



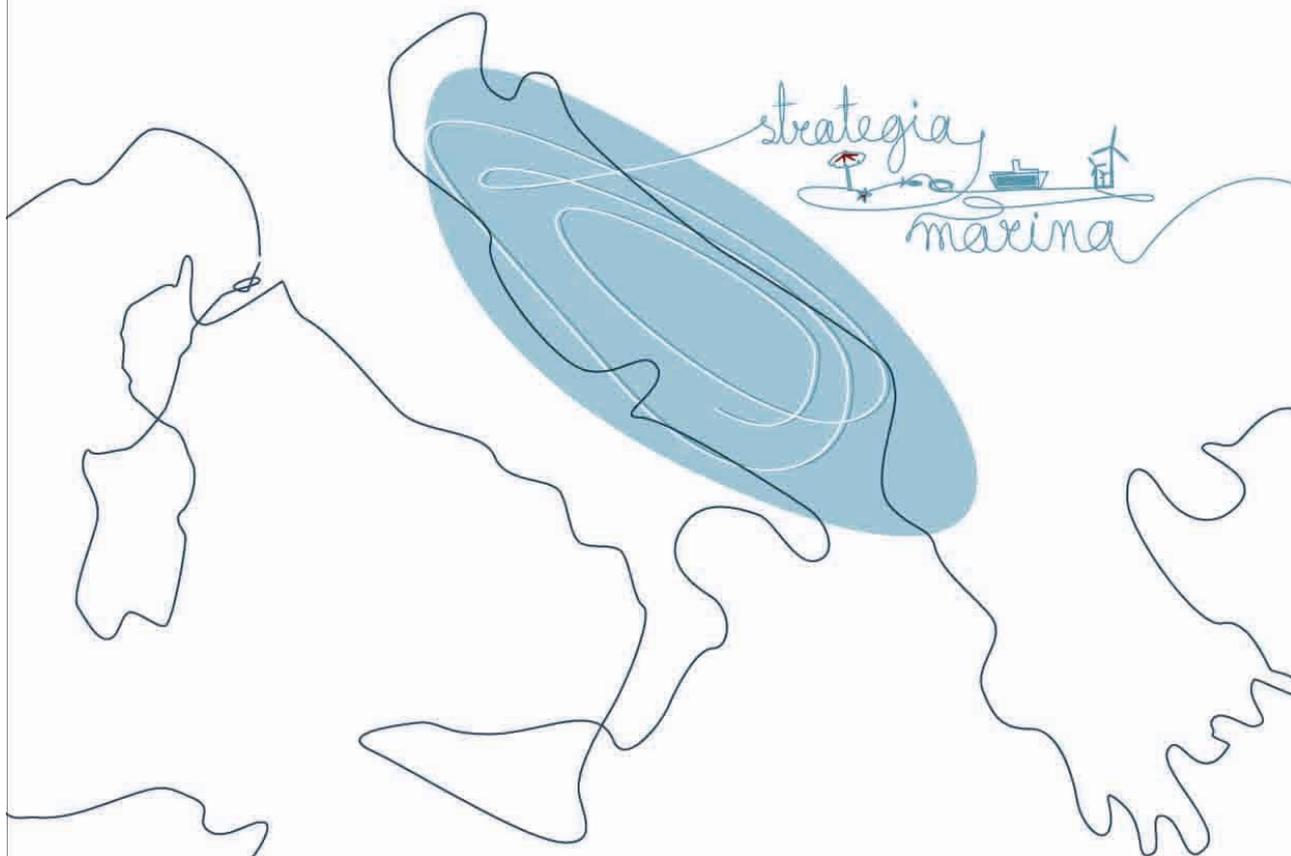
ISPRA

Istituto Superiore per la Protezione
e la Ricerca Ambientale

STRATEGIA PER L'AMBIENTE MARINO

Valutazione Iniziale
SOTTOREGIONE MAR ADRIATICO

ARRICCHIMENTO DI NUTRIENTI E
SOSTANZA ORGANICA



6.4 Arricchimento di nutrienti e sostanze organiche

6.4.1 PREMESSA

Secondo gli attuali orientamenti comunitari (Direttiva 2000/60/EC e Direttiva 2008/56/EC), l'eutrofizzazione è un processo causato dall'arricchimento in nutrienti, in particolare composti dell'azoto e/o del fosforo, che determina un aumento della produzione primaria e della biomassa algale, alterazioni delle comunità bentoniche e diminuzione della qualità delle acque. Le conseguenze dell'eutrofizzazione sono considerate negative se determinano un degrado della salute degli ecosistemi e/o una riduzione dell'uso sostenibile di beni e servizi.

La Decisione della Commissione Europea del 1° settembre 2010 sui criteri e gli standard metodologici per la definizione del Buono Stato Ambientale (*Good Environmental Status* o GES) sottolinea come la valutazione dell'eutrofizzazione delle acque marine per la Direttiva 2008/56/EC debba essere in linea con quanto definito per le acque costiere e di transizione dalla Direttiva 2000/60/EC, nonché presentare una combinazione di informazioni su livelli dei nutrienti (concentrazioni nell'ambiente marino) ed effetti primari e secondari dell'arricchimento in nutrienti che siano ecologicamente rilevanti.

Ai fini del raggiungimento del GES e della definizione dei traguardi ambientali per il Descrittore Eutrofizzazione, risulta pertanto utile prendere in considerazione la tipizzazione idrologica delle acque costiere messa a punto per i corpi idrici *sensu* Direttiva 2000/60/EC (cfr. D.M. n. 131/2008 sulla definizione delle tipologie, identificazione dei corpi idrici e analisi delle pressioni) (Figura 1) nonché l'Indice Trofico TRIX quale indice sintetico di stato trofico (cfr. D.M. n. 260/2010 sulla classificazione dei corpi idrici superficiali). L'Indice TRIX, in quanto combinazione lineare dei parametri azoto inorganico disciolto (DIN), fosforo totale (TP), clorofilla 'a' (chl 'a') e ossigeno disciolto (D.O.%, come deviazione dal 100% di saturazione), è un indice che comprende sia i livelli di concentrazione dei nutrienti (DIN e TP) che gli effetti diretti (chl 'a') e indiretti (D.O. %) di un arricchimento in nutrienti e sostanza organica.

6.4.2 Identificazione delle aree di valutazione

La identificazione delle aree di valutazione per le sottoregioni Mar Mediterraneo occidentale e Mar Adriatico è stata basata sulla analisi della distribuzione spaziale del 90° percentile della clorofilla 'a' ottenuta da dati satellitari (Figura 2 e Figura 23). La clorofilla 'a' è un parametro fondamentale di stato trofico in quanto indicatore di biomassa fitoplanctonica, nonché è parametro indicatore di impatto diretto di arricchimento in nutrienti secondo l'impostazione di reporting MSFD. L'estensione delle aree identificate arriva al limite delle acque territoriali ed è sufficientemente ampia da comprendere zone aventi impatto non elevato, così che all'interno di ciascuna area possa essere presente un gradiente di impatto.

I dati satellitari (MERIS, MERIS-MODIS) sono stati forniti dalla ditta Planetek s.r.l. e sono riferiti per il Mar Tirreno all'arco temporale gennaio 2007-dicembre 2011 e per il Mar Adriatico al periodo febbraio 2006-marzo 2012 (manca il mese di gennaio 2012). La risoluzione spaziale è pari a 1 km e la risoluzione temporale è la media mensile. Il 90° percentile è stato calcolato dopo una trasformazione log-normale delle medie mensili dei dati disponibili, pari a 60 record. Il calcolo della percentuale di area di valutazione soggetta all'impatto dovuto all'arricchimento in nutrienti e sostanza organica verrà effettuato a breve proprio sulla base dei dati satellitari di chl 'a', in quanto sono gli unici dati disponibili aventi una adeguata copertura spaziale e temporale. **I dati attualmente disponibili corrispondenti alle misure puntuali degli altri parametri trofici sono riferibili esclusivamente alla fascia costiera entro i 3 km** (Banca dati Si.di.Mar. del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, di seguito denominato MATTM), **e quindi risultano meno idonei a valutazioni accurate sulla % di area soggetta alla pressione.**

La metodologia che verrà usata per il calcolo della % di area di valutazione soggetta alla pressione comprende i seguenti *step*:

- a) definizione di una soglia di concentrazione di clorofilla 'a' al di sotto della quale si considera l'impatto trascurabile. Tale soglia viene fissata dopo una opportuna taratura con i valori di salinità. Il valore di salinità sarebbe particolarmente indicato a definire le pressioni, ma ad oggi non vi sono dati di salinità con risoluzioni spaziali sufficienti (di almeno 1Km).
- b) Il valore soglia fissato è pari a 0.2 µg/L di clorofilla 'a', che generalmente corrisponde a un valore finale di diluizione pari a circa il 5% dell'acqua dolce proveniente dal continente.

- c) Se indichiamo con S_i l'area di valutazione impattata e con S_a la superficie totale dell'area, la percentuale di area impattata sarà data da:

$$(S_i/S_a) \cdot 100$$

La misura di S_i ed S_a è discreta ed è data dal numero di quadrati di 1Km (risoluzione spaziale dei dati) contenuti nell'area di valutazione.

Per la sottoregione Mar Ionio e Mar Mediterraneo Centrale, non essendo disponibili dati satellitari, la identificazione delle aree di valutazione è basata sui dati puntuali di clorofilla e nutrienti (banca dati Si.di.Mar del MATTM) ed *expert judgement*.

6.4.3 Informazioni e dati

Le informazioni e i dati elaborati nella presente bozza di report, in aggiunta ai dati satellitari, sono quelli già disponibili in ISPRA e sono riferibili a

- SINTAI:

1) carichi di azoto e fosforo provenienti dai principali bacini afferenti e portate di riferimento misurate alla sezione di chiusura di ciascun bacino. In generale, **l'elenco dei bacini considerati deve essere sicuramente aggiornato. Alcune aree non sono coperte o solo parzialmente coperte.** Dove possibile (Alto Adriatico, Arno, Tevere), è stato ricostruito il trend dei carichi con le portate medie annue dal 2003 al 2010.

2) Informazioni relative agli impianti di trattamento acque reflue urbane situati entro la fascia dei 20 km dalla riva del mare. I dati, peraltro forniti dalle Regioni, si riferiscono agli abitanti serviti, alle portate trattate, alla tipologia di trattamento (solo secondario o anche terziario) e ai carichi di N e P scaricati. Questi carichi sono da intendersi come contributo dal comparto civile relativamente alla sola fascia costiera, da aggiungersi a quello proveniente dai fiumi.

- Banca Dati Si.di.Mar.:

3) L'accesso a questa banca dati ha consentito di elaborare i principali parametri di stato trofico delle acque, nell'ordine: Azoto Disciolto Inorganico (DIN) e Azoto Totale, Fosforo ortofosfato e Fosforo Totale, Trasparenza (come Disco Secchi), Clorofilla 'a', Ossigeno Disciolto (sia come concentrazione che come % di saturazione)¹. Le elaborazioni hanno comunque riguardato anche i parametri idrologici (T °C, S (psu), Densità (σ_t), Fattore di diluizione (F%) e Indice TRIX a misura del livello trofico.

4) Sono stati presi in considerazione tutti i dati Si.di.Mar., per il periodo 2001-2009, tenendo conto che il monitoraggio marino costiero ai sensi della legge 979/89 "Difesa del Mare" (condotto dalle 15 Regioni marittime in convenzione con il MATTM-DPN) ha riguardato la fascia dei tre km dalla riva, secondo transetti perpendicolari alla costa, con stazioni in genere situate a 500, 1000, e 3000 m dalla riva. I dati del 2007, anno di interruzione delle Convenzioni, non coprono l'intero arco annuale, mentre il 2008-2009 è in realtà da intendersi come il periodo da Luglio 2008 a Giugno 2009.

5) I diversi diagrammi riportati si riferiscono alle medie dei valori dei singoli parametri, relativi a tutto il transetto, senza distinzione rispetto alla distanza dalla riva e considerando soltanto le misure di superficie (0,5 m). Per ciascuna area di valutazione, sono presentate tre tipologie di elaborati grafici: a) variazioni delle medie per anno (con retta di tendenza), b) variazioni delle medie stagionali, calcolate su tutto il periodo considerato (2001-2009), c) andamenti delle medie relative al periodo 2001-2009 per ciascun transetto di campionamento e misura.

¹ Per quanto riguarda l'arricchimento della sostanza organica in mare, parametro presente nel *reporting sheet* MSFD, non ha molto senso misurare tale sostanza attraverso misure di BOD. Osserviamo però che il parametro Ossigeno Disciolto (come % di saturazione) è un ottimo indicatore sia dei processi di sintesi in atto (produzione della sostanza organica attraverso la fotosintesi con produzione di Ossigeno), sia dei processi di degradazione della sostanza organica (ossidazione e mineralizzazione con conseguente consumo di Ossigeno). Quanto più intensi saranno questi due processi, tanto più elevato risulterà lo scostamento dal 100% di saturazione dell'Ossigeno disciolto nella colonna d'acqua, in termini di sovrasaturazione o sottosaturazione, rispettivamente.

6) Per i parametri di stato trofico (Nutrienti nelle varie forme, Clorofilla 'a', Disco Secchi) la media è da intendersi come media geometrica, più rappresentativa come momento centrale rispetto alla media aritmetica. Le distribuzioni di questi parametri sono infatti meglio approssimate dalla curva di tipo log-normale. Nel caso dell'Ossigeno Disciolto (e anche dell'indice TRIX e dei parametri idrologici) le distribuzioni sono meglio approssimate dalla curva normale e quindi per questi parametri è stata utilizzata la media aritmetica.

7) Infine, in tutti i diagrammi, la rappresentazione grafica delle medie viene sempre accompagnata dalla misura dell'errore standard: $\bar{x} + e.s$ con $\left(e.s. = \frac{d.s.}{\sqrt{N}} \right)$. Si è preferito utilizzare questo parametro statistico rispetto alla classica notazione: $\bar{x} \pm d.s$ (dove d.s. è la deviazione standard), in quanto si ritiene più utile per gli obiettivi della MSFD rappresentare il *range* in cui oscilla la vera media, piuttosto che la dispersione di singoli dati intorno alle medie di una distribuzione.

6.4.4 Ulteriori dati da acquisire e/o elaborare

Ulteriori dati saranno presentati nel report finale sui **carichi di nutrienti relativamente a deposizione atmosferica, scarichi di acque di strato da piattaforme offshore e fonti di acquacoltura/maricoltura**.

Per le fonti di acquacoltura/maricoltura, l'input di nutrienti potrà essere rilevato o stimato utilizzando tre fonti principali:

1) Dati ISPRA - Nell'ambito di attività di ricerca e monitoraggio portate avanti dal 2001, ISPRA ha direttamente campionato matrici abiotiche e analizzato ed elaborato i dati relativi all'arricchimento organico (azoto, fosforo, carbonio in acqua e sedimento) derivante dagli impianti di acquacoltura. I dati sono riferiti all'area del Tirreno centrale e dell'Adriatico meridionale.

2) Dati di letteratura - Una seconda fonte di dati è rappresentata dalla letteratura scientifica di riferimento in cui sono reperibili dati relativi all'input di nutrienti in acqua e sedimento, a volte associati a dati zootecnici quali biomassa allevata e mangime utilizzato. Rispetto a quest'aspetto ISPRA ha predisposto un modulo per la raccolta dati, dove sono portati a sintesi ragionata tutti i dati di letteratura specifica riguardanti l'input di nutrienti da attività d'acquacoltura nelle acque costiere italiane, dal 2000 ad oggi.

3) Modelli predittivi - Una terza fonte di dati è rappresentata dai risultati dei modelli matematici predittivi in grado di fornire stime sull'input di nutrienti da acquacoltura. I modelli si basano su dati di tipo zootecnico (specie allevate, biomassa in allevamento, mangime, ecc) e ambientali (temperatura, correnti). L'applicazione di detti modelli consentirà una stima di input di nutrienti derivanti da attività di acquacoltura in tutti quegli impianti censiti ai sensi del Regolamento CE 762/2008 (progetto finanziato dal Ministero delle Politiche Agricole, Alimentari e Forestali, affidato all'UNIMAR) e/o degli impianti inseriti nell'anagrafe nazionale delle aziende, degli allevamenti e delle imprese di acquacoltura sulla base di quanto stabilito dal Decreto del Ministero della Salute dell'8 luglio 2010 che recepisce la direttiva 88/2006/CE sull'anagrafe degli impianti.

Nei confronti dei suddetti Ministeri, ISPRA ha inviato formali richieste di accesso alle rispettive banche dati. Tale attività consentirà di fornire dati sugli input di nutrienti da fonti di acquacoltura/maricoltura in tutte le aree di valutazione individuate.

Per quanto riguarda l'utilizzo dell'indicatore di impatto 'fioriture algali potenzialmente tossiche e nocive', sarà effettuata una verifica del possibile impiego di specie fitoplanctoniche indicatrici, anche non tossiche, che possano essere riconducibili ad un arricchimento in nutrienti e sostanza organica di origine antropica.

6.4.5 AREA DI VALUTAZIONE

Nella Sottoregione Mar Adriatico sono state individuate 3 aree di valutazione denominate 'Alto Adriatico', 'Medio Adriatico' e 'Basso Adriatico' (Figura 24). Nel presente documento si riporta l'Alto Adriatico quale esempio di area di valutazione della Sottoregione Mare Adriatico.

INFORMAZIONE UTILIZZATA

Brief description of overall pressure - nutrient and organic matter enrichment

In corso di elaborazione

Soggetti detentori di dati individuati: [elenco sintetico]

Vedi premessa

Dati e metodi:

vedi premessa

Analisi

In corso di elaborazione

Input loads

Carichi di azoto e fosforo (da Fig. 25 a Fig. 33)

Per quasi tutti i bacini afferenti all'Alto Adriatico sono disponibili i dati sulle portate medie annue per il periodo 2004-2009 (nel caso del f. Po e del f. Adige dal 2003 al 2010). Occorre segnalare che il Po presenta portate medie annue comprese tra 1000 e 1500 mc/sec, di gran lunga superiori a quelle degli altri fiumi che sfociano in Alto Adriatico. Da segnalare un aumento delle portate medie negli anni più recenti (2008-2010), comportamento questo comune a tutti i bacini presi in considerazione.

Per quanto riguarda i carichi di nutrienti convogliati a mare, il contributo del Po è preponderante: oltre 100000 t/anno di azoto e 7000 t/anno di fosforo contro valori di carico che solo nel caso dell'Adige e Livenza superano le 10000 t/anno di N e le 300 t/anno di P.

Il contributo proveniente dal comparto civile, considerato sulla base dei dati degli impianti che verosimilmente recapitano direttamente a mare (Fig. 33) risulta molto contenuto se confrontato con quello dei bacini fluviali. Esso è valutabile a circa 8000 t/anno per l'azoto e circa 2000 t/anno per il fosforo.

Input load of organic matter (current) (within assessment areas)

Information gap

Soggetti detentori di dati individuati: Information gap

Dati e metodi: Information gap

Analisi: Information gap

Level of pressure

Concentrazione di nutrienti nell'ambiente marino

Nell'area di valutazione considerata, gli andamenti annuali delle concentrazioni di azoto in mare (Fig. 34) sono molto variabili e risentono in maniera evidente dei regimi idrologici dei fiumi che recapitano in Alto Adriatico. Ricordiamo che l'azoto proviene soprattutto dalle sorgenti diffuse e quindi i carichi sversati a mare tendono ad aumentare nel caso di annate particolarmente piovose. Sempre per le stesse ragioni i valori di concentrazione dell'azoto sono massimi durante la stagione invernale (Fig. 35) e minime nel periodo estivo, quando gli apporti fluviali tendono a diminuire. Dal punto di vista spaziale (Fig. 37), l'azoto mostra elevate concentrazioni in corrispondenza delle aree direttamente interessate dal f. Adige (Rosolina) e dal f. Po (Porto Garibaldi). Da non sottovalutare è anche l'effetto degli apporti provenienti dagli altri fiumi minori e dalle lagune di Grado-Marano e Venezia.

Nel caso del Fosforo, è possibile evidenziare un comportamento sostanzialmente diverso, con una variabilità interannuale meno sensibile ai regimi idrologici dei fiumi e con una tendenza al decremento, sia pur lieve, negli anni (da 0.8 a 0.5 $\mu\text{mol/L}$ tra il 2001 e il 2009) (Fig. 34). Come per l'azoto invece, e

probabilmente per le stesse ragioni (scarsità degli apporti fluviali), le concentrazioni minime di P totale sono rilevate nella stagione estiva, con valori pari alla metà di quelle del periodo invernale (Fig. 36). Degno di nota è il comportamento del fosforo ortofosfato. Esso non presenta un'evidente variabilità stagionale e tende a rimanere sempre molto basso, prossimo ai limiti di rilevabilità analitica (0.1 $\mu\text{mol/L}$) (Fig. 36). Infine le stazioni che presentano le concentrazioni massime di P totale (Fig. 38), sono quelle direttamente interessate dagli apporti padani (Porto Garibaldi e le altre stazioni del litorale romagnolo).

Mancanza di dati oltre i 3000m dalla costa: information gap

Spatial distribution and intensity of organic matter concentrations in the environment (within assessment areas) (current): Information gap

Soggetti detentori di dati individuati: Information gap

Dati e metodi: Information gap

Analisi: Information gap

Impacts

Impatti

Effetti diretti dell'arricchimento in nutrienti

Clorofilla 'a'

I valori assunti dalla clorofilla 'a' in quest'area, soprattutto nella fascia costiera emiliano-romagnola, sono i più alti in assoluto tra quelli rilevabili lungo tutto lo sviluppo costiero italiano a causa della presenza del fiume Po che condiziona profondamente con i suoi carichi di nutrienti i livelli trofici.

La Figura 39 mostra un'ampia fluttuazione delle concentrazioni medie annuali, con una forte diminuzione tra il 2003 e il 2005 ed un trend di aumento negli ultimi due anni.

Osservando le medie per ciascuna stazione (Figura 40) si evidenzia l'aumento della concentrazione della clorofilla 'a' nella zona al di sotto della foce del fiume Po rispetto alle concentrazioni che si rilevano nella parte Nord Orientale dell' area adriatica. Il marcato incremento del parametro nelle stazioni direttamente investite dal bacino padano è confermato dalla mappa, nella quale si notano in particolare concentrazioni medie intorno ai 5.5 $\mu\text{g/L}$ in corrispondenza della stazione di Porto Garibaldi.

Se si esaminano le medie stagionali della concentrazione di clorofilla "a" (Figura 41), in relazione ai valori assunti al parametro trasparenza, si nota come elevate concentrazioni di clorofilla 'a' determinino una conseguente riduzione della trasparenza delle acque. Le medie stagionali mantengono valori elevati lungo tutto l'arco dell'anno, maggiormente significativi in inverno ed autunno.

Trasparenza

L'andamento temporale della trasparenza (Figura 42) mostra una tendenza all'aumento, con un picco significativo nel 2007, anno in cui si registra un valore medio superiore a 5 m.

La rappresentazione spaziale del parametro trasparenza presenta (Figura 43), valori elevati nella zona del golfo di Trieste ed una progressiva diminuzione dei valori medi verso le stazioni poste più a sud man mano che ci si sposta verso il delta padano.

Impatti

Effetti indiretti dell'arricchimento in nutrienti

Ossigeno Disciolto

Le variazioni delle medie annuali della percentuale di saturazione dell'ossigeno disciolto mostrano una forte fluttuazione dei valori con un picco più alto nel 2009 attorno al 106%: valori di questo tipo sono da riferirsi all'intensa attività fotosintetica.

