

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](mailto: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
<b>valori di riferimento</b>	<b>3.93</b>		<b>0.87</b>		<b>0.77</b>	
<b>elevato/buono</b>	<b>5.6</b>	<b>0.85</b>	<b>1.70</b>	<b>0.82</b>	<b>1.17</b>	<b>0.84</b>
<b>buono/sufficiente</b>	<b>14.0</b>	<b>0.62</b>	<b>4.00</b>	<b>0.61</b>	<b>2.90</b>	<b>0.62</b>
<b>sufficiente/scarso</b>	<b>35.2</b>	<b>0.38</b>	<b>9.30</b>	<b>0.40</b>	<b>7.10</b>	<b>0.40</b>
<b>scarso/cattivo</b>	<b>70.1</b>	<b>0.20</b>	<b>21.7</b>	<b>0.19</b>	<b>17.6</b>	<b>0.18</b>

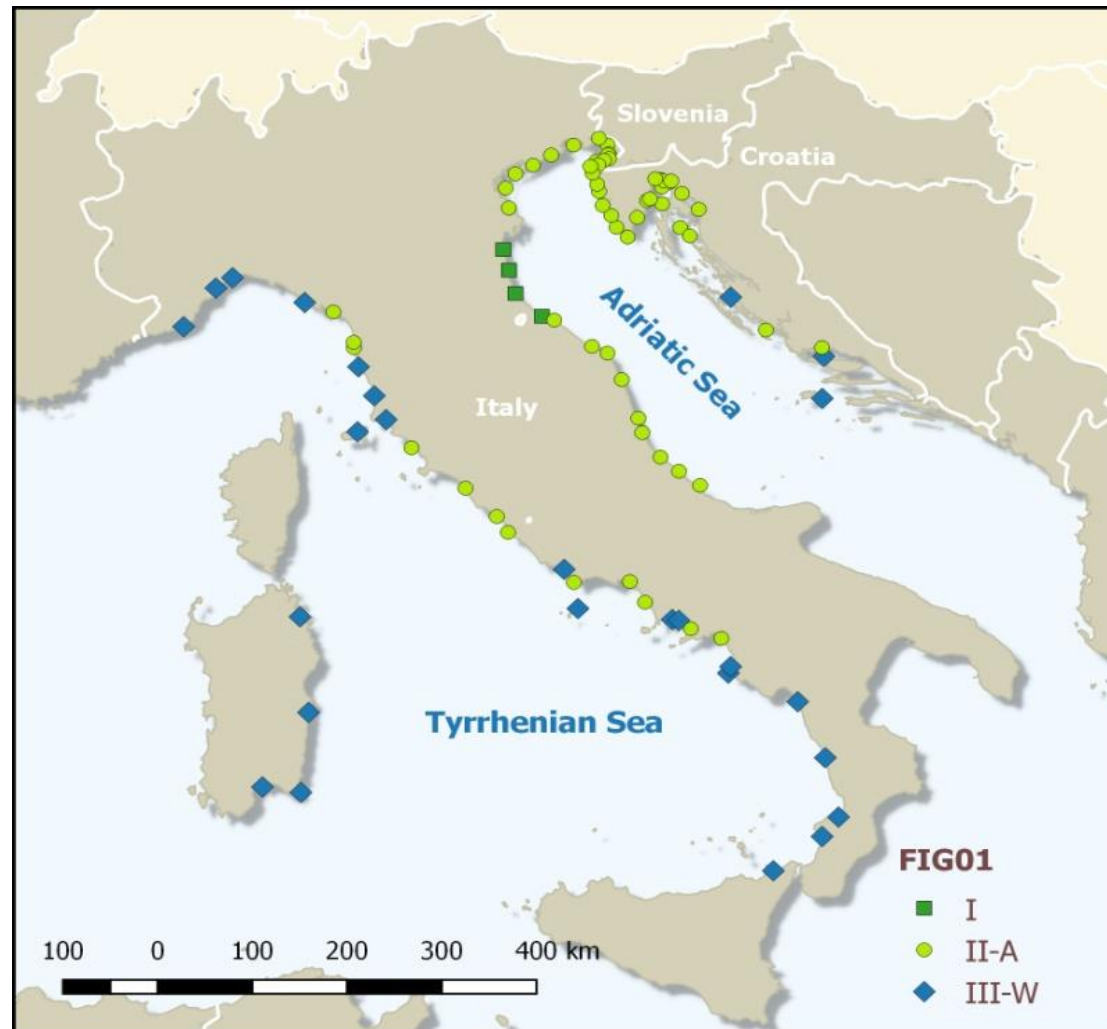




<b>Tipo 3 (bassa stabilità)</b>	<b>Chl a 90° percentile (µg/L)</b>
<b>-</b>	<b>1,17</b>
<b>solo per acque costiere adriatiche</b>	<b>1,70</b>

