

Roma - 22 Maggio 2018

CRITERI TECNICI PER LA CLASSIFICAZIONE DELLO STATO ECOLOGICO
DEI CORPI IDRICI DELLE ACQUE MARINO COSTIERE

Elemento di Qualità Biologica: Fitoplancton

(a cura di F. Giovanardi – franco.giovanardi@gmail.com)



CReIAMO PA

Per un cambiamento sostenibile



Limiti di classe fra gli stati e valori di riferimento per fitoplancton

Limiti di classe	Tipo 1 (alta stabilità)		Tipo 2 (media stabilità: solo per acque costiere adriatiche)		Tipo 2 (media stabilità)	
	Chl a 90° percentile (µg/L)	RQE	Chl a 90° percentile (µg/L)	RQE	Chl a 90° percentile (µg/L)	RQE
valori di riferimento	3.93		0.87		0.77	
elevato/buono	5.6	0.85	1.70	0.82	1.17	0.84
buono/sufficiente	14.0	0.62	4.00	0.61	2.90	0.62
sufficiente/scarso	35.2	0.38	9.30	0.40	7.10	0.40
scarso/cattivo	70.1	0.20	21.7	0.19	17.6	0.18

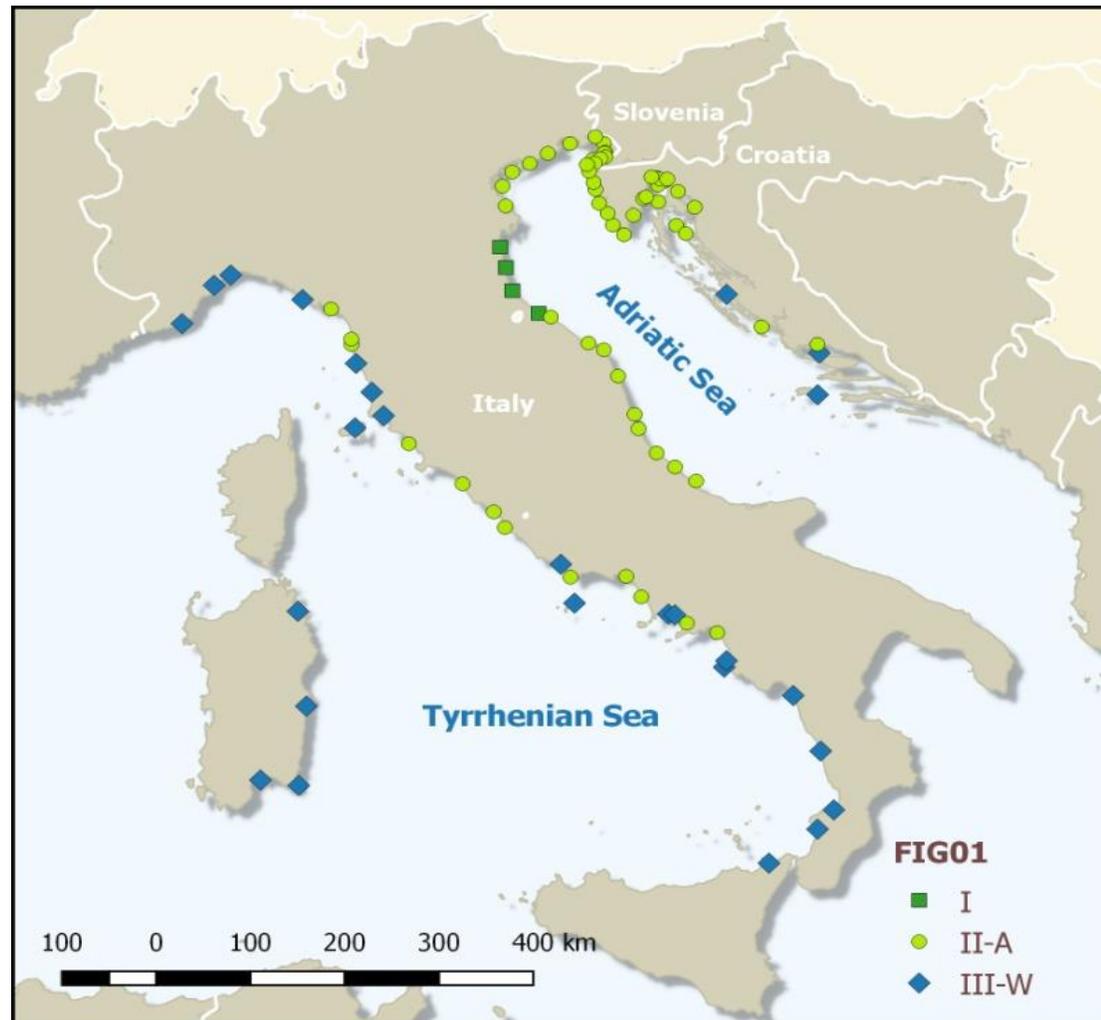




Tipo 3 (bassa stabilità)	Chl a 90° percentile (µg/L)
-	1,17
solo per acque costiere adriatiche	1,70

Tipo 3: soglie d'attenzione delle concentrazioni di clorofilla a





Ubicazione delle stazioni e dei transetti di campionamento utilizzati per le elaborazioni, con le rispettive tipologie.