Valori di sovrasaturazione si riscontrano nel periodo primavera-estate (Figura 45).

Per quanto riguarda le medie per stazione, dal grafico e dalla mappa (Figura 46) si evidenziano i valori più alti in corrispondenza della fascia costiera emiliano-romagnola. I picchi raggiungono valori di sovrasaturazione intorno al 110%.

Stato trofico

Indice TRIX

Dall'analisi del trend annuale dell'Indice TRIX a partire dall'anno 2001 (Figura 47), si osserva che lungo tutta l'area di valutazione dell'Alto Adriatico i valori medi dell'indice sono superiori a 4.5 unità, con punte maggiori di 5 unità nel 2002, 2007 e 2009. Questo andamento denuncia la criticità di tutta l'area considerata per quanto attiene al rischio eutrofico. La variabilità interannuale dell'indice è elevata anche se non si evidenzia un incremento significativo dei livelli trofici nel lungo periodo.

La variabilità stagionale del TRIX (Figura 48) risulta notevole con valori massimi intorno a 5 unità per tutte le stagioni con eccezione dell'estate (TRIX = 4.4), periodo in cui, in assenza di apporti fluviali di una certa entità, diminuiscono sia i valori di concentrazione di clorofilla 'a' sia i valori di nutrienti.

La Figura 49 conferma la criticità legata al rischio eutrofico soprattutto per le stazioni del litorale emiliano-romagnolo (TRIX > 5), mentre le stazioni del Golfo di Trieste (Punta Sottile, Miramare) mostrano differenze rilevanti rispetto alla restante area di valutazione, con valori di TRIX tipici di ambienti oligotrofici (TRIX < 4).

Analisi:

Water column habitat

Description of the direct impacts (diatom to flagellate ratio, benthic to pelagic shifts, bloom events of toxic algal blooms): [information gap](#)

List of predominant habitats and functional groups (water column) that are impacted (adversely affected) by nutrient and organic matter enrichment in the assessment areas: [information gap](#)

Sea bed habitat

Description of the direct impacts

Abundance of opportunistic macroalgae: : [information gap](#)

Species shift in floristic composition, benthic to pelagic shifts: [information gap](#)

Description of indirect impacts (abundance of perennial seaweeds and seagrasses adversely impacted by decrease in water transparency, dissolved oxygen and increased organic matter deposition): [information gap](#)

List of predominant habitats and functional groups (seabed) that are impacted (adversely affected) by the pressure in the assessment areas: [information gap](#)

Attività

Una descrizione del peso delle singole attività antropiche che determinano la pressione 'arricchimento in nutrienti e sostanza organica' verrà effettuata nel report finale, allorquando sarà disponibile una stima dei carichi provenienti da tutte le fonti rilevanti, seppure risulta evidente per l'area di valutazione 'Alto Adriatico come gli input fluviali determinino il maggior contributo in termini di carichi di nutrienti sversati a mare.



Figura 1. Tipizzazione delle acque marino costiere italiane sulla base dell'idrologia costiera (D.M. n. 131/2008). Fonte: elaborazione ISPRA su dati della banca dati Si.Di.Mar. del MATTM.

AREA DI VALUTAZIONE

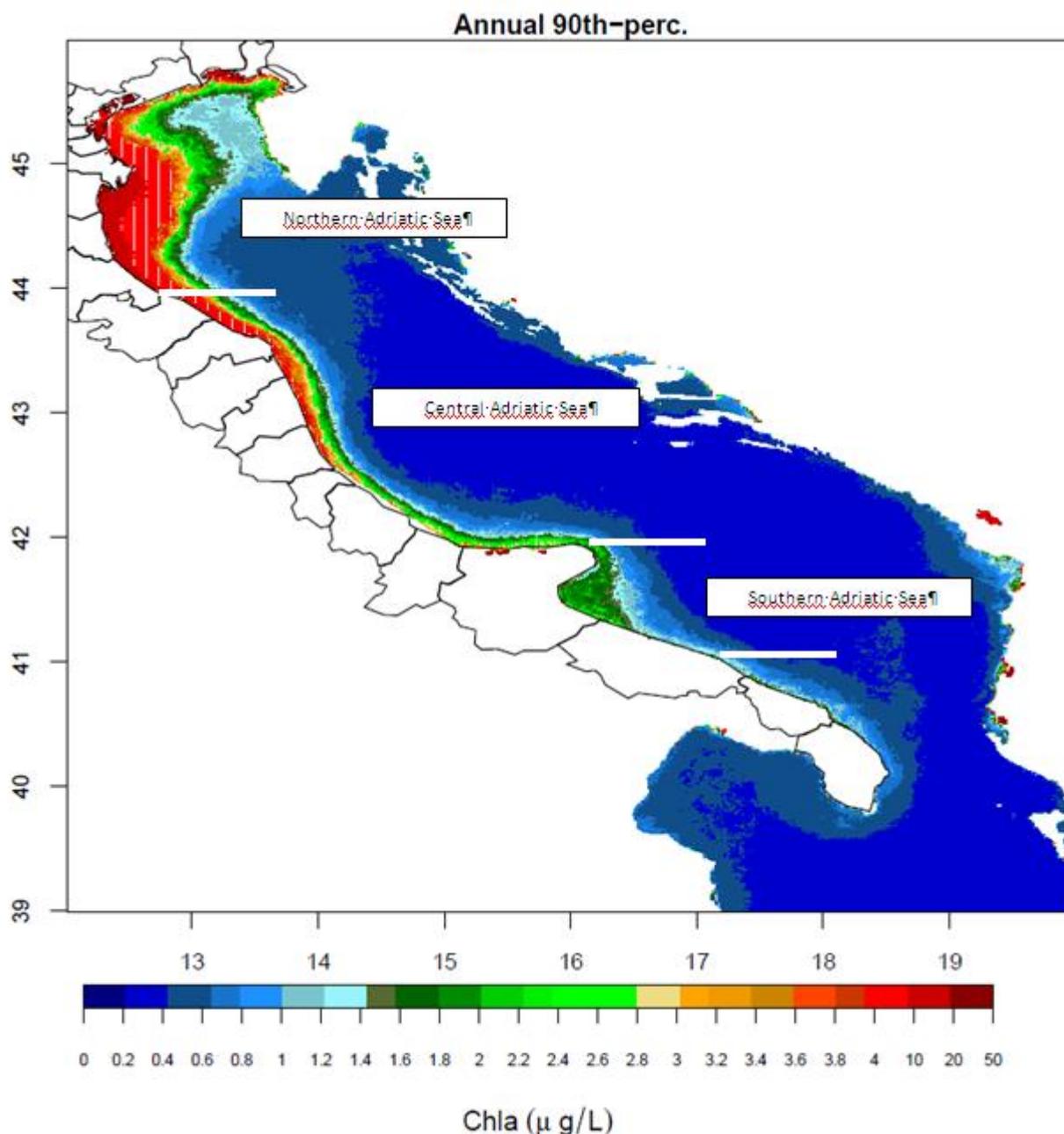


Figura 23. Elaborazione dei dati satellitari MERIS, MERIS-MODIS: distribuzione del 90° percentile della media annuale di Clorofilla 'a' (in $\mu\text{g/L}$) riferita all'arco temporale febbraio 2006-marzo 2012 nella sottoregione Mar Adriatico. Tali elaborazioni sono state utilizzate per la definizione delle aree di valutazione. (Fonte dati: Planetek s.r.l.).



Figura 24. Aree di valutazione per il reporting MSFD sull'arricchimento in nutrienti e sostanza organica. La freccia rossa indica l'area 'Alto Adriatico', per la quale si effettua la valutazione nella presente bozza di report quale esempio della sottoregione Mar Adriatico.

Carichi di azoto e fosforo

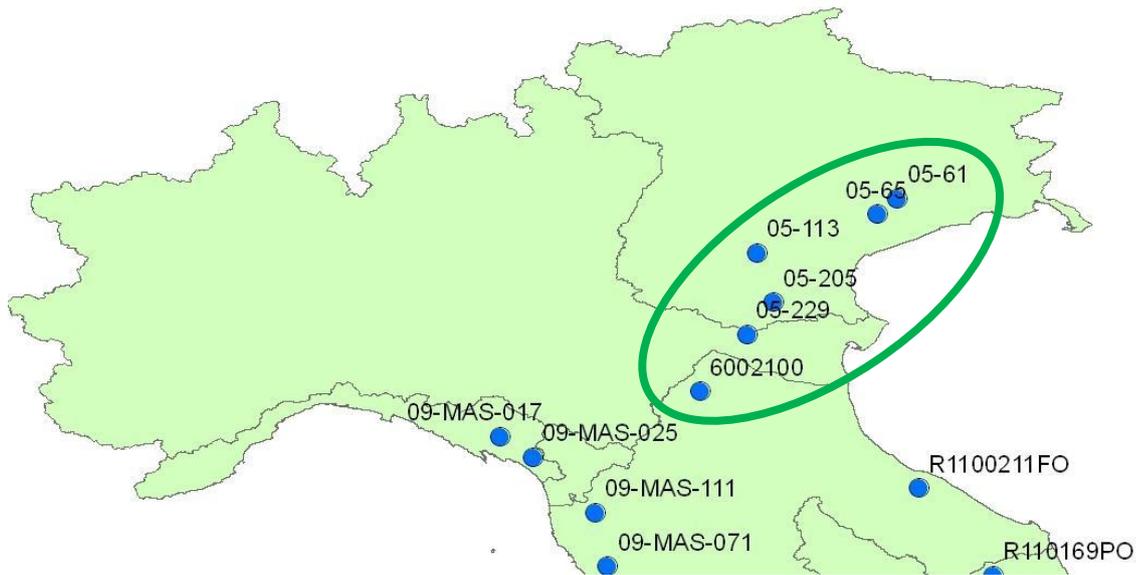


Figura 25. Punti stazione (nell'ovale) per la determinazione dei carichi di azoto e fosforo da fonti fluviali nell'area di valutazione 'Alto Adriatico', sottoregione Mare Adriatico.

Tabella 2. Denominazione stazioni di cui alla Figura 25.

CODICE STAZIONE	REGIONE	DENOMINAZIONE STAZIONE
05-229	Veneto	Po - Pontelagoscuro
05-205	Veneto	Adige Boara Pisani
05-65	Veneto	Piave a Ponte di Piave
05-113	Veneto	Sistema Brenta Bacchiglione
05-61	Veneto	Livenza a Meduna di Livenza
6002100	Emilia-Romagna	Reno Casalecchio

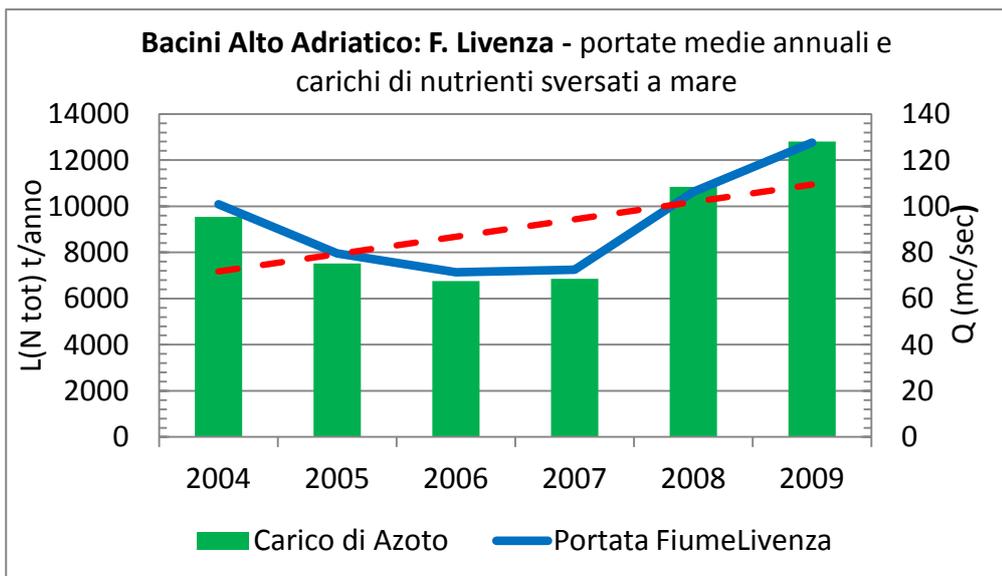
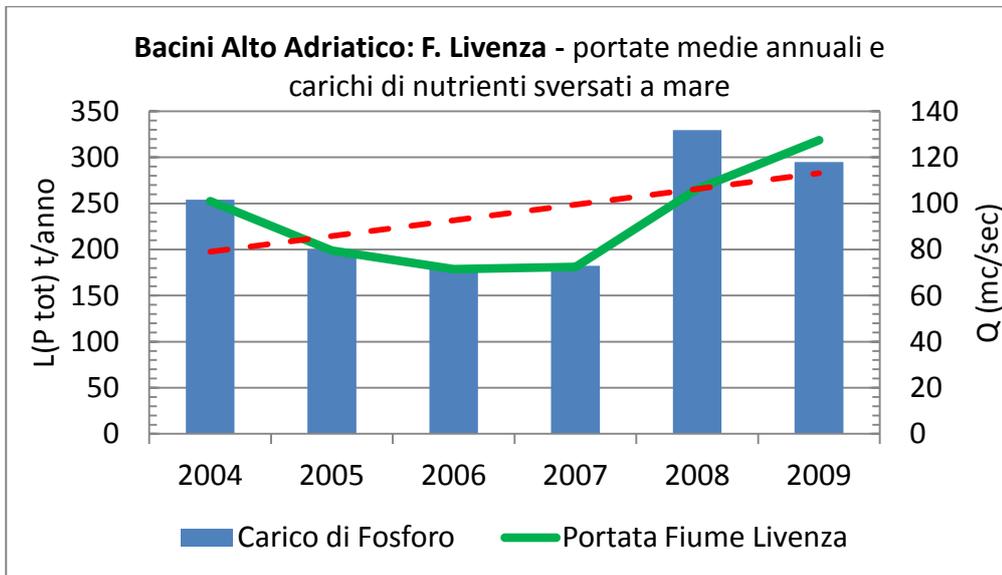


Figura 26. Portate medie annuali e carichi di fosforo (in alto) e azoto (in basso) sversati a mare dal fiume Livenza. La linea tratteggiata rossa rappresenta la linea di tendenza dei carichi tra gli anni 2004 e 2009.

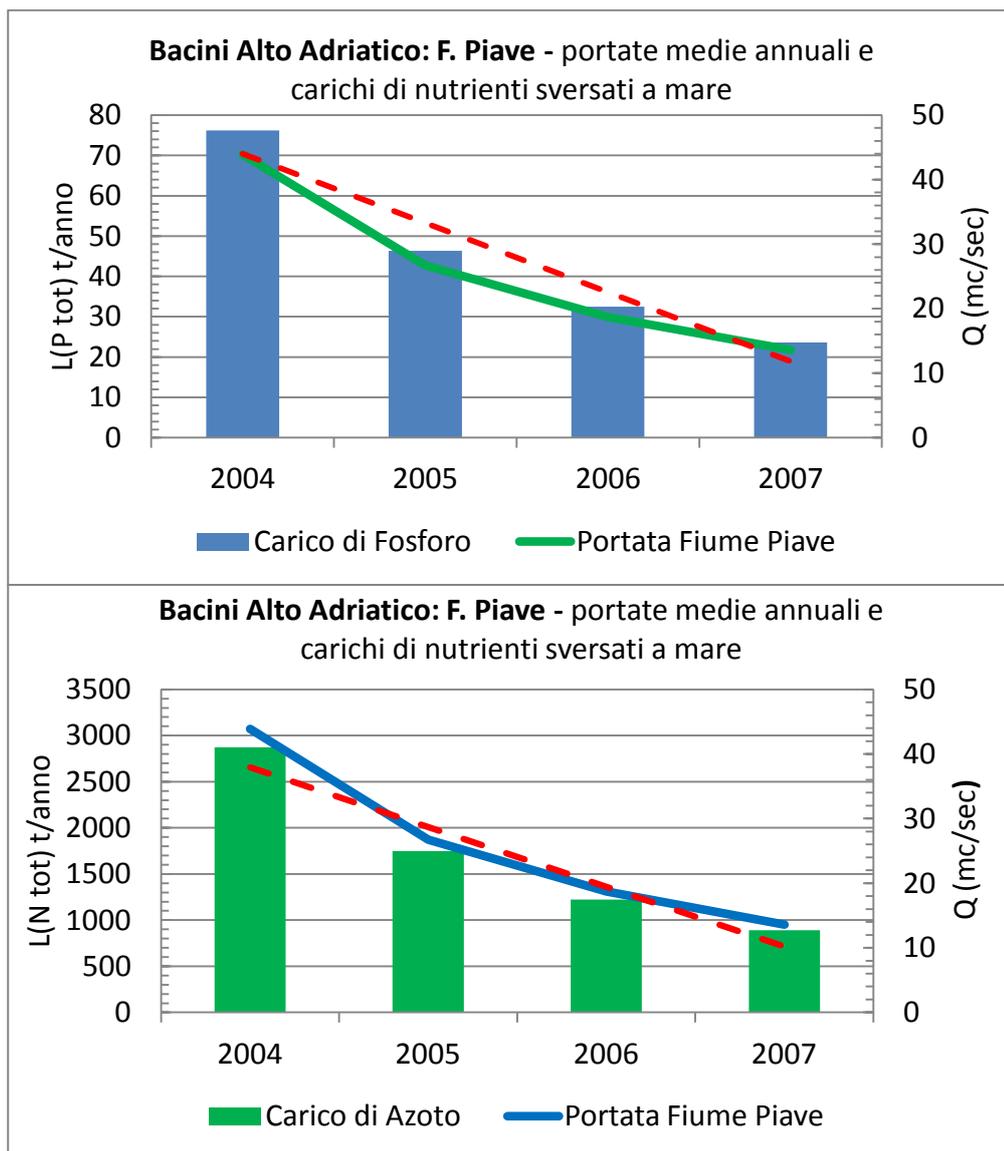


Figura 27. Portate medie annuali e carichi di fosforo (in alto) e azoto (in basso) sversati a mare dal fiume Piave. La linea tratteggiata rossa rappresenta la linea di tendenza dei carichi tra gli anni 2004 e 2007.

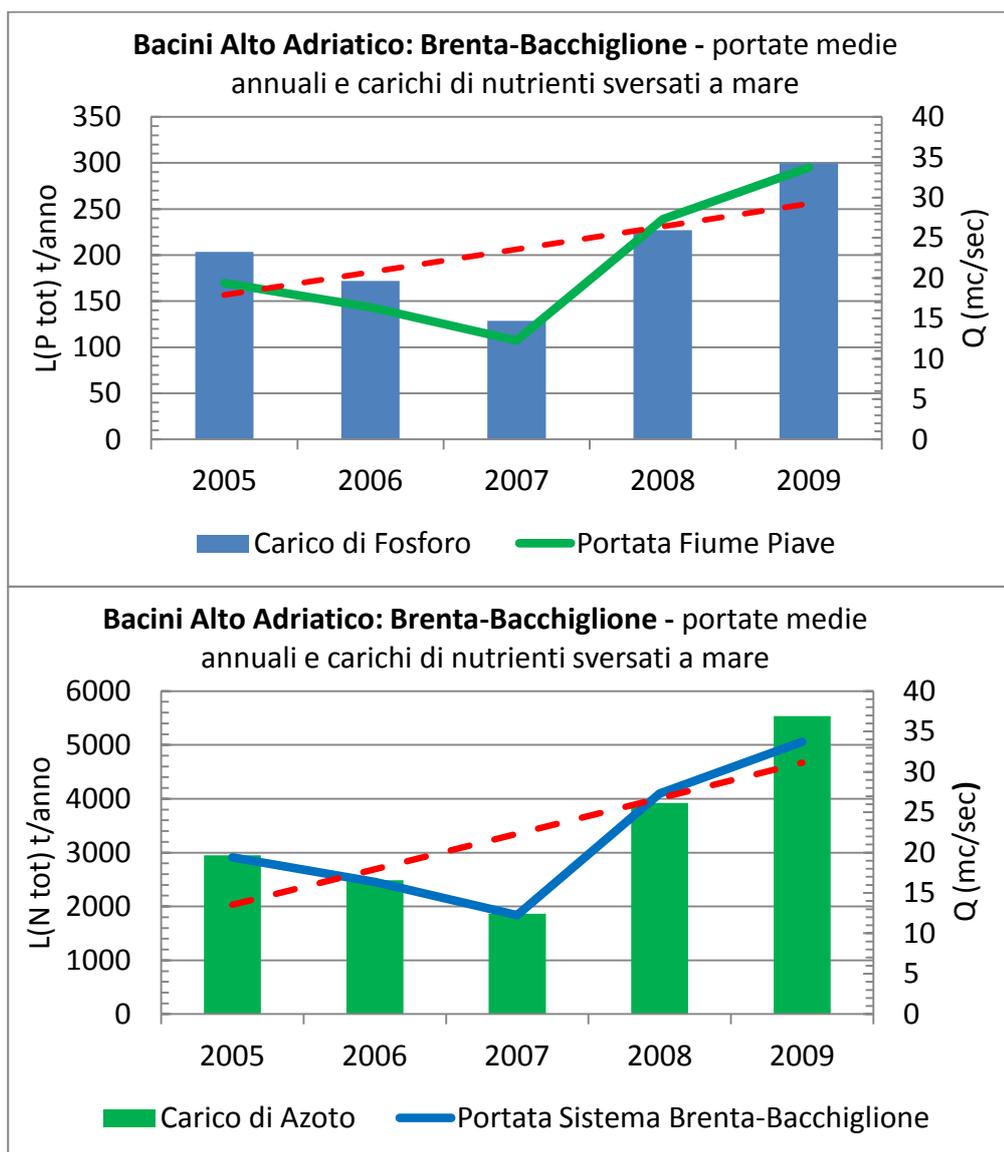


Figura 28. Portate medie annuali e carichi di fosforo (in alto) e azoto (in basso) sversati a mare dal Sistema Brenta-Bacchiglione. La linea tratteggiata rossa rappresenta la linea di tendenza dei carichi tra gli anni 2005 e 2009.