***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

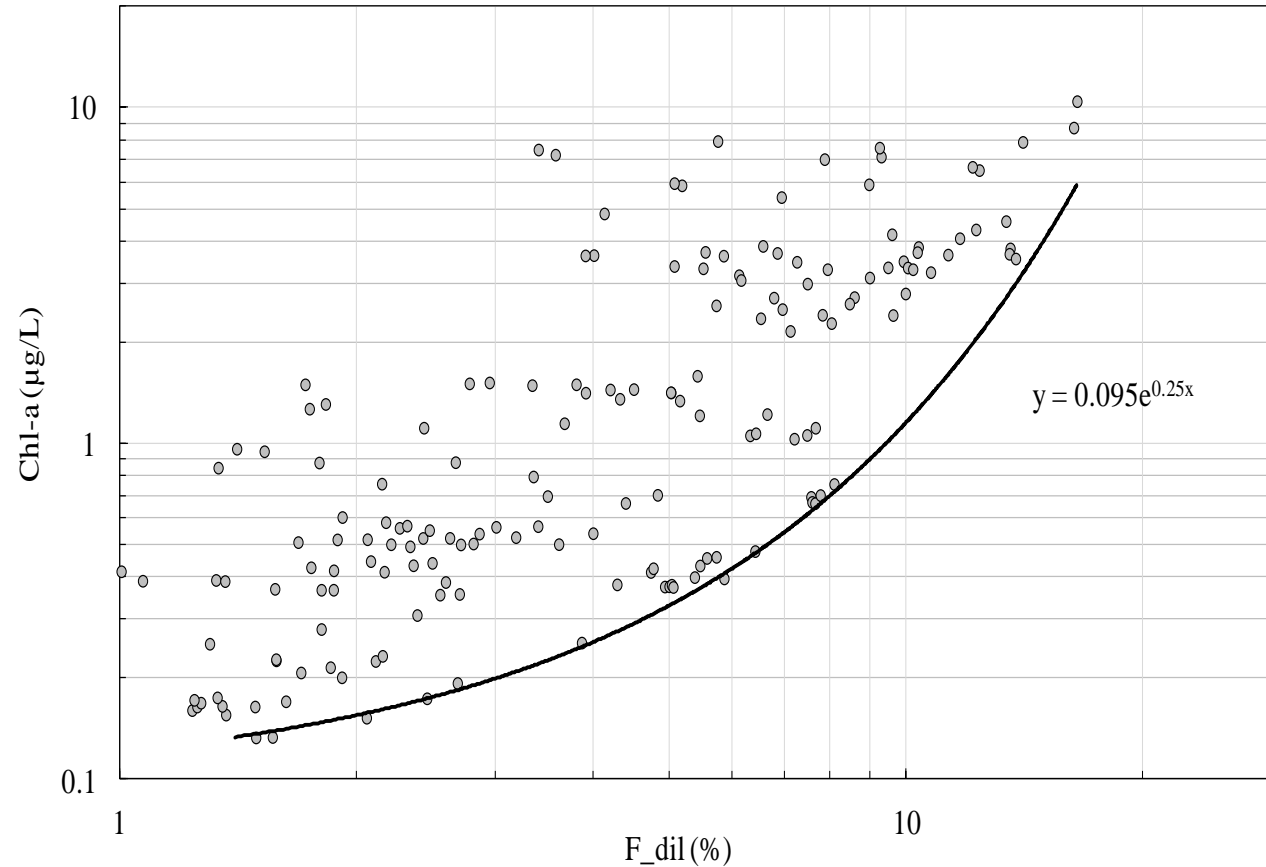
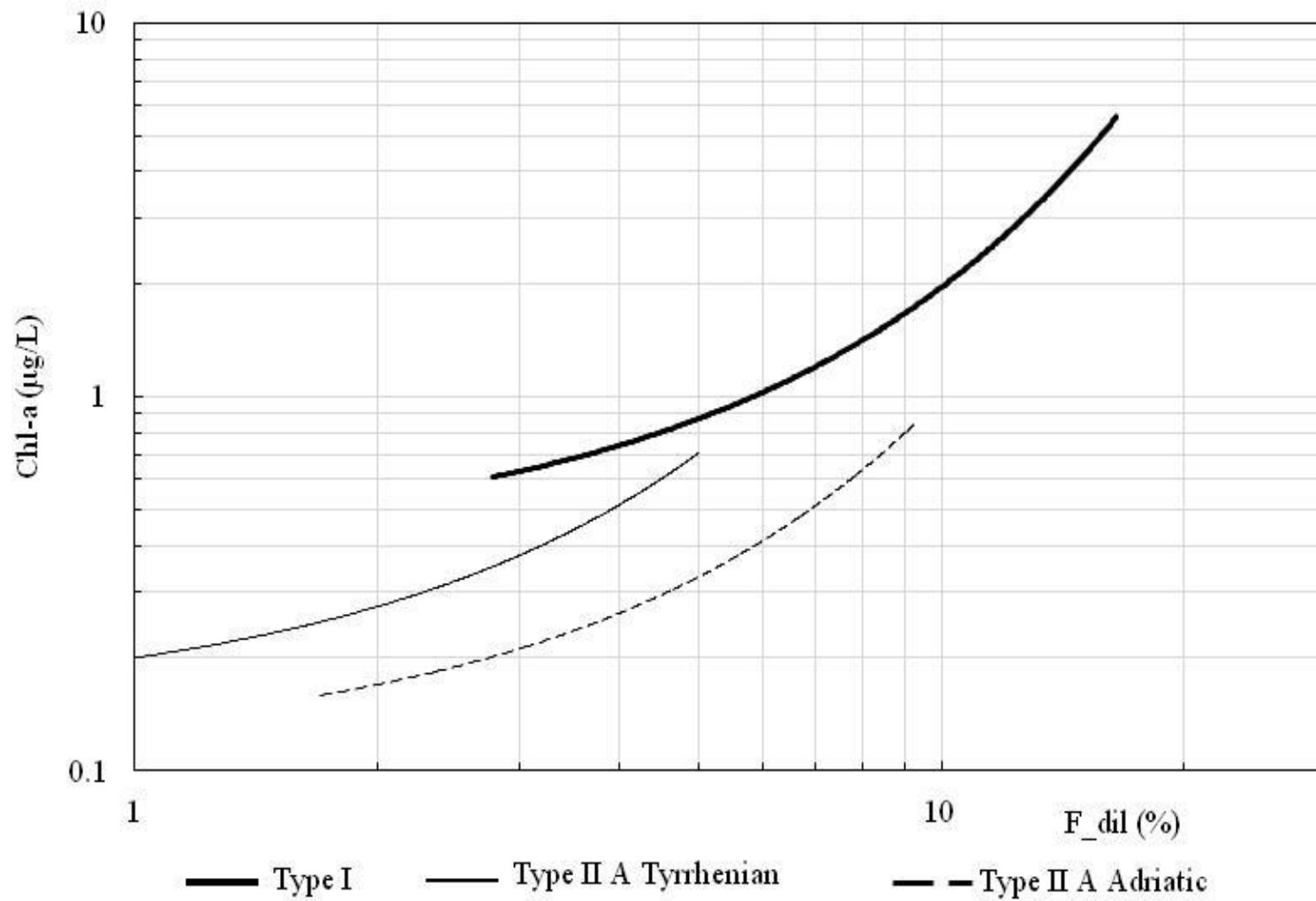


Diagramma di dispersione delle *medie geometriche* annuali di Clorofilla *a* (Chl-a) rispetto al gradiente del fattore di diluizione (F\_dil) per i Tipi I e II A.