CREIAMO PA

Condizioni di Riferimento

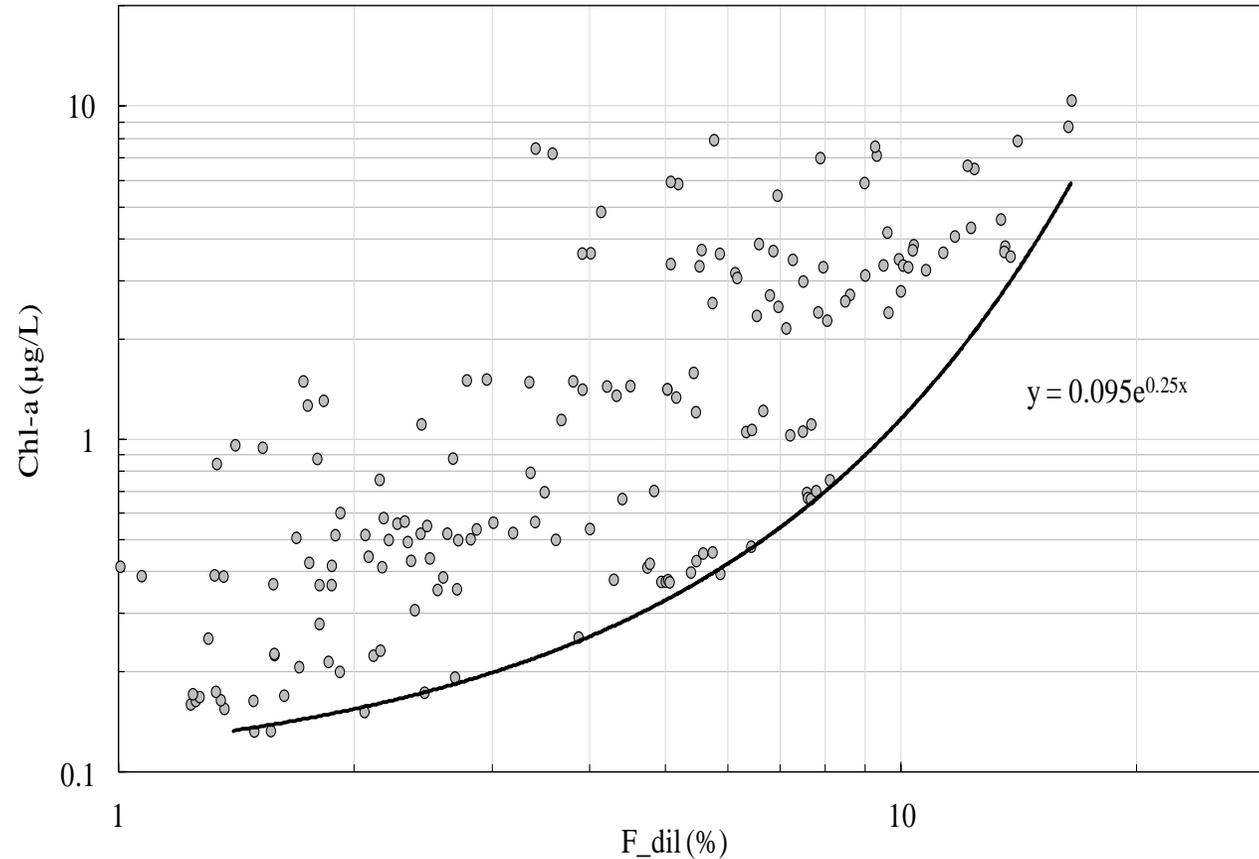
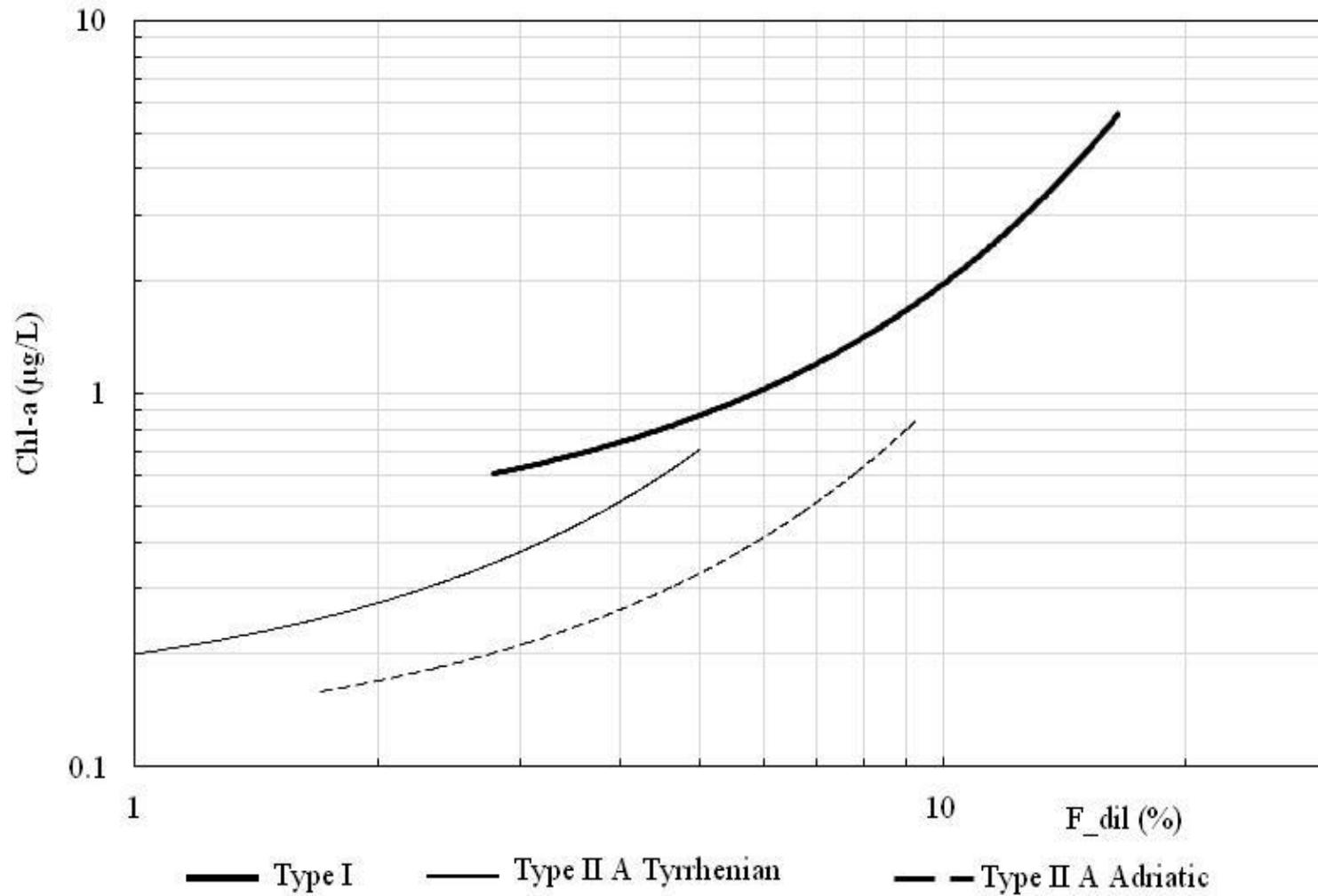


Diagramma di dispersione delle *medie geometriche* annuali di Clorofilla *a* (Chl-a) rispetto al gradiente del fattore di diluizione (F_dil) per i Tipi I e II A.