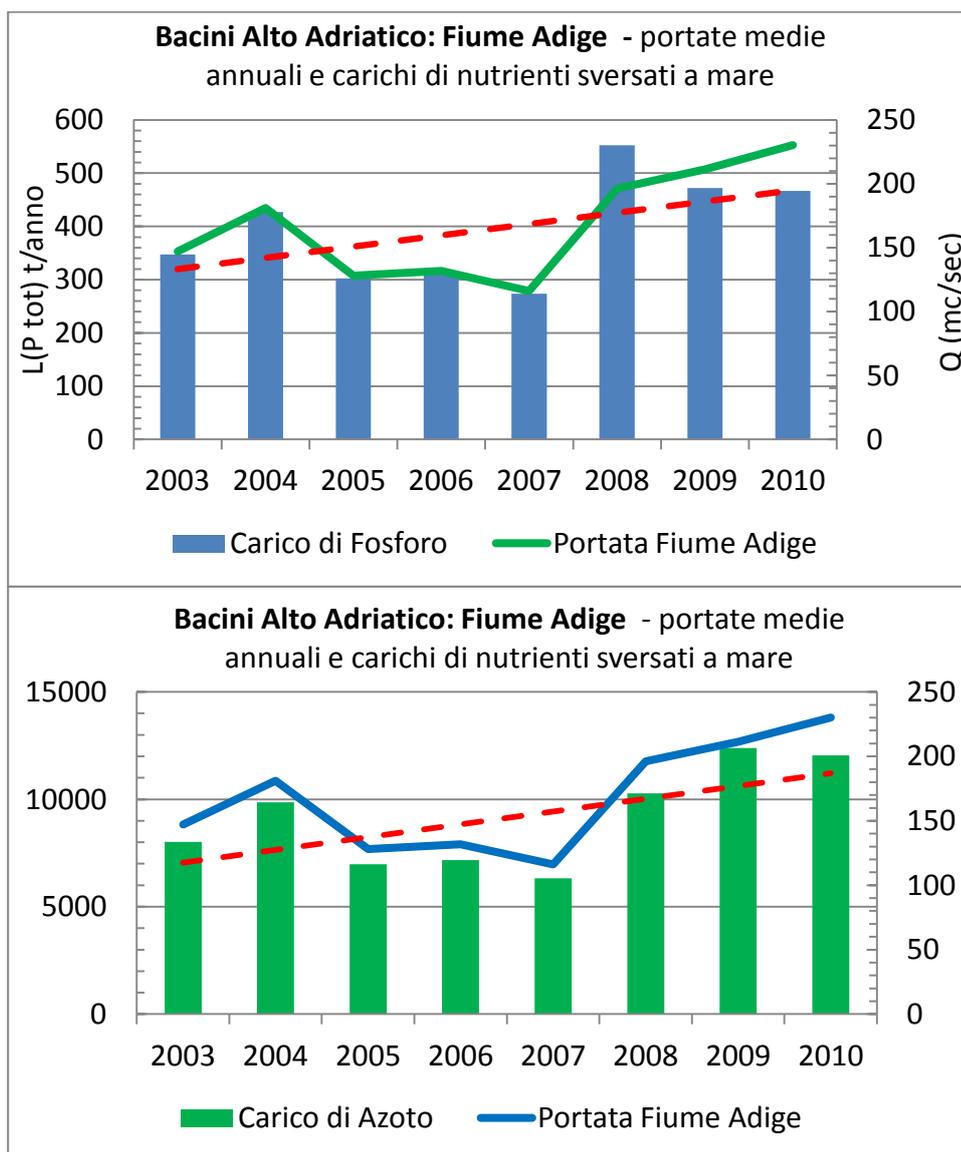


Figura 29. Portate medie annuali e carichi di fosforo (in alto) e azoto (in basso) sversati a mare dal Fiume Adige. La linea tratteggiata rossa rappresenta la linea di tendenza dei carichi tra gli anni 2003 e 2010.

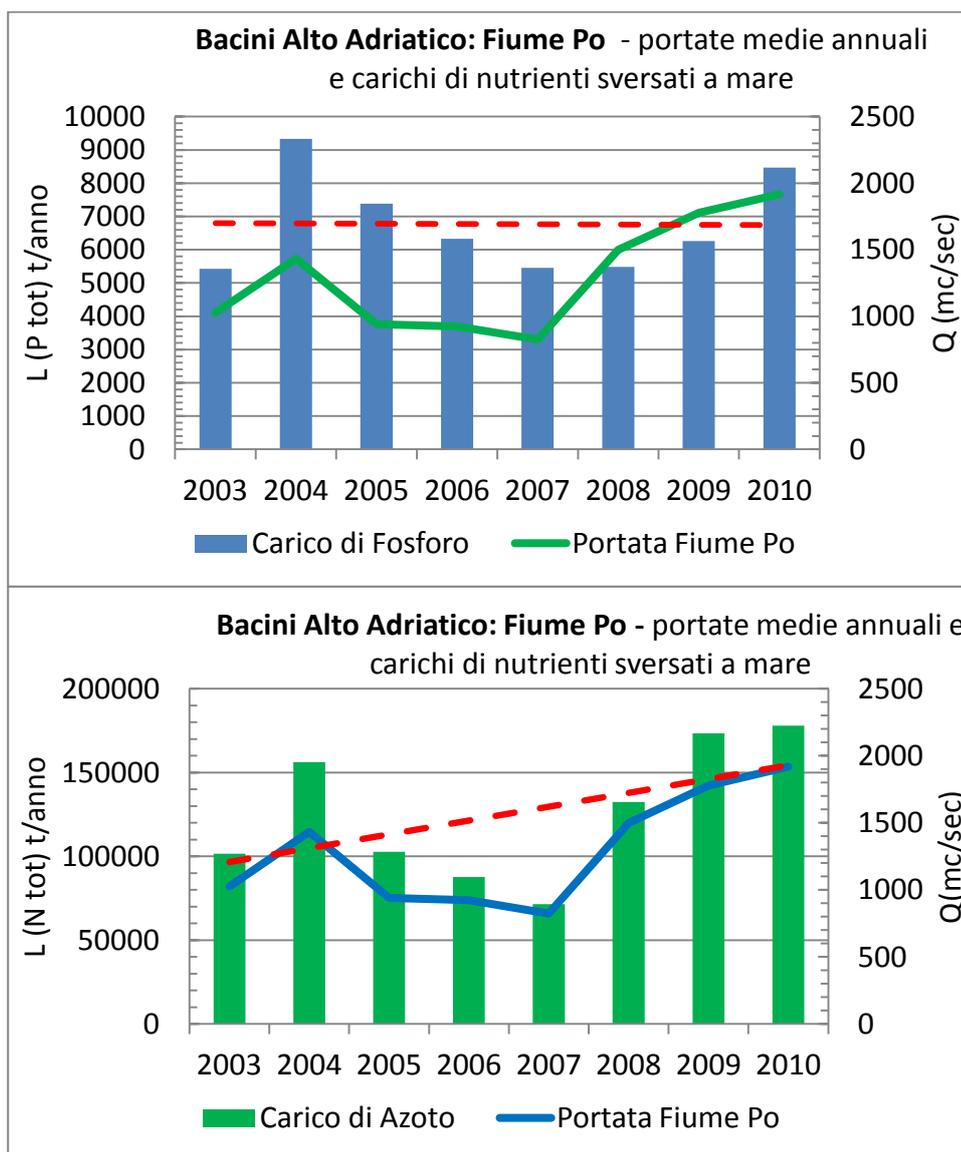


Figura 30. Portate medie annuali e carichi di fosforo (in alto) e azoto (in basso) sversati a mare dal Fiume Po. La linea tratteggiata rossa rappresenta la linea di tendenza dei carichi tra gli anni 2003 e 2010.

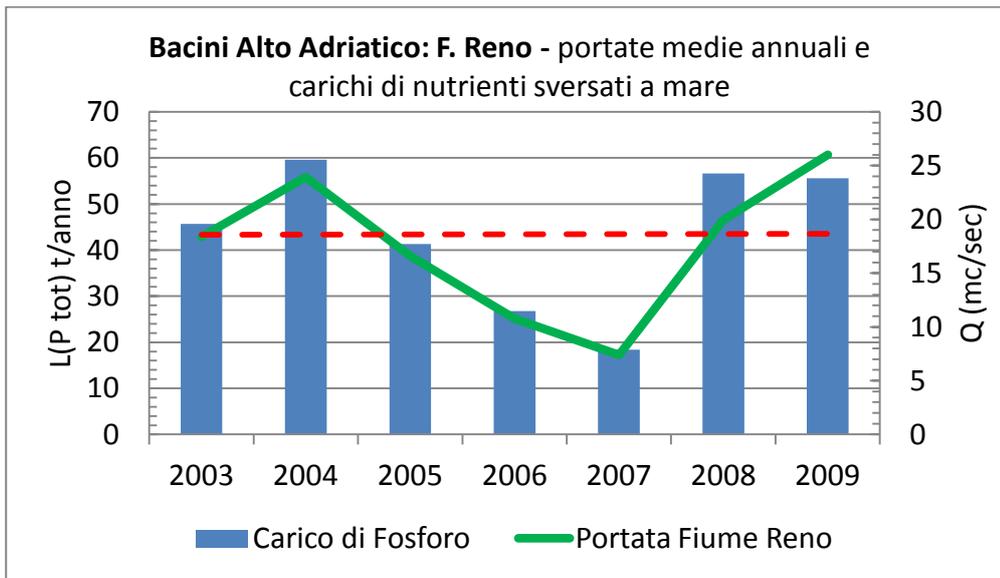


Figura 31. Portate medie annuali e carichi di fosforo sversati a mare dal Fiume Reno. La linea tratteggiata rossa rappresenta la linea di tendenza dei carichi tra gli anni 2003 e 2009.

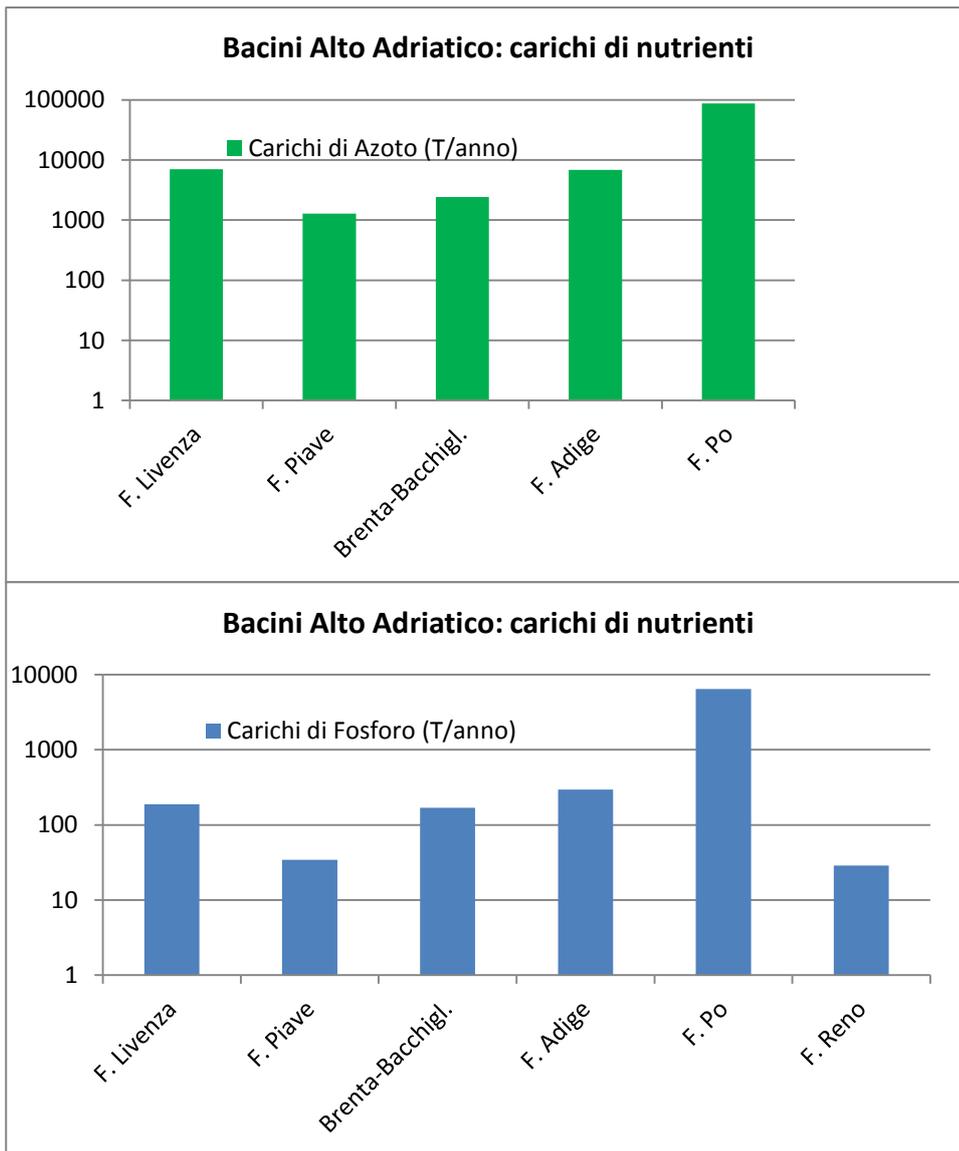


Figura 32. Media annuale (T/anno, in scala log), stimata sulla base dei dati 2005-2007, dei carichi di azoto e fosforo sversati a mare dai principali bacini dell'Alto Adriatico.

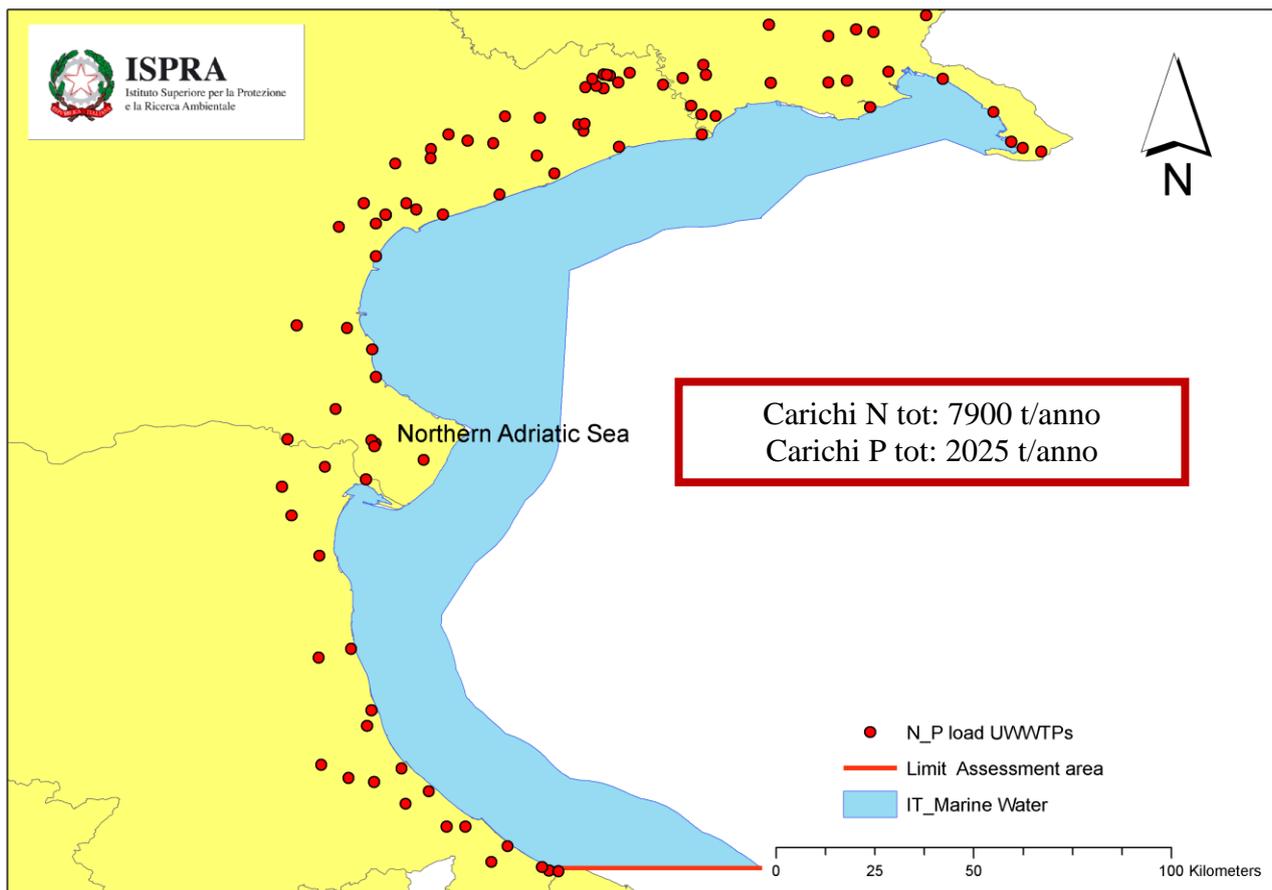


Figura 33. Ubicazione degli impianti di depurazione e/o sistemi di collettamento utilizzati per la stima dei carichi di azoto e fosforo da fonti urbane nell'area di valutazione 'Alto Adriatico'. Nel riquadro rosso, si riporta il dato complessivo di carichi di azoto e fosforo (t/anno) stimati con riferimento alla data del 31 dicembre 2009. (Fonte: SINTAI).

Concentrazione di nutrienti nell'ambiente marino

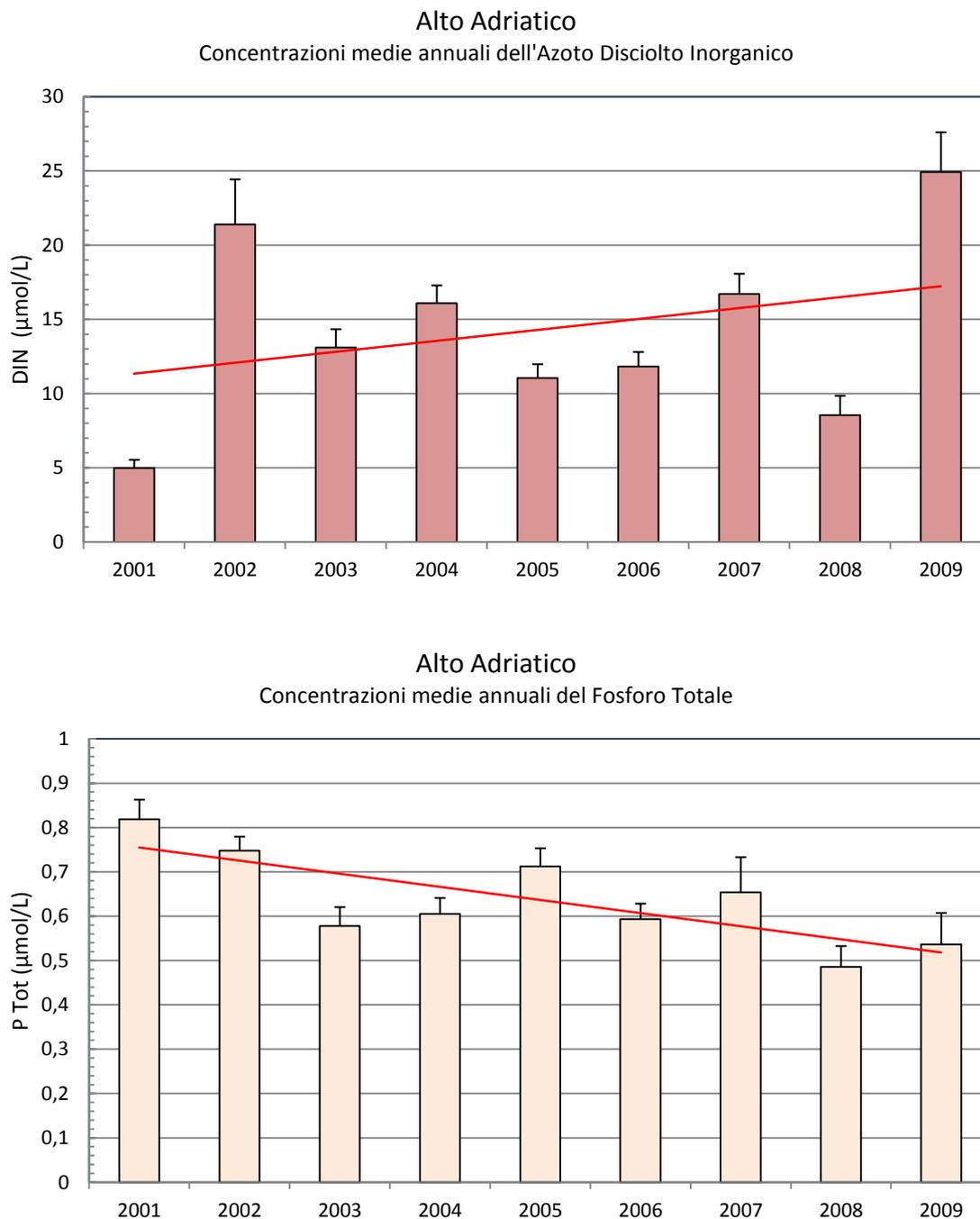


Figura 34. Concentrazioni medie annuali + errore standard dell'azoto inorganico disciolto (DIN, in $\mu\text{mol/L}$, in alto) e del fosforo totale (Ptot, in $\mu\text{mol/L}$, in basso) nell'area di valutazione 'Alto Adriatico'. La linea rossa rappresenta la linea di tendenza per gli anni considerati (2001-2009). Fonte dati: Banca dati Si.di.Mar. del MATTM.

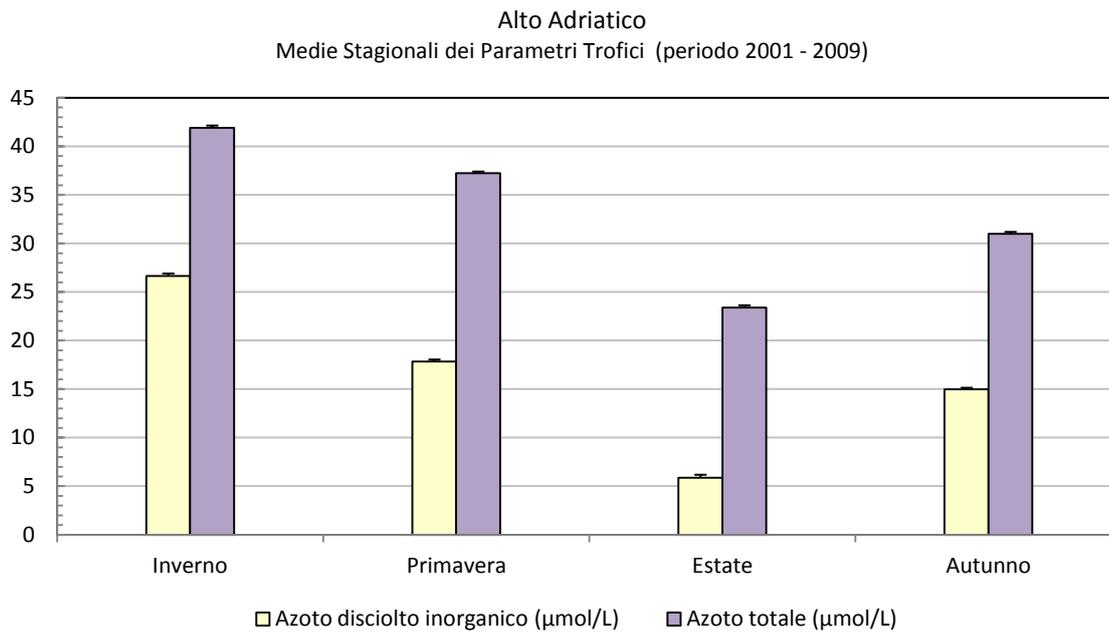


Figura 35. Concentrazioni medie stagionali + errore standard dell'azoto inorganico disciolto e dell'azoto totale (in $\mu\text{mol/L}$) nell'area di valutazione 'Alto Adriatico' per gli anni 2001-2009. Fonte dati: Banca dati Si.di.Mar. del MATTM.