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



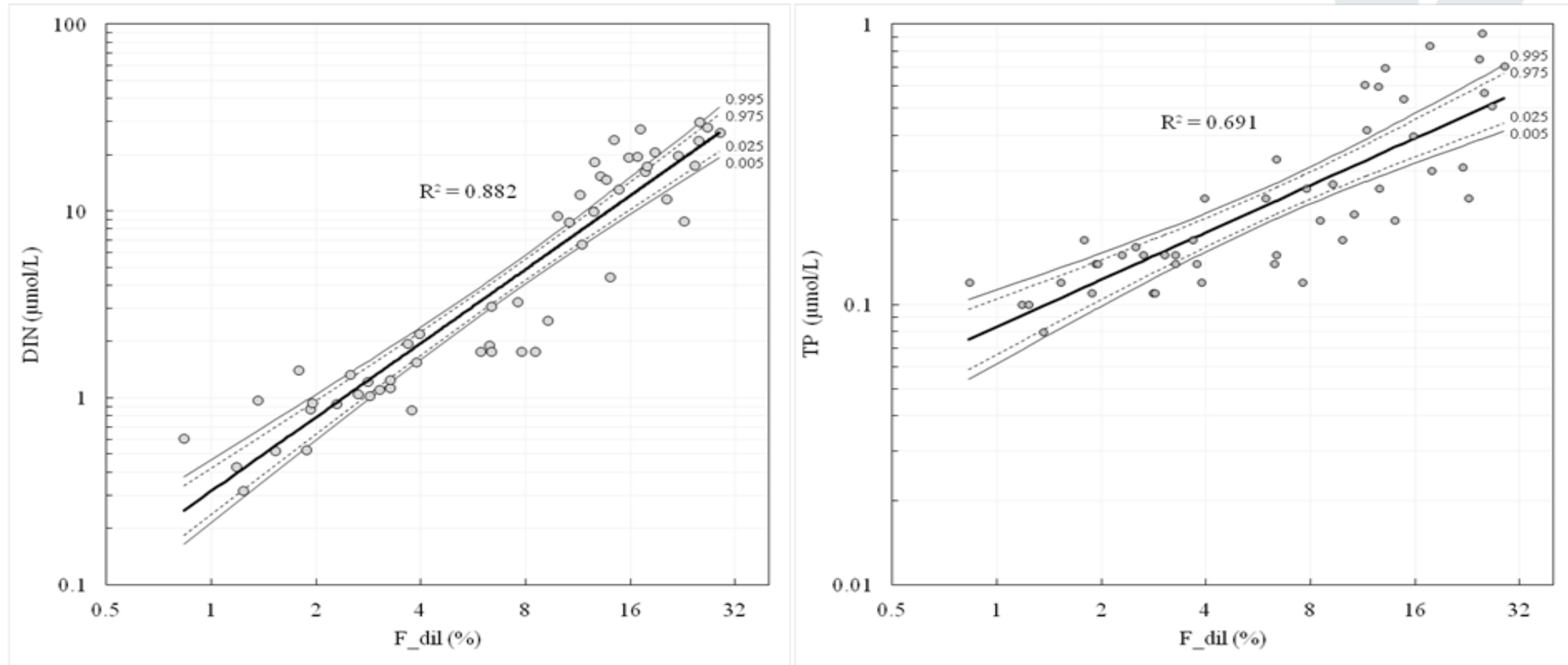
**CREIAMO PA**



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



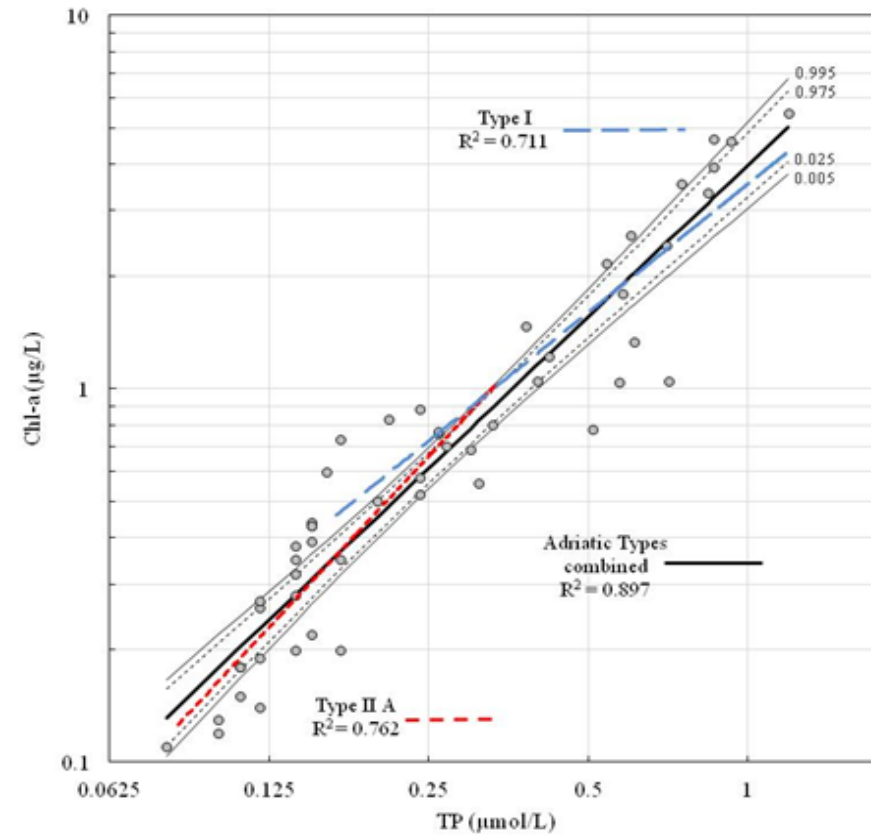
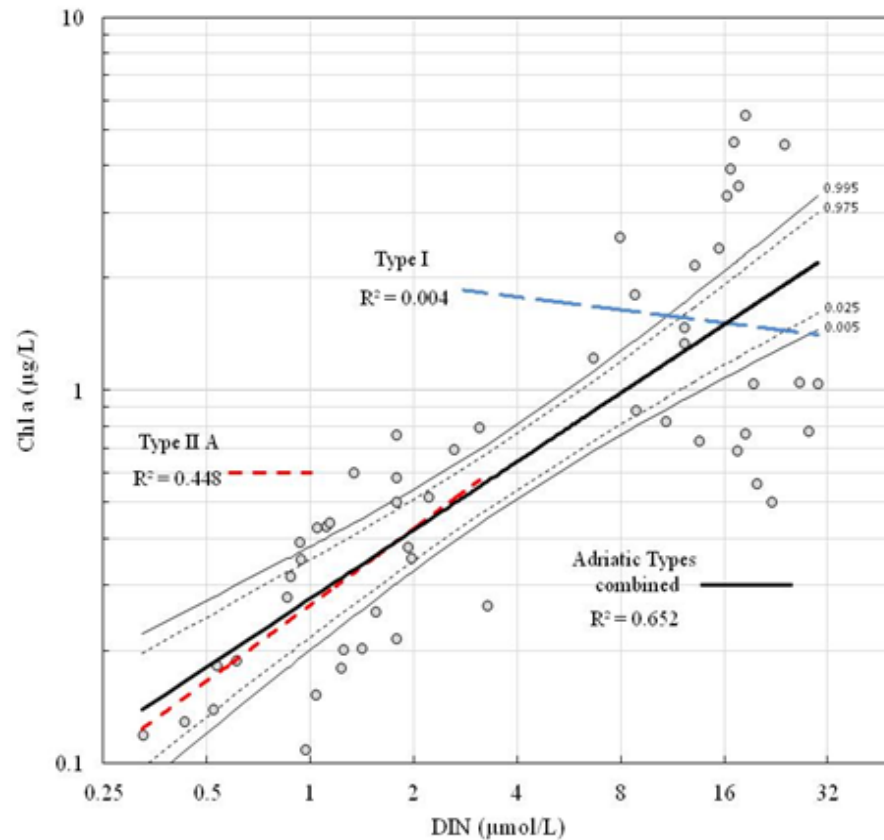