La curva di confine individuata dai limiti inferiori dei valori di Chl-a, definisce le Condizioni di Riferimento

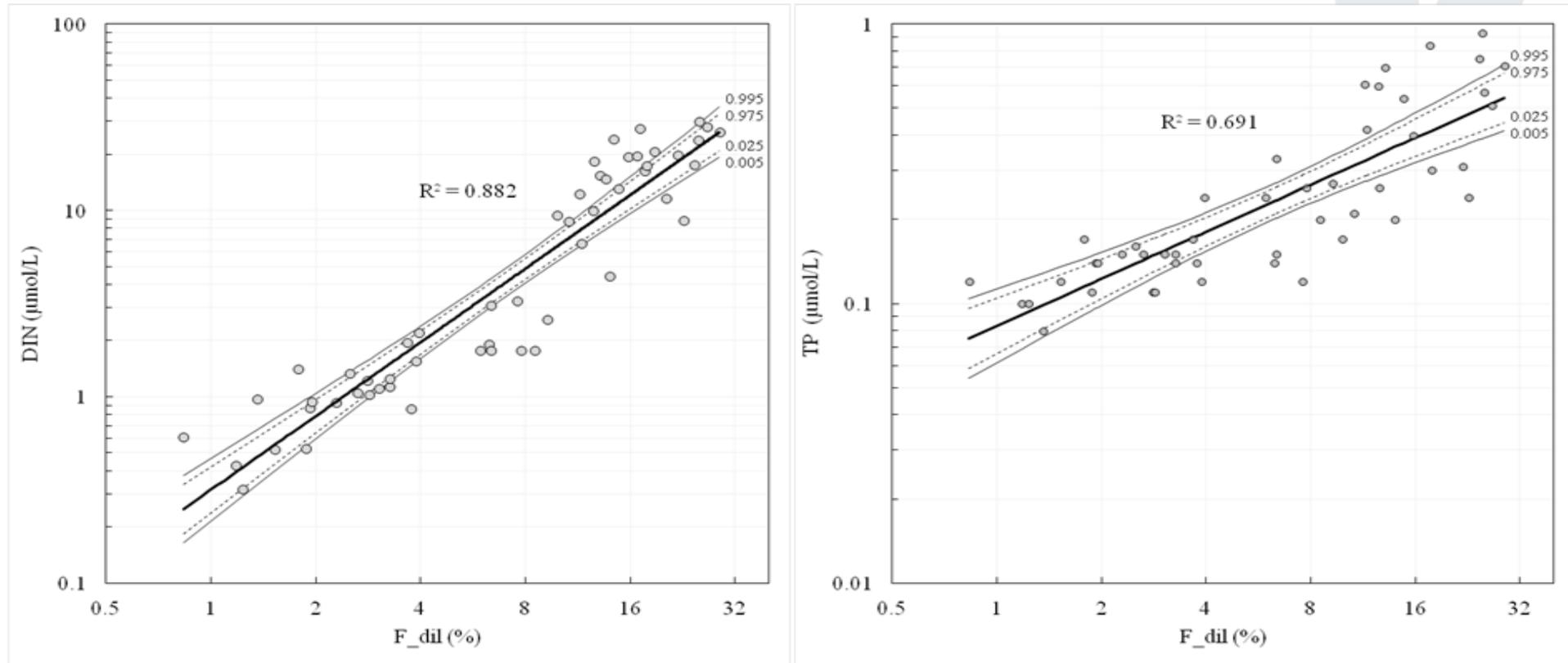


CREIAMO PA



Condizioni di riferimento della Chl-a, corrispondenti ai diversi tipi.

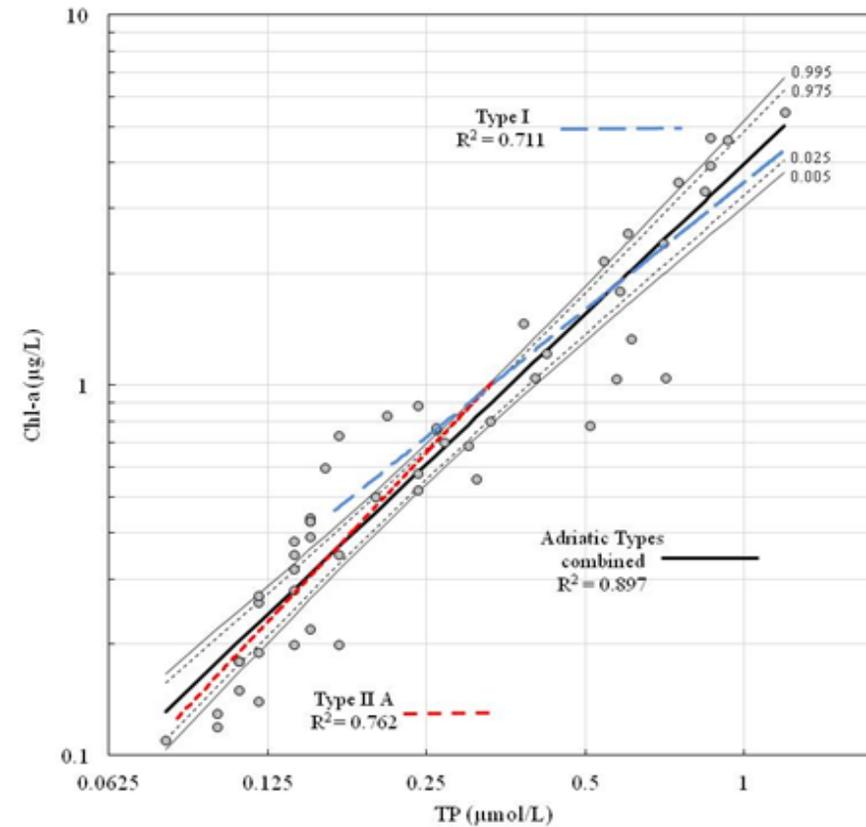
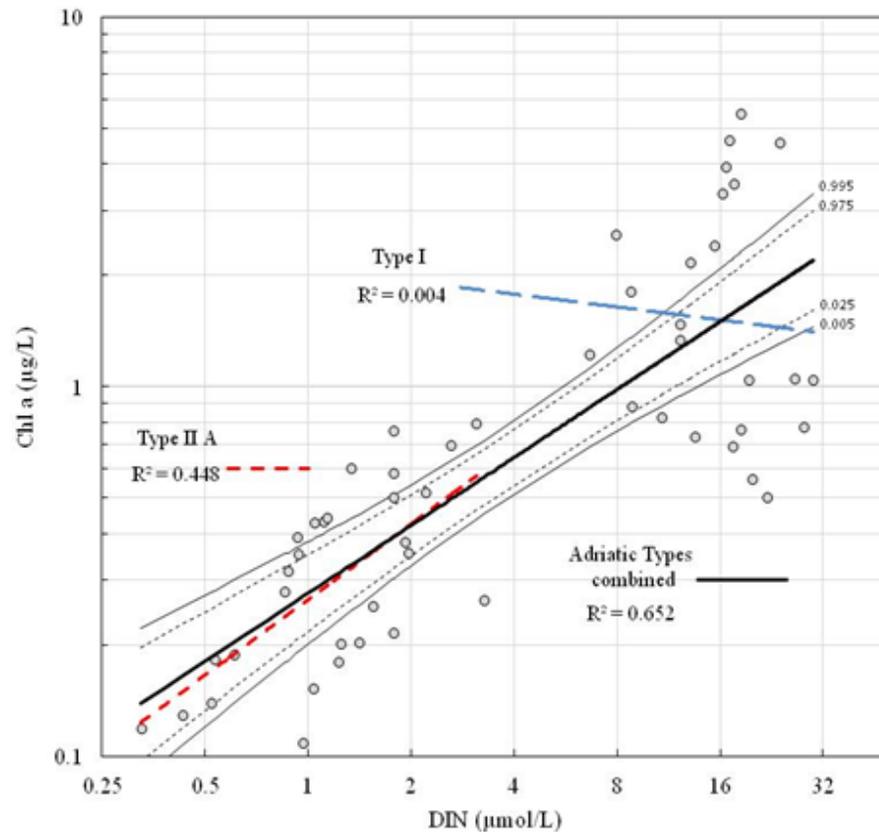
Le relazioni Pressione-Impatto - Acque costiere Adriatiche (Tipo I e Tipo II A)



Relazioni funzionali tra le medie geometriche del Fosforo totale (come TP) e dell'Azoto minerale disciolto (come DIN), rispetto al gradiente di diluizione (F_{dil} - %).



