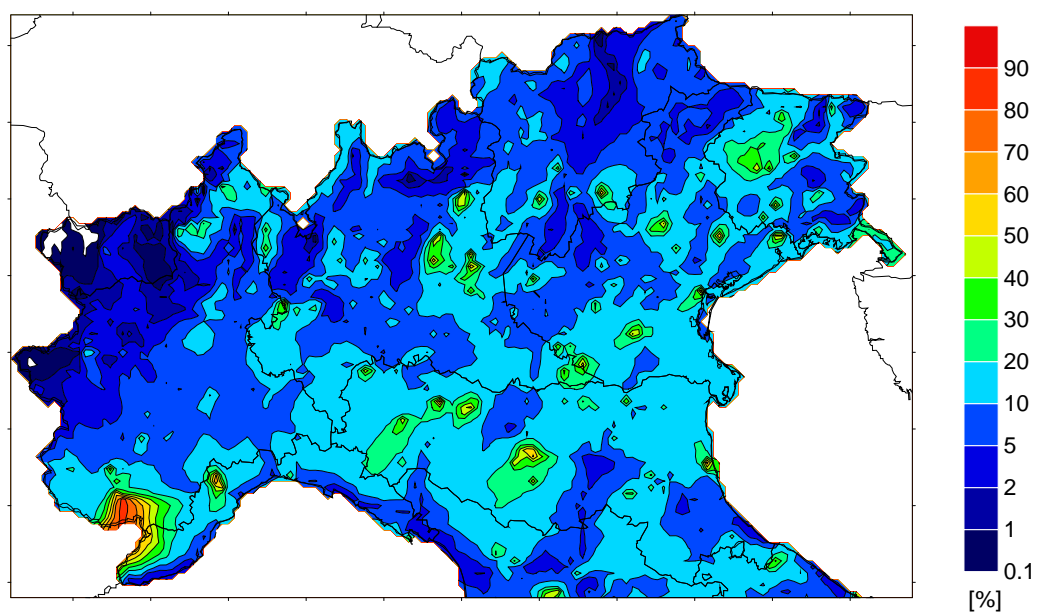
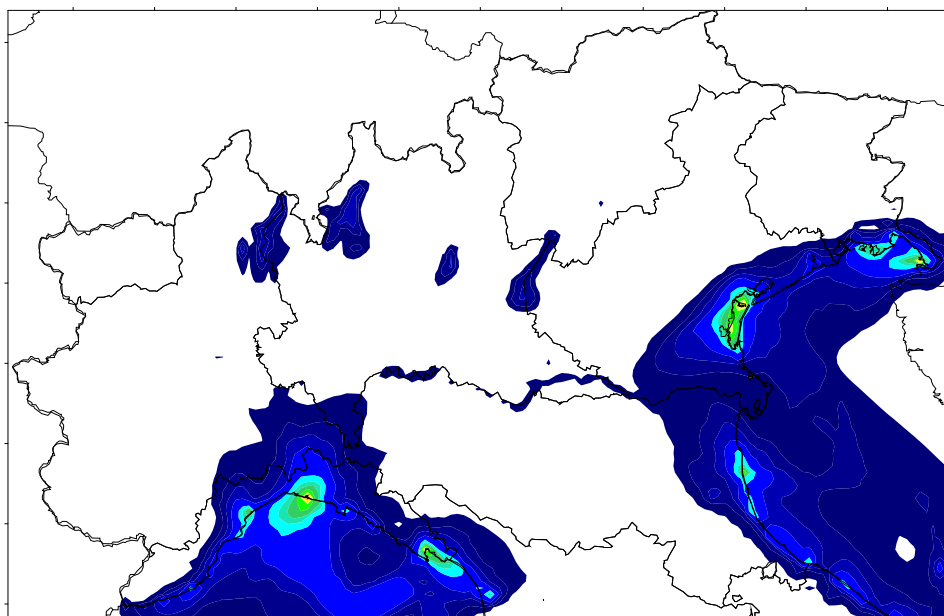


Figura 4: Source apportionment NO₂ : dominio 4x4 sul nord Italia, settore **industriale**

Trasporti marittimi e navigazione interna (settori 8.3 e 8.4)

Variazione Δ_i



Contributo %

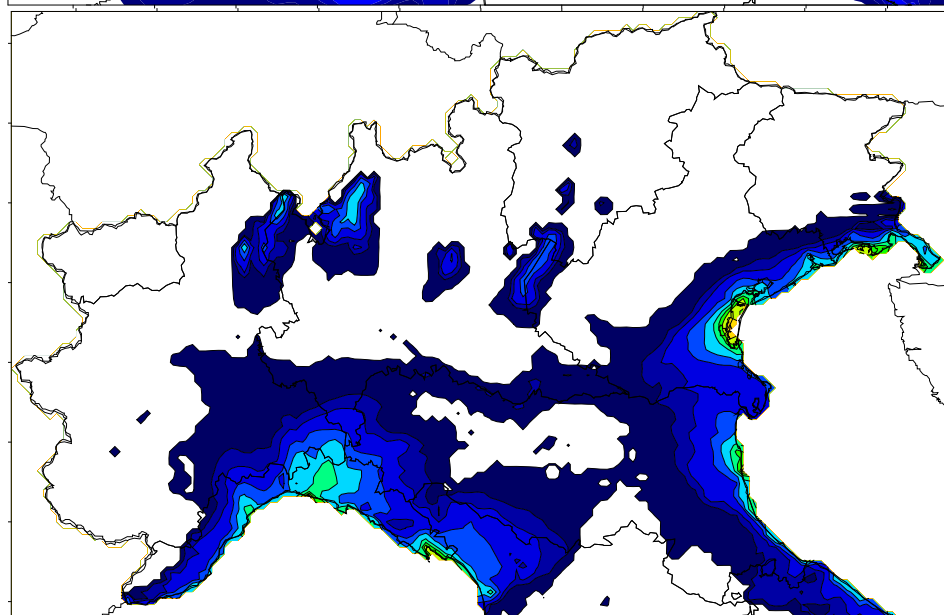


Figura 5: Source apportionment NO₂ : dominio 4x4 sul nord Italia, settore **navigazione**

Altri trasporti (settori 8.x tranne 8.3 e 8.4)

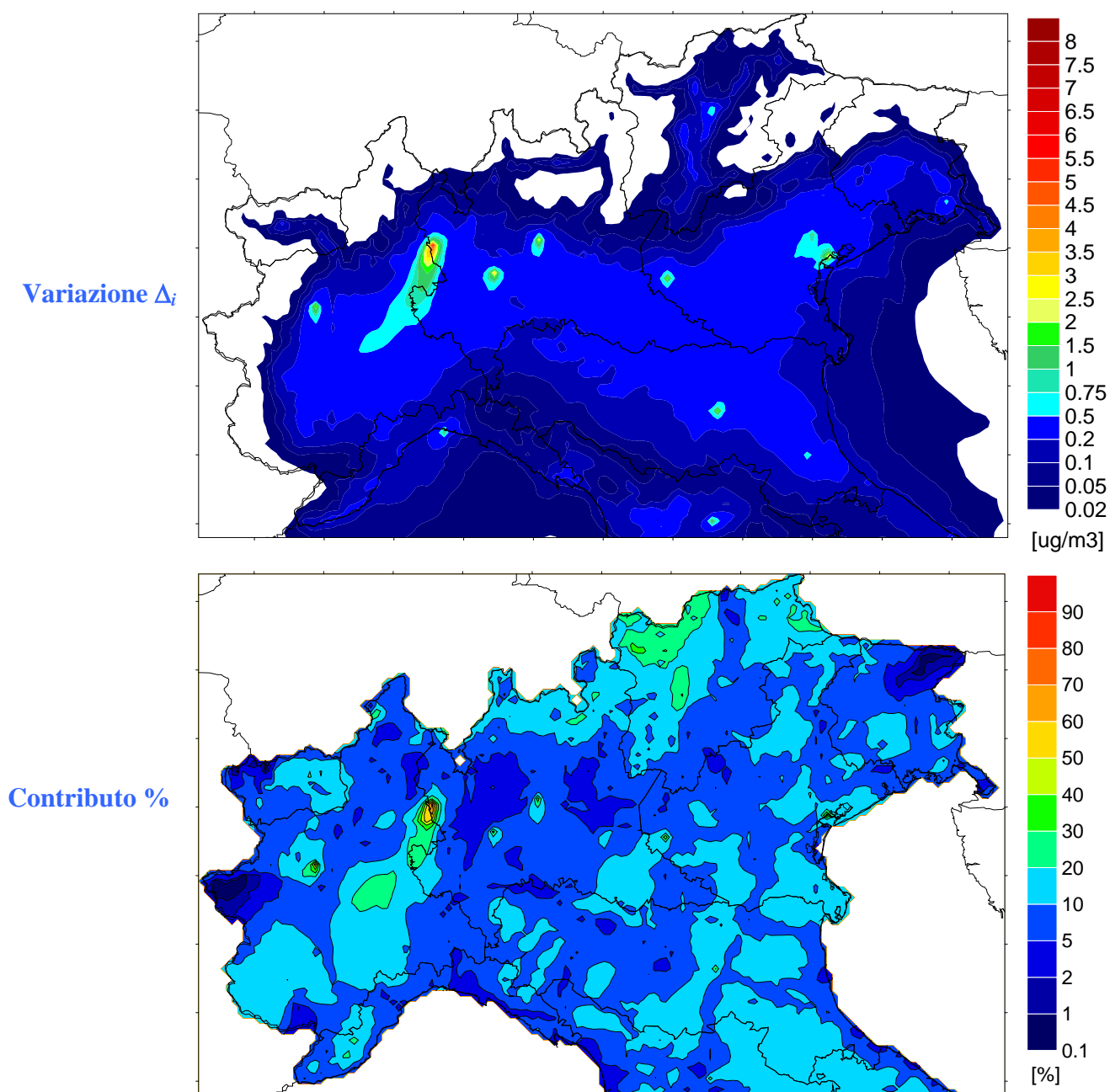


Figura 6: Source apportionment NO_2 : dominio 4x4 sul nord Italia, settore **altri trasporti**

Centro Italia

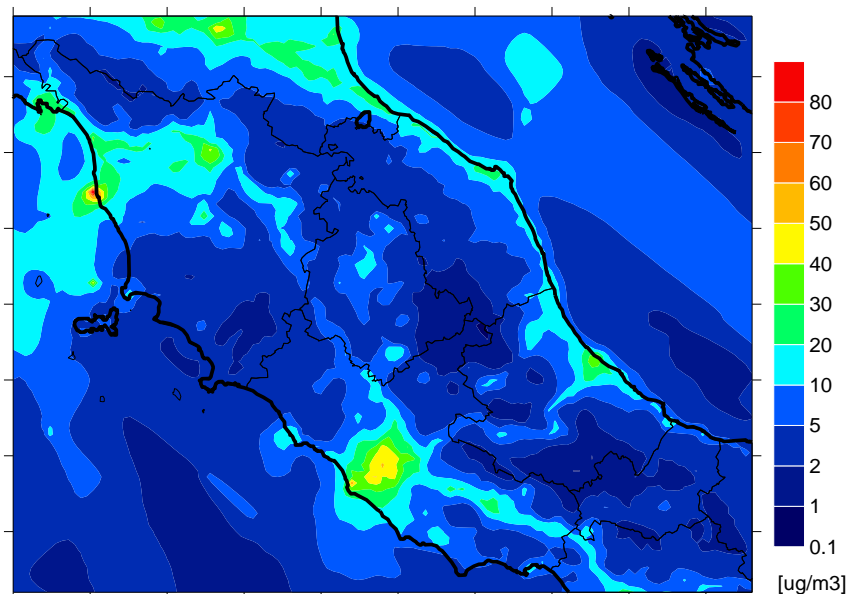


Figura 7: Mappa media annuale delle concentrazioni di NO_2 nella simulazione di riferimento

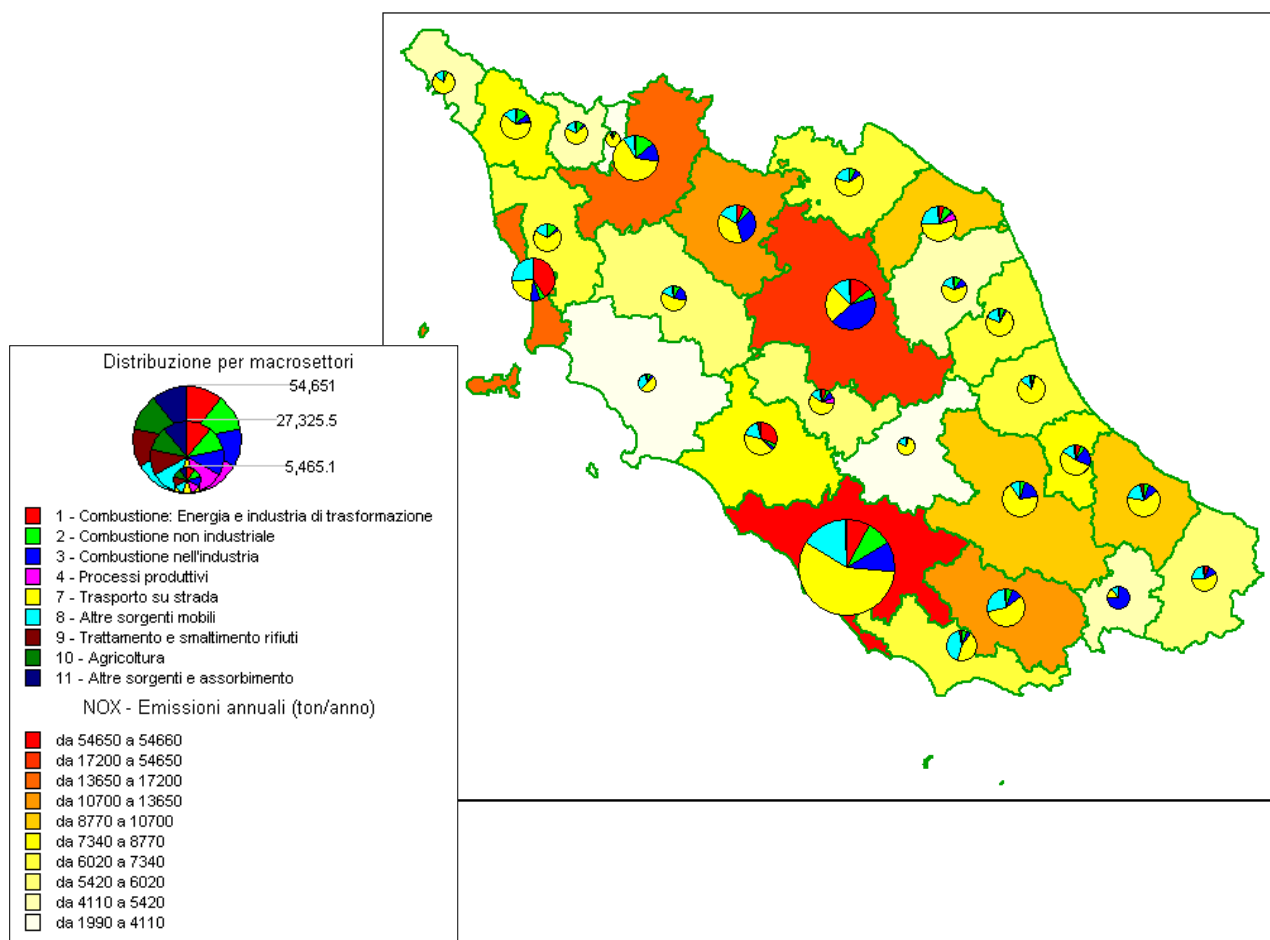
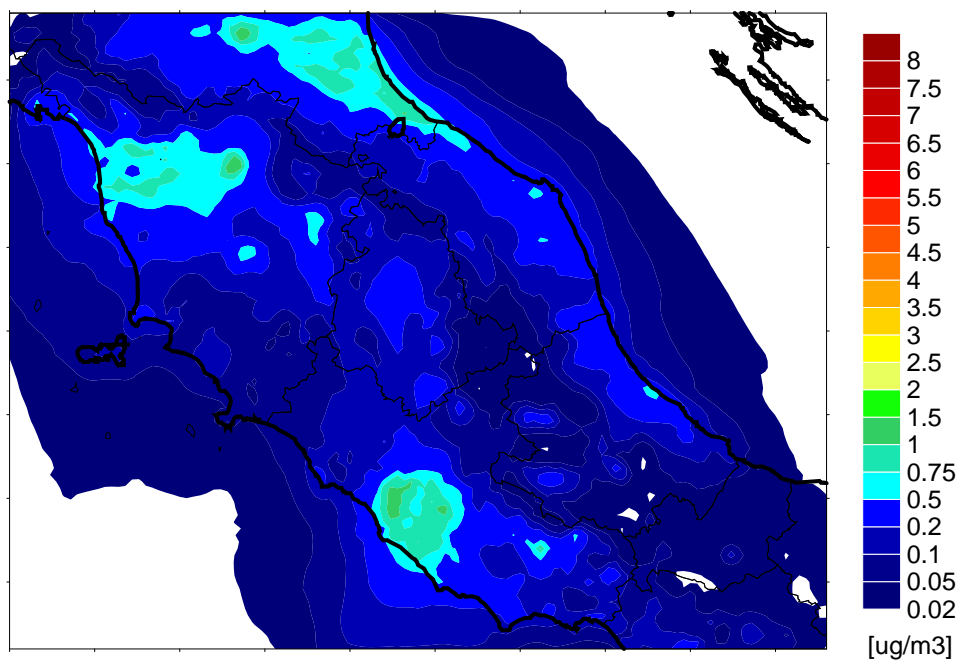