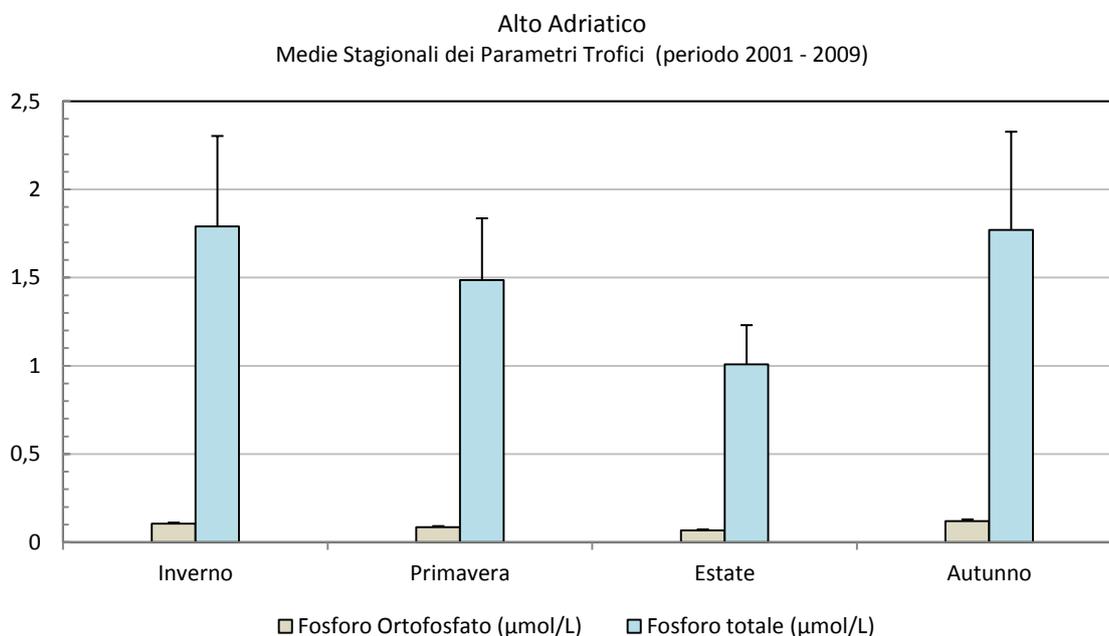


Figura 36. Concentrazioni medie stagionali + errore standard dell'ortofosfato (P-PO₄) e del fosforo totale (in $\mu\text{mol/L}$) nell'area di valutazione 'Alto Adriatico' per gli anni 2001-2009. Fonte dati: Banca dati Si.di.Mar. del MATTM.

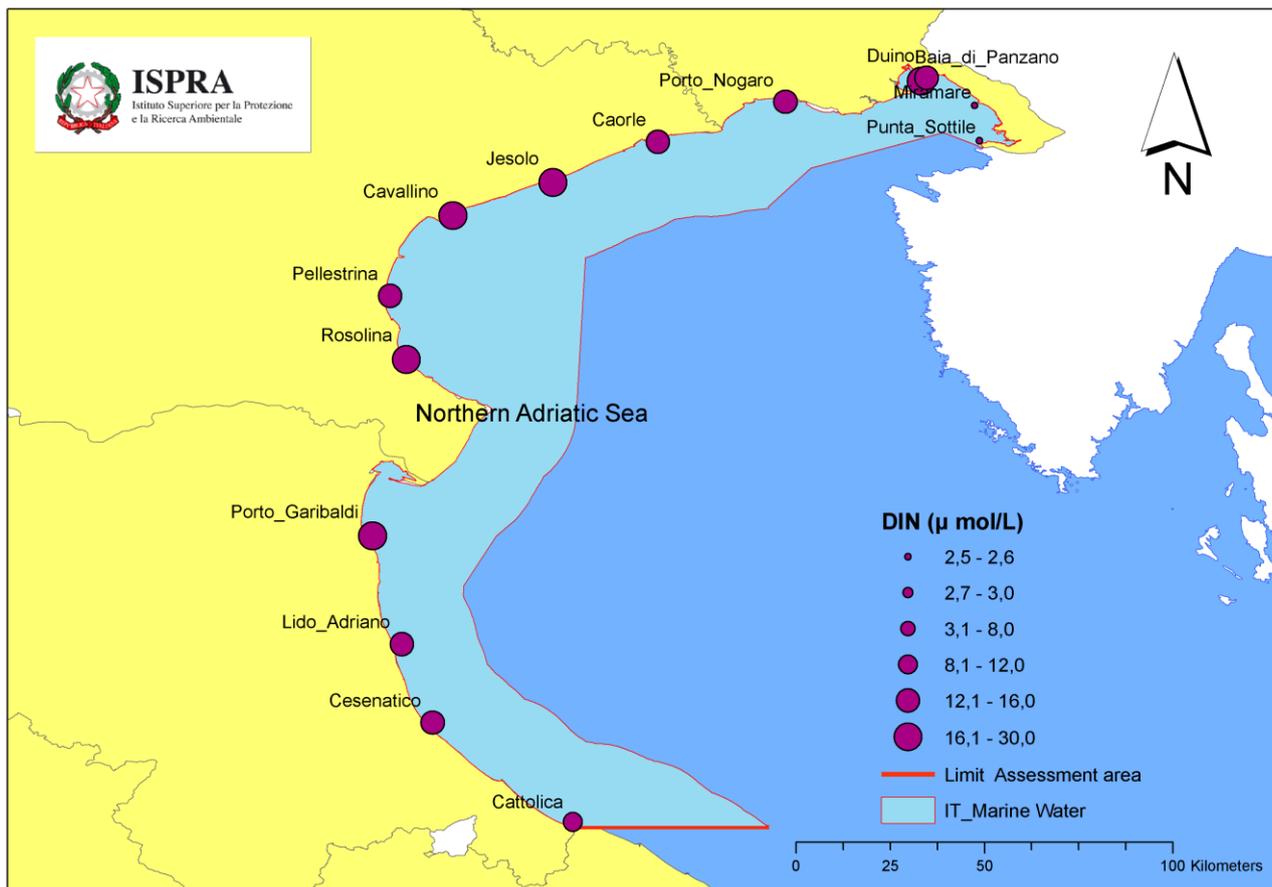
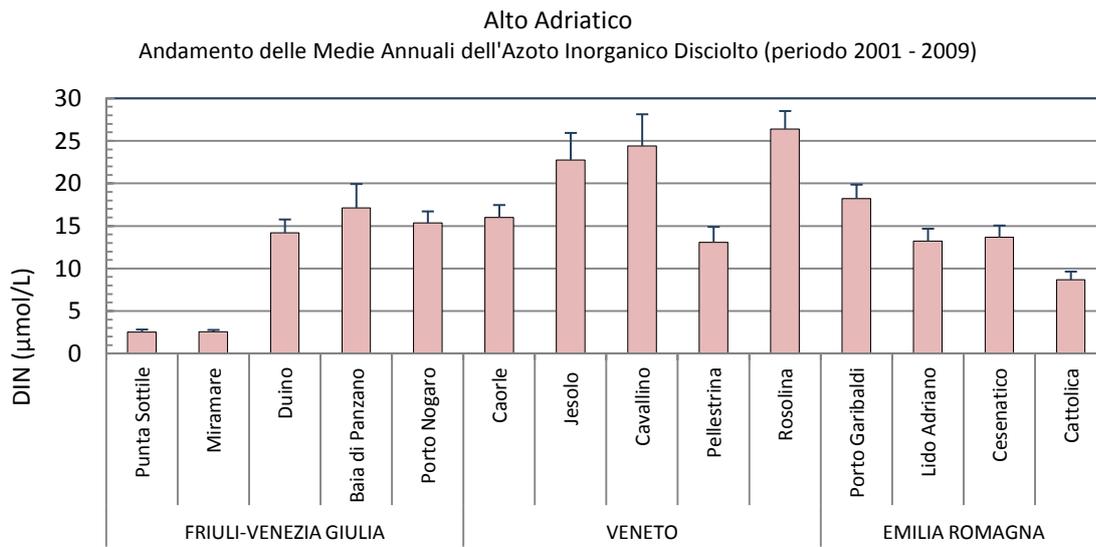


Figura 37. Andamento spaziale delle medie annuali + errore standard dell'azoto inorganico disciolto (DIN, in µmol/L) per il periodo 2001-2009 (in alto). In basso, mappa GIS delle concentrazioni medie annuali di DIN (µmol/L) con ubicazione delle stazioni di campionamento. Fonte dati: Banca dati Si.di.Mar. del MATTM.

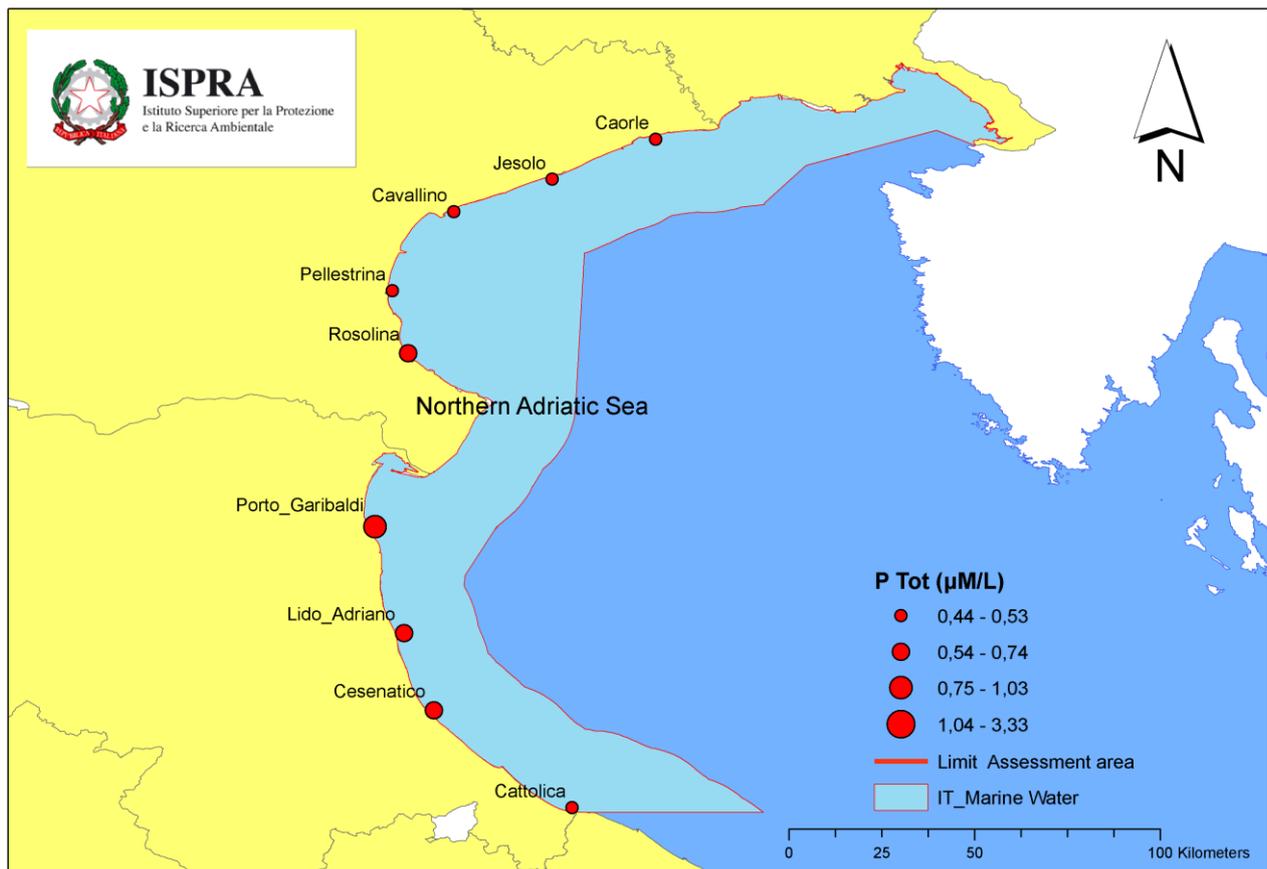
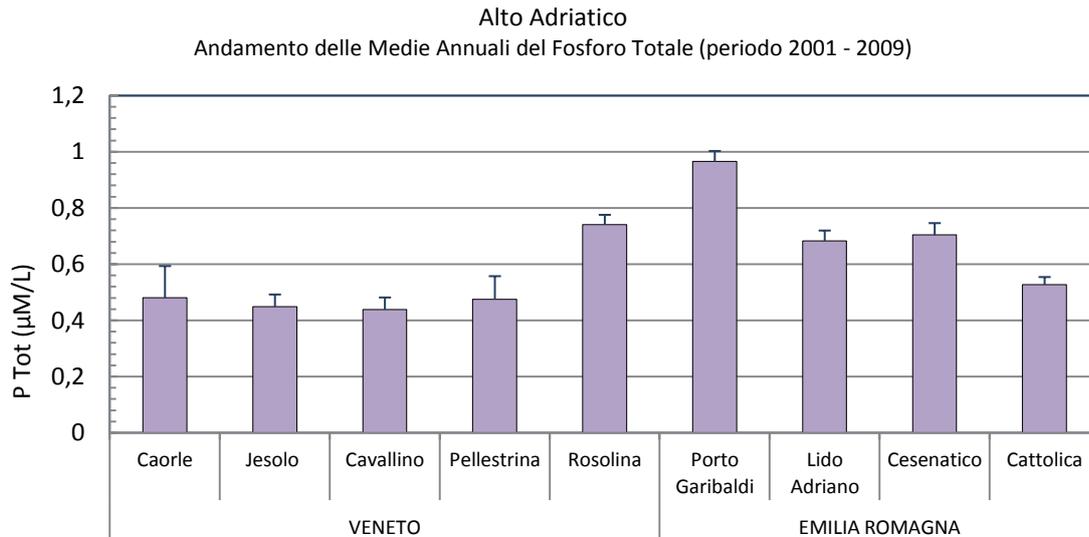


Figura 38. Andamento spaziale delle medie annuali + errore standard del fosforo totale (P tot, in µmol/L) nell'area di valutazione 'Alto Adriatico' per il periodo 2001-2009 (in alto). In basso, mappa GIS delle concentrazioni medie annuali di P tot (µmol/L) con ubicazione delle stazioni di campionamento. Fonte dati: Banca dati Si.di.Mar. del MATTM.

Impatti

Effetti diretti dell'arricchimento in nutrienti

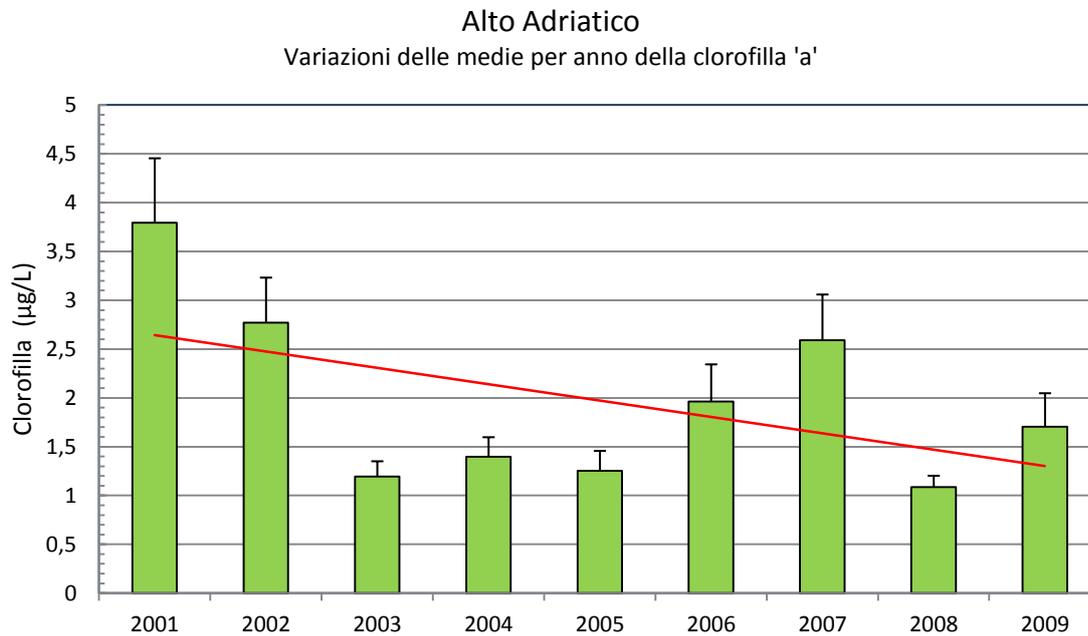


Figura 39. Andamento temporale della concentrazione media annuale +errore standard della clorofilla 'a' ($\mu\text{g/L}$) nell'area di valutazione 'Alto Adriatico'. La linea rossa rappresenta la linea di tendenza per gli anni considerati (2001-2009). Fonte dati: Banca dati Si.di.Mar. del MATTM.

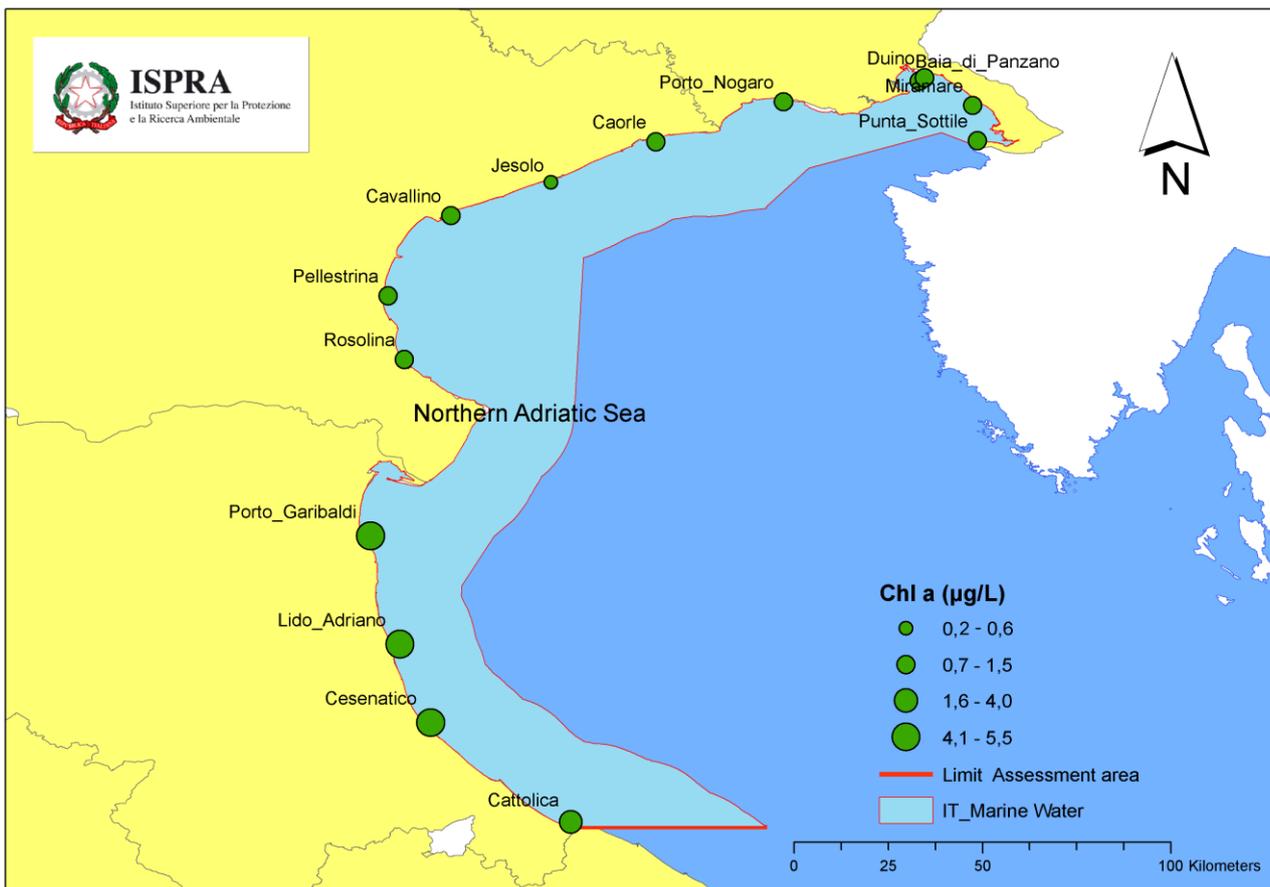
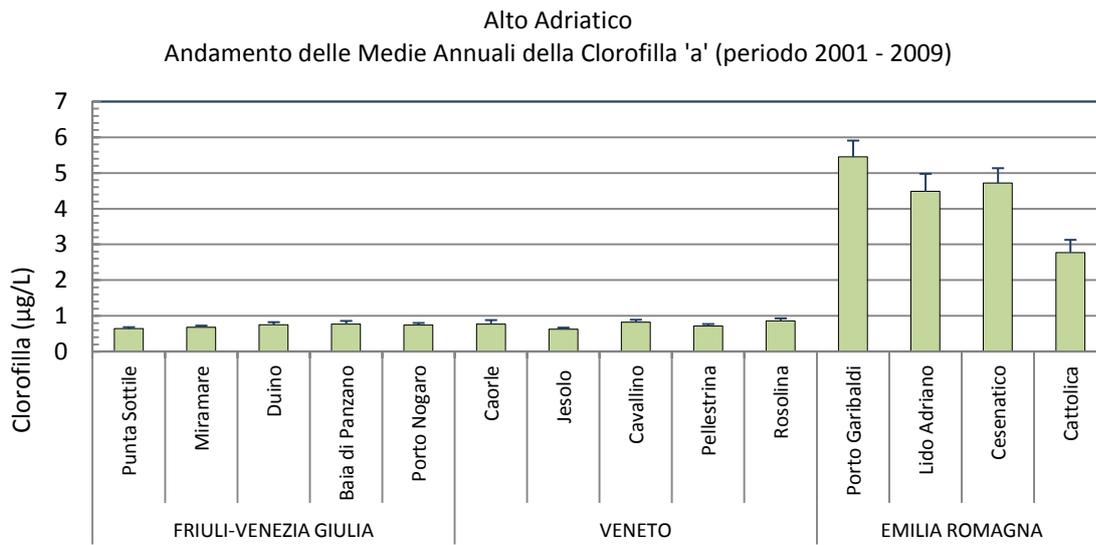


Figura 40. Andamento spaziale delle medie annuali +errore standard della clorofilla 'a' ($\mu\text{g/L}$) nell'area di valutazione 'Alto Adriatico' per il periodo 2001-2009 (in alto). In basso, mappa GIS delle concentrazioni medie annuali di Chl 'a' ($\mu\text{g/L}$) con ubicazione delle stazioni di rilevamento. Fonte dati: Banca dati Si.di.Mar. del MATTM.

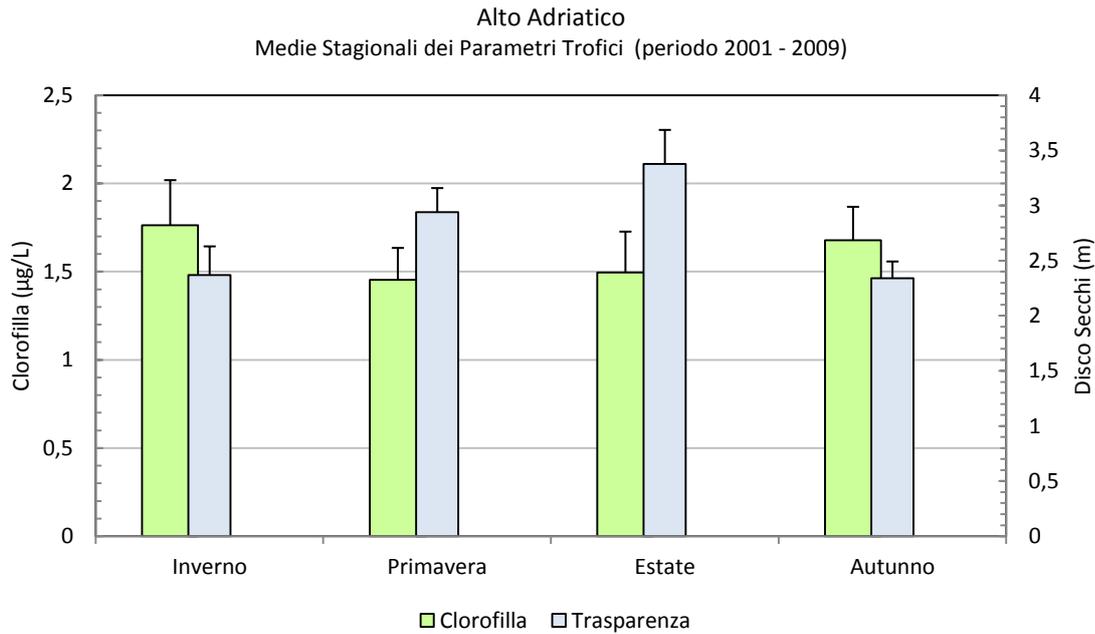


Figura 41. Concentrazioni medie stagionali +errore standard della clorofilla 'a' ($\mu\text{g/L}$) e della trasparenza (disco Secchi, in m) nell'area di valutazione 'Alto Adriatico' per gli anni 2001-2009. Fonte dati: Banca dati Si.di.Mar. del MATTM.