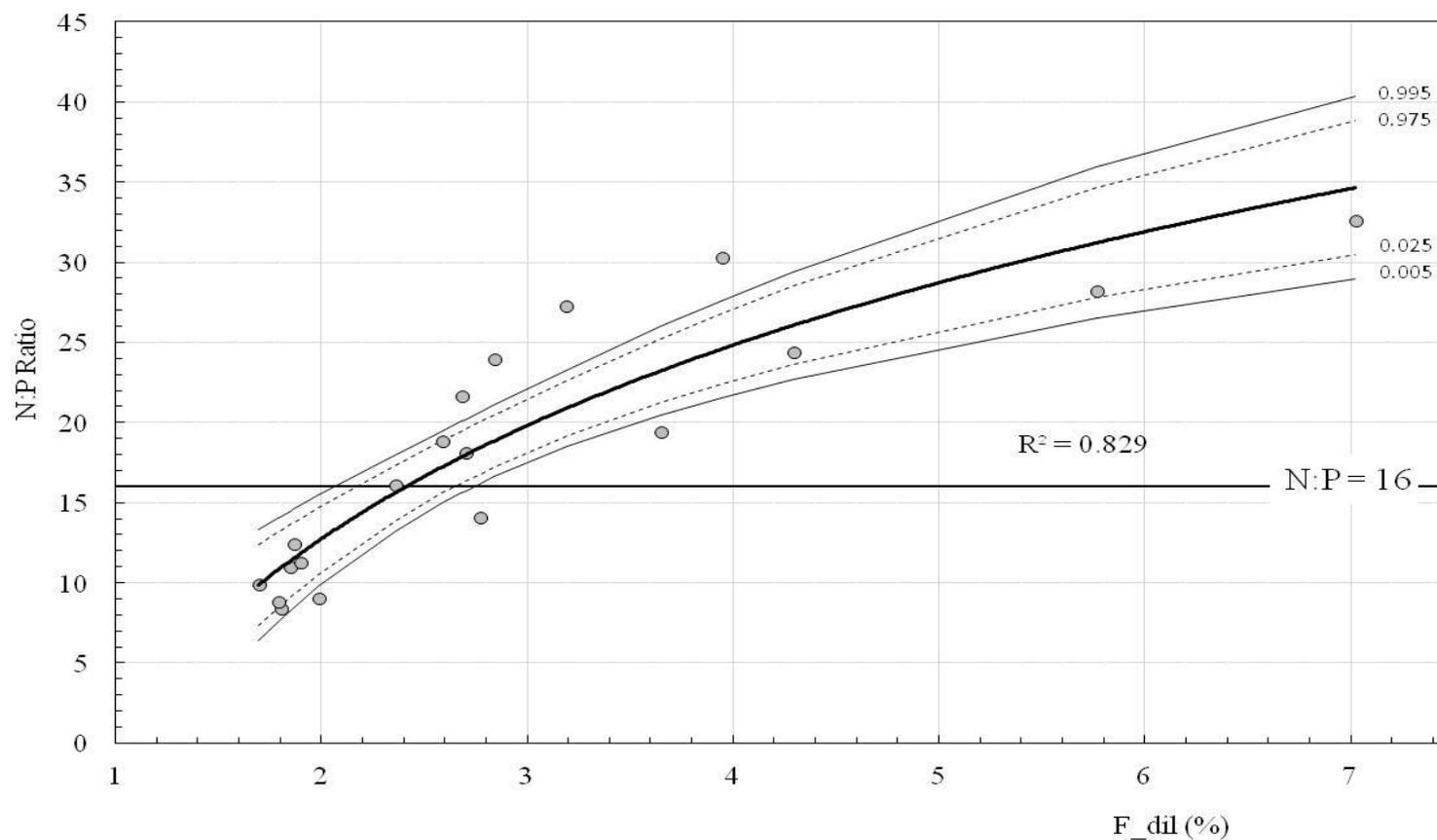
Le relazioni Pressione-Impatto - Acque costiere Adriatiche (Tipo I e Tipo II A)



Relazioni funzionali tra le medie geometriche di Chl-a e medie geometriche di DIN e di TP