## Le relazioni Pressione-Impatto - Acque costiere Adriatiche (Tipo I e Tipo II A)



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)

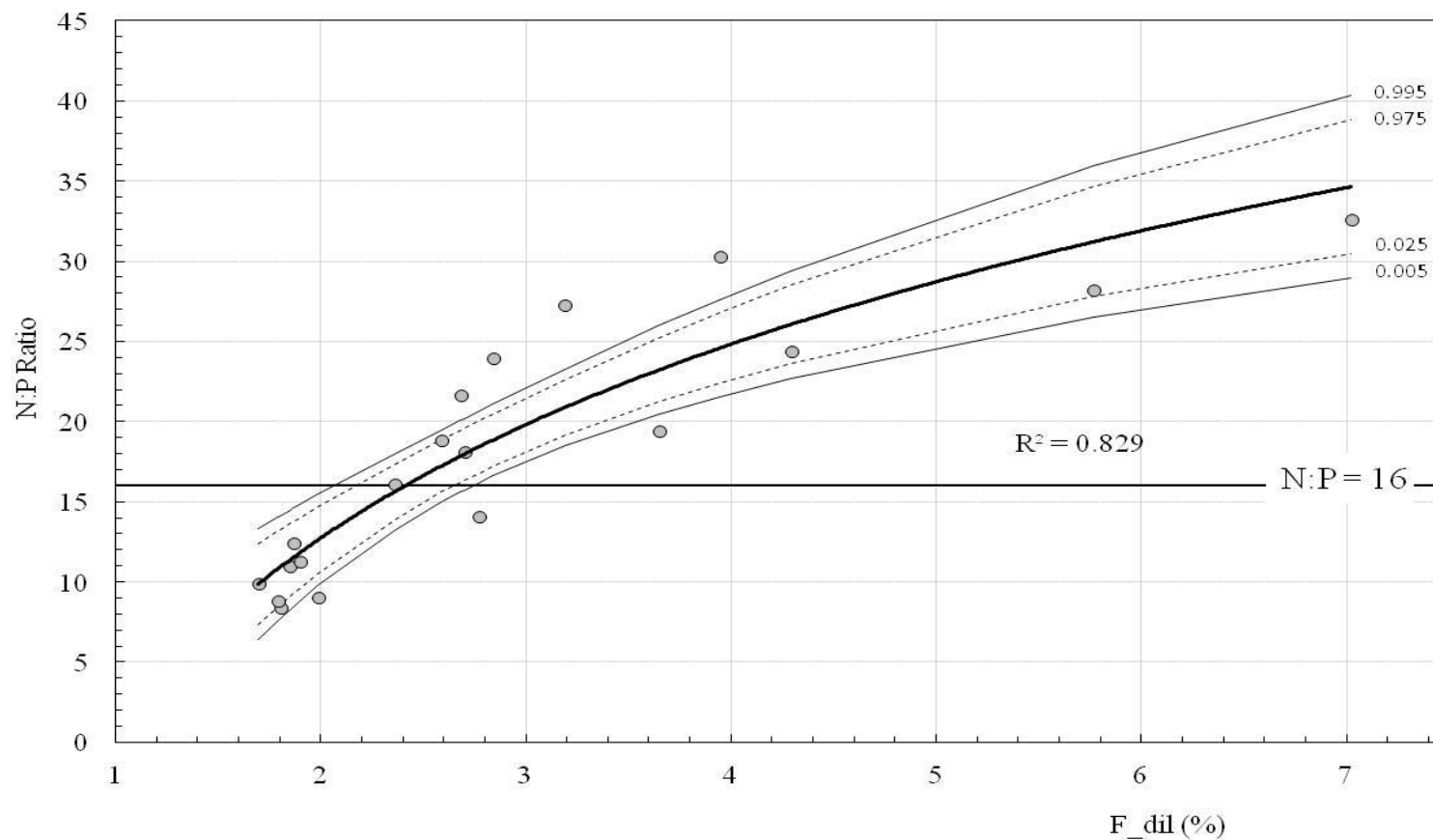


Relazioni funzionali tra le medie geometriche di Chl-a e medie geometriche di DIN e di TP