Figura 8: Emissioni totali provinciali di NO_x e ripartizione settoriale

Civile (macrosettore 2)

Variazione Δ_i



Contributo %

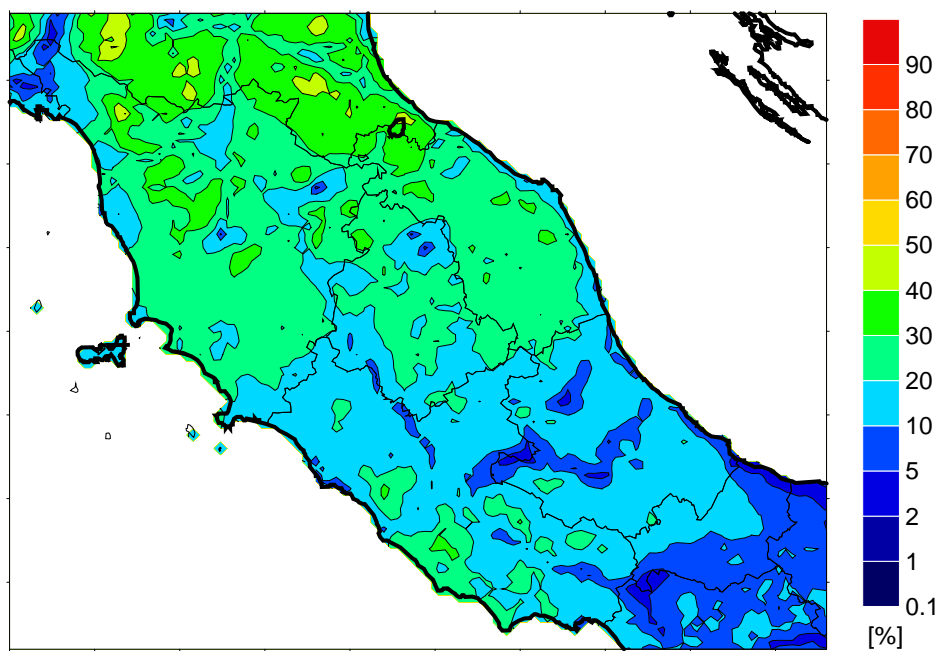
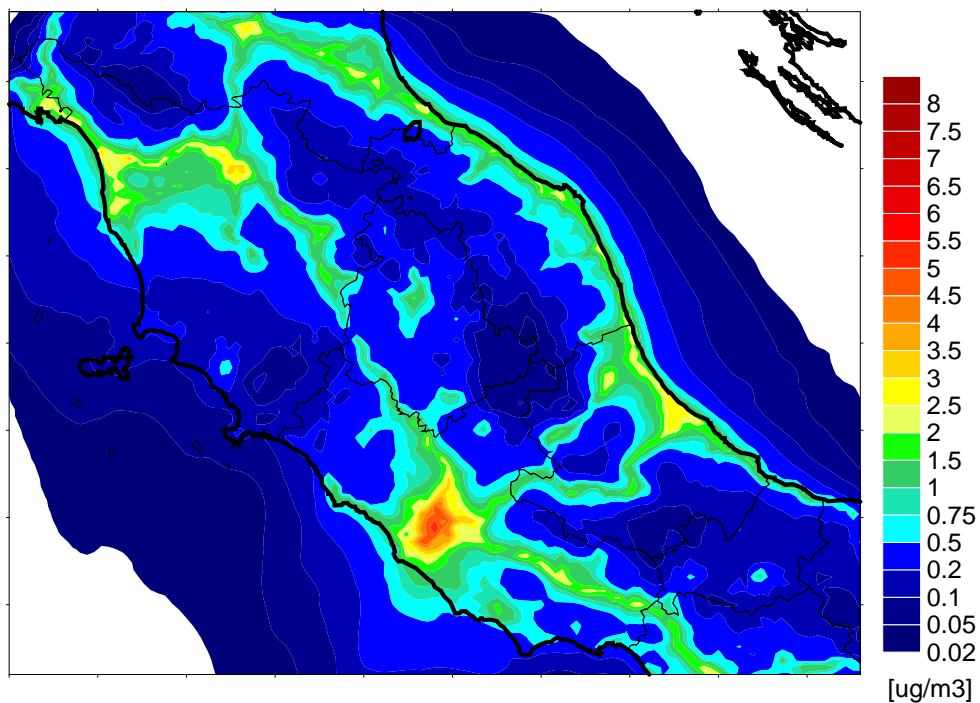


Figura 9: Source apportionment NO_2 : dominio 4x4 sul centro Italia, settore **civile**

Traffico stradale (macrosettore 7)

Variazione Δ_i



Contributo %

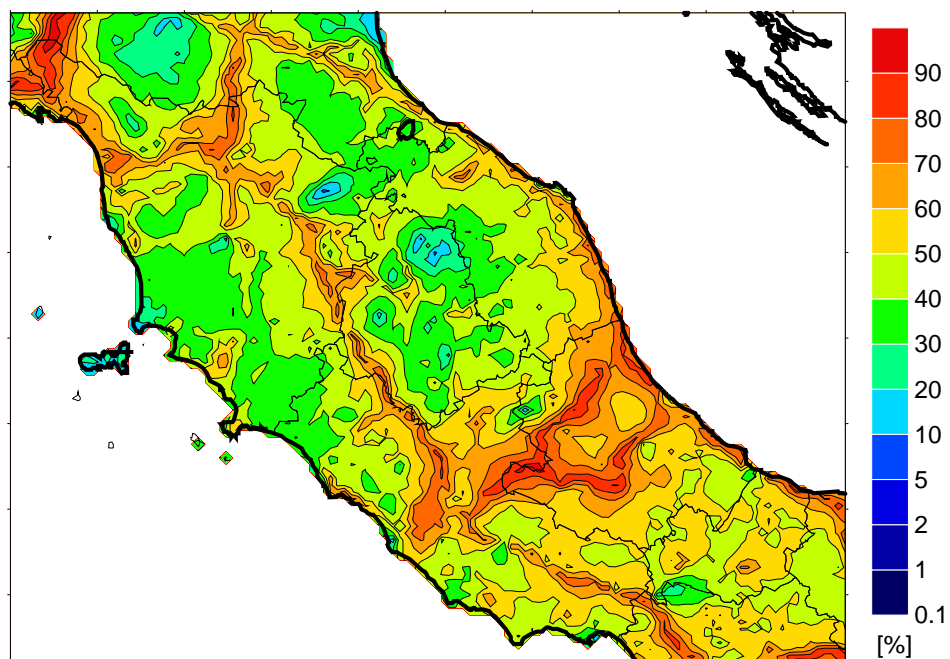
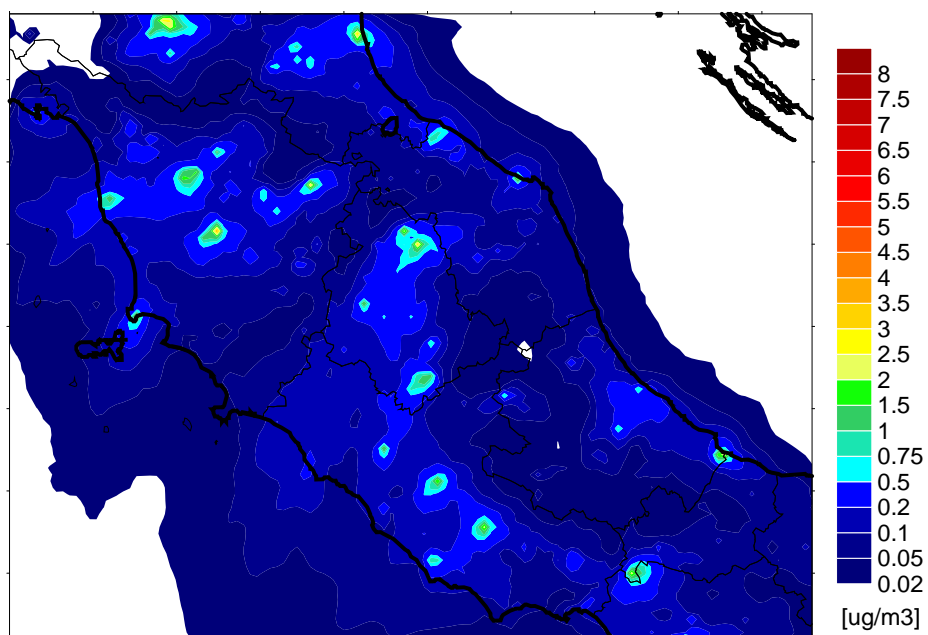


Figura 10: Source apportionment NO_2 : dominio 4x4 sul centro Italia, settore **traffico** stradale

Produzione energia, industria e rifiuti (1 + 3 + 4 + 9)

Variazione Δ_i



Contributo %

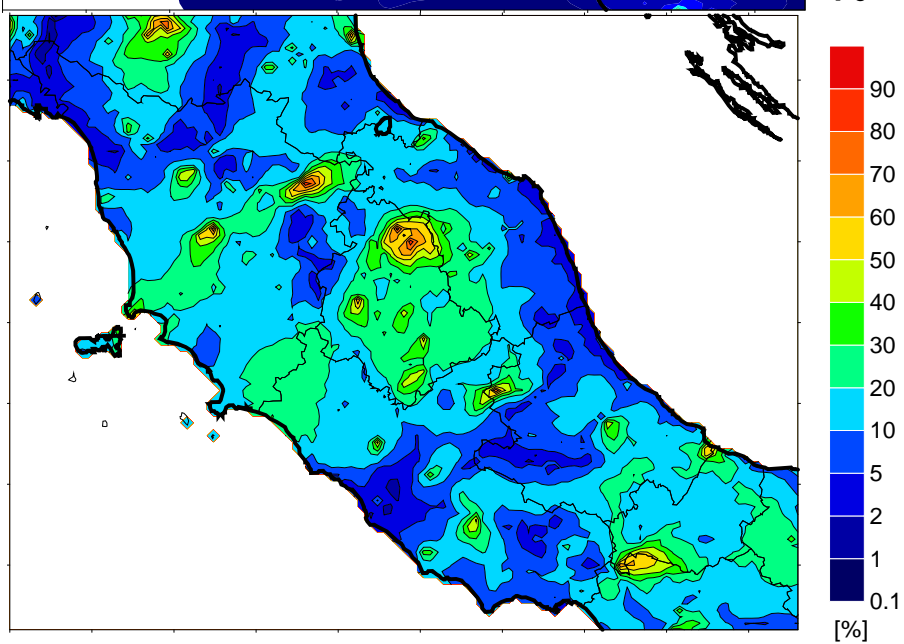


Figura 11: Source apportionment NO_2 : dominio 4x4 sul centro Italia, settore **industriale**

Trasporti marittimi e navigazione interna (settori 8.3 e 8.4)

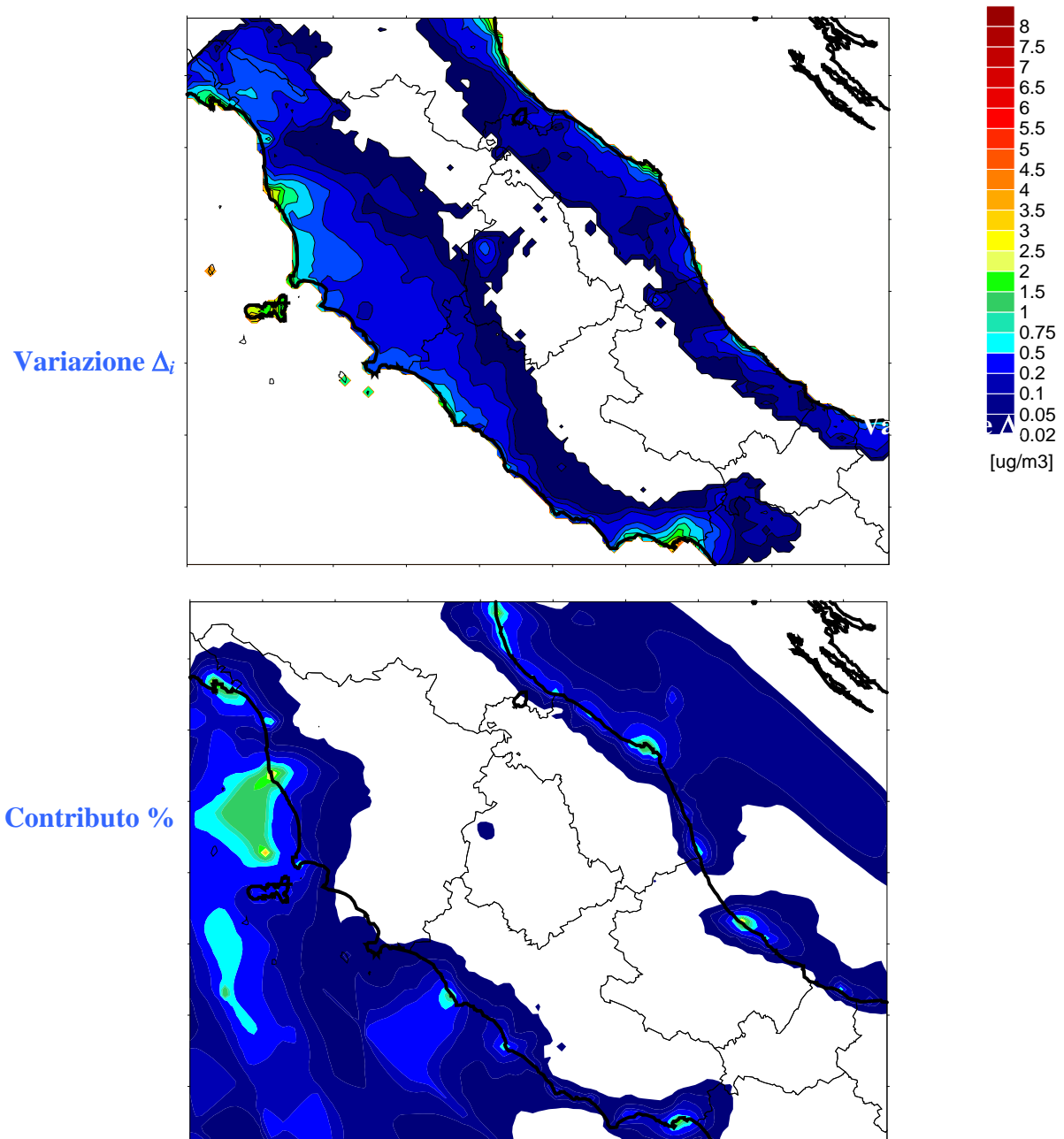
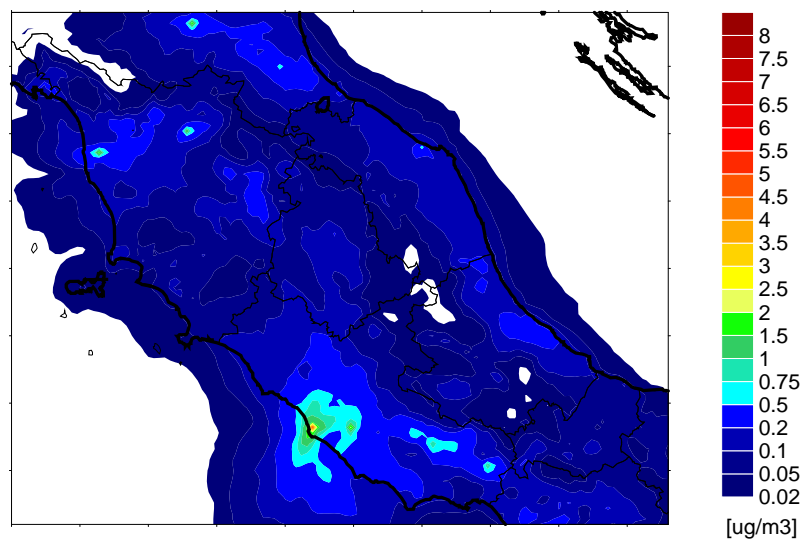