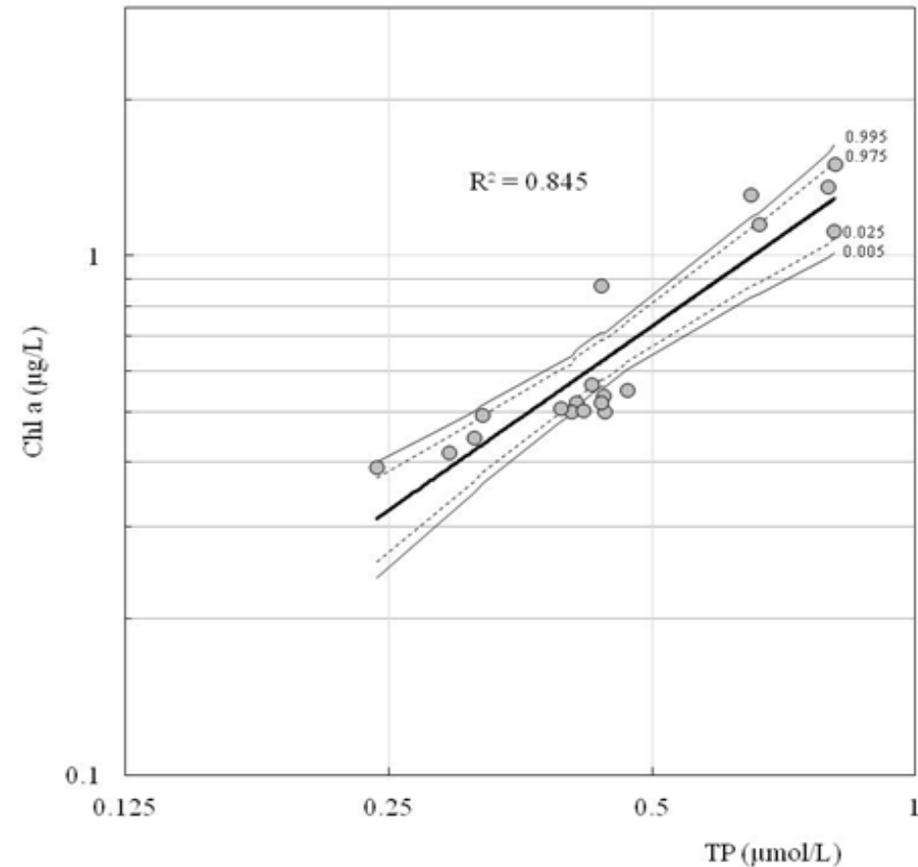
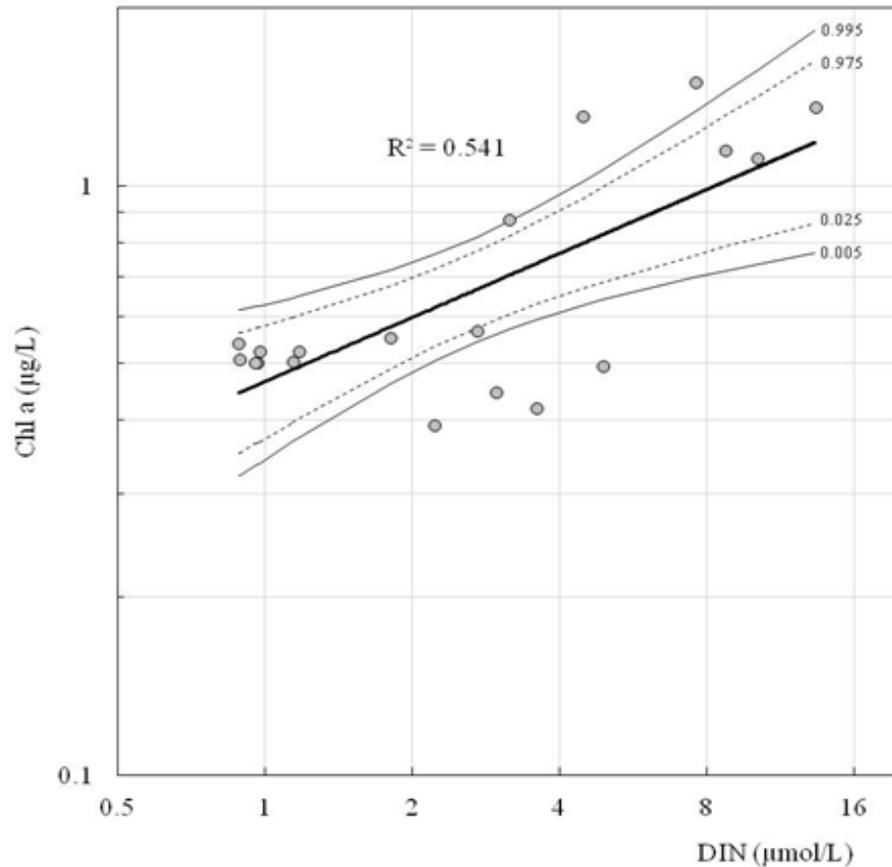
Le relazioni Pressione-Impatto - Acque costiere Tirreniche (Tipo II A)



Variazioni del rapporto N:P (come media geometrica annuale) rispetto al gradiente del Rapporto di Diluizione



Le relazioni Pressione-Impatto - Acque costiere Tirreniche (Tipo II A)



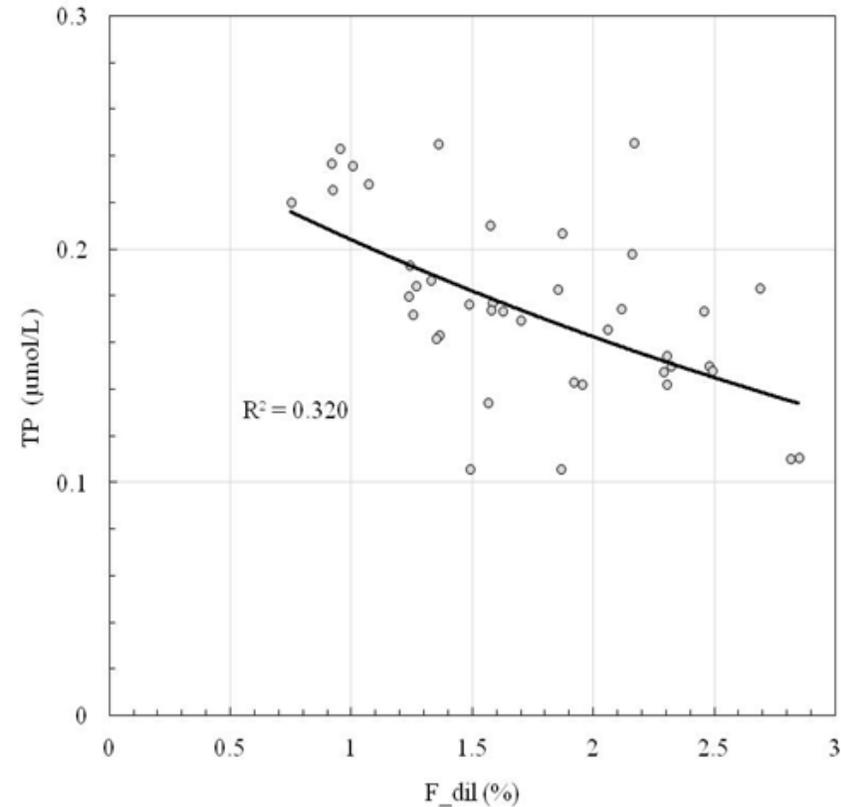
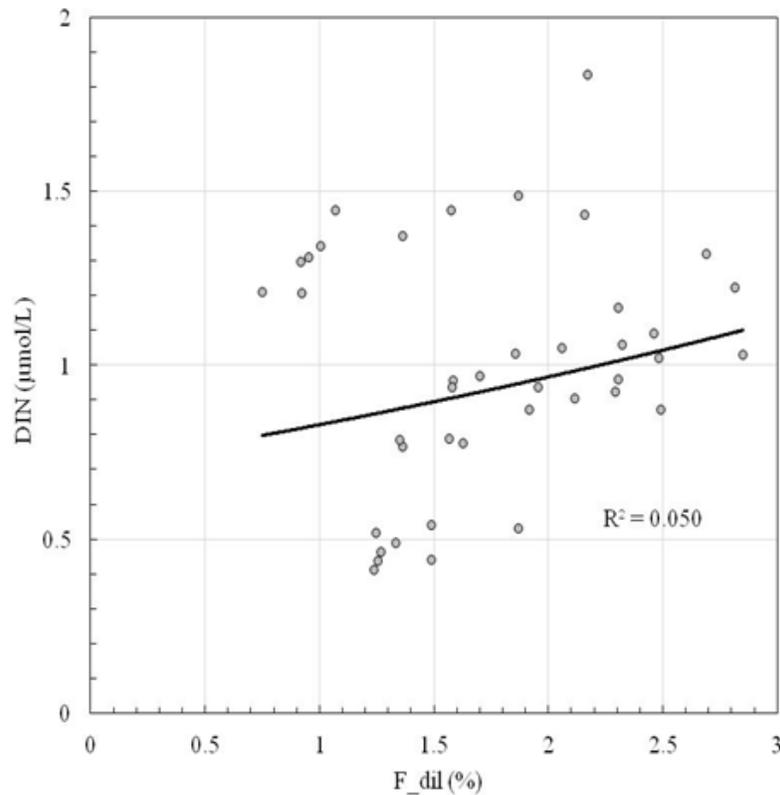
Relazione tra Clorofilla *a* e Azoto Disciolto Inorganico (DIN) e Fosforo totale (TP), nelle acque costiere del Tipo II A Tirreno