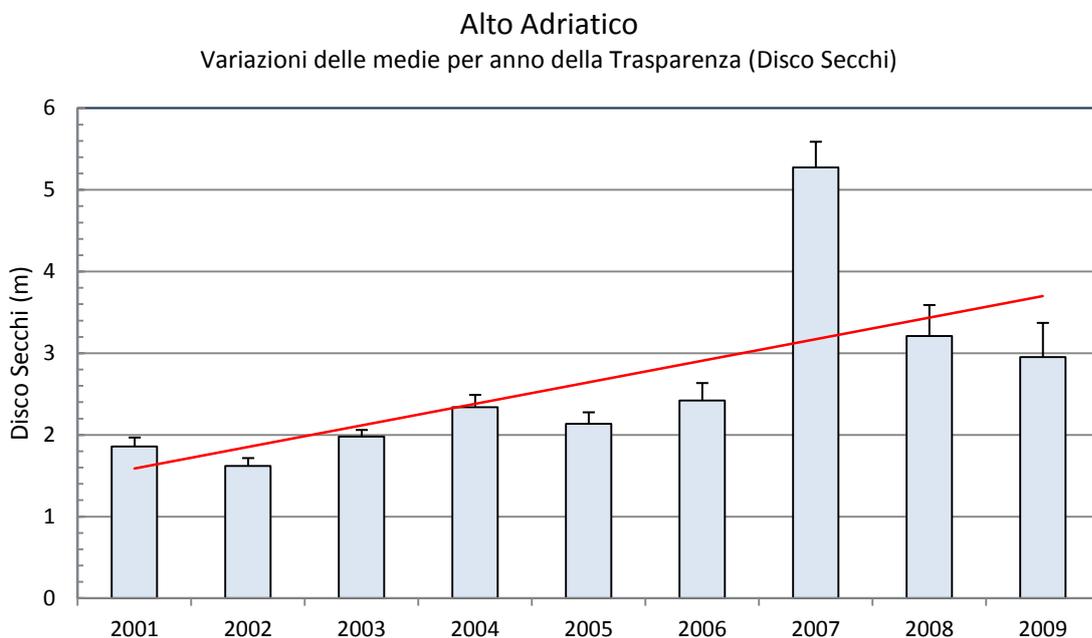


Figura 42. Andamento temporale della trasparenza (disco Secchi, in m) nell'area di valutazione 'Alto Adriatico'. La linea rossa rappresenta la linea di tendenza per gli anni considerati (2001-2009). Fonte dati: Banca dati Si.di.Mar. del MATTM.

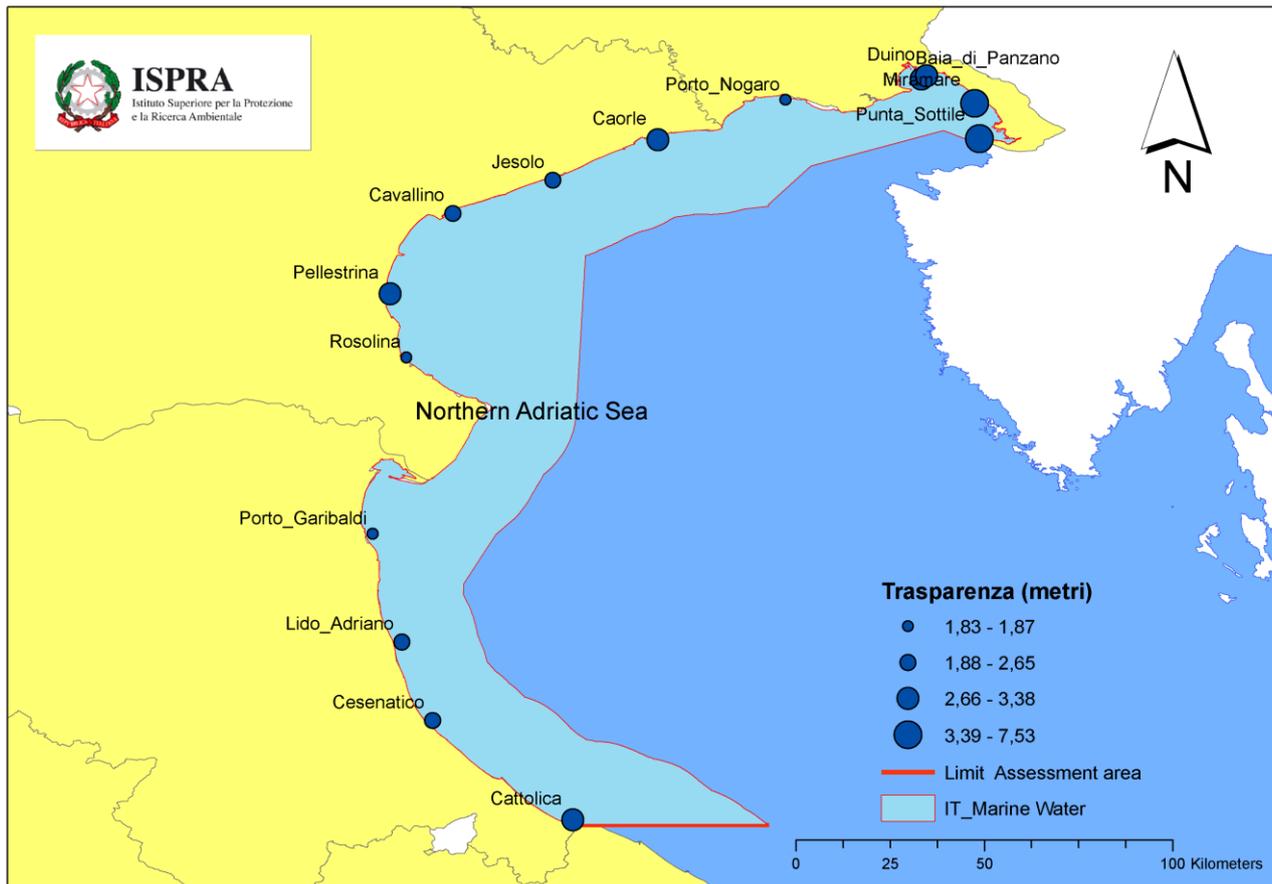
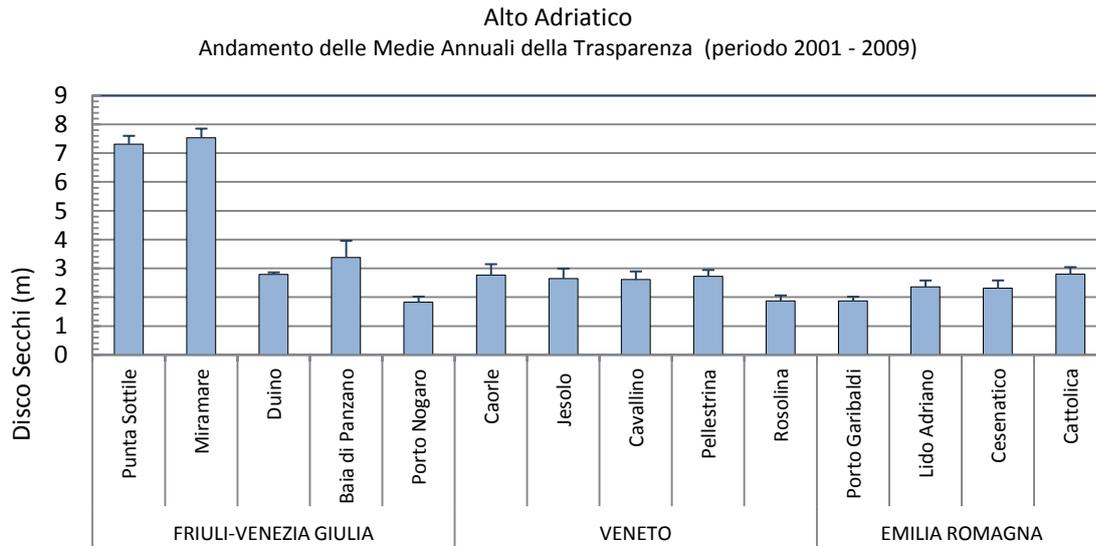


Figura 43. Andamento spaziale delle medie annuali +errore standard della trasparenza (disco Secchi, in m) nell'area di valutazione 'Alto Adriatico' per il periodo 2001-2009 (in alto). In basso, mappa GIS della trasparenza (disco Secchi, in m) con ubicazione delle stazioni di rilevamento. Fonte dati: Banca dati Si.di.Mar. del MATTM.

Effetti indiretti dell'arricchimento in nutrienti

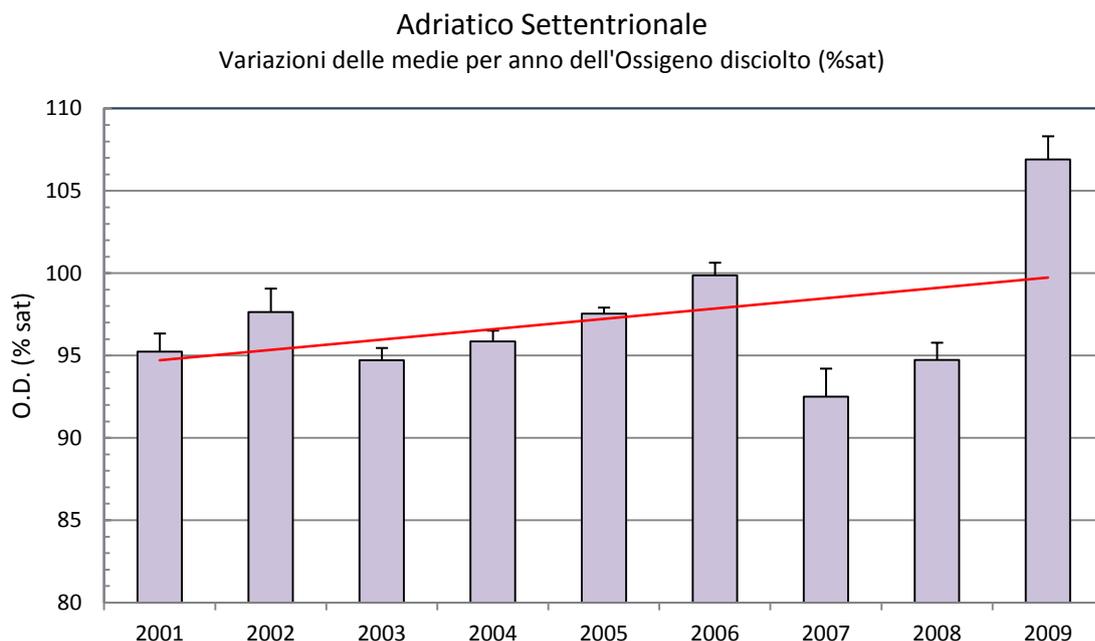


Figura 44. Andamento temporale (medie annuali + errore standard) dell'ossigeno disciolto, espresso in percentuale di saturazione (% sat), nell'area di valutazione 'Alto Adriatico'. La linea rossa rappresenta la linea di tendenza per gli anni considerati (2001-2009). Fonte dati: Banca dati Si.di.Mar. del MATTM.

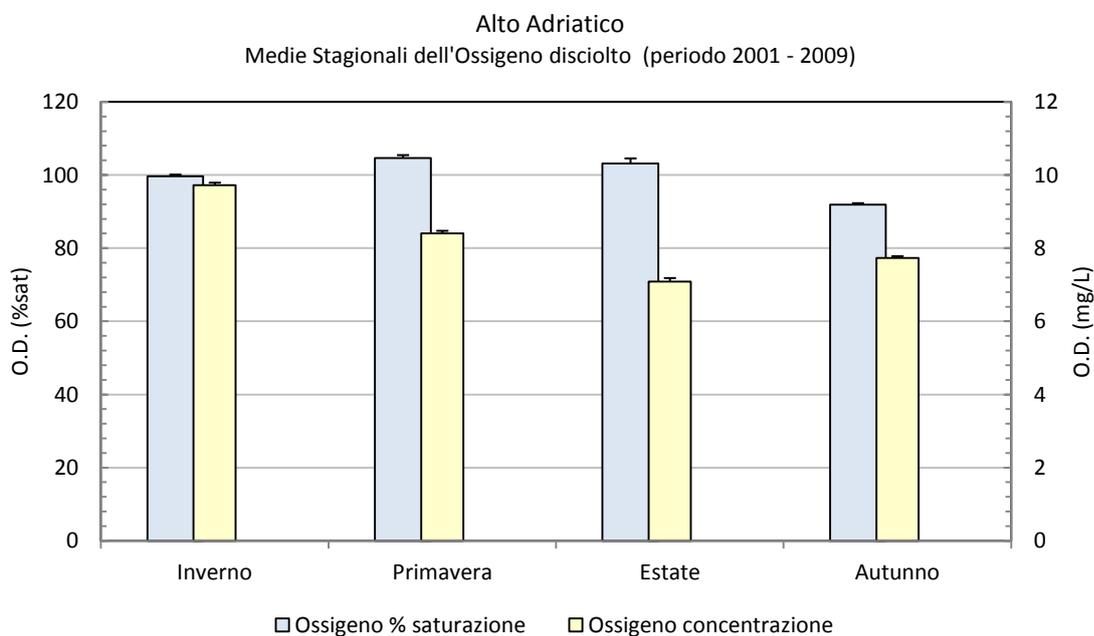


Figura 45. Concentrazioni medie stagionali + errore standard dell'ossigeno disciolto, espresso in termini di % di saturazione (% sat) e di concentrazione (mg/L) nell'area di valutazione 'Alto Adriatico' per gli anni 2001-2009. Fonte dati: Banca dati Si.di.Mar. del MATTM.

Alto Adriatico
 Andamento delle Medie Annuali dell'Ossigeno disciolto in % Saturazione (periodo 2001 - 2009)

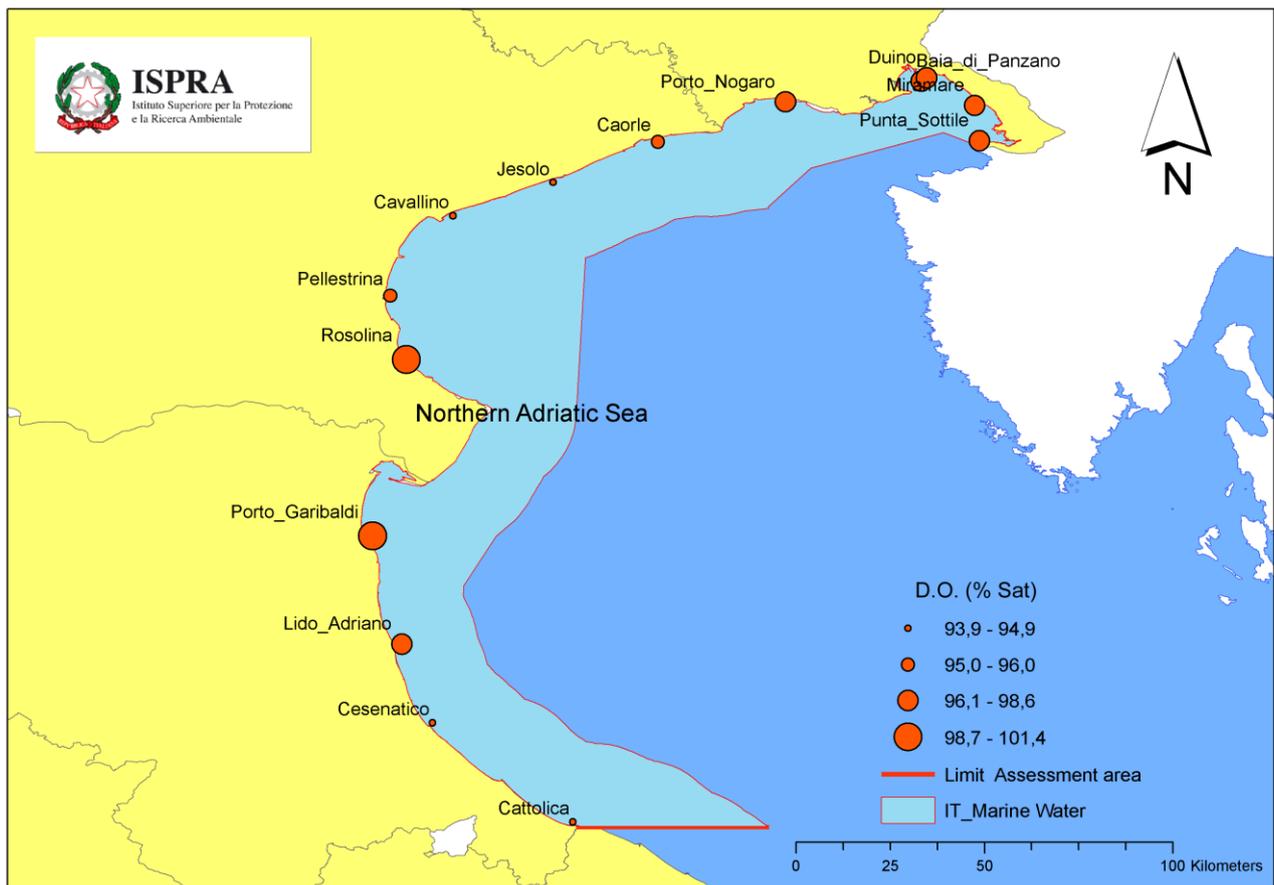
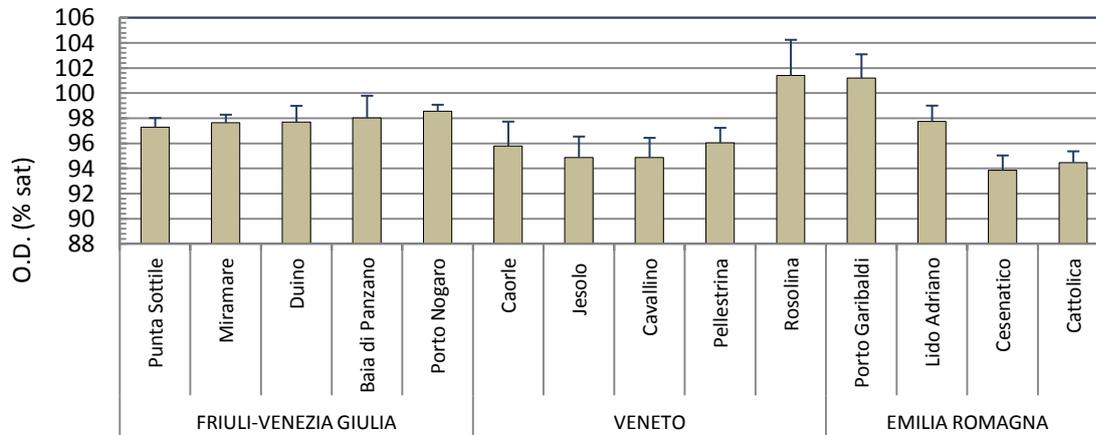


Figura 46. Andamento spaziale delle medie annuali + errore standard dell'ossigeno disciolto, espresso in percentuale di saturazione (% sat), nell'area di valutazione 'Alto Adriatico' per il periodo 2001-2009 (in alto). In basso, mappa GIS della concentrazione media annuale di ossigeno disciolto (% sat) con ubicazione delle stazioni di rilevamento. Fonte dati: Banca dati Si.di.Mar. del MATTM.

Stato trofico

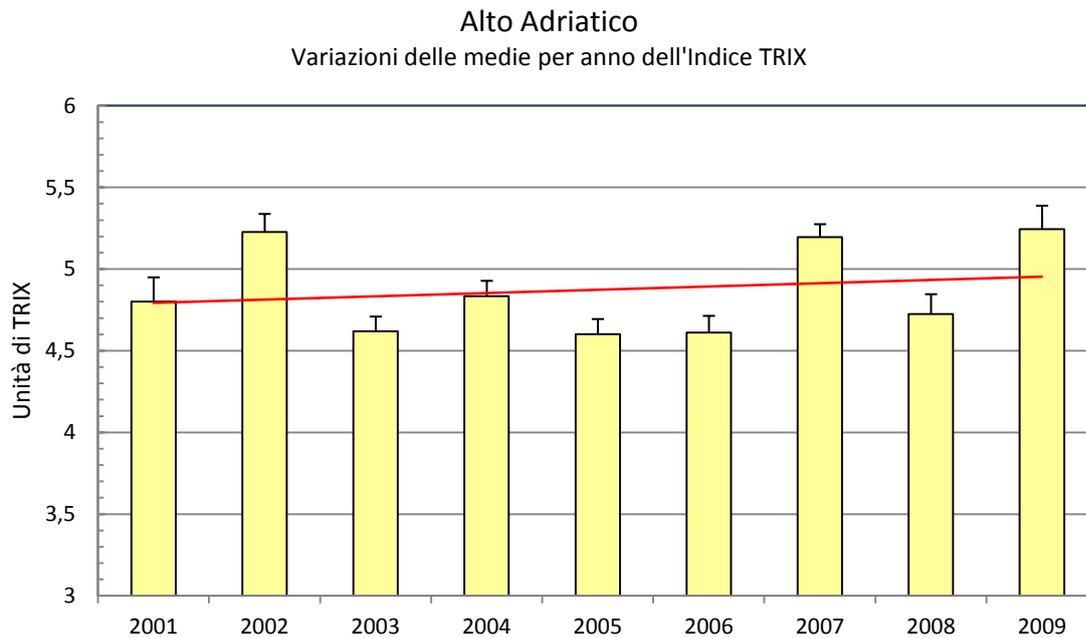


Figura 47. Andamento temporale delle medie annuali dell'Indice TRIX nell'area di valutazione 'Alto Adriatico'. La linea rossa rappresenta la linea di tendenza per gli anni considerati (2001-2009). Fonte dati: Banca dati Si.di.Mar. del MATTM.