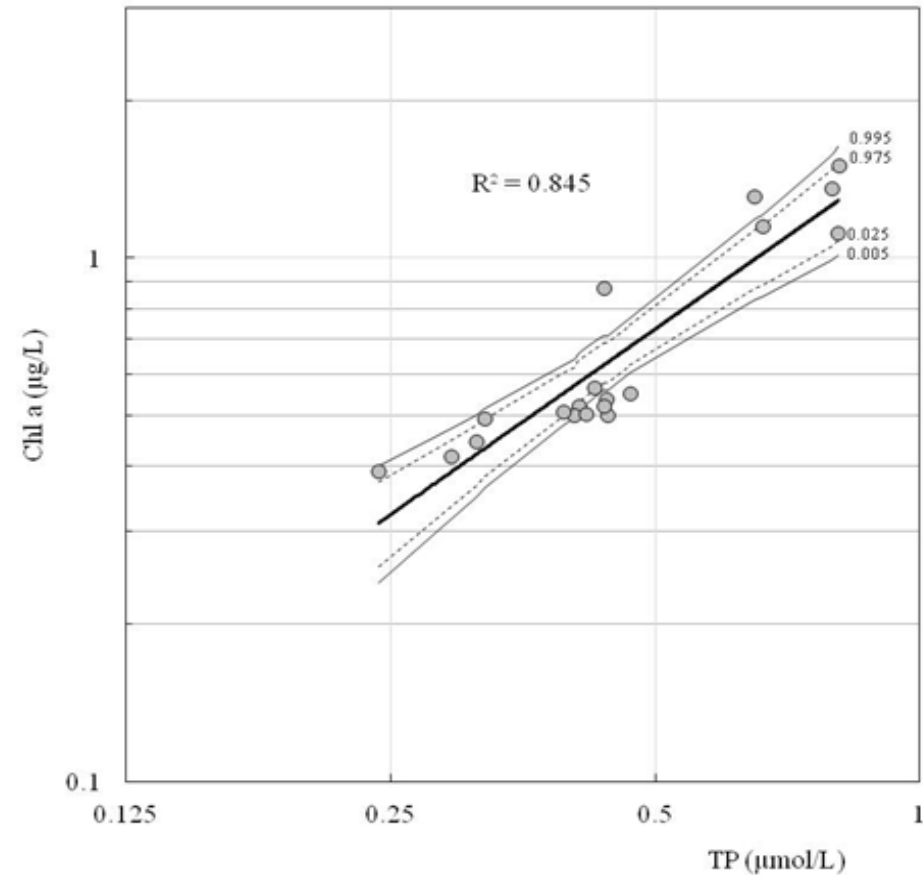
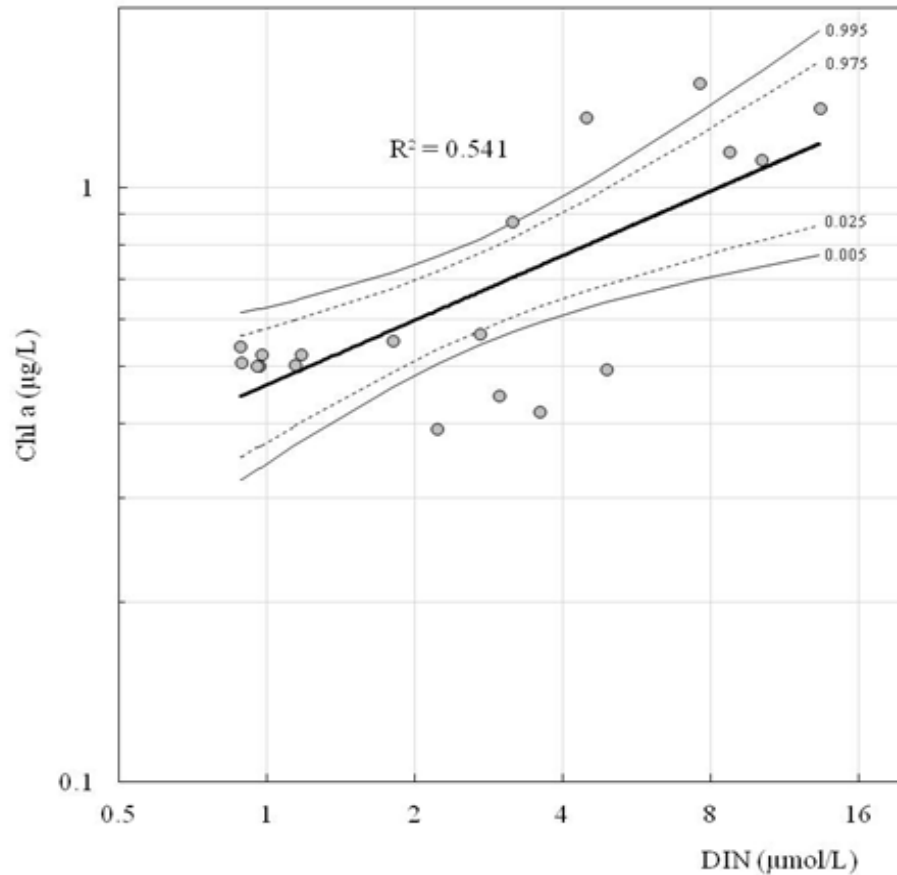
## Le relazioni Pressione-Impatto - Acque costiere Tirreniche (Tipo II A)



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)