Figura 12: Source apportionment NO₂ : dominio 4x4 sul centro Italia, settore **navigazione**

Altri trasporti (settori 8.x tranne 8.3 e 8.4)

Variazione Δ_i



Contributo %

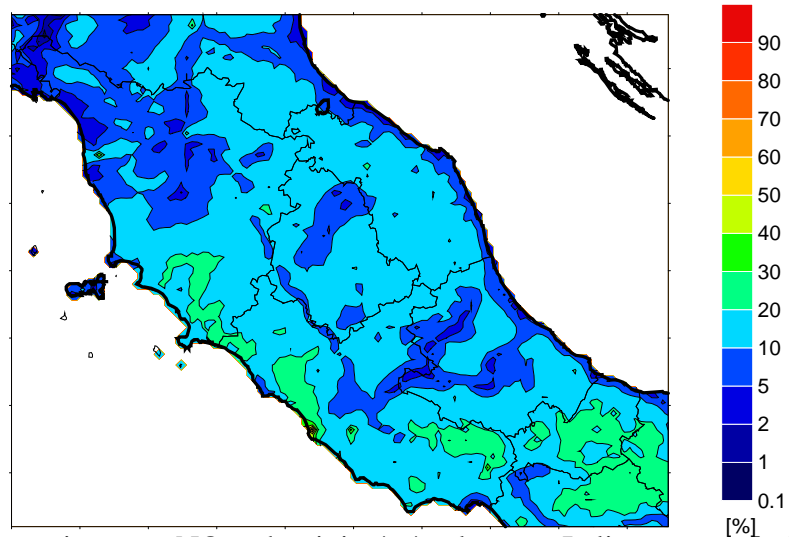


Figura 5: Source apportionment NO_2 : dominio 4x4 sul centro Italia, settore **altri trasporti**

Sud Italia

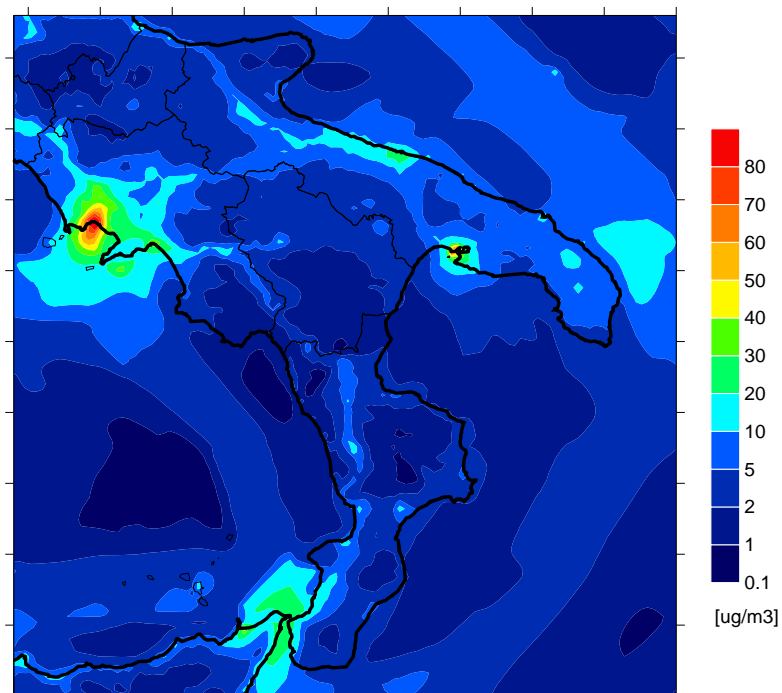


Figura 6: Mappa **media annuale** delle concentrazioni di NO_2 nella simulazione di riferimento

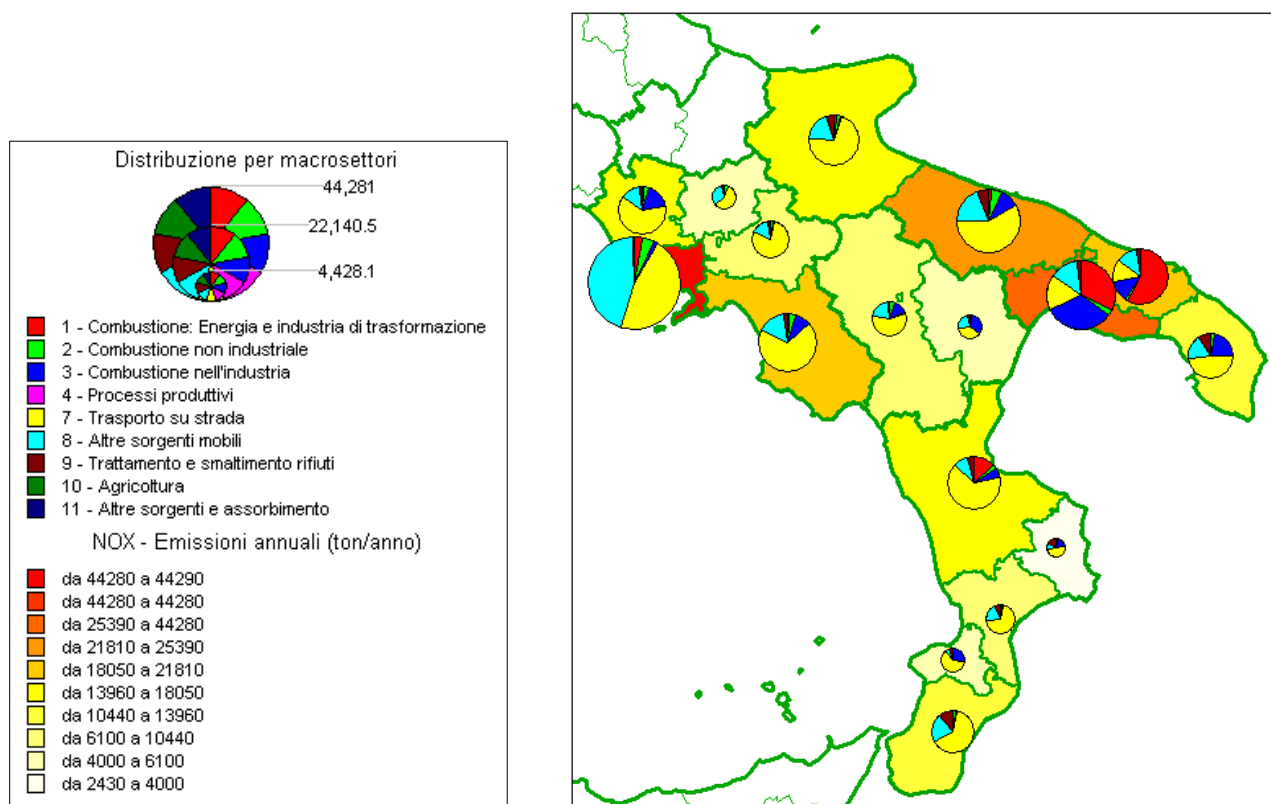
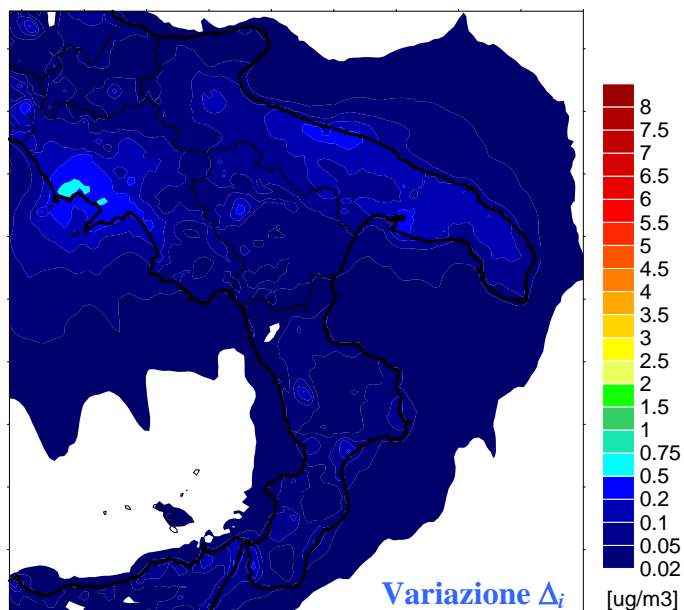


Figura 15: Emissioni totali provinciali di NO_x e ripartizione settoriale

Civile (macrosettore 2)



Traffico stradale (macrosettore 7)

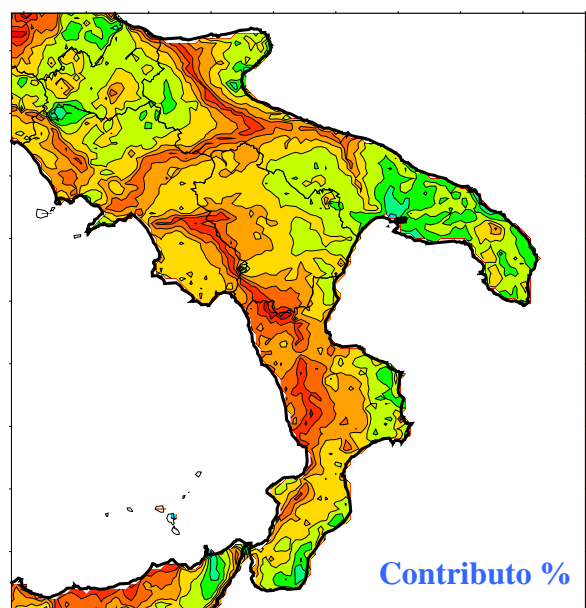
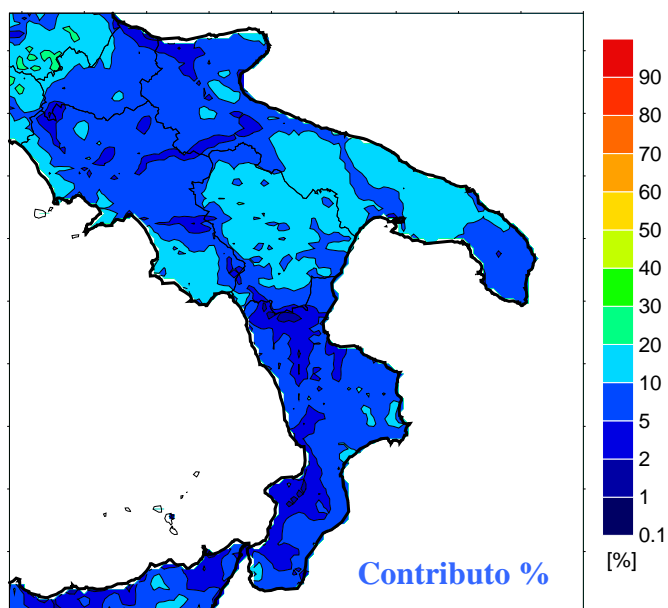
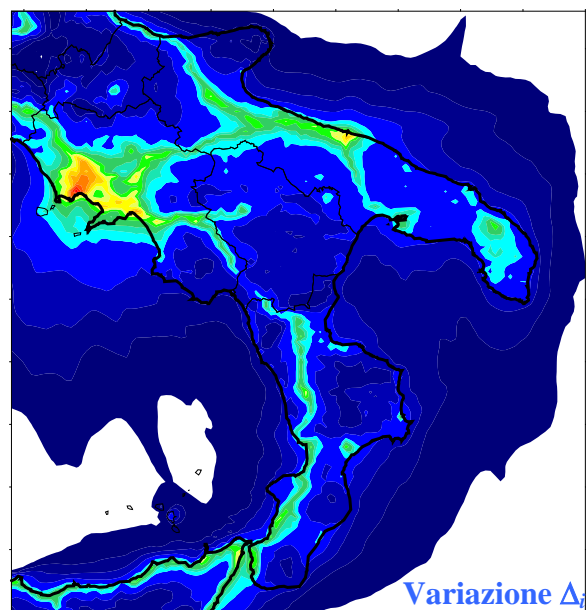
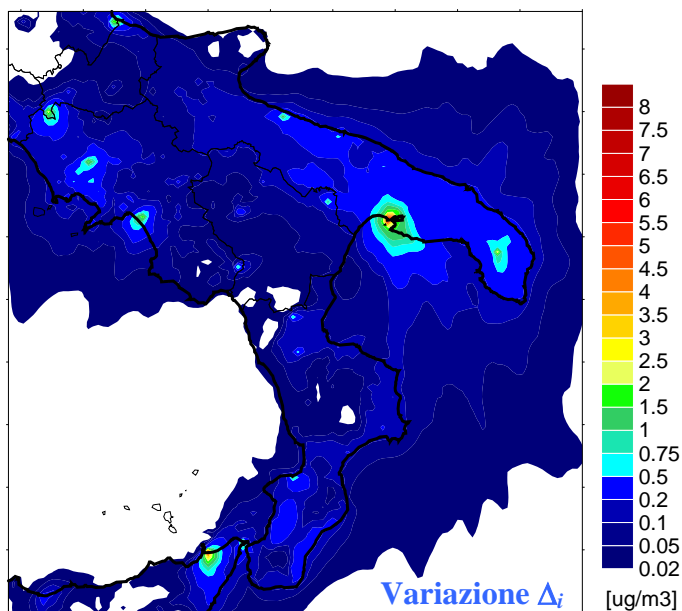


Figura 16: Source apportionment NO_2 : dominio 4x4 sul sud Italia, settore **civile** (a sinistra) e **traffico** stradale (a destra)

Energia, industria e rifiuti (1 + 3 + 4 + 9)



Trasporti navali (settori 8.3 e 8.4)

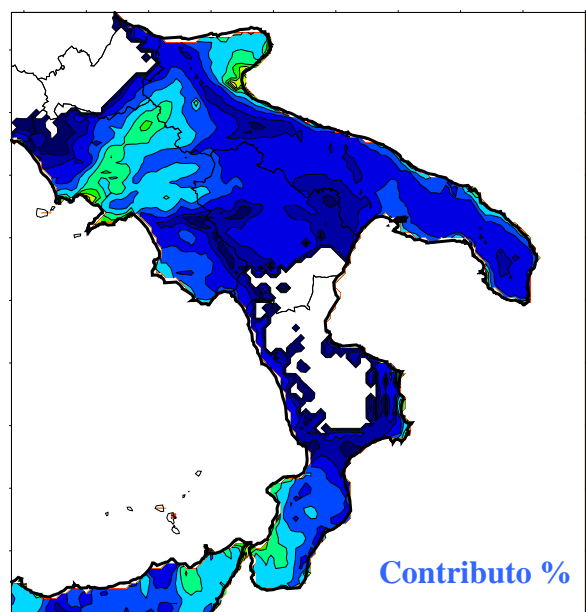
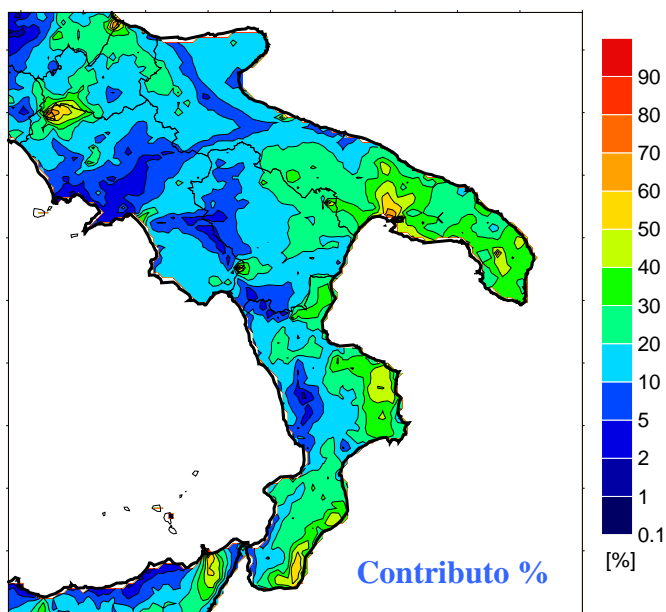
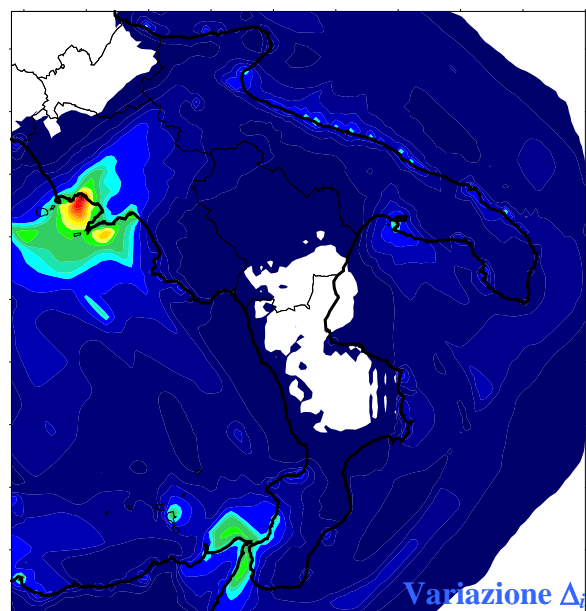
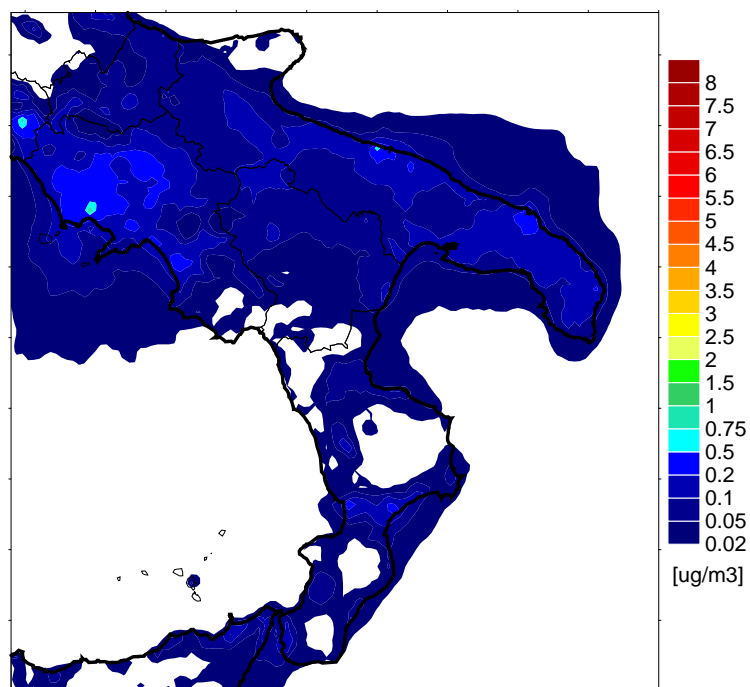