Legame funzionale	Tipo II A Tirreno	Tipo I	Tipo II A Adriatico
DIN vs F_dil	$[DIN] = 0.343 [F_dil]^{2.009}$ N = 19; R ² = 0.831; P = 5.56 10 ⁻⁸		$[DIN] = 0.318 [F_dil]^{1.312}$ N = 54; R ² = 0.882; P = 2.2 10 ⁻¹⁶
TP vs F_dil	$[TP] = 0.318 [F_dil]^{0.505}$ N = 19; R ² = 0.629; P = 4.44 10 ⁻⁴		$[TP] = 0.083 [F_dil]^{0.559}$ N = 49; R ² = 0.692; P = 2.43 10 ⁻¹³
N:P vs F_dil	$[N:P] = 17.440 \ln(F_dil) + 0.650$ N = 19; R ² = 0.829; P = 1.58 10 ⁻⁷	non testato	non testato
TP vs TRIX	$[TP] = \exp [(TRIX - 5.363)/1.305]$ N = 19	$[TP] = \exp [(TRIX - 6.064)/1.349]$ N = 15	$[TP] = \exp [(TRIX - 6.148)/1.583]$ N = 52
Chl-a vs TP	$[Chl-a] = 1.656 [TP]^{1.178}$ N = 19; R ² = 0.845; P = 3.29 10 ⁻⁸	$[Chl-a] = 10.591 [TP]^{1.237}$ N = 15; R ² = 0.835; P = 4.45 10 ⁻⁶	$[Chl-a] = 3.978 [TP]^{1.347}$ N = 52; R ² = 0.896; P = 2.2 10 ⁻¹⁶



Acque costiere di Tipo III W

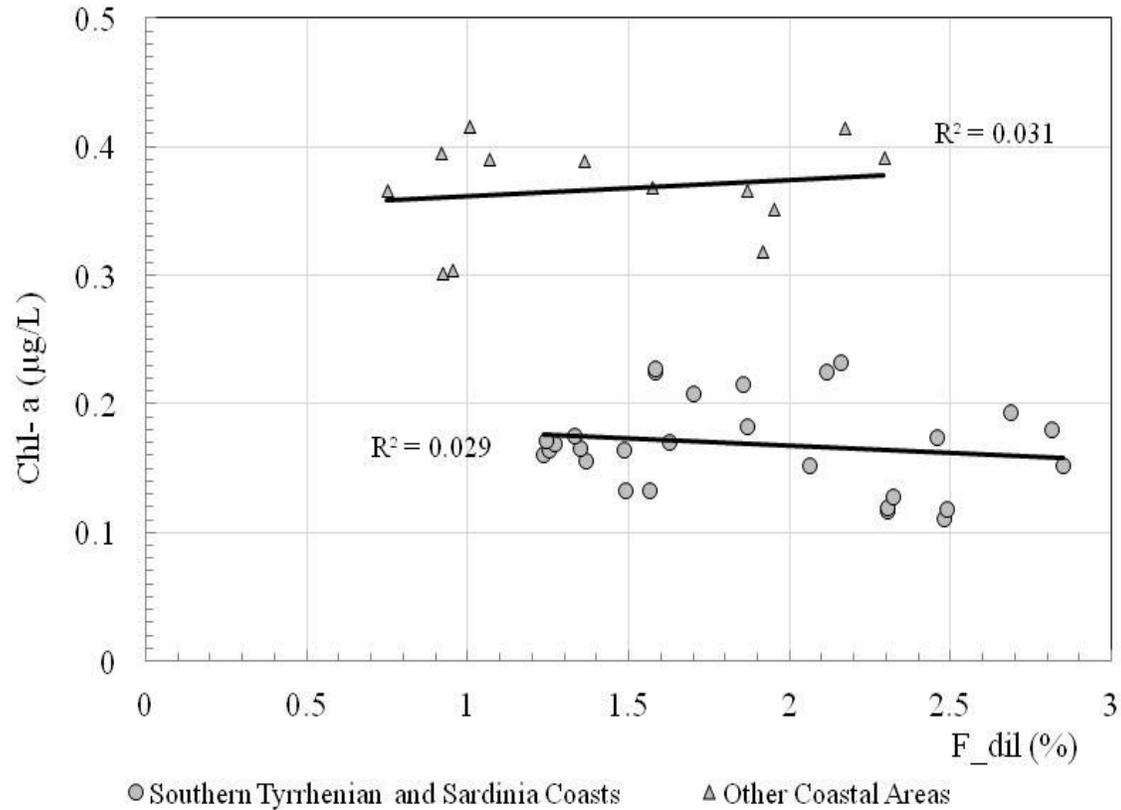


Relazioni tra il fattore di diluizione (F_dil) con l'Azoto Disciolto Inorganico (DIN) e con il Fosforo totale (TP)