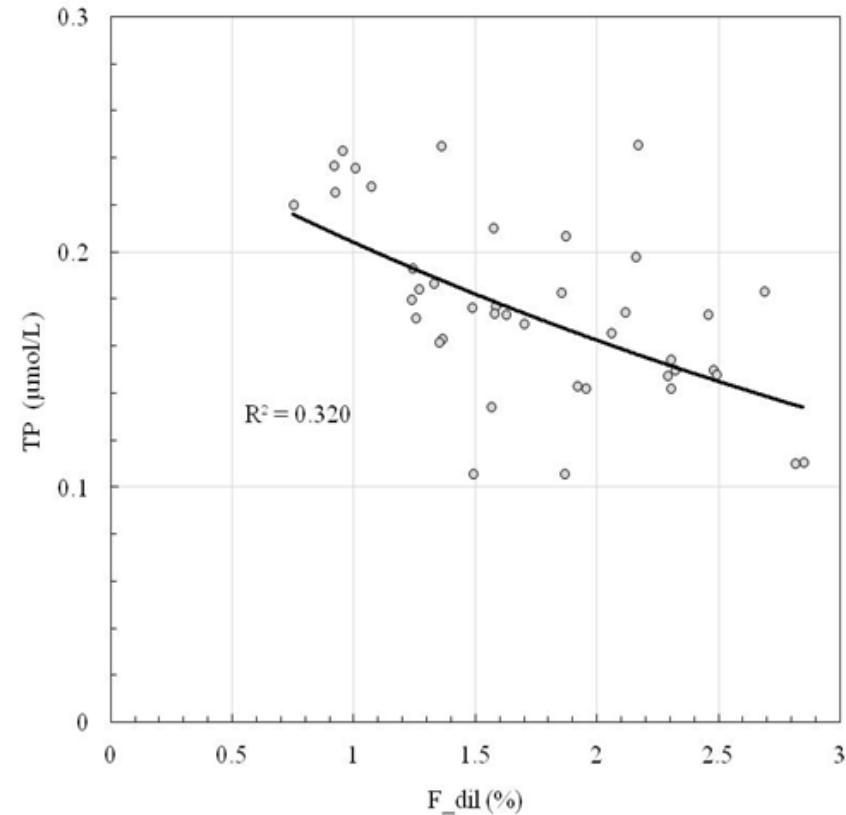
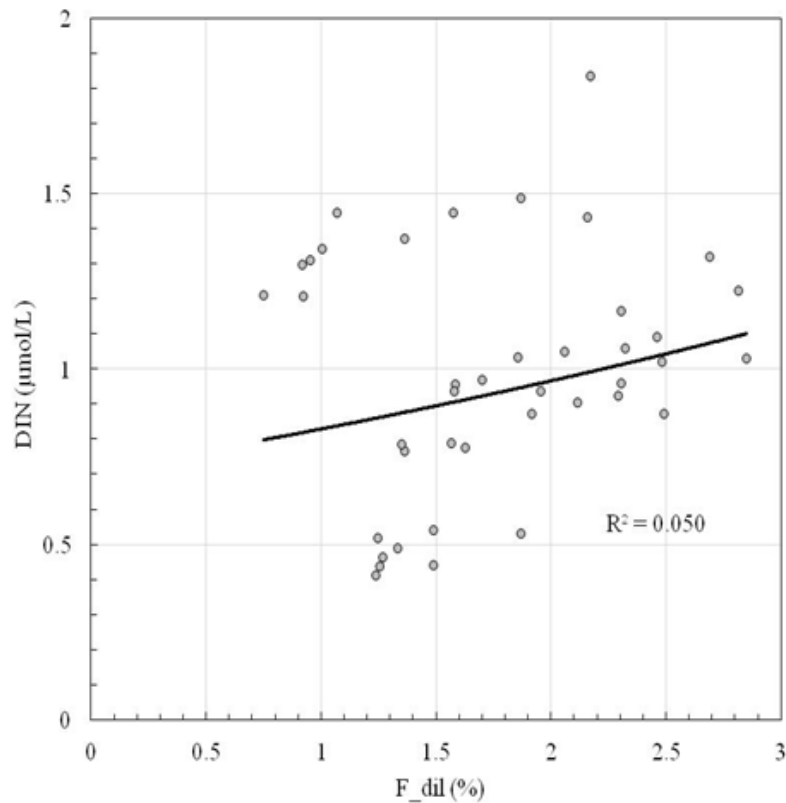
Relazione tra Clorofilla *a* e Azoto Disciolto Inorganico (DIN) e Fosforo totale (TP), nelle acque costiere del Tipo II A Tirreno



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 <sup>2</sup> = 0.831; P = 5.56 10 <sup>-8</sup>		$[DIN] = 0.318 [F\_dil]^{1.312}$ N = 54; R <sup>2</sup> = 0.882; P = 2.2 10 <sup>-16</sup>
TP vs F_dil	$[TP] = 0.318 [F\_dil]^{0.505}$ N = 19; R <sup>2</sup> = 0.629; P = 4.44 10 <sup>-4</sup>		$[TP] = 0.083 [F\_dil]^{0.559}$ N = 49; R <sup>2</sup> = 0.692; P = 2.43 10 <sup>-13</sup>
N:P vs F_dil	$[N:P] = 17.440 \ln(F\_dil) + 0.650$ N = 19; R <sup>2</sup> = 0.829; P = 1.58 10 <sup>-7</sup>	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 <sup>2</sup> = 0.845; P = 3.29 10 <sup>-8</sup>	$[Chl-a] = 10.591 [TP]^{1.237}$ N = 15; R <sup>2</sup> = 0.835; P = 4.45 10 <sup>-6</sup>	$[Chl-a] = 3.978 [TP]^{1.347}$ N = 52; R <sup>2</sup> = 0.896; P = 2.2 10 <sup>-16</sup>