Figura 17: Source apportionment NO_2 : dominio 4x4 sul sud Italia, settore **industriale** (a sinistra) e **navigazione** (a destra)

Altri trasporti (settori 8.x tranne 8.3 e 8.4)

Variazione Δ_i



Contributo %

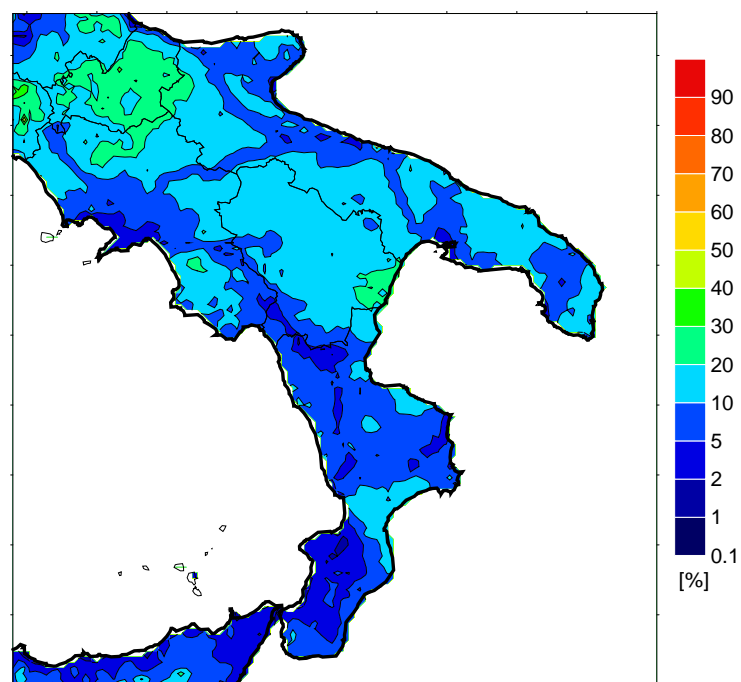


Figura 18: Source apportionment NO_2 : dominio 4x4 sul sud Italia, settore **altri trasporti**

Sicilia e Sardegna

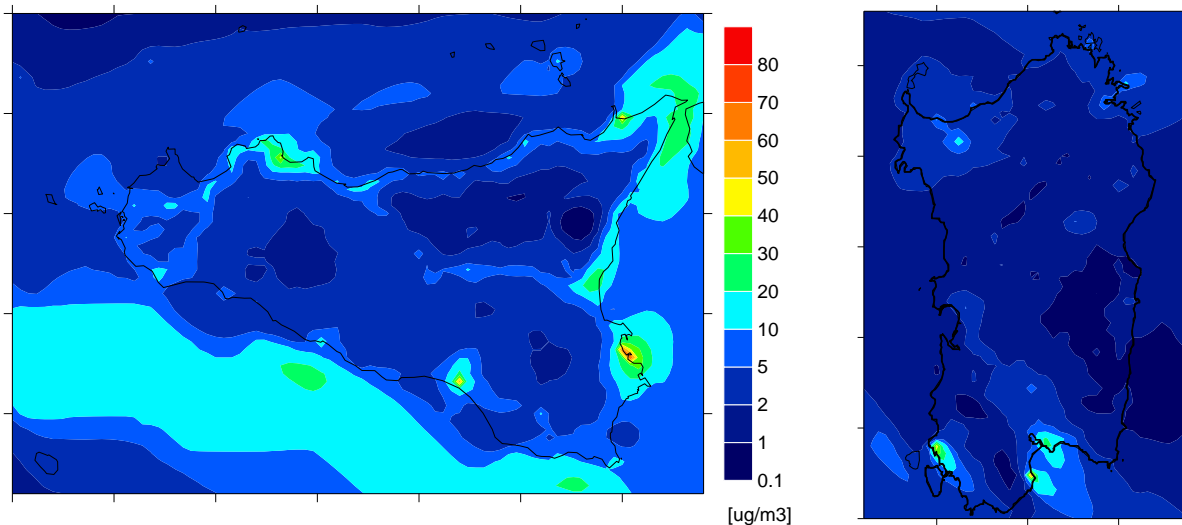


Figura 19: Mappe medie annuali delle concentrazioni di NO_2 nella simulazione di riferimento

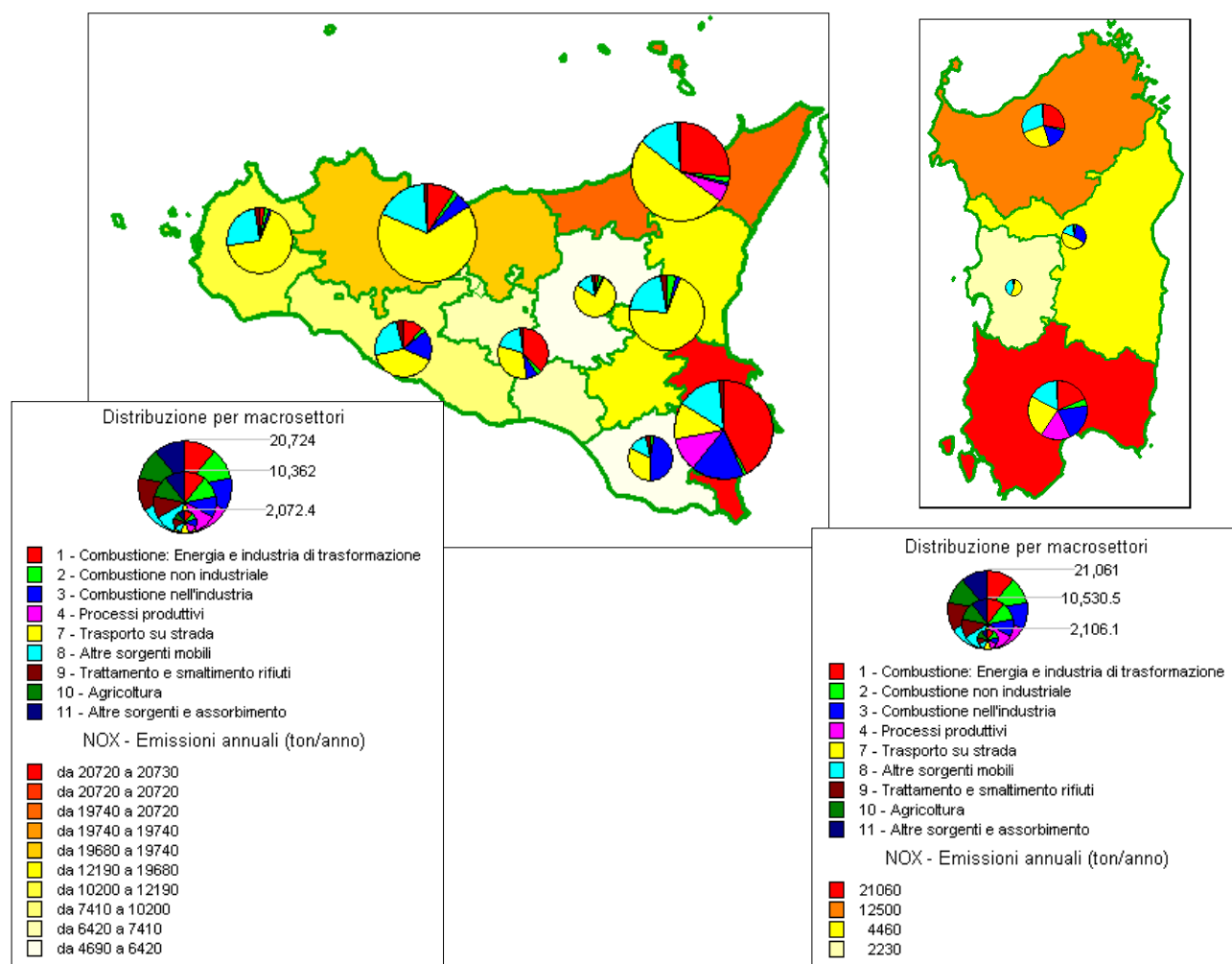
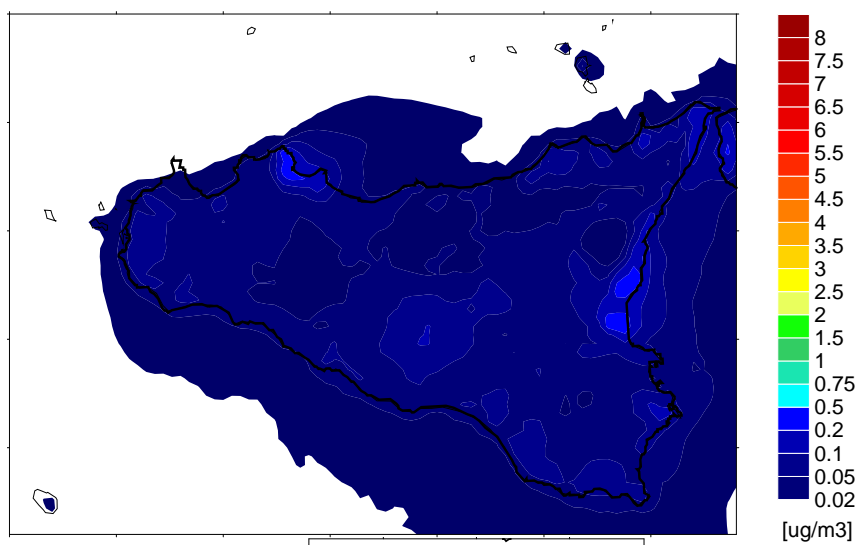
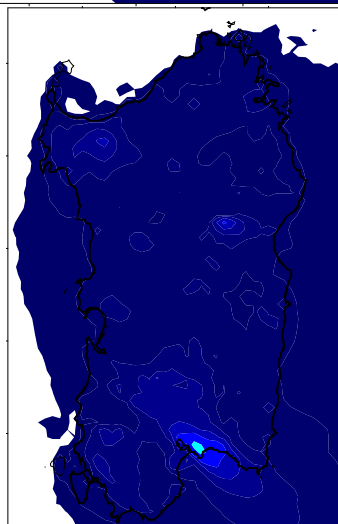


Figura 20: Emissioni totali provinciali di NO_2 e ripartizione settoriale

Civile (macrosettore 2)



Variazione Δ_i



Contributo %

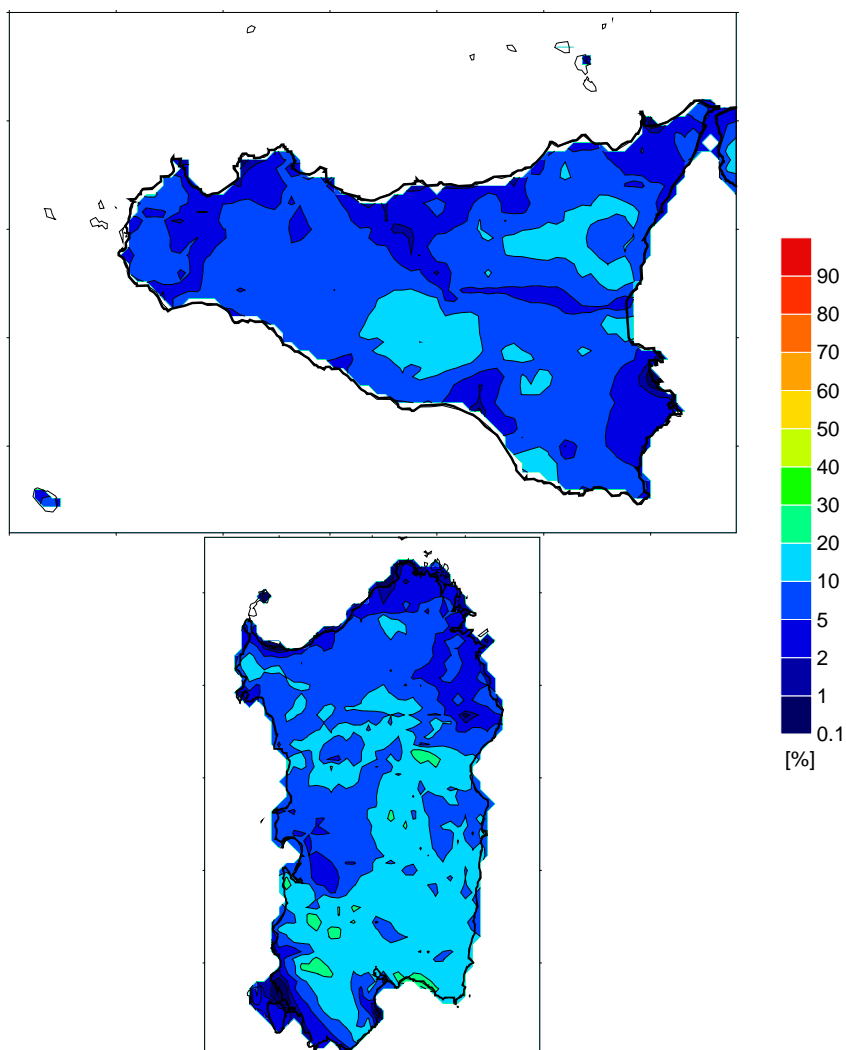
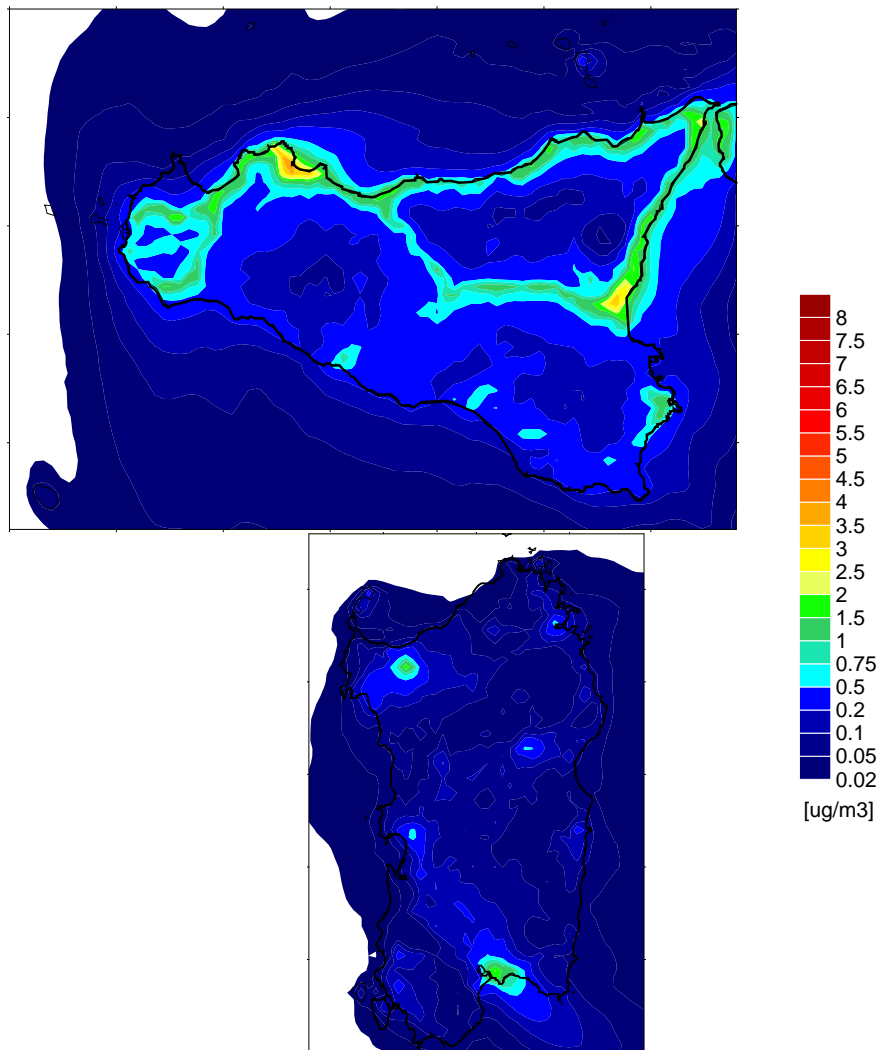