I dati rappresentati si riferiscono alle medie geometriche complessive



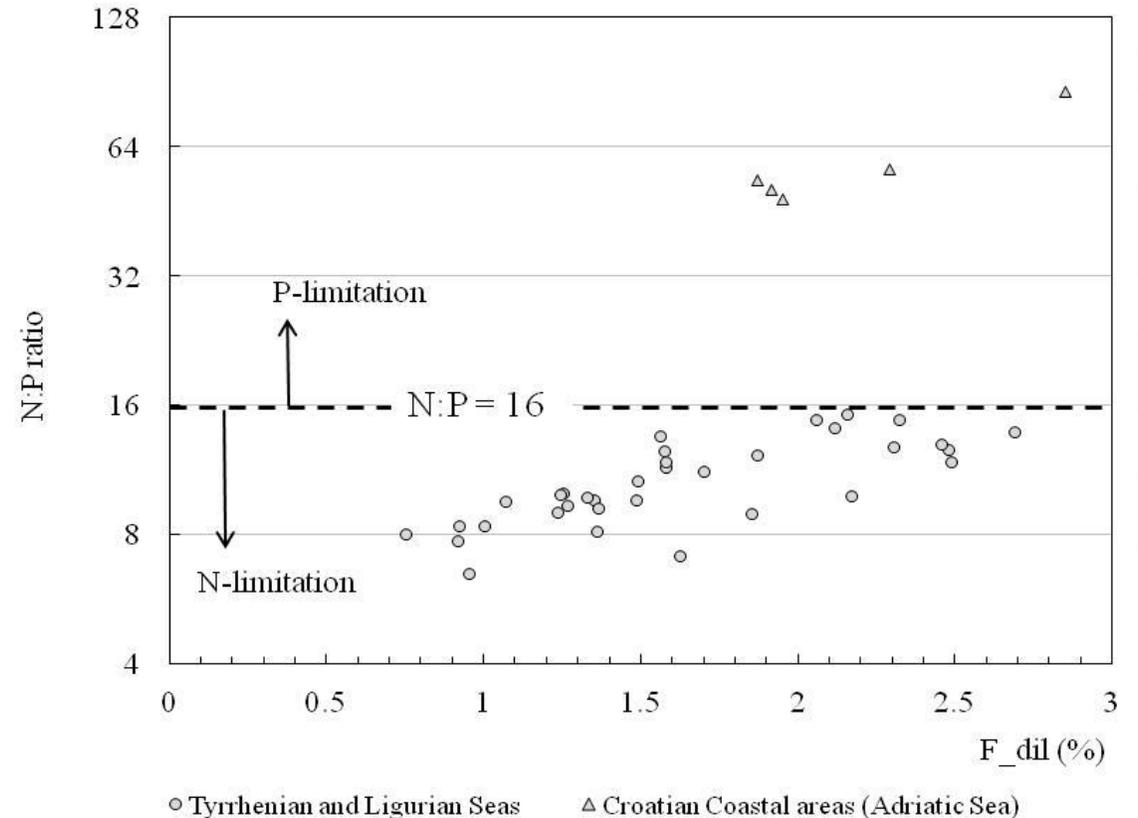
Acque costiere di Tipo III W



Chl-a vs Fattore di Diluizione, come indicatore generalizzato di pressione antropica



CReIAMO PA



Rapporto N:P vs Fattore di Diluizione

Limiti di Discriminazione

Limite di discriminazione espresso in unità Log_decimali (dM), tra due medie annuali di dati di Clorofilla a previamente Log_{10} -trasformati, per differente numerosità campionaria. (Livello di significatività: $\alpha/2 = 0.025$ con $P = 95\%$) (Giovanardi *et al.*, 2018)

N	dM
12	0.25
24	0.17
52	0.12

Acque di Tipo III W: medie annuali di Chl-a			
	G_means	Log ₁₀	Max Range
Min	0.15	-0.824	0.523
Max	0.5	-0.301	

Frequenze di campionamento mensili (N = 12), bisettimanali (N = 24) e settimanali (N = 52).



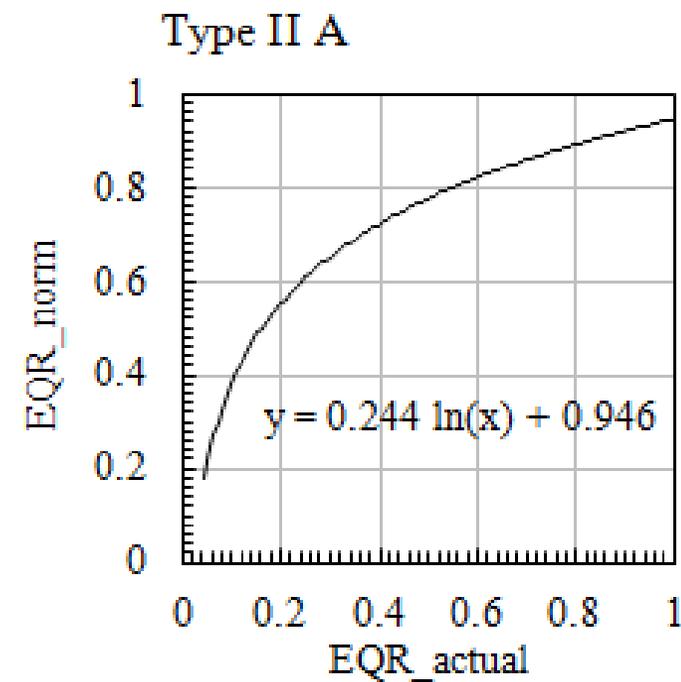
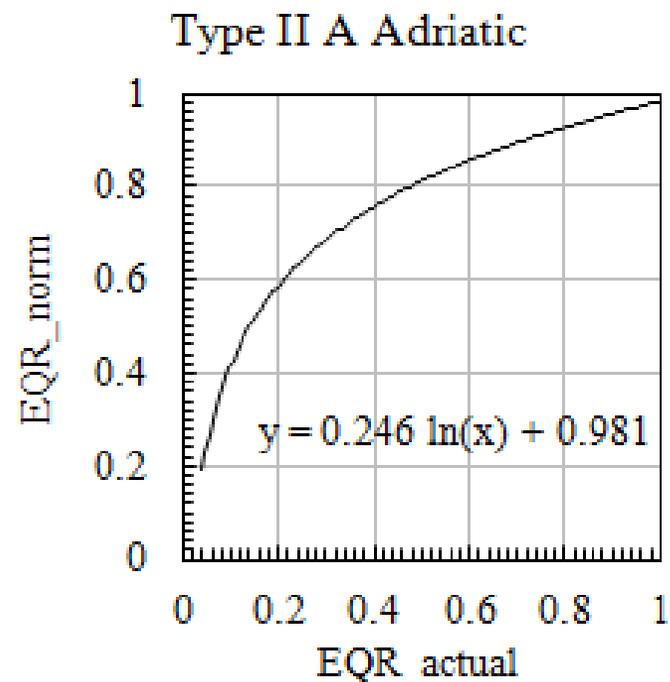
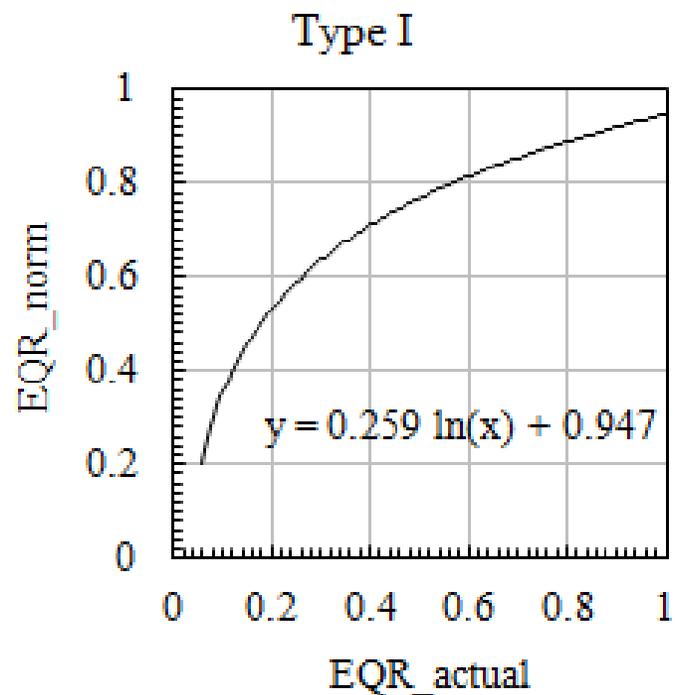
Condizioni di riferimento e limiti tra le classi di qualità ecologica espressa dai diversi parametri di interesse, per le acque costiere di Tipo II A “Adriatico”