# Acque costiere di Tipo III W

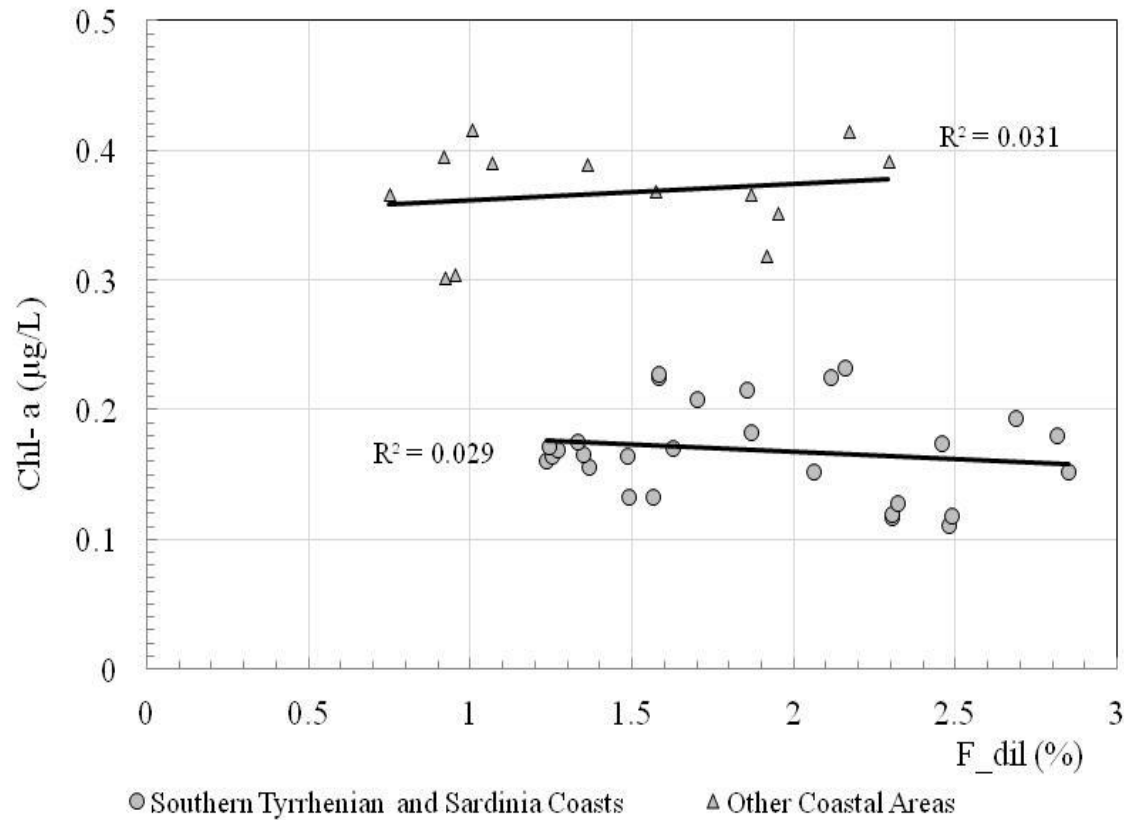


Relazioni tra il fattore di diluizione (F\_dil) con l'Azoto Disciolto Inorganico (DIN) e con il Fosforo totale (TP)

I dati rappresentati si riferiscono alle medie geometriche complessive



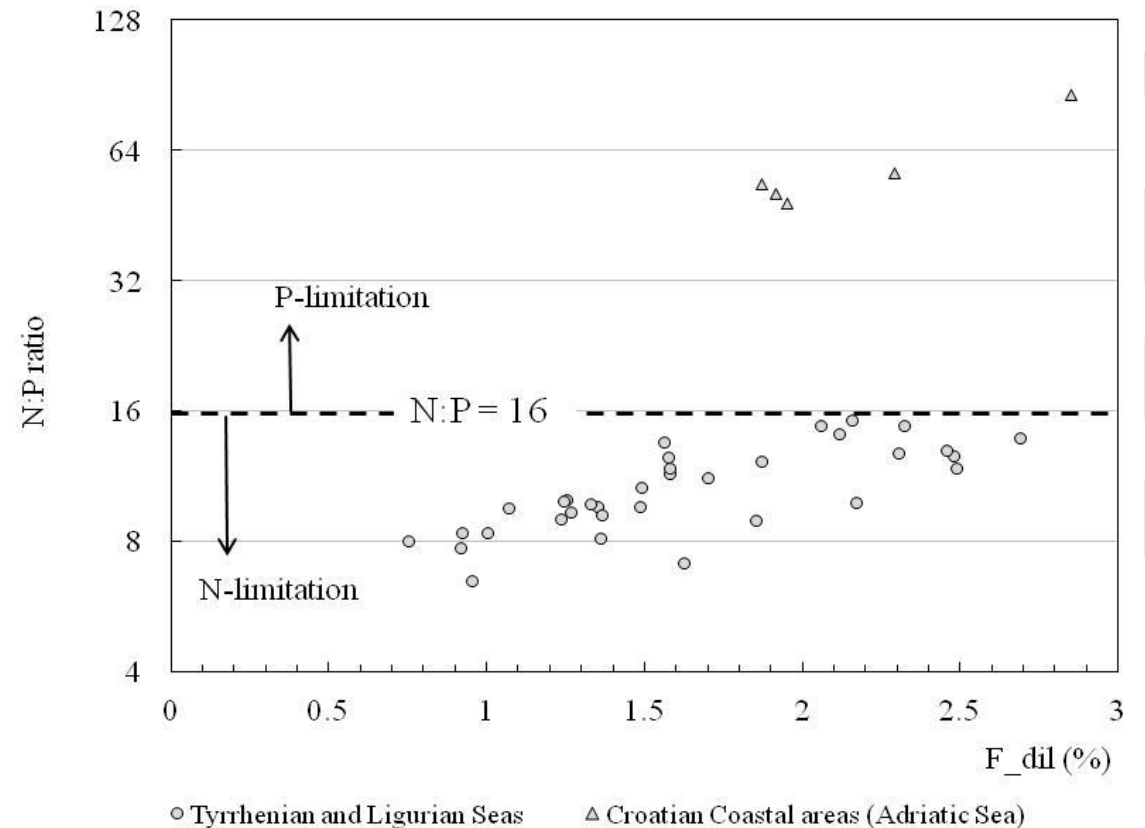
# Acque costiere di Tipo III W



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  $\text{Log}_{10}$ -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 <sub>10</sub>	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).