Figura 21: Source apportionment NO₂ : dominio 4x4 su Sicilia e Sardegna, settore **civile**

Traffico stradale (macrosettore 7)



Variazione Δ_i

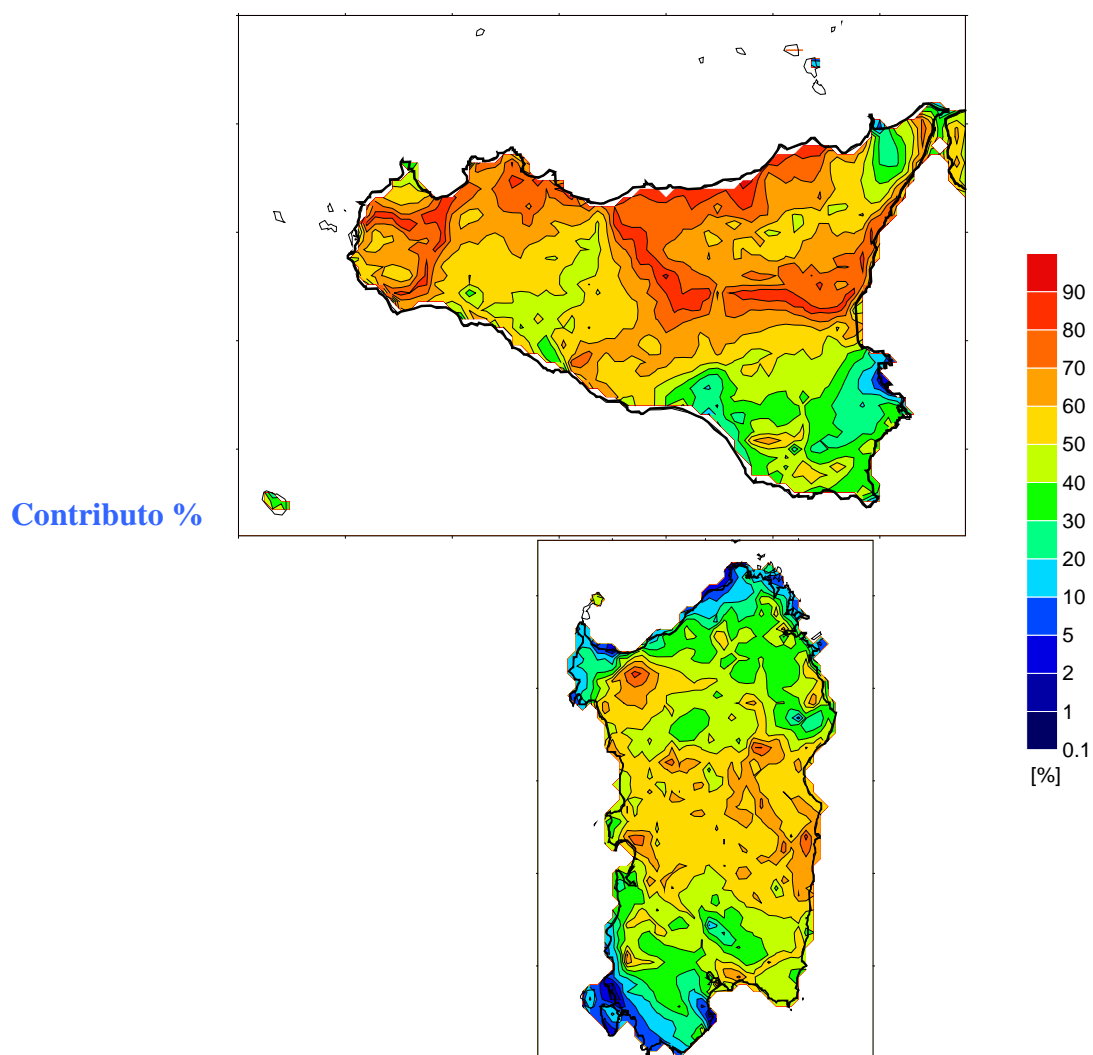
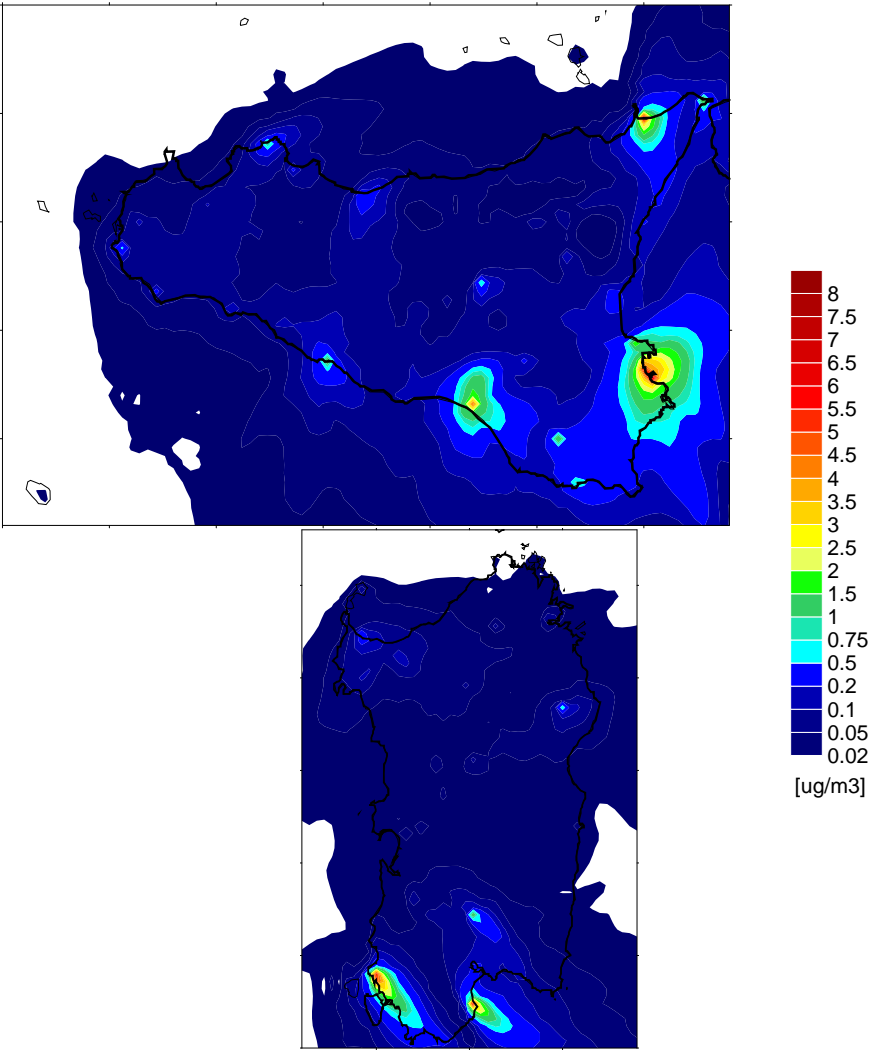


Figura 22: Source apportionment NO₂ : dominio 4x4 su Sicilia e Sardegna, **traffico** stradale

Produzione energia, industria e rifiuti (1 + 3 + 4 + 9)

Variazione Δ_i



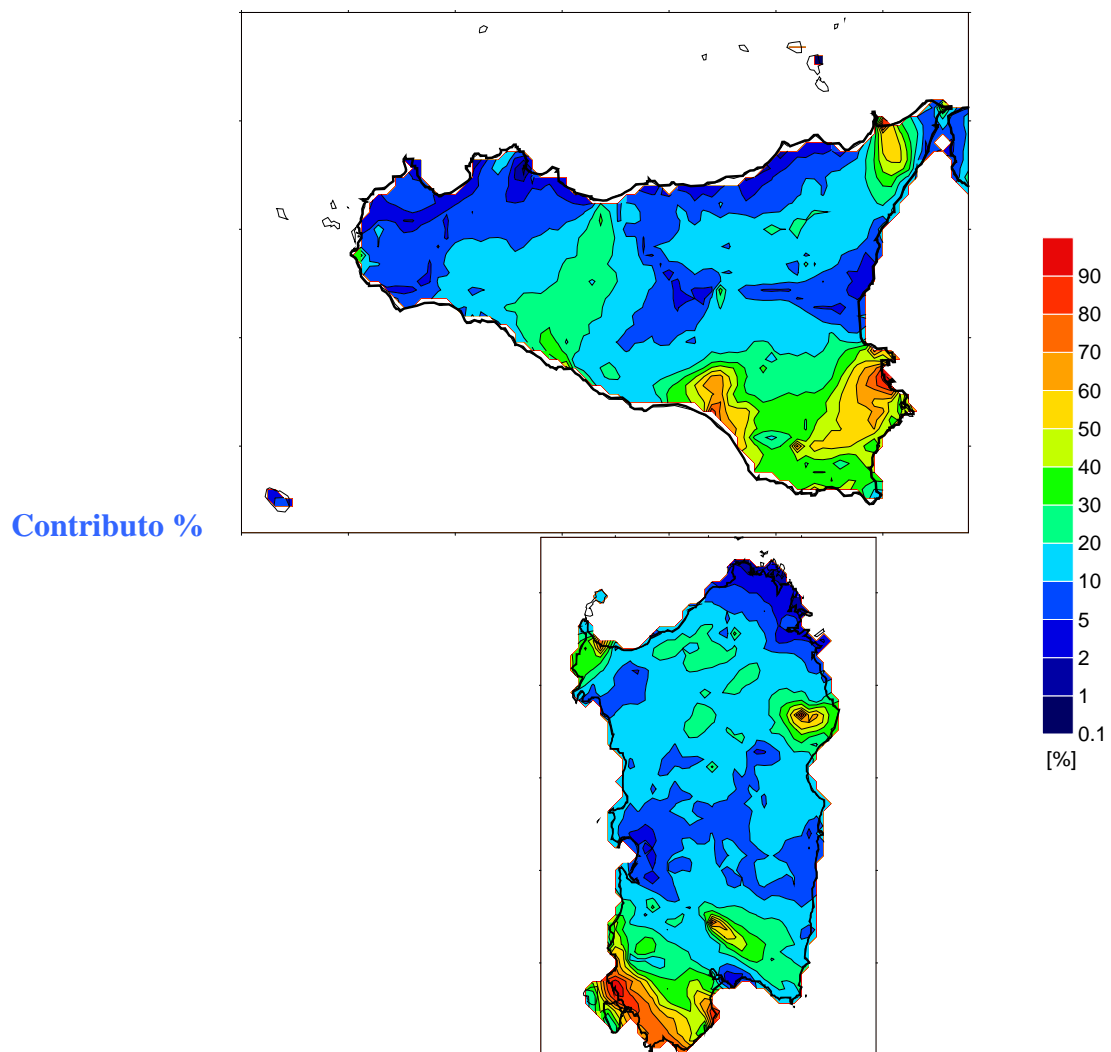
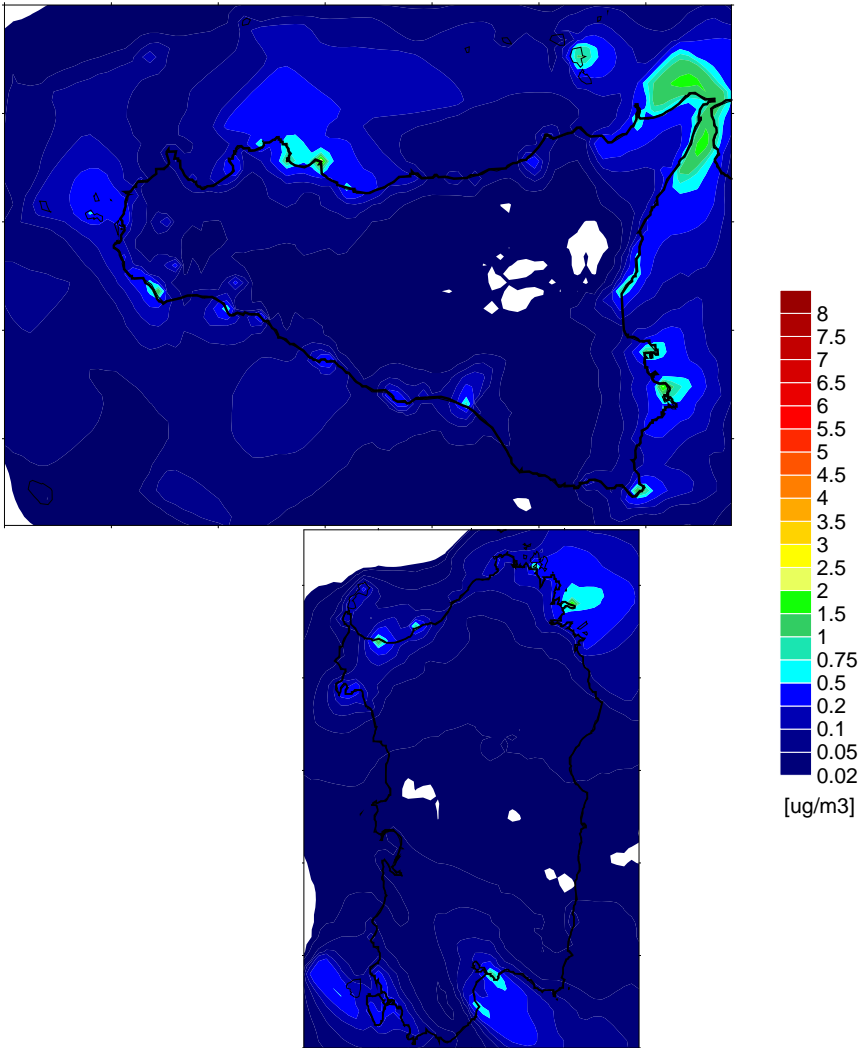


Figura 23: Source apportionment NO₂ : dominio 4x4 su Sicilia e Sardegna, settore **industriale**

Trasporti marittimi e navigazione interna (settori 8.3 e 8.4)