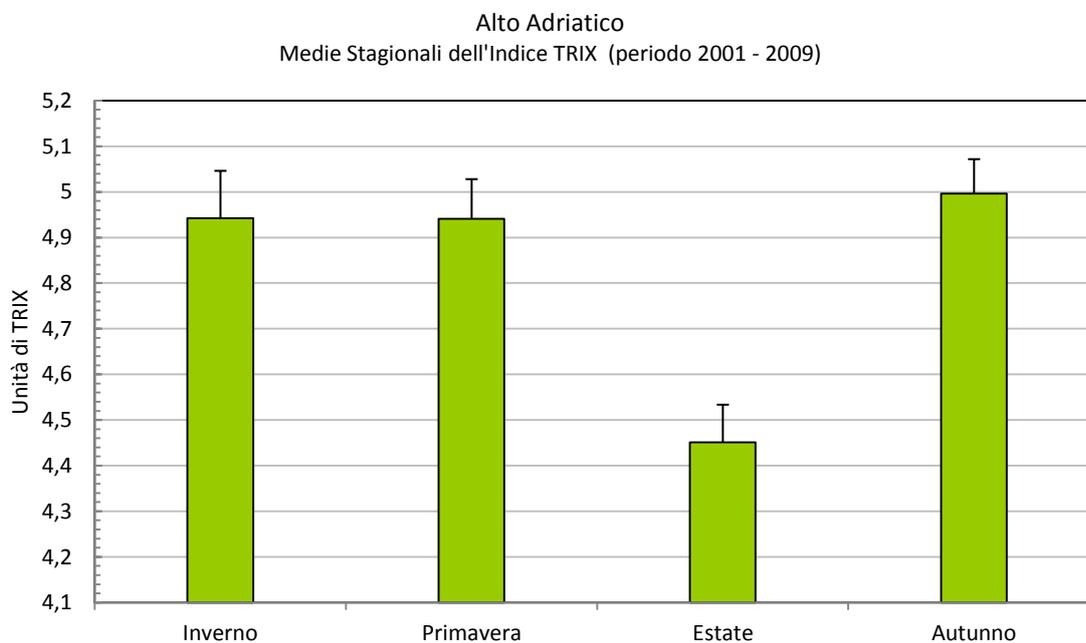


Figura 48. Valori medi stagionali + errore standard dell'Indice TRIX nell'area di valutazione 'Alto Adriatico' per gli anni 2001-2009. Fonte dati: Banca dati Si.di.Mar. del MATTM.

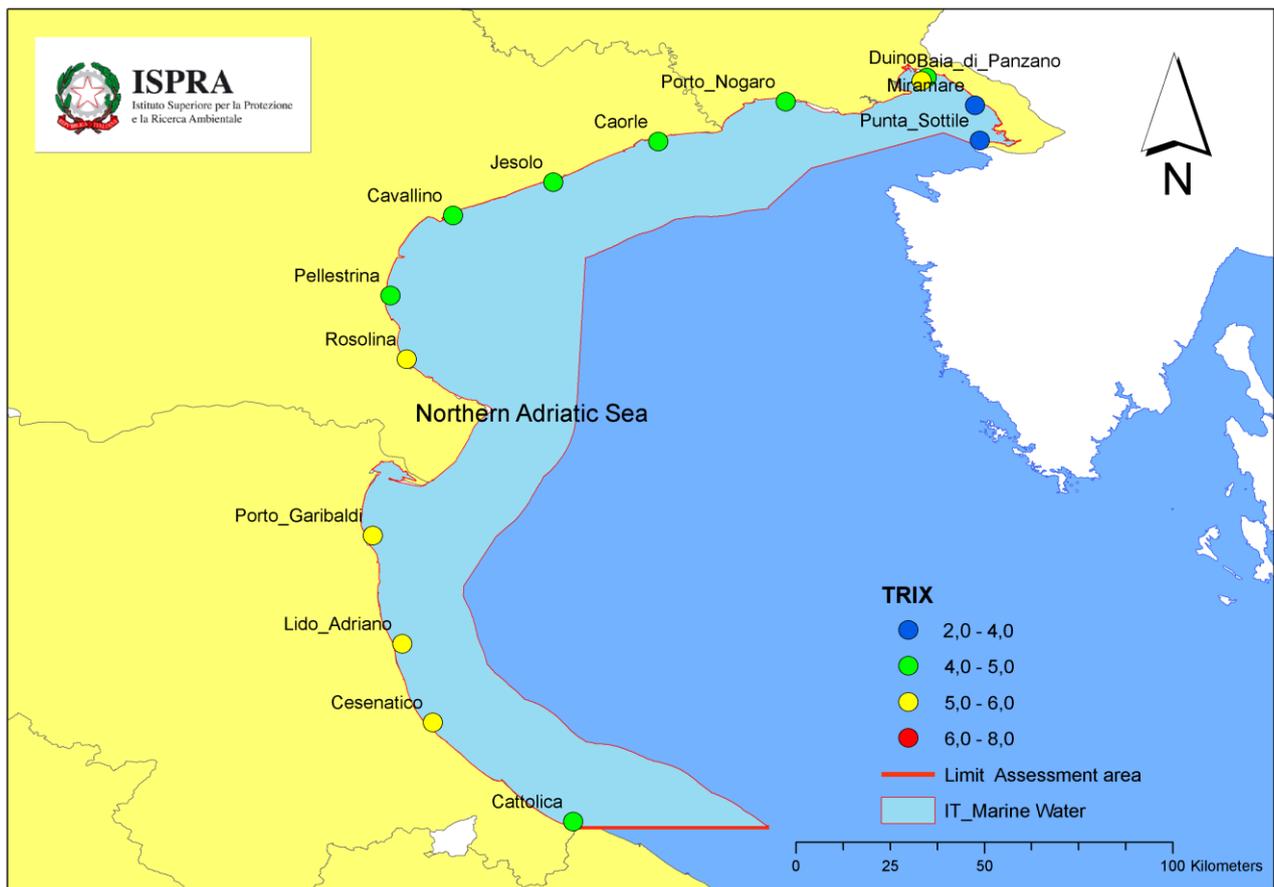
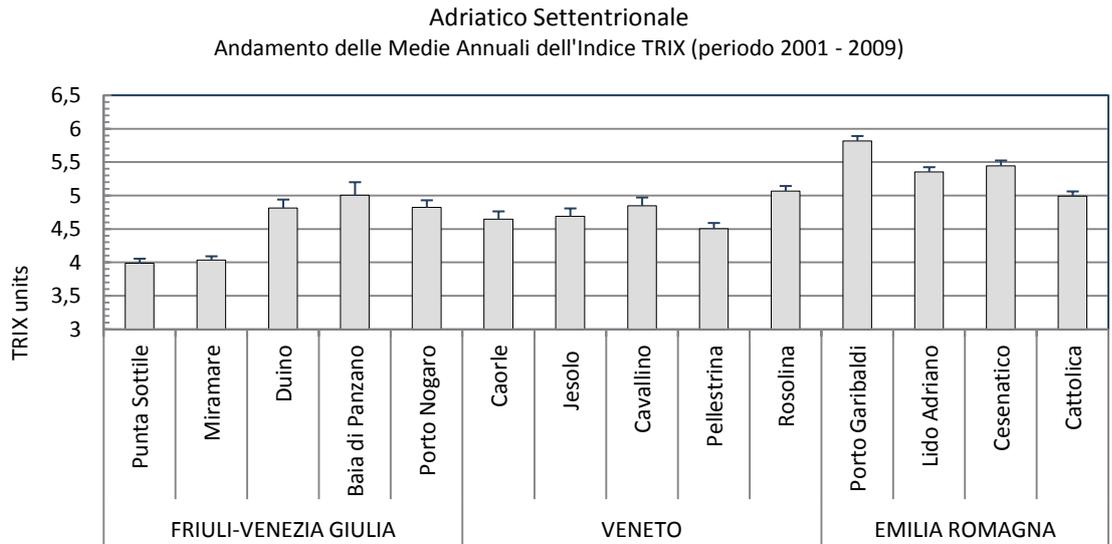


Figura 49. Andamento spaziale delle medie annuali + errore standard dell'Indice TRIX nell'area di valutazione 'Alto Adriatico' per gli anni 2001-2009 (in alto). In basso, mappa GIS delle medie annuali di TRIX con ubicazione delle stazioni. Fonte dati: Banca dati Si.di.Mar. del MATTM.



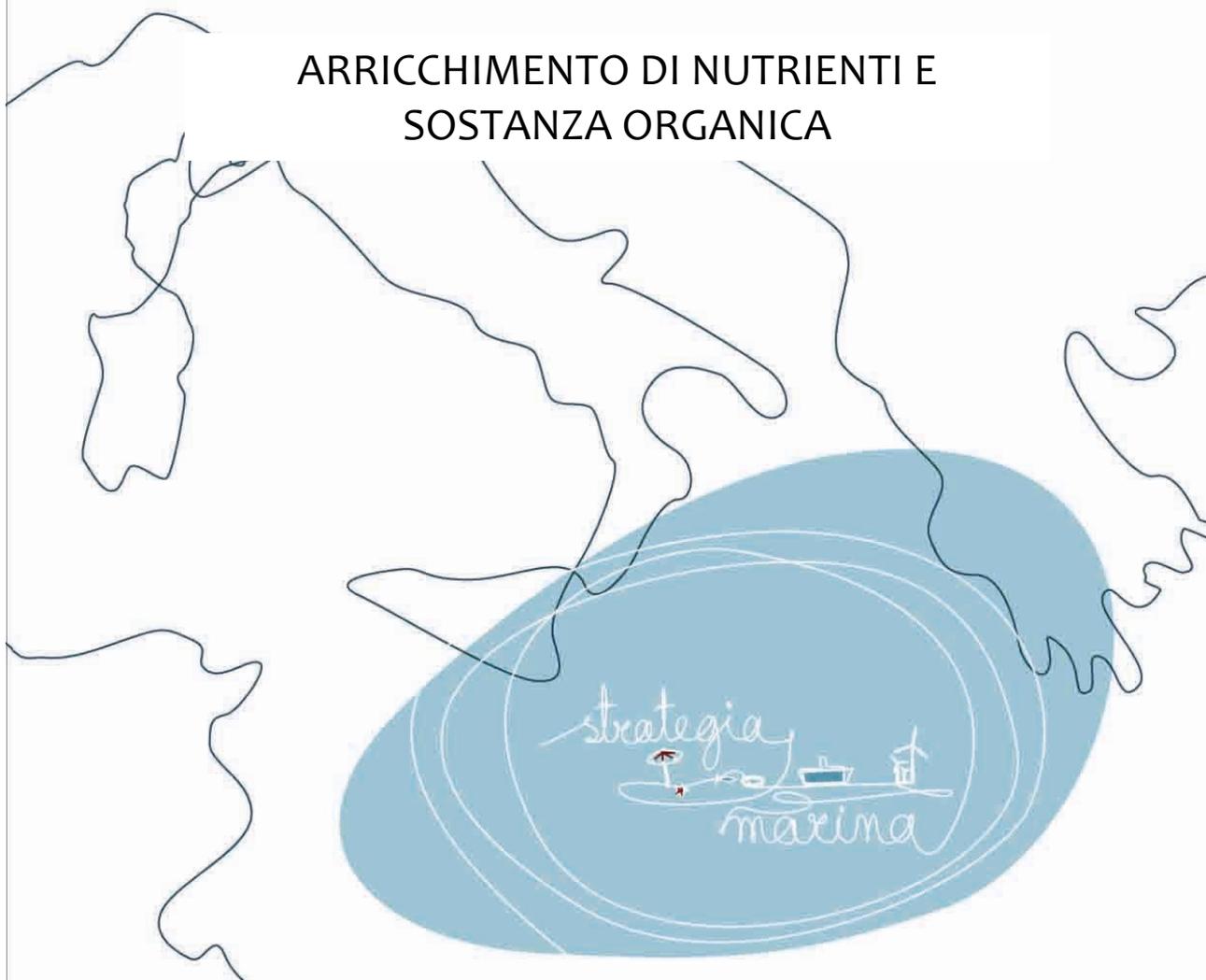
ISPRA

Istituto Superiore per la Protezione
e la Ricerca Ambientale

STRATEGIA PER L'AMBIENTE MARINO

Valutazione Iniziale
SOTTOREGIONE MAR IONIO
E MEDITERRANEO CENTRALE

ARRICCHIMENTO DI NUTRIENTI E
SOSTANZA ORGANICA



6.4 Arricchimento di nutrienti e sostanze organiche

6.4.1 PREMESSA

Secondo gli attuali orientamenti comunitari (Direttiva 2000/60/EC e Direttiva 2008/56/EC), l'eutrofizzazione è un processo causato dall'arricchimento in nutrienti, in particolare composti dell'azoto e/o del fosforo, che determina un aumento della produzione primaria e della biomassa algale, alterazioni delle comunità bentoniche e diminuzione della qualità delle acque. Le conseguenze dell'eutrofizzazione sono considerate negative se determinano un degrado della salute degli ecosistemi e/o una riduzione dell'uso sostenibile di beni e servizi.

La Decisione della Commissione Europea del 1° settembre 2010 sui criteri e gli standard metodologici per la definizione del Buono Stato Ambientale (*Good Environmental Status* o GES) sottolinea come la valutazione dell'eutrofizzazione delle acque marine per la Direttiva 2008/56/EC debba essere in linea con quanto definito per le acque costiere e di transizione dalla Direttiva 2000/60/EC, nonché presentare una combinazione di informazioni su livelli dei nutrienti (concentrazioni nell'ambiente marino) ed effetti primari e secondari dell'arricchimento in nutrienti che siano ecologicamente rilevanti.

Ai fini del raggiungimento del GES e della definizione dei traguardi ambientali per il Descrittore Eutrofizzazione, risulta pertanto utile prendere in considerazione la tipizzazione idrologica delle acque costiere messa a punto per i corpi idrici *sensu* Direttiva 2000/60/EC (cfr. D.M. n. 131/2008 sulla definizione delle tipologie, identificazione dei corpi idrici e analisi delle pressioni) (Figura 1) nonché l'Indice Trofico TRIX quale indice sintetico di stato trofico (cfr. D.M. n. 260/2010 sulla classificazione dei corpi idrici superficiali). L'Indice TRIX, in quanto combinazione lineare dei parametri azoto inorganico disciolto (DIN), fosforo totale (TP), clorofilla 'a' (chl 'a') e ossigeno disciolto (D.O.%, come deviazione dal 100% di saturazione), è un indice che comprende sia i livelli di concentrazione dei nutrienti (DIN e TP) che gli effetti diretti (chl 'a') e indiretti (D.O. %) di un arricchimento in nutrienti e sostanza organica.

6.4.2 Identificazione delle aree di valutazione

La identificazione delle aree di valutazione per le sottoregioni Mar Mediterraneo occidentale e Mar Adriatico è stata basata sulla analisi della distribuzione spaziale del 90° percentile della clorofilla 'a' ottenuta da dati satellitari (Figura 2 e Figura 23). La clorofilla 'a' è un parametro fondamentale di stato trofico in quanto indicatore di biomassa fitoplanctonica, nonché è parametro indicatore di impatto diretto di arricchimento in nutrienti secondo l'impostazione di reporting MSFD. L'estensione delle aree identificate arriva al limite delle acque territoriali ed è sufficientemente ampia da comprendere zone aventi impatto non elevato, così che all'interno di ciascuna area possa essere presente un gradiente di impatto.

I dati satellitari (MERIS, MERIS-MODIS) sono stati forniti dalla ditta Planetek s.r.l. e sono riferiti per il Mar Tirreno all'arco temporale gennaio 2007-dicembre 2011 e per il Mar Adriatico al periodo febbraio 2006-marzo 2012 (manca il mese di gennaio 2012). La risoluzione spaziale è pari a 1 km e la risoluzione temporale è la media mensile. Il 90° percentile è stato calcolato dopo una trasformazione log-normale delle medie mensili dei dati disponibili, pari a 60 record. Il calcolo della percentuale di area di valutazione soggetta all'impatto dovuto all'arricchimento in nutrienti e sostanza organica verrà effettuato a breve proprio sulla base dei dati satellitari di chl 'a', in quanto sono gli unici dati disponibili aventi una adeguata copertura spaziale e temporale. **I dati attualmente disponibili corrispondenti alle misure puntuali degli altri parametri trofici sono riferibili esclusivamente alla fascia costiera entro i 3 km** (Banca dati Si.di.Mar. del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, di seguito denominato MATTM), **e quindi risultano meno idonei a valutazioni accurate sulla % di area soggetta alla pressione.**

La metodologia che verrà usata per il calcolo della % di area di valutazione soggetta alla pressione comprende i seguenti *step*:

- a) definizione di una soglia di concentrazione di clorofilla 'a' al di sotto della quale si considera l'impatto trascurabile. Tale soglia viene fissata dopo una opportuna taratura con i valori di salinità. Il valore di salinità sarebbe particolarmente indicato a definire le pressioni, ma ad oggi non vi sono dati di salinità con risoluzioni spaziali sufficienti (di almeno 1Km).

- b) Il valore soglia fissato è pari a 0.2 µg/L di clorofilla 'a', che generalmente corrisponde a un valore finale di diluizione pari a circa il 5% dell'acqua dolce proveniente dal continente.
- c) Se indichiamo con S_i l'area di valutazione impattata e con S_a la superficie totale dell'area, la percentuale di area impattata sarà data da:

$$(S_i/S_a) \cdot 100$$

La misura di S_i ed S_a è discreta ed è data dal numero di quadrati di 1Km (risoluzione spaziale dei dati) contenuti nell'area di valutazione.

Per la sottoregione Mar Ionio e Mar Mediterraneo Centrale, non essendo disponibili dati satellitari, la identificazione delle aree di valutazione è basata sui dati puntuali di clorofilla e nutrienti (banca dati Si.di.Mar del MATTM) ed *expert judgement*.

6.4.3 Informazioni e dati

Le informazioni e i dati elaborati nella presente bozza di report, in aggiunta ai dati satellitari, sono quelli già disponibili in ISPRA e sono riferibili a

- SINTAI:

1) carichi di azoto e fosforo provenienti dai principali bacini afferenti e portate di riferimento misurate alla sezione di chiusura di ciascun bacino. In generale, **l'elenco dei bacini considerati deve essere sicuramente aggiornato. Alcune aree non sono coperte o solo parzialmente coperte.** Dove possibile (Alto Adriatico, Arno, Tevere), è stato ricostruito il trend dei carichi con le portate medie annue dal 2003 al 2010.

2) Informazioni relative agli impianti di trattamento acque reflue urbane situati entro la fascia dei 20 km dalla riva del mare. I dati, peraltro forniti dalle Regioni, si riferiscono agli abitanti serviti, alle portate trattate, alla tipologia di trattamento (solo secondario o anche terziario) e ai carichi di N e P scaricati. Questi carichi sono da intendersi come contributo dal comparto civile relativamente alla sola fascia costiera, da aggiungersi a quello proveniente dai fiumi.

- Banca Dati Si.di.Mar.:

3) L'accesso a questa banca dati ha consentito di elaborare i principali parametri di stato trofico delle acque, nell'ordine: Azoto Disciolto Inorganico (DIN) e Azoto Totale, Fosforo ortofosfato e Fosforo Totale, Trasparenza (come Disco Secchi), Clorofilla 'a', Ossigeno Disciolto (sia come concentrazione che come % di saturazione)¹. Le elaborazioni hanno comunque riguardato anche i parametri idrologici (T °C, S (psu), Densità (sigma_t), Fattore di diluizione (F%) e Indice TRIX a misura del livello trofico.

4) Sono stati presi in considerazione tutti i dati Si.di.Mar., per il periodo 2001-2009, tenendo conto che il monitoraggio marino costiero ai sensi della legge 979/89 "Difesa del Mare" (condotto dalle 15 Regioni marittime in convenzione con il MATTM-DPN) ha riguardato la fascia dei tre km dalla riva, secondo transetti perpendicolari alla costa, con stazioni in genere situate a 500, 1000, e 3000 m dalla riva. I dati del 2007, anno di interruzione delle Convenzioni, non coprono l'intero arco annuale, mentre il 2008-2009 è in realtà da intendersi come il periodo da Luglio 2008 a Giugno 2009.

5) I diversi diagrammi riportati si riferiscono alle medie dei valori dei singoli parametri, relativi a tutto il transetto, senza distinzione rispetto alla distanza dalla riva e considerando soltanto le misure di superficie (0,5 m). Per ciascuna area di valutazione, sono presentate tre tipologie di elaborati grafici: a) variazioni delle medie per anno (con retta di tendenza), b) variazioni delle medie stagionali, calcolate su tutto il

¹ Per quanto riguarda l'arricchimento della sostanza organica in mare, parametro presente nel *reporting sheet* MSFD, non ha molto senso misurare tale sostanza attraverso misure di BOD. Osserviamo però che il parametro Ossigeno Disciolto (come % di saturazione) è un ottimo indicatore sia dei processi di sintesi in atto (produzione della sostanza organica attraverso la fotosintesi con produzione di Ossigeno), sia dei processi di degradazione della sostanza organica (ossidazione e mineralizzazione con conseguente consumo di Ossigeno). Quanto più intensi saranno questi due processi, tanto più elevato risulterà lo scostamento dal 100% di saturazione dell'Ossigeno disciolto nella colonna d'acqua, in termini di sovrasaturazione o sottosaturazione, rispettivamente.

periodo considerato (2001-2009), c) andamenti delle medie relative al periodo 2001-2009 per ciascun transetto di campionamento e misura.

6) Per i parametri di stato trofico (Nutrienti nelle varie forme, Clorofilla 'a', Disco Secchi) la media è da intendersi come media geometrica, più rappresentativa come momento centrale rispetto alla media aritmetica. Le distribuzioni di questi parametri sono infatti meglio approssimate dalla curva di tipo log-normale. Nel caso dell'Ossigeno Disciolto (e anche dell'indice TRIX e dei parametri idrologici) le distribuzioni sono meglio approssimate dalla curva normale e quindi per questi parametri è stata utilizzata la media aritmetica.

7) Infine, in tutti i diagrammi, la rappresentazione grafica delle medie viene sempre accompagnata dalla misura dell'errore standard: $\bar{x} + e.s$ con $\left(e.s. = \frac{d.s.}{\sqrt{N}} \right)$. Si è preferito utilizzare questo parametro statistico

rispetto alla classica notazione: $\bar{x} \pm d.s$ (dove d.s. è la deviazione standard), in quanto si ritiene più utile per gli obiettivi della MSFD rappresentare il *range* in cui oscilla la vera media, piuttosto che la dispersione di singoli dati intorno alle medie di una distribuzione.

6.4.4 Ulteriori dati da acquisire e/o elaborare

Ulteriori dati saranno presentati nel report finale sui **carichi di nutrienti relativamente a deposizione atmosferica, scarichi di acque di strato da piattaforme offshore e fonti di acquacoltura/maricoltura.**

Per le fonti di acquacoltura/maricoltura, l'input di nutrienti potrà essere rilevato o stimato utilizzando tre fonti principali:

1) Dati ISPRA - Nell'ambito di attività di ricerca e monitoraggio portate avanti dal 2001, ISPRA ha direttamente campionato matrici abiotiche e analizzato ed elaborato i dati relativi all'arricchimento organico (azoto, fosforo, carbonio in acqua e sedimento) derivante dagli impianti di acquacoltura. I dati sono riferiti all'area del Tirreno centrale e dell' Adriatico meridionale.

2) Dati di letteratura - Una seconda fonte di dati è rappresentata dalla letteratura scientifica di riferimento in cui sono reperibili dati relativi all'input di nutrienti in acqua e sedimento, a volte associati a dati zootecnici quali biomassa allevata e mangime utilizzato. Rispetto a quest'aspetto ISPRA ha predisposto un modulo per la raccolta dati, dove sono portati a sintesi ragionata tutti i dati di letteratura specifica riguardanti l'input di nutrienti da attività d'acquacoltura nelle acque costiere italiane, dal 2000 ad oggi.