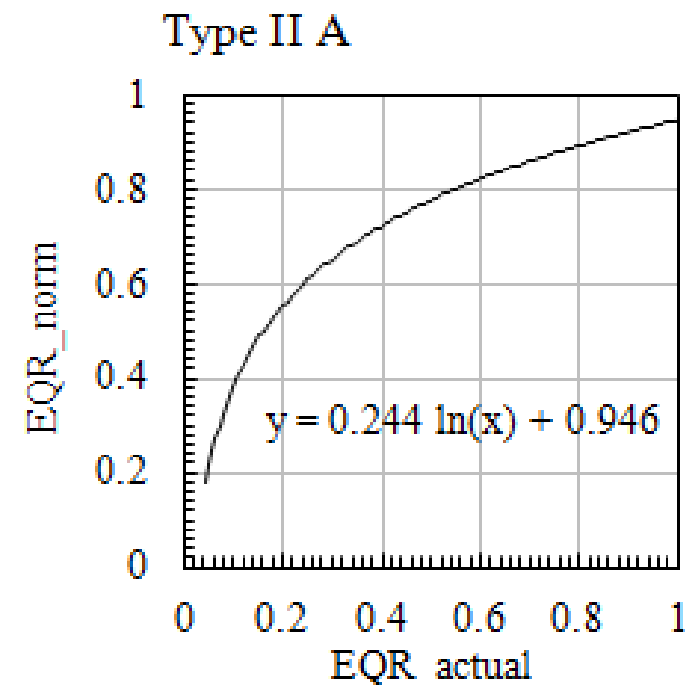
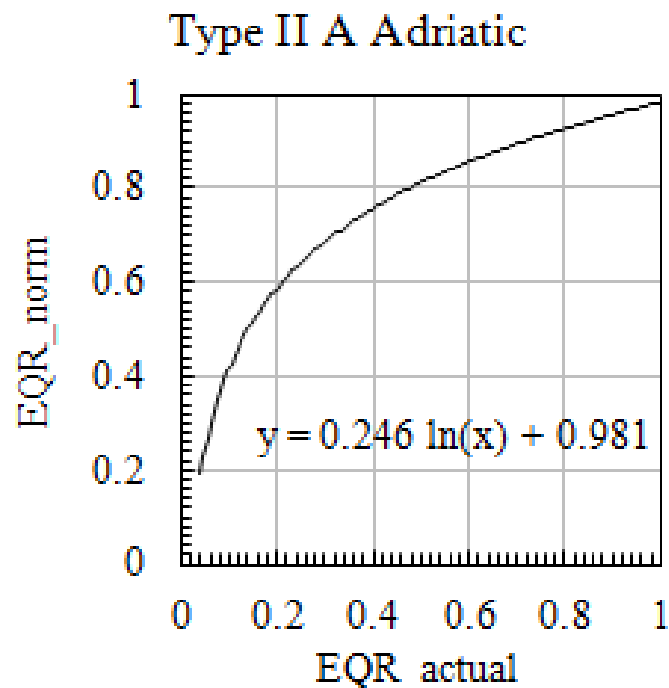
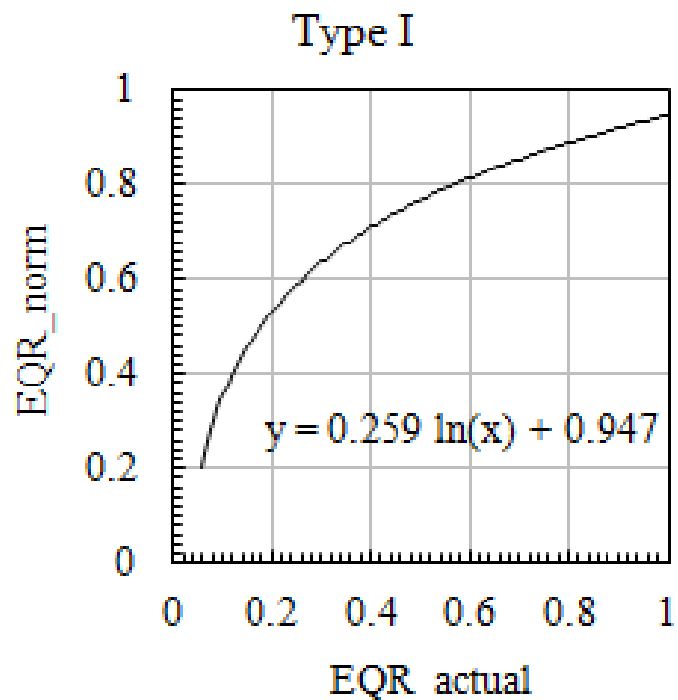
## Condizioni di riferimento e limiti tra le classi di qualità ecologica espressa dai diversi parametri di interesse, per le acque costiere di Tipo II A “Adriatico”

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		
<b>Condizioni di Riferimento</b>	-	<b>0.33</b>	<b>0.87</b>	-	<b>1</b>	<b>1</b>
<b>E/B (Elevato/Buono)</b>	<b>4</b>	<b>0.64</b>	<b>1.7</b>	<b>0.26</b>	<b>0.52</b>	<b>0.82</b>
<b>B/S (Buono/Sufficiente)</b>	<b>5</b>	<b>1.5</b>	<b>4.0</b>	<b>0.48</b>	<b>0.22</b>	<b>0.61</b>
<b>S/Sc (Sufficiente/Scarso)</b>	<b>6</b>	<b>3.5</b>	<b>9.3</b>	<b>0.91</b>	<b>0.09</b>	<b>0.40</b>
<b>Sc/C (Scarso/Cattivo)</b>	<b>7</b>	<b>8.2</b>	<b>21.7</b>	<b>1.71</b>	<b>0.04</b>	<b>0.19</b>

\* Valore atteso, basato su una *sd* teorica delle distribuzioni dei dati di Chl-a  $\text{Log}_{10}$ -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.



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





## **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  $\alpha$** , 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  $\alpha$ , è la seguente:

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

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 <b>A</b>	Stazione di campionamento <b>B</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 <sub>10</sub> -trasformati)	0.354 (0.372) <sup>(*)</sup>	0.255 (0.291) <sup>(*)</sup>
		<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.