Variazione Δ_i



Contributo %

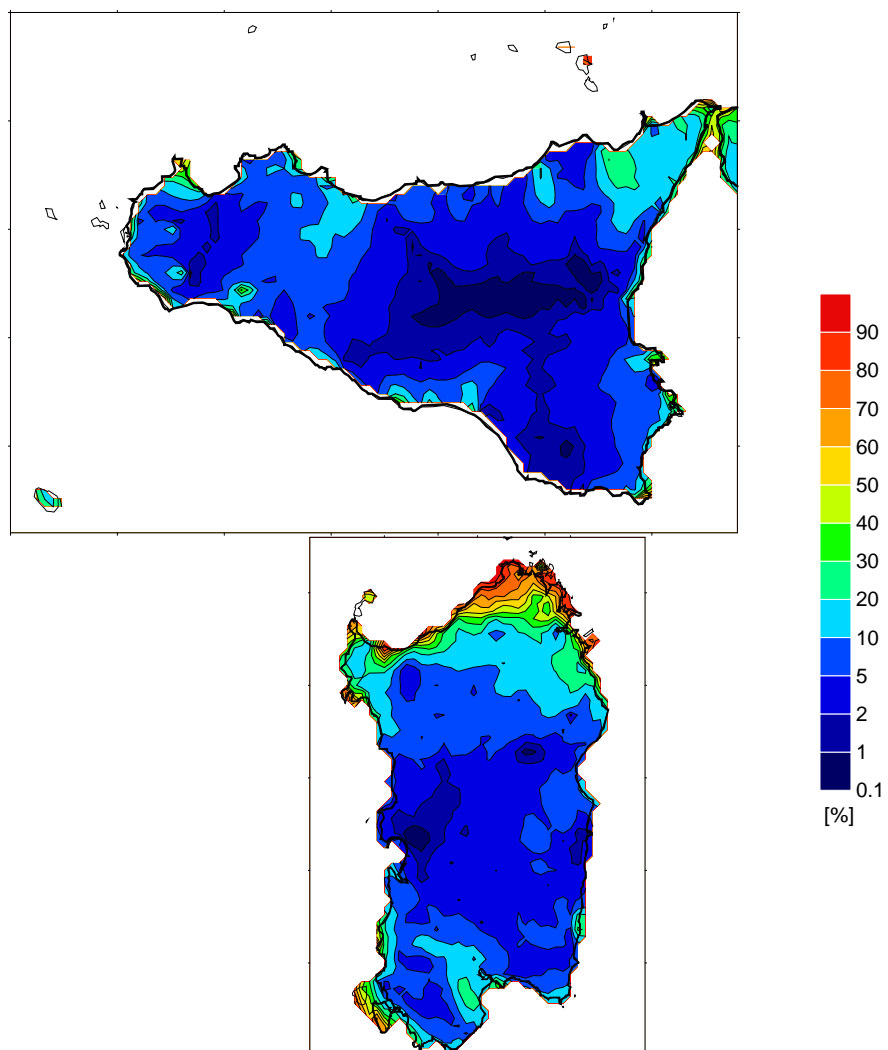
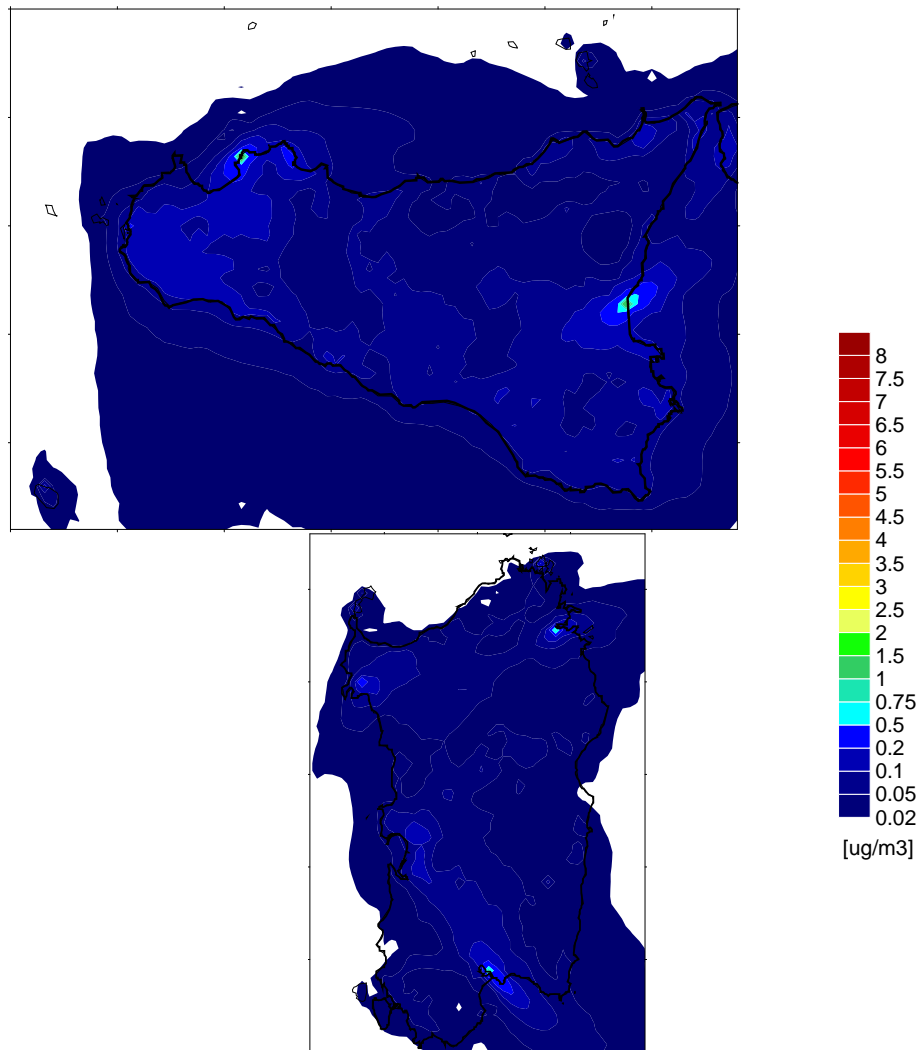


Figura 24: Source apportionment NO₂ : dominio 4x4 su Sicilia e Sardegna, settore **navigazione**

Altri trasporti (settori 8.x tranne 8.3 e 8.4)

Variazione Δ_i



Contributo %

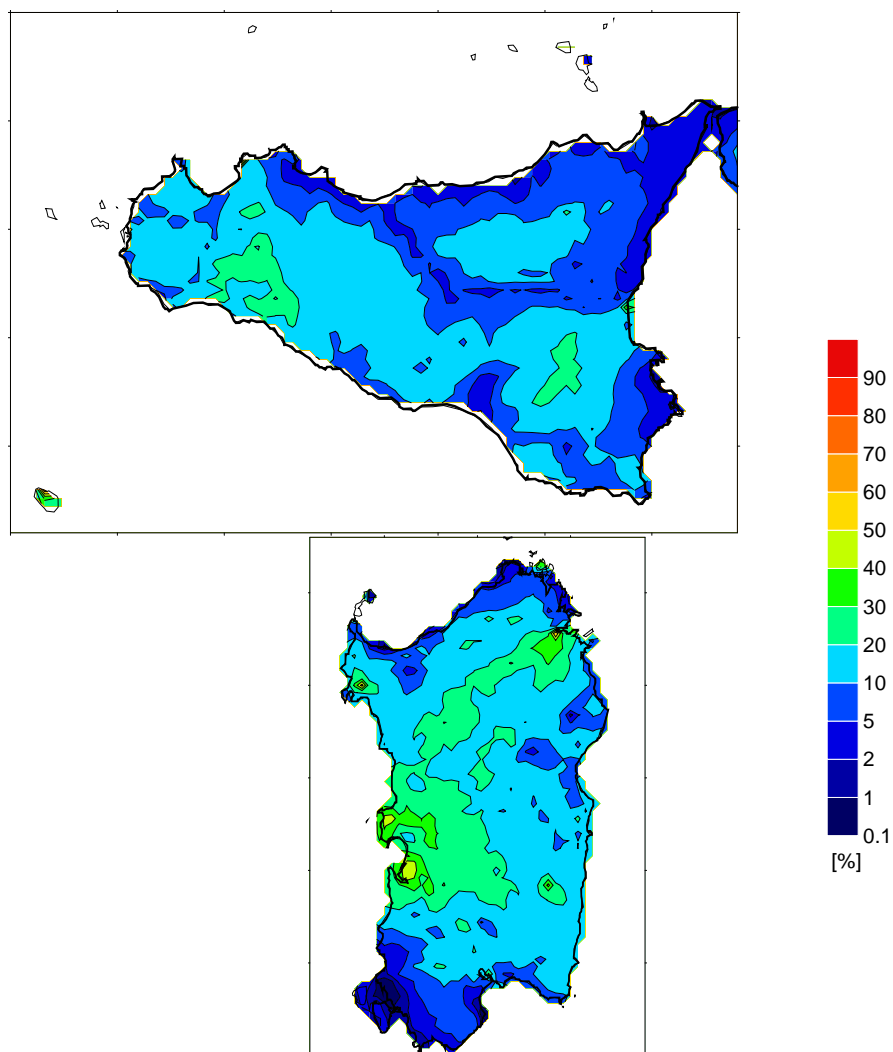


Figura 25: Source apportionment NO₂ : dominio 4x4 su Sicilia e Sardegna, settore **altri trasporti**

ALLEGATO 3 - GLI SCENARI ENERGETICI CONSIDERATI

Descrizione delle metodologie

Lo scenario energetico è tratto dal modello Markal – Italy¹³, basato sul software Markal¹⁴. Lo scenario tendenziale utilizzato come input al Gains per questo esercizio è un aggiornamento dell'ultimo output “peer reviewed” disponibile del modello, pubblicato da ENEA nel 2007 nel suo “Rapporto Energia e Ambiente – 2007, analisi e scenari”¹⁵.

L'aggiornamento include l'uso dei dati di consumo energetico a consuntivo 2009 e dei dati preliminari del 2010, come un input addizionale al modello. La revisione considera inoltre modifiche alla domanda finale che tengono conto degli effetti della crisi economica in atto e di alcuni anni di bassa crescita. Il sistema industriale nazionale è molto sensibile ai cambiamenti nel commercio internazionale, essendo quella italiana un'economia di trasformazione. Infine sono stati utilizzati i prezzi internazionali dell'energia suggeriti dalla Commissione UE per gli scenari da inviare nel 2011 dagli Stati Membri in base alla Decisione N. 280/2004/EC.

Il modello è del tipo “ad equilibrio parziale” e rappresenta al suo interno il sistema energetico nazionale e le sue emissioni principali (CO₂, NO_x e SO₂). Al suo interno sono contenute oltre 70 diverse domande di servizi energetici, che includono i quattro settori principali: agricoltura, industria, trasporti e civile. Ogni settore è a sua volta diviso in sottosettori omogenei dal punto di vista del servizio energetico e, per l'industria, dal materiale principale prodotto. Il settore industriale è diviso nel settore dell'acciaio, non ferrosi, laterizi, ceramica, vetro, cemento, carta, chimica, meccanica, tessile ed alimentare. Nel settore civile la domanda di riscaldamento è espressa in mq di superficie riscaldata e divisa tra edifici nuovi ed esistenti, plurifamiliari o indipendenti; è possibile specificare diversi livelli di isolamento e l'uso di riscaldamento centralizzato, indipendente e teleriscaldamento. Per ogni servizio energetico sono specificate diverse tecnologie, con passaggi graduali dall'una all'altra opzione. Sono simulate oltre 1000 tecnologie. In molte delle catene di fornitura dei servizi è inclusa la possibilità di importare ed esportare materiali energy intensive o vettori energetici. Le emissioni di anidride carbonica sono stimate direttamente all'interno del modello utilizzando il “reference approach” dell'IPCC e fattori di emissione nazionali, le emissioni di ossidi di azoto sono direttamente legate alle tecnologie utilizzate e usano i fattori di emissione dell'inventario.

Il modello attuale usa come anni base sia il 2004 che il 2008, inoltre lo step successivo (2012) considera i profondi cambiamenti avvenuti nel 2009-2010. Gli anni di simulazione si estendono fino al 2050. Il modello segue un approccio tecnologico bottom up: si parte dal singolo settore o sottosettore ed il dato aggregato è ottenuto per somma dei singoli prodotti o servizi energetici.

¹³ Il modello è stato sviluppato nei primi anni '90 per valutare i potenziali di riduzione delle emissioni di gas serra ed i costi. È stato utilizzato per preparare gli scenari di valutazione degli effetti delle misure di mitigazione delle emissioni per la prima, seconda, quarta e quinta Comunicazione nazionale al Segretariato della Convenzione sui cambiamenti climatici (UNFCCC); il modello è stato utilizzato, tra l'altro, per valutare gli effetti di diverse politiche nazionali per conto del MATTM, per fornire l'input energetico al modello RAINS Italy e successivamente al GAINS Italy [http://www.minni.org/rains/english_version.htm, <http://www.iiasa.ac.at>], e IEA ETP 2008, per effettuare lo studio nazionale del progetto.

¹⁴ Markal (MARKet ALlocation) è stato sviluppato nell'ambito di un Implementing agreement dell'agenzia internazionale dell'energia per il programma “Energy Technology System Analysis” (IEA/ETSAP). Il “Second Assessment Report” dell'IPCC (IPCC, 1995) suggerisce l'uso di circa 5 modelli, tra cui il Markal per valutare l'effetto delle politiche di mitigazione; il codice sorgente è aperto e regolarmente aggiornato e documentato.

¹⁵ <http://www.enea.it/>

Questo approccio produce un'accuratezza maggiore e molti più dettagli rispetto ad un approccio top down, dove le variabili settoriali sono derivate da macro variabili generali, ad esempio il reddito.

La struttura ed i dati del modello complessivo, inclusi i dettagli sui dispositivi di uso finale che soddisfano le oltre 70 domande di servizi energetici sono riassunti in [Contaldi, Gracceva, 2004]. Nel seguito sono riportati alcuni dati per due dei più importanti settori:

- Trasporti: il settore è simulato rappresentando singolarmente i passeggeri e le merci; sono inclusi tutti i modi di trasporto, strada, ferrovia, aerei e navi; il settore stradale, di gran lunga preponderante nel sistema italiano, contiene la flotta di macchine circolanti per carburante utilizzato (diesel, benzina, GPL, gas naturale, elettrico ed anche idrogeno), i veicoli pesanti e gli autobus; i diversi modi sono confrontati e messi in concorrenza tra di loro attraverso variabili quali i passeggeri km e le tonnellate – km, i fattori di occupazione ed i consumi energetici specifici e gli inquinanti prodotti (CO₂ e NO_x)

- Settore energetico: le tecnologie rappresentano tutte le tipologie esistenti di impianti a combustibili fossili con una stima della vita residua disponibile; man mano che gli impianti più vecchi vanno fuori servizio sono sostituiti da impianti allo stato dell'arte tra i quali cicli combinati, carbone ultracritico e carbone gassificato, impianti cogenerativi e fonti rinnovabili (geotermico, idraulico, mini idraulico, fotovoltaico, eolico, biomassa, rifiuti, biogas e bioliquidi); sono inoltre rappresentate sia le tecnologie per il sequestro del carbonio che centrali nucleari, ma non diventano operative prima del 2020.

Scenari considerati

Come già anticipato lo scenario è stato costruito aggiornando e migliorando quello comunicato ufficialmente all'UE (rapporto ai sensi della Decisione 280/2004) ed all'UNFCCC (V NC) nel 2009, rapporti cui si rimanda per eventuali approfondimenti¹⁶. Le principali differenze tra lo scenario precedente e quello attuale sono:

- Aggiornamento dei dati con i consuntivi 2009 ed i dati preliminari 2010, trasformazione del 2008 in secondo anno base, insieme al 2004;
- Aggiornamento dei prezzi internazionali dei combustibili fossili e del carbonio (per gli impianti soggetti a ETS) sulla base di quanto proposto dalla Commissione europea per gli scenari che gli Stati Membri dovranno presentare ai sensi della Decisione 280/2004
- Miglioramento della rappresentazione modellistica degli impianti inclusi nel sistema europeo di scambio delle emissioni (ETS);
- Incremento delle tecnologie incluse nel modello sulla base del pacchetto proposto nell'ambito dell'esercizio IEA ETP 2008 e che includono CCS, idrogeno, l'opzione nucleare e soprattutto una serie di tecnologie di uso finale più efficienti.
- Incremento delle opzioni tecnologiche rinnovabili, con inclusione in particolare dei bioliquidi; si sottolinea che le rinnovabili sono supportate con gli incentivi in vigore nel 2010 e che non sono sufficienti a raggiungere gli obiettivi della Direttiva 2009/28/CE; ulteriori misure ancora in discussione a livello nazionale e regionale;
- Sono state apportate modifiche alla produzione di materiali energy intensive ed alla richiesta di servizi energetici, in particolare trasporto merci, per tenere conto degli effetti della crisi in corso sul sistema industriale;

¹⁶ 2009 Italy Climate Policy Progress Report, ISPRA - Institute for Environmental Protection and Research

Rapporti 104/2010, Fifth National Communication under the UN Framework Convention on Climate Change, Ministry for the Environment, Land and Sea, November 2009

- Revisione del tasso di crescita tra 2010 e 2015, in funzione del periodo di crescita relativamente bassa previsto (1,3%).