3) Modelli predittivi - Una terza fonte di dati è rappresentata dai risultati dei modelli matematici predittivi in grado di fornire stime sull'input di nutrienti da acquacoltura. I modelli si basano su dati di tipo zootecnico (specie allevate, biomassa in allevamento, mangime, ecc e ambientali (temperatura, correnti). L'applicazione di detti modelli consentirà una stima di input di nutrienti derivanti da attività di acquacoltura in tutti quegli impianti censiti ai sensi del Regolamento CE 762/2008 (progetto finanziato dal Ministero delle Politiche Agricole , Alimentari e Forestali, affidato all'UNIMAR) e/o degli impianti inseriti nell'anagrafe nazionale delle aziende, degli allevamenti e delle imprese di acquacoltura sulla base di quanto stabilito dal Decreto del Ministero della Salute dell'8 luglio 2010 che recepisce la direttiva 88/2006/CE sull'anagrafe degli impianti.

Nei confronti dei suddetti Ministeri, ISPRA ha inviato formali richieste di accesso alle rispettive banche dati. Tale attività consentirà di fornire dati sugli input di nutrienti da fonti di acquacoltura/maricoltura in tutte le aree di valutazione individuate.

Per quanto riguarda l'utilizzo dell'indicatore di impatto 'fioriture algali potenzialmente tossiche e nocive', sarà effettuata una verifica del possibile impiego di specie fitoplanctoniche indicatrici, anche non tossiche, che possano essere riconducibili ad un arricchimento in nutrienti e sostanza organica di origine antropica.

6.4.5 AREA DI VALUTAZIONE

AREA DI VALUTAZIONE

Nella Sottoregione Mar Ionio e Mar Mediterraneo centrale sono state individuate 2 aree di valutazione denominate 'Golfo di Taranto', e 'Mar Ionio occidentale e Canale di Sicilia' (Figura 50). Nel presente documento si riporta il Golfo di Taranto quale esempio di area di valutazione della Sottoregione Mar Ionio e Mar Mediterraneo centrale.

4.1.14.2 INFORMAZIONE UTILIZZATA

Brief description of overall pressure - nutrient and organic matter enrichment

In corso di elaborazione

Soggetti detentori di dati individuati: [elenco sintetico]

Vedi premessa

Dati e metodi:

vedi premessa

Analisi

In corso di elaborazione

Input loads

Carichi di azoto e fosforo

Per il Golfo di Taranto, i bacini fluviali tributari considerati sono (Figura 51, Tabella 3): il Sinni, il Basento, il Bradano e il Crati. Solo il f. Crati presenta portate che superano i 100 mc/sec, mentre per gli altri fiumi le portate rilevate sono intorno a pochi mc/sec (20 nel caso del f. Sinni).

Il carico annuo di azoto, come dato disponibile per i soli fiumi della Basilicata, è intorno a 800 t/anno per ciascun bacino (Figura 52). Da rilevare il notevole apporto di azoto proveniente dal fiume Bradano, nonostante le sue portate siano solo di 3 mc/sec.

Il contributo di azoto proveniente dagli scarichi degli impianti di depurazione costieri (2700 t/anno, cfr. Figura 54), è paragonabile a quello complessivo liberato dai bacini fluviali.

Nel caso del fosforo (Figura 53) si osserva il notevole contributo del f. Crati che, con una portata di 80 mc/sec e con un carico di oltre 160 t/anno di fosforo, è la principale sorgente puntuale di questo nutriente nel golfo di Taranto. Gli altri bacini presentano ciascuno valori di carico non superiori a 40 t/anno di P. Per questo nutriente il contributo dal comparto civile, valutato come apporto dagli impianti di depurazione costieri è pari a 650 t/anno e supera quindi di circa due volte il carico complessivo derivante dai bacini fluviali.

Apporti fluviali : information gap

Input load of organic matter (current) (within assessment areas)

Information gap

Soggetti detentori di dati individuati: Information gap

Dati e metodi: Information gap

Analisi: Information gap

Level of pressure

Concentrazione di nutrienti nell'ambiente marino

Occorre sottolineare innanzitutto che le concentrazioni medie relative al Golfo di Taranto sono di molto inferiori a quelle tipiche dell'Alto Adriatico e non presentano situazioni di particolare criticità, come invece nel caso dell'area di valutazione del Tirreno meridionale.

L'azoto disciolto inorganico (DIN: Figura 55) mostra una certa tendenza all'aumento dal 2001 al 2009, con un massimo nel 2008 (circa 7 $\mu\text{mol/L}$, contro un minimo di 2.3 $\mu\text{mol/L}$ nel 2001. Analogo comportamento è riscontrabile per il P totale, con un valore massimo da riferire al 2008 (1 $\mu\text{mol/L}$ di P totale, concentrazione

doppia rispetto a quelle degli anni precedenti. Il dato del 2007 - 1.4 $\mu\text{mol/L}$ di P totale - è dubbio, essendo la media di solo pochi valori che non coprono tutto l'arco annuale). La variabilità stagionale (Figura 56) non è così marcata come nelle altre aree già analizzate e, nel caso del fosforo (Figura 57), i valori massimi sono raggiunti durante la stagione estiva. Da segnalare anche in questo caso le basse concentrazioni di fosforo orto fosfato che in media non superano mai le 2 $\mu\text{mol/L}$.

Infine, l'analisi della Figura 58, consente di evidenziare gli effetti sulle concentrazioni dei nutrienti a mare dovuti alla presenza delle foci fluviali, con i massimi sia di N che di P, che si riscontrano in corrispondenza del f. Sinni e del f. Basento.

Mancanza di dati oltre i 3000m dalla costa: information gap

Spatial distribution and intensity of organic matter concentrations in the environment (within assessment areas) (current): Information gap

Soggetti detentori di dati individuati: Information gap

Dati e metodi: Information gap

Analisi: Information gap

Impatti

Effetti diretti dell'arricchimento in nutrienti

Clorofilla 'a'

Il trend delle medie annuali della concentrazione di clorofilla 'a' (Figura 60) è abbastanza uniforme per tutto il periodo considerato, con il valore più basso per l'anno 2001 intorno a 0.2 $\mu\text{g/L}$.

Si nota un aumento negli ultimi tre anni con valori superiori a 0.4 $\mu\text{g/L}$ nel 2009.

Osservando l'andamento spaziale delle medie annuali (Figura 61), il valore più basso si registra nella stazione di Taranto (poco più di 0.25 $\mu\text{g/L}$) mentre il valore più alto, superiore a 0.4 $\mu\text{g/L}$, si trova nella stazione del Basento in Basilicata, proprio al centro del Golfo.

Dall'analisi delle medie stagionali della concentrazione di clorofilla 'a' (Figura 62) in relazione ai valori assunti al parametro trasparenza, si riscontrano i valori maggiori in inverno e primavera superiori a 0.5 $\mu\text{g/L}$ e i valori minori nei periodi successivi con un picco estivo intorno a 0.3 $\mu\text{g/L}$ e conseguente notevole aumento della trasparenza che supera i 10m.

Trasparenza

L'andamento annuale della trasparenza (Figura 63) mostra una graduale diminuzione lungo il periodo che va dal 2002 al 2007, ed un successivo aumento con un picco più alto nel 2008.

Come già accennato i valori più alti di trasparenza si registrano durante la stagione estiva e superano i 10 m. Valori inferiori ai 10 m si registrano nei periodi invernale e primaverile (Figura 62).

Considerando i valori delle medie annuali per stazioni del parametro trasparenza (Figura 64), i valori più bassi si osservano in corrispondenza del porto di Taranto intorno agli 8 m, mentre nella stazione di Porto Cesareo si registrano i valori più alti (15 m).

Impatti

Effetti indiretti dell'arricchimento in nutrienti

Ossigeno Disciolto

Le variazioni delle medie annuali della percentuale di saturazione dell'ossigeno disciolto (Figura 65) mostrano un trend lievemente crescente fino al 2007, mentre negli ultimi due anni si riscontra una notevole diminuzione del valore di saturazione che raggiunge poco più del 96%.

L'andamento delle medie stagionali (Figura 66) mostra un andamento costante con valori di saturazione stabilmente intorno o uguali al 100% per tutto il periodo dell'anno.

Analizzando il grafico nella Figura 67 e la corrispondente mappa, l'area più critica per le condizioni di ossigenazione si rivela la stazione di Sinni con un valore di sottosaturazione del 95%.

Stato trofico

Indice TRIX

Dall'andamento delle medie annuali di TRIX (Figura 68) si evidenzia un incremento costante dei livelli trofici a partire da 3.4 unità (oligotrofia) nel 2001 fino a valori uguali o maggiori di 4 (mesotrofia) dopo il 2006.

Questo incremento è comprovato da un analogo graduale aumento della clorofilla 'a' e nutrienti, con una progressiva diminuzione della trasparenza.

La stagione invernale (Figura 69) è quella con i massimi valori di TRIX (>4), che però non si scostano molto dai valori relativi alle altre stagioni.

L'andamento spaziale dell'indice (Figura 70) dimostra l'effetto degli apporti di nutrienti dai fiumi sui livelli trofici costieri, con i massimi valori di TRIX (>3.8) in corrispondenza delle foci Sinni e Basento.

Analisi:

Water column habitat

Description of the direct impacts (diatom to flagellate ratio, benthic to pelagic shifts, bloom events of toxic algal blooms): information gap

List of predominant habitats and functional groups (water column) that are impacted (adversely affected) by nutrient and organic matter enrichment in the assessment areas: information gap

Sea bed habitat

Description of the direct impacts

Abundance of opportunistic macroalgae: : information gap

Species shift in floristic composition, benthic to pelagic shifts: information gap

Description of indirect impacts (abundance of perennial seaweeds and seagrasses adversely impacted by decrease in water transparency, dissolved oxygen and increased organic matter deposition): information gap

List of predominant habitats and functional groups (seabed) that are impacted (adversely affected) by the pressure in the assessment areas: information gap

Attività

Una descrizione del peso delle singole attività antropiche che determinano la pressione 'arricchimento in nutrienti e sostanza organica' verrà effettuata nel report finale, allorquando sarà disponibile una stima dei carichi provenienti da tutte le fonti rilevanti (es. deposizione atmosferica e acquacoltura/maricoltura in aggiunta a input fluviali e carichi da reflui urbani, illustrati nella presente bozza di report).

AREA DI VALUTAZIONE



Figura 50. Aree di valutazione per il reporting MSFD sull'arricchimento in nutrienti e sostanza organica. La freccia rossa indica l'area 'Golfo di Taranto', per la quale si effettua la valutazione nella presente bozza di report quale esempio della sottoregione Mar Ionio e Mar Mediterraneo centrale.

Carichi di azoto e fosforo

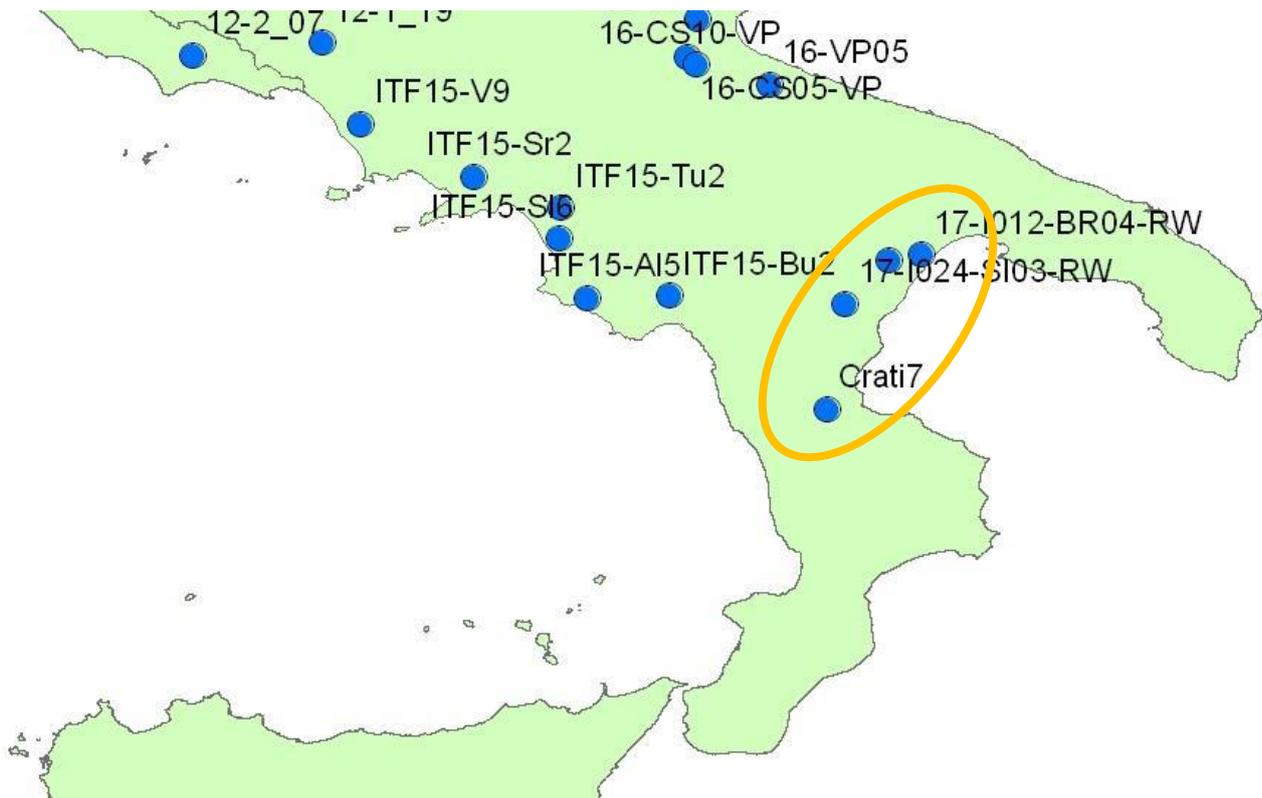


Figura 51. Punti stazione (nell'ovale) per la determinazione dei carichi di azoto e fosforo da fonti fluviali nell'area di valutazione 'Golfo di Taranto', sottoregione Mar Ionio e Mar Mediterraneo Centrale.

Tabella 3. Denominazione stazioni di cui alla Figura 51.

CODICE STAZIONE	REGIONE	DENOMINAZIONE STAZIONE
17-BAS02-BS02-RW	Basilicata	Basento a Menzена
17-I012-BR04-RW	Basilicata	Bradano a Tavole Palatine
17-I024-SI03-RW	Basilicata	Sinni a Valsinni
Crati7	Calabria	Crati a Conca

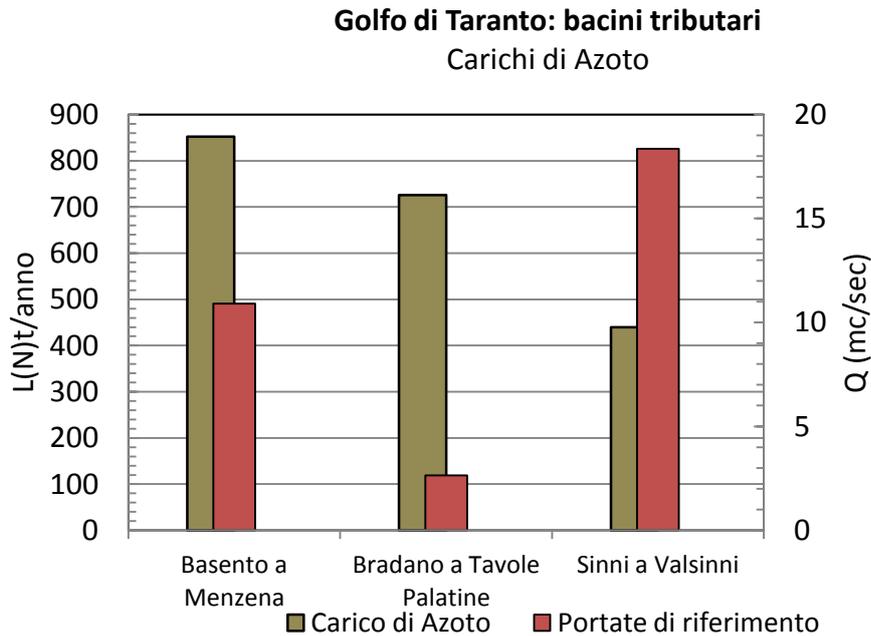


Figura 52. Media annuale dei carichi di azoto (t/anno) calcolata per il periodo 2008-2010 e portata di riferimento (serie storica 1921-1970) (mc/sec) dei principali bacini dell'area di valutazione 'Golfo di Taranto'.

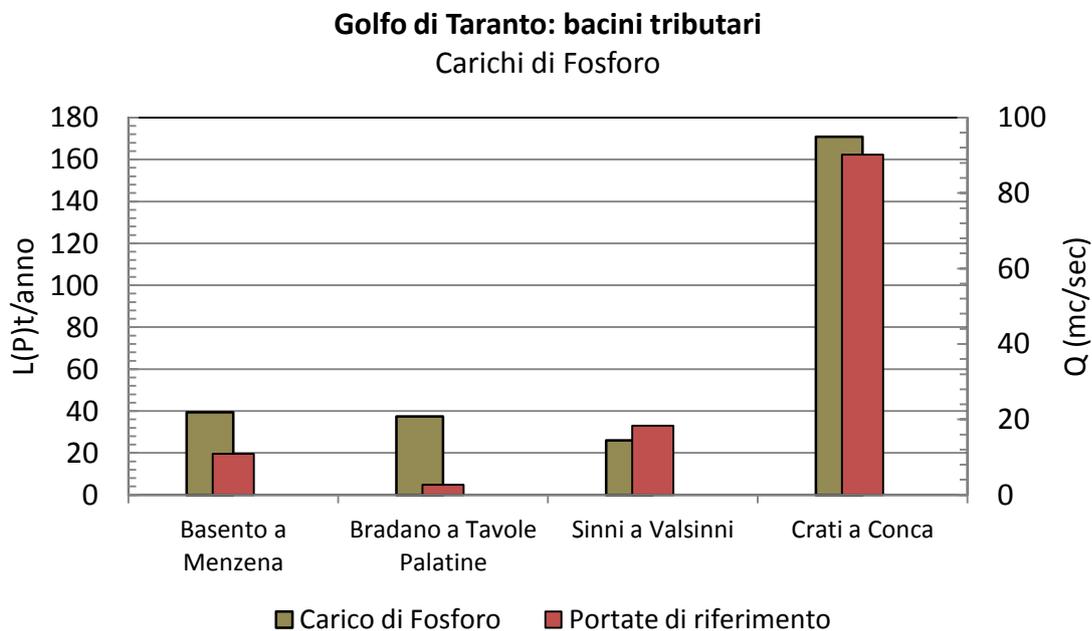


Figura 53. Media annuale dei carichi di fosforo (T/anno) calcolata per il periodo 2008-2010 e portata di riferimento (in mc/sec) dei principali bacini dell'area di valutazione 'Golfo di Taranto'. I dati di portata sono riferiti alla serie storica 1921-1970. (Fonte: SINTAI)

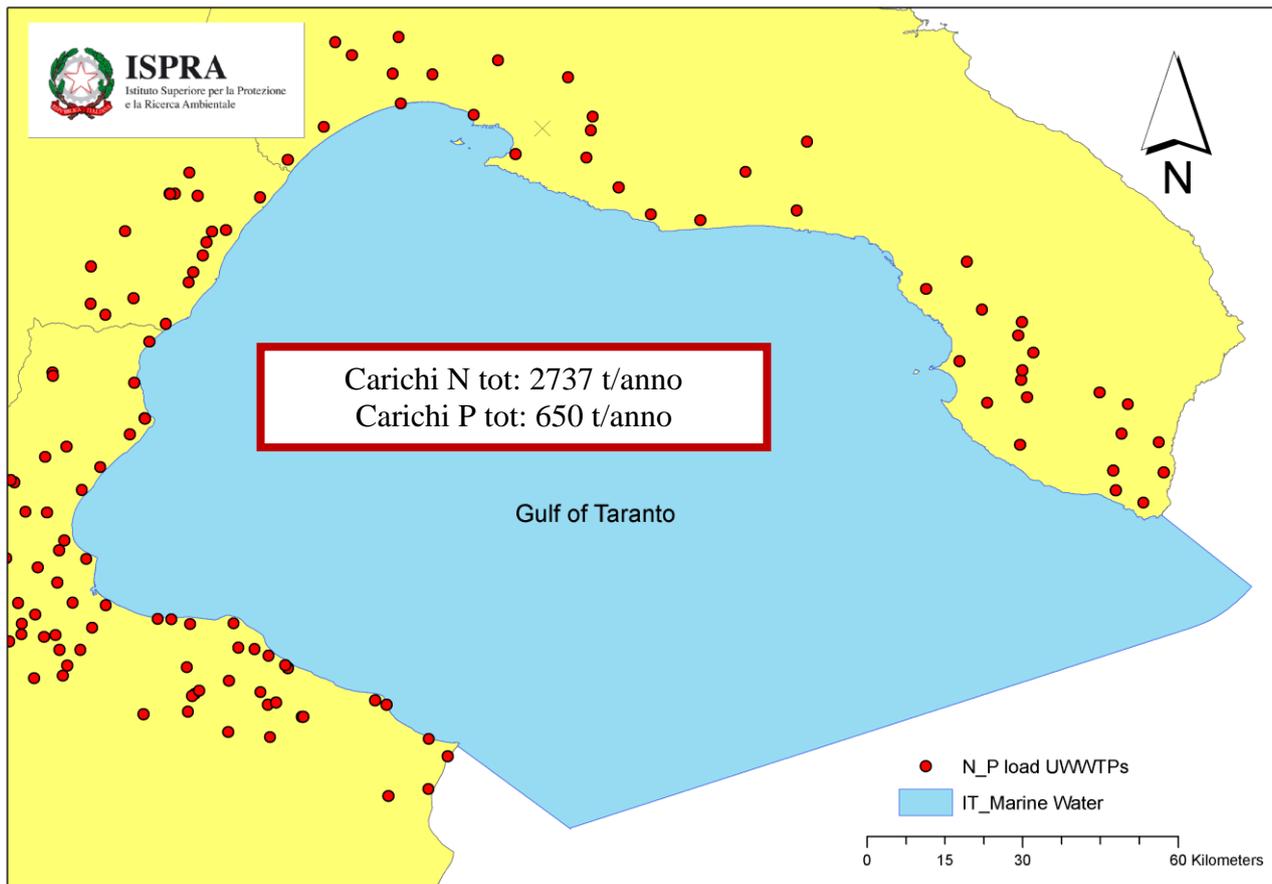


Figura 54. Ubicazione degli impianti di depurazione e/o sistemi di collettamento utilizzati per la stima dei carichi di azoto e fosforo da fonti urbane nell'area di valutazione 'Golfo di Taranto'. Nel riquadro rosso, si indica il dato complessivo di carichi di azoto e fosforo (t/anno), stimati con riferimento alla data del 31 dicembre 2009. (Fonte: SINTAI).