Limiti tra le classi	TRIX	Chl-a G_mean annuale	Chl-a 90° percentile(*)	TP G_mean annuale	Chl-a EQR_actual	Chl-a EQR_norm
		µg/L	µg/L	µmol/L		
Condizioni di Riferimento	-	0.33	0.87	-	1	1
E/B (Elevato/Buono)	4	0.64	1.7	0.26	0.52	0.82
B/S (Buono/Sufficiente)	5	1.5	4.0	0.48	0.22	0.61
S/Sc (Sufficiente/Scarso)	6	3.5	9.3	0.91	0.09	0.40
Sc/C (Scarso/Cattivo)	7	8.2	21.7	1.71	0.04	0.19

* Valore atteso, basato su una *sd* teorica delle distribuzioni dei dati di Chl-a Log_{10} -trasformati, pari a 0.33. La procedura di calcolo raccomandata, è spiegata nel dettaglio nelle Linee Guida.



Relazione tra i valori degli RQE effettivi (EQR_actual) e normalizzati (EQR_norm) per i tre Tipi di acque costiere, con le corrispondenti funzioni di conversione.



$$EQR_actual = CR (90^\circ\text{-} \%ile \text{ Chl-}a) / (90^\circ\text{-} \%ile \text{ annual Chl-}a \text{ distributions})$$



Ricapitolando, ai fini della classificazione,

i valori-limite indicati nelle tabelle per gli RQE normalizzati (*RQE_norm*), devono essere confrontati con gli RQE che si ottengono dal rapporto tra i valori del 90° percentile delle distribuzioni annuali delle concentrazioni di Clorofilla *a* per un dato corpo idrico, con le rispettive Condizioni (tipo-specifiche) di Riferimento. Gli *RQE_actual* così ottenuti dovranno essere poi convertiti in *RQE_norm*, utilizzando le funzioni di conversione indicate nella diapositiva precedente, per ciascuna tipologia di corpo idrico.

Alternativamente si possono confrontare direttamente i valori del 90° percentile o le medie geometriche annuali delle distribuzioni di Clorofilla *a*, per un dato corpo idrico, con i corrispondenti limiti tabellari, a seconda della tipologia.

Il risultato della classificazione di stato ecologico per l'EQB Fitoplancton sarà sempre lo stesso.



Il modello log-normale

«La trasformazione logaritmica si dimostra spesso appropriata per quei parametri che si riferiscono alle popolazioni (contenuto di clorofilla, produzione, numero di cellule), e a quei fattori ambientali che sono fortemente condizionati dagli organismi viventi (concentrazione di nutrienti).

.....
Se i campioni sono prelevati ad intervalli spaziali regolari, o con periodicità regolare, è molto probabile che, in ogni serie di campioni raccolti, non le densità effettive, ma i logaritmi delle densità si avvicinino alla distribuzione normale». (Ramon Margalef, 1965)

Per definizione **la media geometrica** di una distribuzione di dati di Clorofilla a corrisponde alla media aritmetica dei dati log-trasformati, riconvertita in numero. La normalizzazione delle distribuzioni di clorofilla attraverso la log-trasformazione, ha come effetto immediato **la stabilizzazione delle varianze**. Con i Log decimali, **le deviazioni standard** (sd) delle distribuzioni campionarie **diventano praticamente costanti**, assumendo valori compresi **tra 0.3 e 0.4** per tutte le tipologie di corpo idrico costiero.



Uso del 90° percentile e modalità di calcolo

Per definizione, il 90° percentile di una distribuzione indica il valore al di sotto del quale si può trovare il 90% delle osservazioni o, al contrario, il valore che viene superato soltanto dal 10% delle osservazioni.

I limiti del criterio di classificazione dell'EQB Fitoplancton riportati per le diverse tipologie possono essere riferiti sia **alle medie geometriche della Clorofilla α** , sia **ai corrispondenti valori del 90° percentile**, da intendersi però, **non** come valori “osservati”, ma come valori “attesi”.

La procedura di calcolo del 90° percentile, basata **sull'assunto di normalità** dei dati log-trasformati di Clorofilla α , è la seguente:

$$90^\circ \text{ percentile di Chl-a (atteso)} = 10^{(\log_{10}(\text{Chl-a } G_mean) + 1.282 \text{ sd})}$$

dove 1.282 rappresenta il valore della variabile normale standard z_c per il quale $P(z > z_c) = 10\%$.



Distribuzioni annuali di dati di Clorofilla *a*. Sono stati testati due differenti approcci: il primo senza la trasformazione log-decimale, il secondo adottando il modello Log-normale

Elaborazione dei dati di Clorofilla <i>a</i> (Chl- <i>a</i> in µg/L)			Stazione di campionamento A	Stazione di campionamento B
Valutazione “distribution free”	Senza trasformazione log-decimale	Dimensione del campione N	48	48
		Media	5.5	0.5
		Mediana	3.56	0.39
		Intervallo reale	0.5 - 27.5	0.06 - 1.61
		<i>90° percentile</i> osservato	12.82	0.95
Modello Log-normale	Dopo trasformazione log-decimale e <i>screening</i> preliminare dei dati (OECD)	Dimensione del campione N	47	46
		<i>sd</i> (dati log ₁₀ -trasformati)	0.354 (0.372) ^(*)	0.255 (0.291) ^(*)
		<i>G_mean</i>	3.65	0.41
		Range teorico: $10^{(\bar{x} \pm 2 sd)}$	0.715 - 18.63	0.13 - 1.33
		Range reale	0.5 - 22.7	0.12 - 1.50
		<i>90° percentile</i> osservato	10.87	0.854
		<i>90° percentile</i> atteso	10.38	0.873

(*)Tra parentesi il valore della *sd* prima dello *screening* OECD.