La crescita prevista è comunque basata sulle medie pluriennali registrate in Italia in anni recenti. Essa considera assunti relativi alle condizioni sociali, demografiche ed economiche del paese, che sono utilizzate per derivare le diverse domande di servizi energetici che sono alla base degli scenari. Le variabili principali che influenzano le proiezioni della domanda di servizi nei settori di uso finale sono:

- Per l'industria: valore aggiunto e produzione attesa di materiali energy intensive a livello di sottosettore;
- Per il terziario il valore aggiunto diviso in tre sottosectori (servizi vendibili, non vendibili e commerciale)
- Per il residenziale le tendenze demografiche, soprattutto la dinamica della popolazione ed il numero delle famiglie; lo scenario include anche alcune assunzioni sull'evoluzione attesa del numero e tipo di elettrodomestici e sulla domanda di raffrescamento estivo;
- Per i trasporti l'evoluzione del traffico passeggeri è legata alle ipotesi di mobilità pro-capite ed alla dinamica della popolazione attiva ai fini del trasporto, mentre l'evoluzione del traffico merci è legata allo sviluppo del prodotto interno lordo.

Un altro importante input del modello sono i prezzi internazionali dell'energia, decisivi vista l'assenza di risorse nazionali. Sulla base dei prezzi il software del modello costruisce lo sviluppo atteso della domanda di consumi energetici come risultato dell'intersezione delle curve dei costi di produzione e di domanda dell'energia, tenuto conto delle variabili ambientali.

Nel seguito sono riportate alcune brevi note sulle principali variabili utilizzate e sulla loro evoluzione negli anni più recenti.

Prezzi dell'energia

L'evoluzione dei prezzi dell'energia è tratta da un documento dell'UE¹⁷. I prezzi raccomandati sono riportati nella tabella seguente.

Nella tabella sono anche riportati i prezzi utilizzati in due delle principali simulazioni effettuate con il modello nel 2006 e nel 2008. Le profonde modifiche avvenute nel mercato internazionale delle fonti primarie energetiche in questi anni sono evidenti e si commentano da sole. Le ulteriori recenti modifiche al rialzo oltre le più pessimistiche previsioni non sono incluse. I prezzi sono anche volatili.

L'evoluzione futura dei prezzi è una delle maggiori incertezze delle simulazioni effettuate.

Tabella 1 – prezzi internazionali dell'energia

		2005	2010	2015	2020
2011 scenario attuale					
International coal prices	€ / GJ	2.02	4.25	4.45	5.31
International oil prices	€ 2005/ bbl	48.32	76	77.6	87.4
International gas prices	€ / GJ	4.88	8.15	8.38	9.61
Scenari inviati nel 2009 e V NC					
International coal prices	€ / GJ	2.02	1.67	1.4	1.17
International oil prices	€ 2005/ bbl	48.32	49.86	52.9	55.0
International gas prices	€ / GJ	4.88	5.17	5.4	5.56

¹⁷ “Other information/recommendations relevant for MS reporting under art. 3.2 of MMD in 2011”, EU commission, 2010

Scenari inviati nel 2007 e IV NC					
International coal prices	€/ GJ	1.87	2.03	1.98	1.98
International oil prices	€ 2005/ bbl	48.32	47.76	47.74	49.50
International gas prices	€/ GJ	4.88	6.61	4.85	5.02

Note:

- NC, comunicazione nazionale a UNFCCC
- bbl , barili di petrolio

Sistema economico

Lo sviluppo atteso è basato sui dati storici degli ultimi due decenni. In questo periodo l'Italia è cresciuta molto meno della media europea e lo scenario contiene la previsione che il paese deve risolvere “i ritardi peculiari e le ambiguità”¹⁸ e che pertanto il suo sviluppo “non può crescere oltre i modesti livelli registrati”.

La crescita attesa è dell'1,3% per i prossimi 5 anni e dell'1,4% negli anni 2015-2020. Tra i fattori che motivano questa visione prudente, in particolare con riferimento al settore industriale, ci sono anche la forte rigidità del modello industriale, caratterizzato da società di piccola e media grandezza e dal perdurare degli svantaggi competitivi nel settore delle tecnologie di punta e nelle economie di scala¹⁹. Un ulteriore elemento dell'anomalia italiana è la perdita di competitività negli anni più recenti.

La crisi economica del 2008-2010 ha interessato in particolare i settori industriali connessi alle costruzioni, che includono l'acciaio (prodotti lunghi), il cemento, la calce, i laterizi, la ceramica ed il vetro. In questi settori la produzione è rimasta a livelli bassi anche nel 2010 ed uno sviluppo contenuto è atteso nei prossimi anni.

Anche in questo caso sono riportati in tabella i dati utilizzati per preparare gli scenari negli ultimi 5 anni, i cambiamenti intercorsi risultano evidenti.

Tabella 2 – Prodotto interno lordo

		1990	1995	2000	2005	2008	2009	2010
Rapporto a EU del 2007 e IV NC	mln EUR95	866555 .2	923052 .2	10150 77	10533 61	11079 59		11477 78
<i>Tasso di crescita annuale</i>			1.3%	1.9%	3.8%	5.2%		1.8%
Rapporto a EU del 2009 e V NC	mln EUR 2005	117272 3	124919 0	13728 52	14172 41	14803 91		15304 39
<i>Tasso di crescita annuale</i>			1.3%	1.9%	3.2%	4.5%		1.7%
2011 scenario più recente	mln EUR 2005	116828 1	124445 8	13673 34	14290 10	14600 26	13835 70	14008 50
<i>Tasso di crescita annuale</i>			1.3%	1.9%	4.5%	2.2%	-5.2%	1.2%

Note: per il PIL espresso in euro 2005 sono utilizzati i valori concatenati

¹⁸ Confindustria, Previsioni macroeconomiche, 2004, Editore SIPI Srl

¹⁹ ENEA, L'Italia nella competizione tecnologica internazionale, Quinto rapporto, Sintesi e scenari generali, 2006; Centro Europa Ricerche, Crisi delle esportazioni: quello che la lira ci aveva nascosto, Rapporto CER 4/2004; Confindustria, Tendenze dell'industria italiana, 2004, Editore SIPI Srl, Roma.

Popolazione e trasporti

La popolazione residente è cresciuta in modo significativo tra il 2005 ed il 2010, per via dell'immigrazione. E' stimata un'ulteriore crescita fino al 2015, sempre dovuta all'immigrazione, ma successivamente la popolazione dovrebbe rimanere stabile. Un altro determinante della crescita dei consumi residenziali, il numero delle famiglie, aumenta per tutto il periodo considerato, a causa della riduzione del numero di componenti per famiglia. L'evoluzione demografica è uno dei principali drivers per la crescita dei consumi residenziali ed influenza in modo considerevole anche la domanda di trasporto. L'invecchiamento progressivo della popolazione dovrebbe limitare la crescita dei consumi nel medio – lungo periodo.

Anche in questo caso si riportano le diverse previsioni di crescita elaborate da ISPTAT negli ultimi 5 anni. Sono evidenti le modifiche intercorse a causa dell'immigrazione.

Tabella 3 - Popolazione

	1990	2000	2005	2008	2010	2015	2020
Rapporto a EU del 2007 e IV NC	56,953	57,844	58462	58,475	58,531	58,471	58,123
Rapporto a EU del 2009 e V NC	56,694	56,929	58,462	59,619	60,190	61,130	61160
2011 scenari aggiornati	56,694	56,929	58,457	60,045	60,464	61,130	61160

Il trasporto passeggeri è guidato dal reddito disponibile e dalla dinamica della popolazione attiva ai fini del trasporto (15-65 anni). Il trasporto merci è legato alla crescita economica

La ripartizione modale non è prevista cambiare in modo significativo nei 10 anni di scenario qui considerati. La domanda dovrebbe crescere in tutti le modalità. Si sottolinea la drastica riduzione del trasporto merci nel 2009 e la forte variabilità delle previsioni negli anni, sempre per il trasporto merci. Essa è in parte dovuta alle statistiche che rendicontano il trasporto e che sono state aggiornate più volte negli ultimi anni, ma è anche dovuta alla forte percentuale di veicoli esteri in transito o da/per l'Italia.

Tabella 4 – Trasporti nazionali da parte di vettori italiani

	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020
Passengeri, Gp-km							
2011 scenari aggiornati	728	824	957	938	993	1013	1045
<i>yearly growth rates</i>		2.50%	3.04%	-0.40%	1.15%	0.41%	0.63%
Rapporto a EU del 2009 e V NC	728	824	850	890	930	967	1005
<i>yearly growth rates</i>		2.50%	0.63%	0.92%	0.89%	0.77%	0.78%
Rapporto a EU del 2007 e IV NC	727	823	850	890	928	960	990
<i>yearly growth rates</i>		2.50%	0.65%	0.92%	0.84%	0.68%	0.62%
Merci, Gt-km, > 50 km							
2011 scenari aggiornati, > 50 km	191	207	216	240	189	198	209
<i>yearly growth rates</i>		1.59%	0.84%	2.10%	-4.63%	0.97%	1.03%
Rapporto a EU del 2009 e V NC, >3.5 t	226	255	302	336	363	396	435
<i>yearly growth rates</i>		2.46%	3.49%	2.13%	1.56%	1.76%	1.90%
Rapporto a EU del 2007 e IV NC	190	213	249	263	279	311	338
<i>yearly growth rates</i>		2.35%	3.17%	1.10%	1.19%	2.20%	1.68%

Modifiche allo scenario ai fini della regionalizzazione e per l'input a GAINS

In questo paragrafo si analizzano in particolare lo scenario energetico nazionale e quelli regionali. Nel dettaglio le modifiche apportate agli scenari più recenti descritti nelle pubblicazioni sopracitate sono riassumibili nei seguenti punti:

- Come già accennato lo scenario non include tutto il potenziale di fonti rinnovabili utilizzabili in Italia;
- nel modello nazionale sono stati ridotti gli investimenti nel settore civile finalizzati all'efficienza degli edifici, lasciando solo l'effetto dei nuovi regolamenti sugli edifici nuovi e sulle principali ristrutturazioni, eliminando tutti gli effetti moltiplicativi di un impegno a livello locale per una diffusione più ampia ed accelerata dei nuovi standard; a livello regionale sono comunque state mantenute le eventuali iniziative in corso (in particolare Lombardia e Piemonte);
- la percentuale di mercato di apparecchiature di uso finale più efficienti, che influenza soprattutto i consumi elettrici ma anche il gas naturale ed i trasporti (automobili, furgoni) non è stata cambiata, ritenendo che un mercato di dimensione nazionale / europea sia scarsamente influenzato da provvedimenti a carattere locale;
- sono stati ridotti gli interventi mirati all'aumento dell'intermodalità, sia merci che passeggeri, sia per la riduzione di interventi a scala locale che per la minore disponibilità di risorse anche a livello nazionale;
- gli effetti del "Pacchetto nazionale di misure sulla QA" sono stati valutati a parte, extra modello, perché lo stesso non era ancora definitivamente approvato a luglio 2010;

La procedura di regionalizzazione degli scenari è rimasta identica al caso degli scenari con misure, tuttavia, vista la rilevanza dell'uso a livello regionale di alcune fonti rinnovabili, la considerazione delle peculiarità locali ha comportato modifiche di una certa rilevanza sulla prospettiva di uso di queste fonti rispetto alle variabili *proxy* utilizzate in un primo momento e ricavate da un documento ENEA-ERSE²⁰. In altre parole la distribuzione proporzionale del totale nazionale degli anni futuri alle varie regioni basandosi sulle ipotesi riportate per il 2020 a volte produceva variazioni non credibili (positive e negative) rispetto alla produzione attuale e pertanto sono stati necessari opportuni aggiustamenti. Le modifiche apportate a livello locale sull'uso di queste fonti sono state riaggregate a livello nazionale e lo scenario di partenza nazionale è stato opportunamente modificato in modo da tenerne conto.

Scenari energetici risultanti

Nelle figure seguenti sono riportati alcuni dei risultati del modello, in particolare i consumi energetici totali primari e finali, la produzione di elettricità e le emissioni di gas serra. Lo scenario utilizzato per la preparazione dell'input al modello GAINS nazionale ed ai modelli regionali è quello definito come "2010 with measure scenario". Negli istogrammi sono inclusi anche diversi scenari elaborati in precedenza con il modello ed anche di elaborati direttamente dalla Commissione EU (scenari del modello Primes, anni vari).

Si segnala che, anche per omogeneità con gli scenari europei, si è seguita la metodologia Eurostat per la stima del contributo delle fonti rinnovabili, questa metodologia è significativamente diversa da quella nazionale (utilizzata nel BEN) per cui i totali energetici non sono confrontabili.

²⁰ ERSE, marzo 2010, "Ripartizione regionale ("burden sharing") degli obiettivi di sviluppo delle energie rinnovabili definiti dalla Direttiva 2009/28/CE"

Come si vede dalle figure allegate i risultati dei diversi scenari sono omogenei e confrontabili tra di loro, anche se diversi per via delle ipotesi alla base delle proiezioni. L'effetto della crisi economica è abbastanza evidente nel confronto tra gli scenari preparati prima del 2008 e gli altri.

Si ricorda, visto che i grafici contengono anche le proiezioni per gli anni successivi al 2020, che in tutti gli scenari è inclusa l'ipotesi della costruzione di un certo numero di centrali nucleari. Negli scenari nazionali sono previste due centrali che entrano in attività rispettivamente nel 2024 e nel 2028. Negli scenari Primes le centrali sono 4 ed una entra in esercizio del 2020.

Consumi di energia primaria

Il totale dei consumi di energia primaria nel 2020, stimato con la metodologia Eurostat, è previsto pari a 185 Mtep, con una crescita annua di circa lo 0,7% tra il 2010 ed il 2020. La crescita media nel periodo 2000-2008 era pari a circa lo 0,6%, mentre nel 2009 si è osservata una riduzione dell'8%. Il consumo di energia nel 2020 sarà inferiore a quello del 2005 di circa 2 Mtep, la quota di gas naturale sul totale supererà quella del petrolio nei prossimi 5 anni. Come si nota dalla figura 1 quest'ultimo scenario è il più basso di tutti i precedenti nazionali e di quelli comunitari, sia in valore assoluto che come crescita prevista nei prossimi 10 anni ²¹.

Tabella 5 Consumi energetici di fonti primarie (Mtep)

	1990	2005	2010*	2015	2020
Total Primary Energy Supply (TPES)	153.1	186.6	171.9	184.6	184.7
• import di elettricità	2.98	4.23	3.78	2.81	2.32
• petrolio	89.86	83.17	69.23	69.79	62.64
• carbone	14.82	16.48	14.50	17.73	18.67
• gas naturale	39.00	70.65	67.47	72.83	76.28
• rinnovabili	6.48	12.12	16.98	21.45	24.74

* stime preliminari

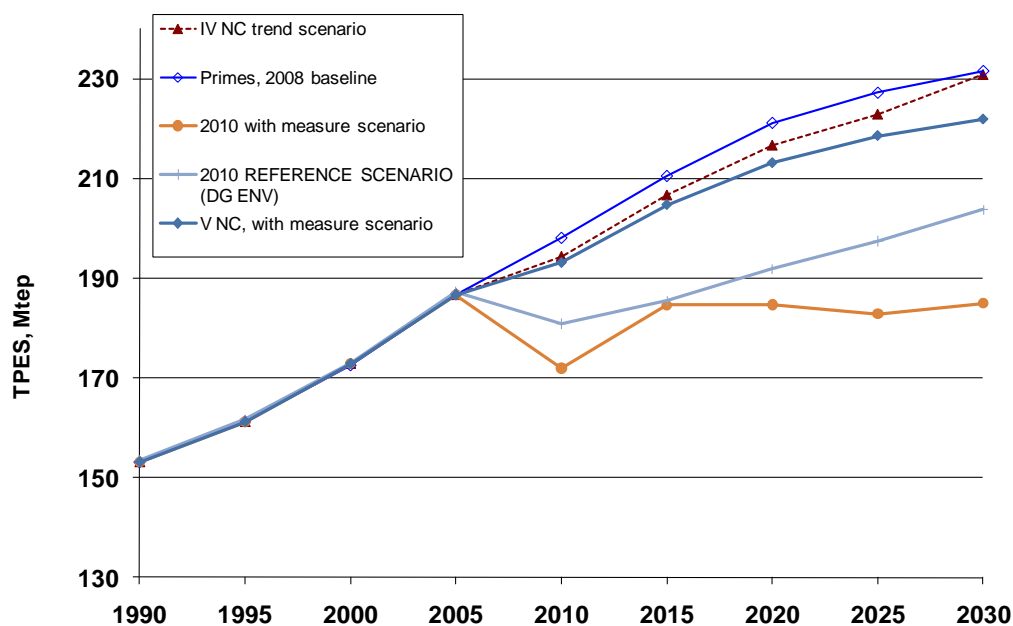
Fonte: elaborazioni ISPRA

I consumi energetici complessivi sono suddivisi per fonti e settori principali.

I dati sono disponibili per gli anni 2005, 2010, 2015 e 2020 e sono elaborati da una lunga catena di diversi fogli elettronici che trasformano i consuntivi nel modo più idoneo per l'input al modello GAINS. Tale processo può pertanto comportare piccole differenze anche nell'anno storico, dovute ad approssimazioni e successive revisioni di alcuni dati.

²¹ Il modello Primes è stato utilizzato per l'analisi del "pacchetto clima-energia dell'EU nel 2008.

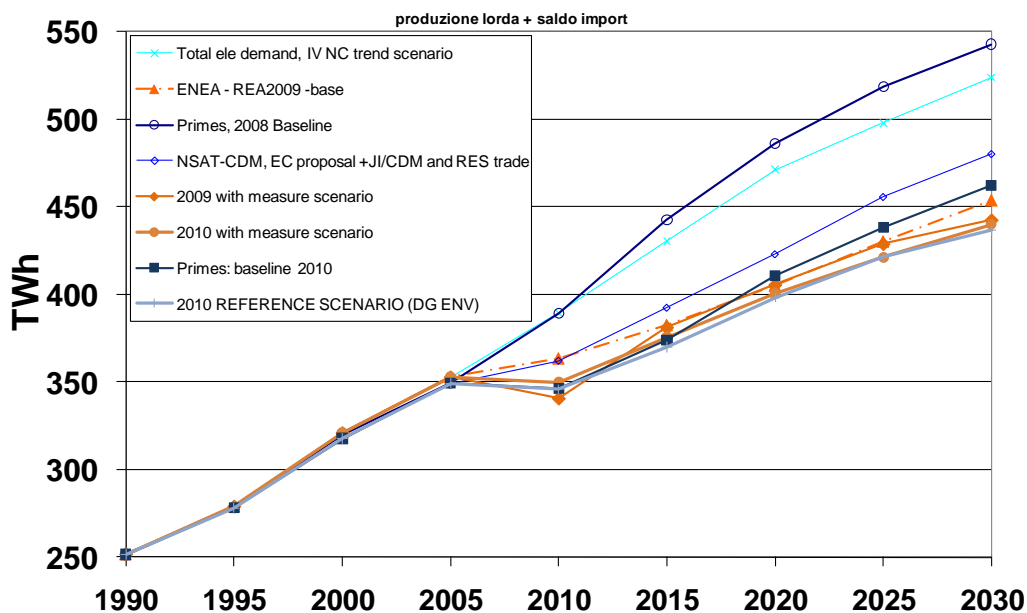
Figura 1 – Consuntivi e scenario per il consumo totale di fonti primarie, Mtep (Mtoe in inglese).



Note:

- I consumi energetici sono stimati in accordo con la metodologia Eurostat
- Lo scenario “senza misure per i cambiamenti climatici” è quello indicato come “2010 with measure scenario”.

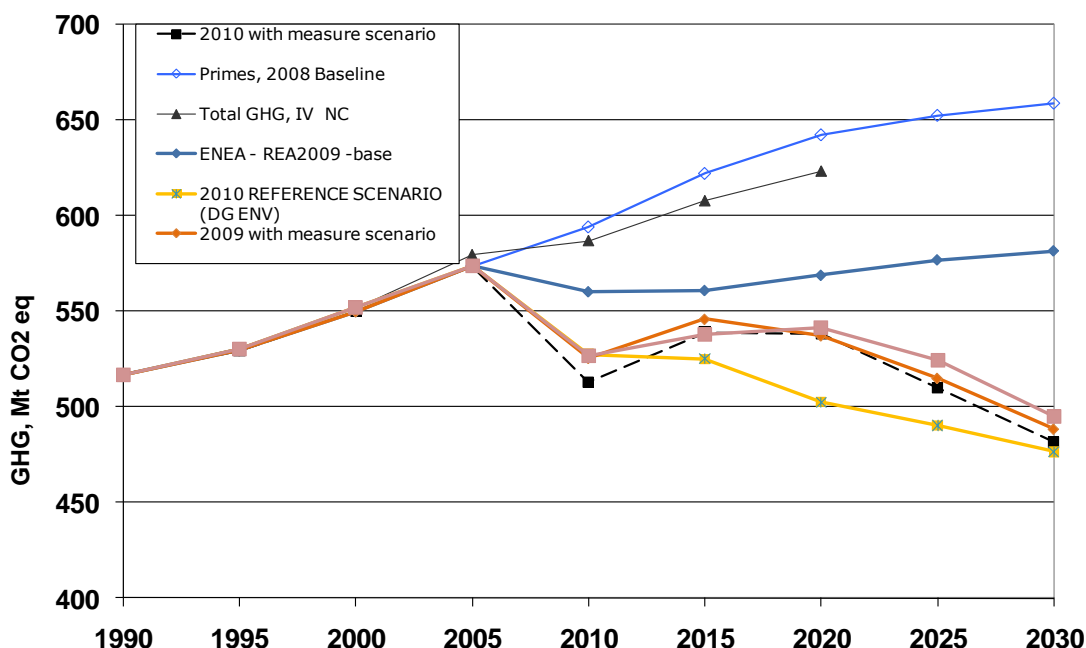
Figura 2 – Produzione lorda di elettricità + saldo import, TWh



Per quanto riguarda i consumi di fonti fossili utilizzate per la produzione di elettricità sono segnalate diverse variazioni. Per quest'ultimo settore si è registrata una riduzione dei consumi di gas naturale di 2 Mtep nel 2010 (rallentamento economico) ed un aumento di circa 1 Mtep di gas e di 2 Mtep dei derivati del petrolio nel 2015 e nel 2020 (compensazione per il minor uso di rinnovabili). L'aumento dei consumi di petrolio nella generazione elettrica è sorprendente, potrebbe essere dovuto solo al processo di ottimizzazione dei costi interno al modello ed in realtà tradursi in

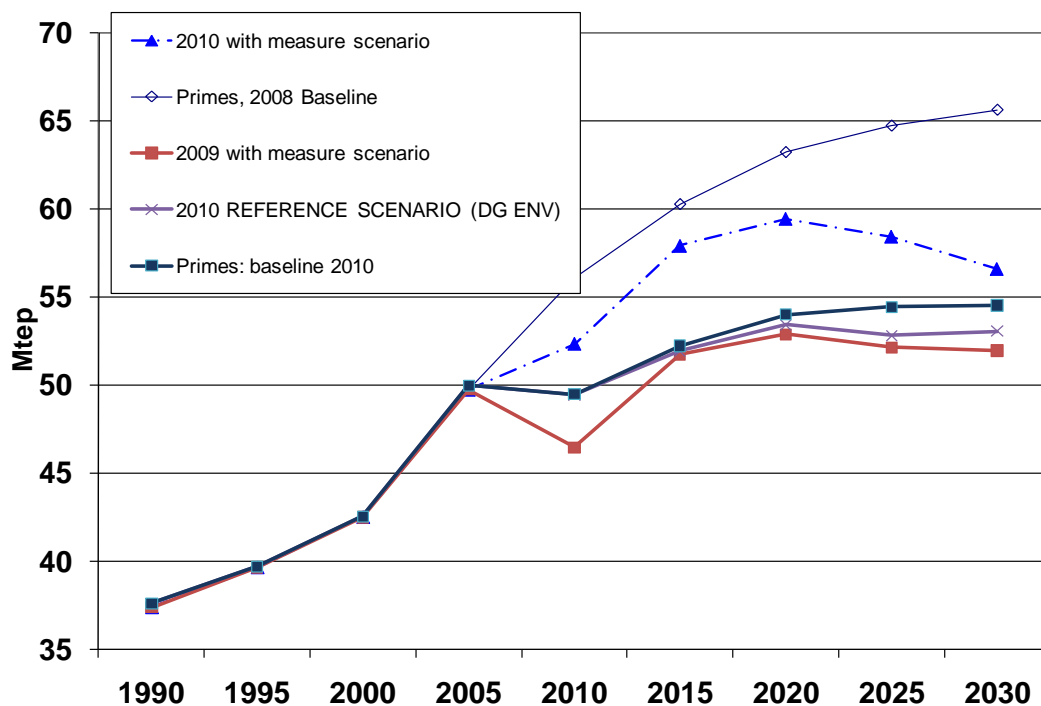
un ulteriore aumento dei consumi di gas. I consumi di carbone sono in leggero aumento e vincolati dal numero di impianti autorizzato.

Figura 3 – emissioni di gas serra, serie storiche scenario , Mt CO₂ eq



Nota: - Lo scenario “senza misure per i cambiamenti climatici” è quello indicato come “2010 with measure scenario”

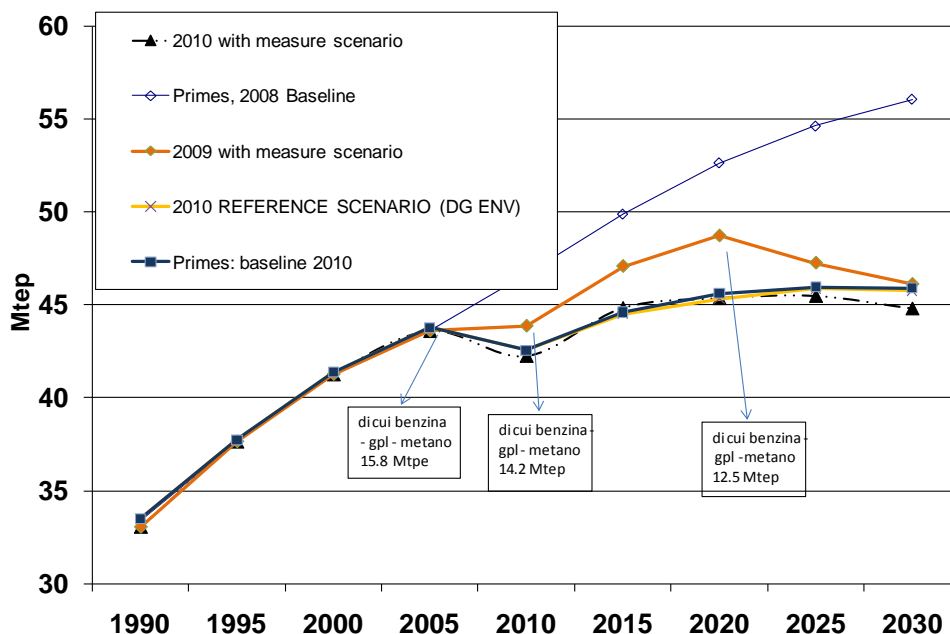
Figura 4 – consumi finali di energia nel settore civile



Valutando il risultato d'insieme e le crescite settoriali riportate nelle seguenti figure 4-6, si rileva che, rispetto agli scenari elaborati in precedenza, le modifiche apportate al settore civile hanno prodotto un aumento dei consumi (soprattutto gas naturale) significativo già al 2010, che prosegue fino al 2015 e poi si stabilizza. Questo aumento è principalmente dovuto allo sviluppo fortissimo

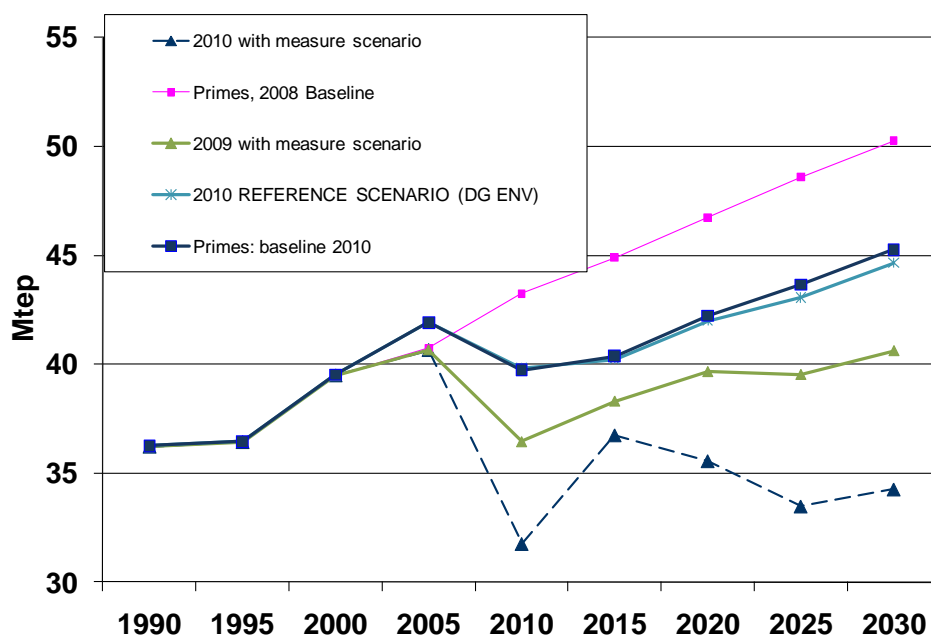
delle costruzioni negli ultimi 5 anni, sia nel settore residenziale che commerciale ed anche al clima più freddo degli ultimi anni.

Figura 5 – consumi finali di energia nel settore dei trasporti



Le modifiche apportate al settore dei trasporti non hanno invece prodotto variazioni di rilievo nei consumi rispetto agli scenari elaborati nel 2008-2009, sia per la contenuta incidenza delle misure di intermodalità eliminate che anche probabilmente a causa di una stima leggermente sovradimensionata in precedenza, prodotta dal modello utilizzato (in modo autonomo, dovuta al processo matematico di ottimizzazione). I consumi del settore dei trasporti si sono comunque ridotti nel 2010 a causa della crisi nel settore merci e di una stagnazione/riduzione registrata nei consumi del settore passeggeri. Il settore merci è previsto recuperare nei prossimi anni.

Figura 6 – consumi finali di energia nel settore industriale



Come già accennato i consumi del settore industriale sono scesi in modo significativo nel 2010, si prevede una ripresa fino al 2015, che comunque non torna ai livelli del 2005, e poi una sostanziale stabilità.

ALLEGATO 4 - METODOLOGIA PER LA STIMA DELLA RIDUZIONE DELLE CONCENTRAZIONI PER EFFETTO DI INTERVENTI AGGIUNTIVI REGIONALI NELL'IPOTESI SEMPLIFICATIVA CHE SUSSISTA UNA DIPENDENZA LINEARE TRA LE EMISSIONI E LE CONCENTRAZIONI DI NO₂

1. Dai dati RAINS-GAINS dello scenario NOCP otteniamo le $[E(2015)-E(2005)]$ ovvero la variazione delle emissioni sul periodo simulato da ENEA;
2. Dai dati forniti da ENEA per le celle della griglia del modello in cui ricadono le stazioni di superamento, si ottiene il valore della stima della percentuale di riduzione delle concentrazioni dal 2005 al 2015 da attribuire a ciascuna stazione;
3. Per ciascuna stazione in superamento si calcola il valore $[C(2015)-C(2005)]$, a partire dalle concentrazioni misurate nell'anno di riferimento (2008 o 2009 o 2010) nell'ipotesi che le concentrazioni varino linearmente tra il 2005 e il 2015:

Assumendo per esempio come riferimento il 2008:

Sia P la variazione percentuale delle concentrazioni tra il 2005 e il 2015 fornita da ENEA:

$$P=[C(2015)-C(2005)]/ C(2005)$$

La concentrazione al 2015 è:

$$C(2015) = C(2005)(1+P) \quad (1)$$

La concentrazione al 2008 nell'ipotesi di variazione lineare nel tempo è (dopo 3 anni):

$$C(2008)=C(2005) + [C(2015)-C(2005)]* 3/10 = C(2005)(1+3P/10)$$

Dalla precedente si ricava la concentrazione al 2005:

$$C(2005)=C(2008)/(1+3P/10)$$

Sostituendo la precedente nella (1) si ottiene:

$$C(2015) = [C(2008)/(1+3P/10)] * (1+P)$$

$$[C(2015)-C(2005)] = C(2008) (10P/(10+3P))$$

4. Si calcola il rapporto $[C(2015)-C(2005)]/[E(2015)-E(2005)]$ per ciascuna stazione;
5. Si moltiplica tale rapporto per la riduzione delle emissioni stimata per effetto degli interventi regionali aggiuntivi per ricavare l'ulteriore riduzione delle concentrazioni da sottrarre alla $C(2015)$ ed ottenere il dato numerico da inserire nel form 5b, lettera g).