Concentrazione di nutrienti nell'ambiente marino

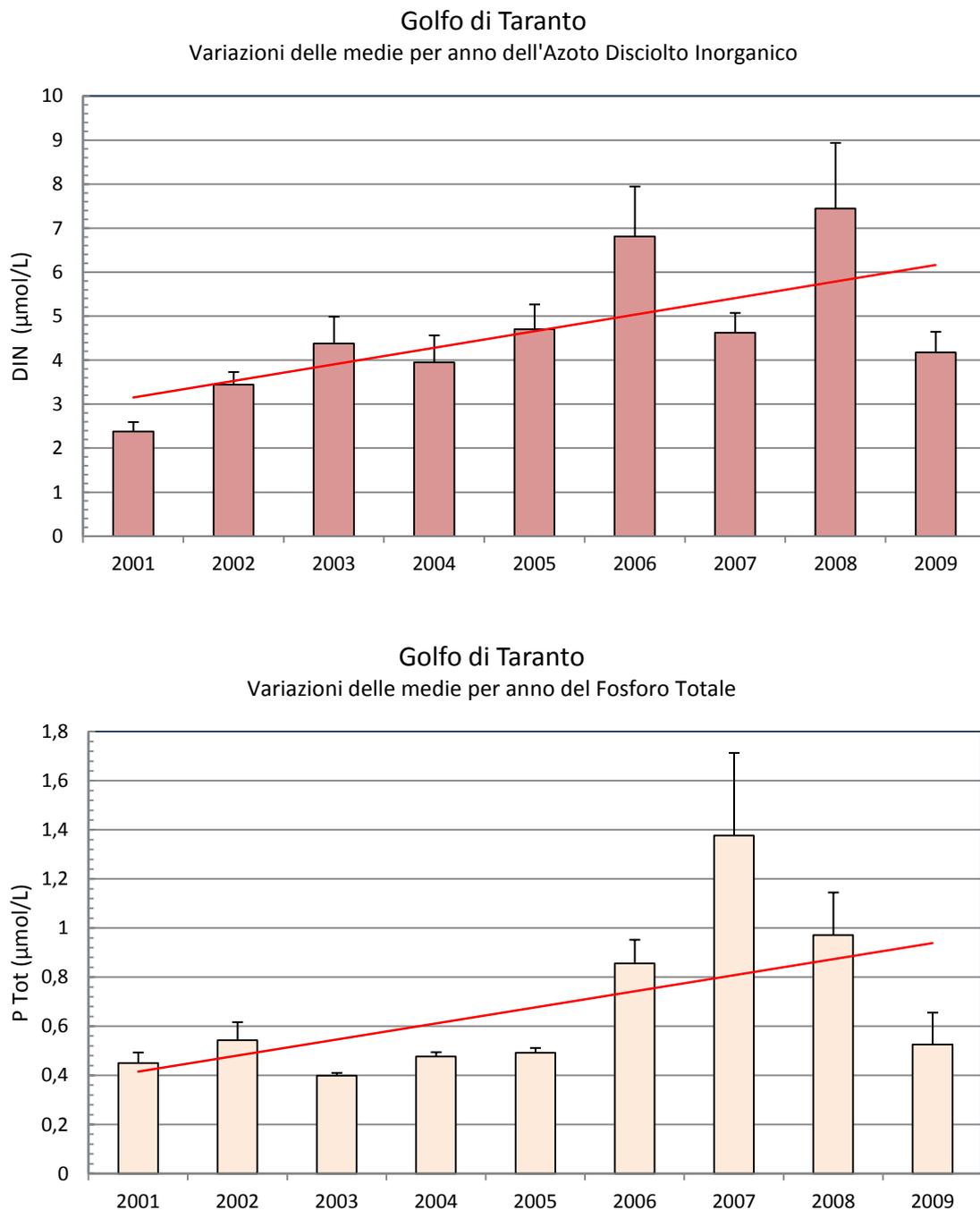


Figura 55. Concentrazioni medie annuali + errore standard dell'azoto inorganico disciolto (DIN, in $\mu\text{mol/L}$, in alto) e del fosforo totale (Ptot, in $\mu\text{mol/L}$, in basso) nell'area di valutazione 'Golfo di Taranto'. La linea rossa rappresenta la linea di tendenza per gli anni considerati (2001-2009). Fonte dati: Banca dati Si.di.Mar. del MATTM.

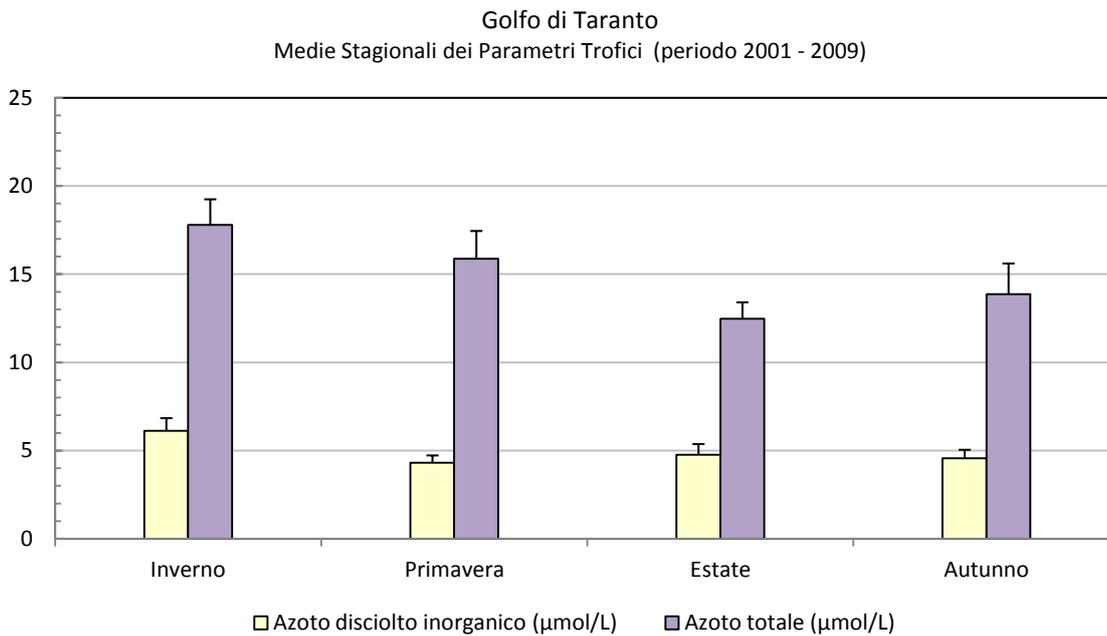


Figura 56. Concentrazioni medie stagionali + errore standard dell'azoto inorganico disciolto e dell'azoto totale (in µmol/L) nell'area di valutazione 'Golfo di Taranto' per gli anni 2001-2009. Fonte dati: Banca dati Si.di.Mar. del MATTM.

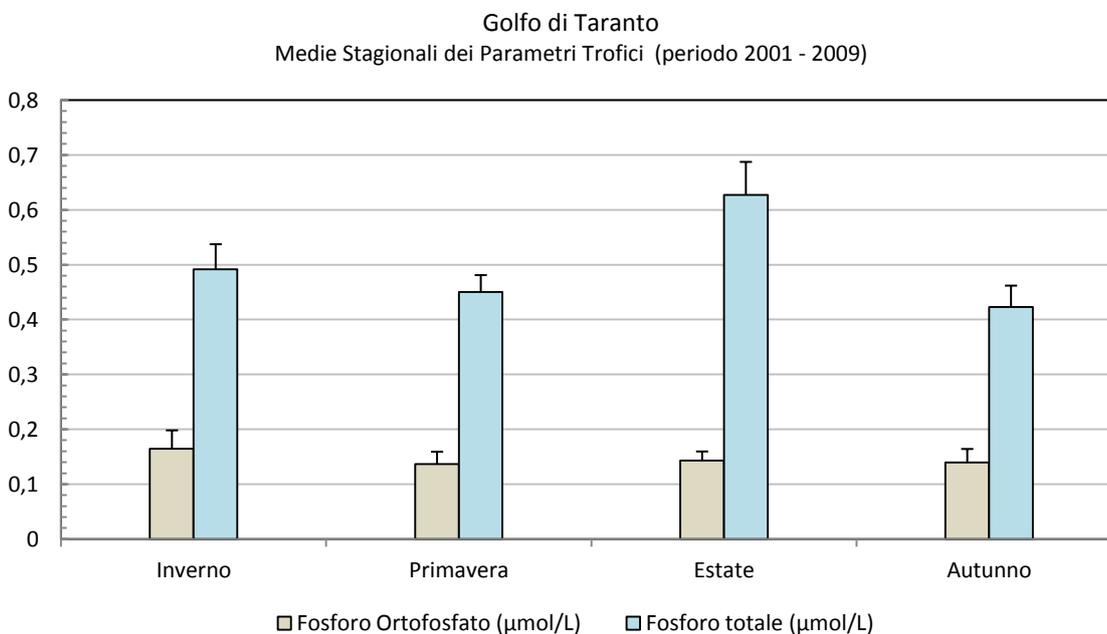


Figura 57. Concentrazioni medie stagionali + errore standard dell'ortofosfato (P-PO₄) e del fosforo totale (in µmol/L) nell'area di valutazione 'Golfo di Taranto' per gli anni 2001-2009. Fonte dati: Banca dati Si.di.Mar. del MATTM.

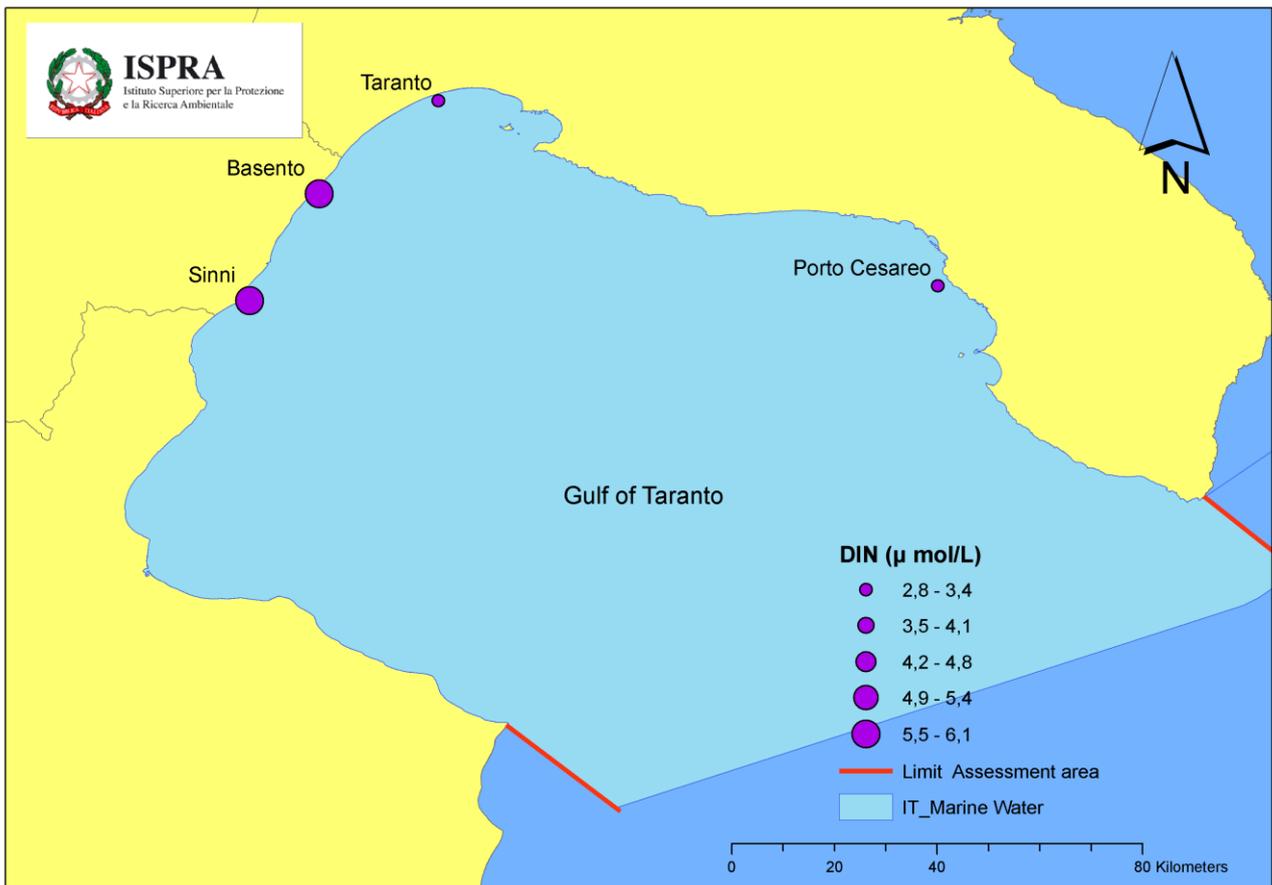
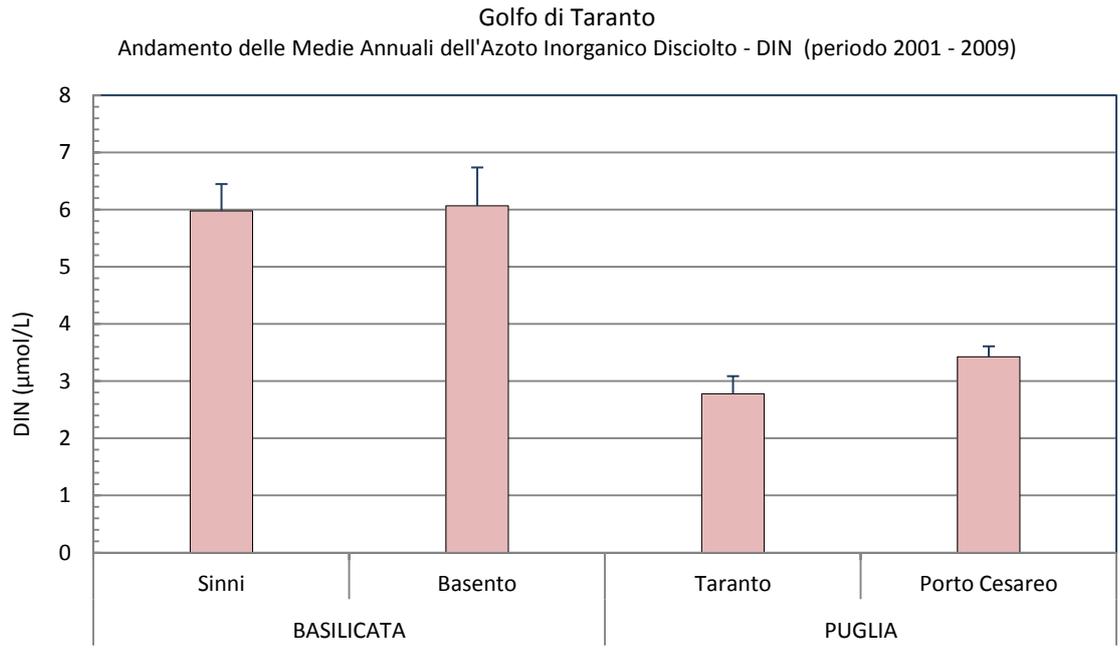


Figura 58. Andamento spaziale delle medie annuali + errore standard dell'azoto inorganico disciolto (DIN, in µmol/L) nell'area di valutazione 'Golfo di Taranto per il periodo 2001-2009 (in alto). In basso, mappa GIS delle concentrazioni medie annuali di DIN (µmol/L) con ubicazione delle stazioni di campionamento. Fonte dati: Banca dati Si.di.Mar. del MATTM.

Golfo di Taranto
 Andamento delle Medie Annuali del Fosforo Totale e Fosforo Ortofosfato
 (periodo 2001 - 2009)

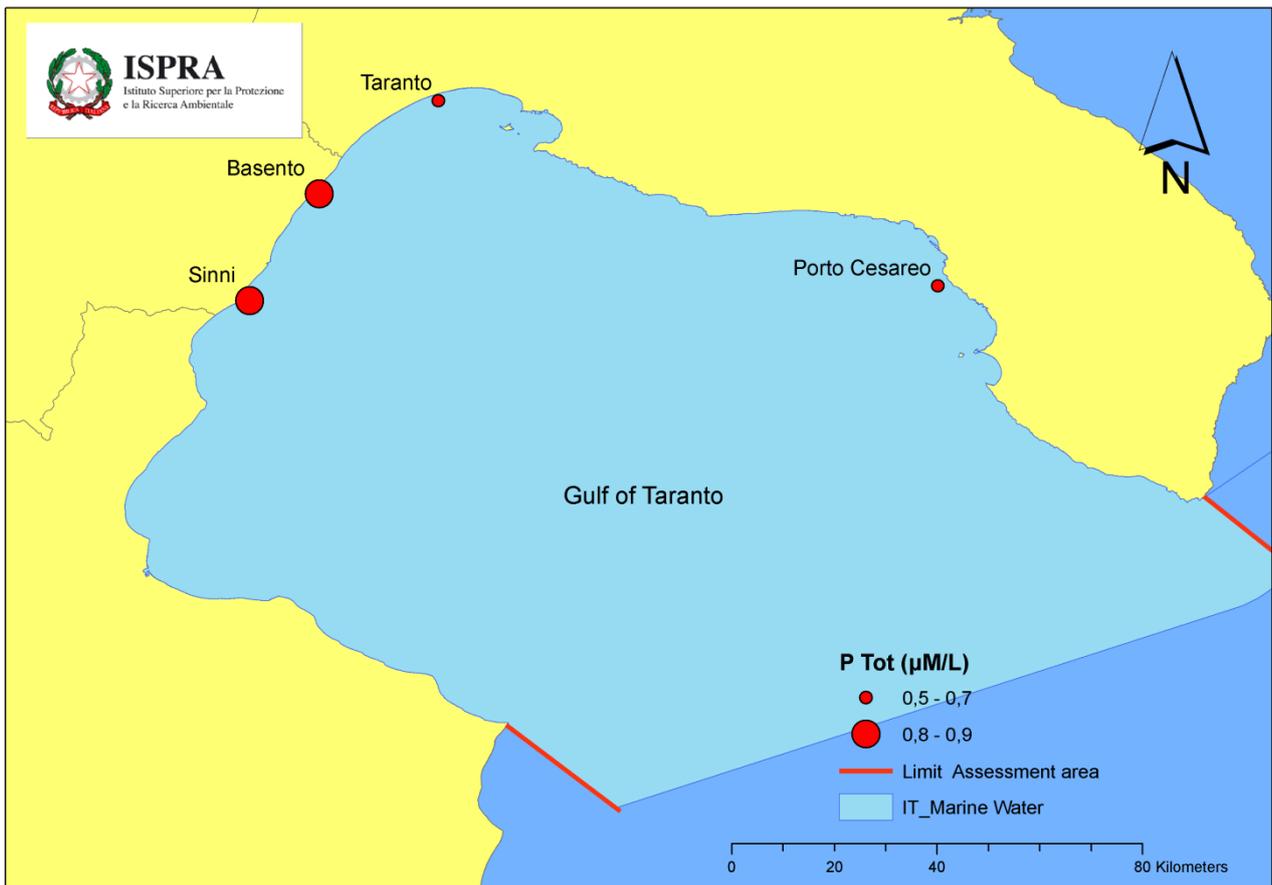
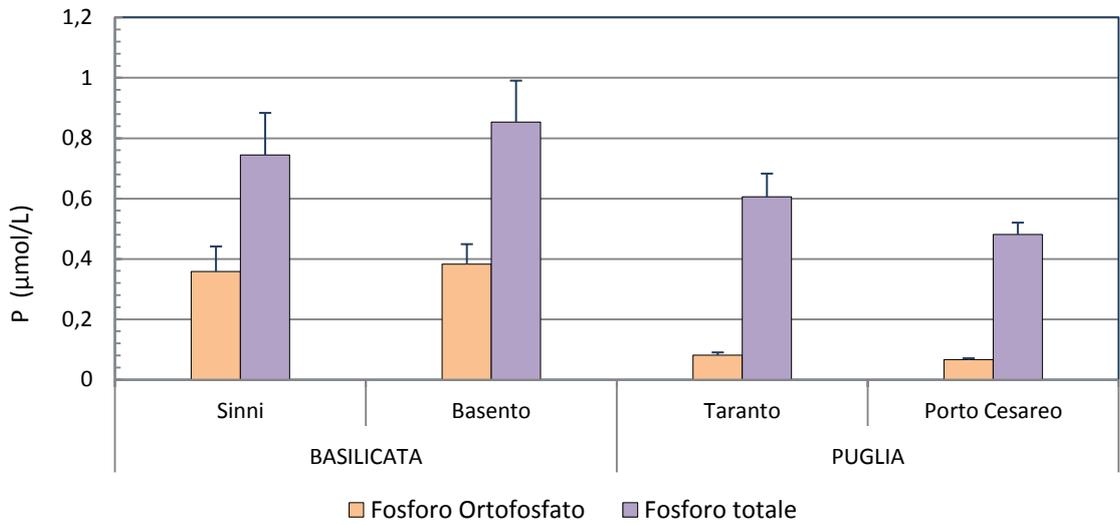


Figura 59. Andamento spaziale delle medie annuali + errore standard del Fosforo nell'area di valutazione 'Golfo di Taranto' per il periodo 2001-2009 (in alto). In basso, mappa GIS delle concentrazioni medie annuali di fosforo totale (P tot, in µmol/L) con ubicazione delle stazioni di campionamento. Fonte dati: Banca dati Si.di.Mar. del MATTM.

Impatti

Effetti diretti dell'arricchimento in nutrienti

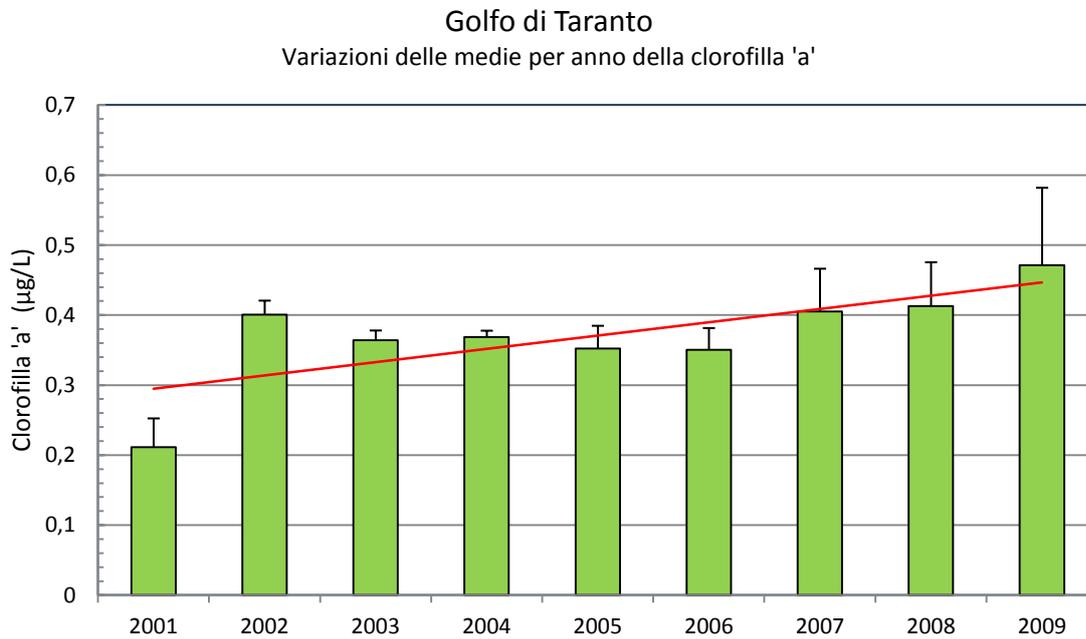


Figura 60. Andamento temporale della concentrazione media annuale + errore standard della clorofilla 'a' ($\mu\text{g/L}$) nell'area di valutazione 'Golfo di Taranto'. La linea rossa rappresenta la linea di tendenza per gli anni considerati (2001-2009). Fonte dati: Banca dati Si.di.Mar. del MATTM.

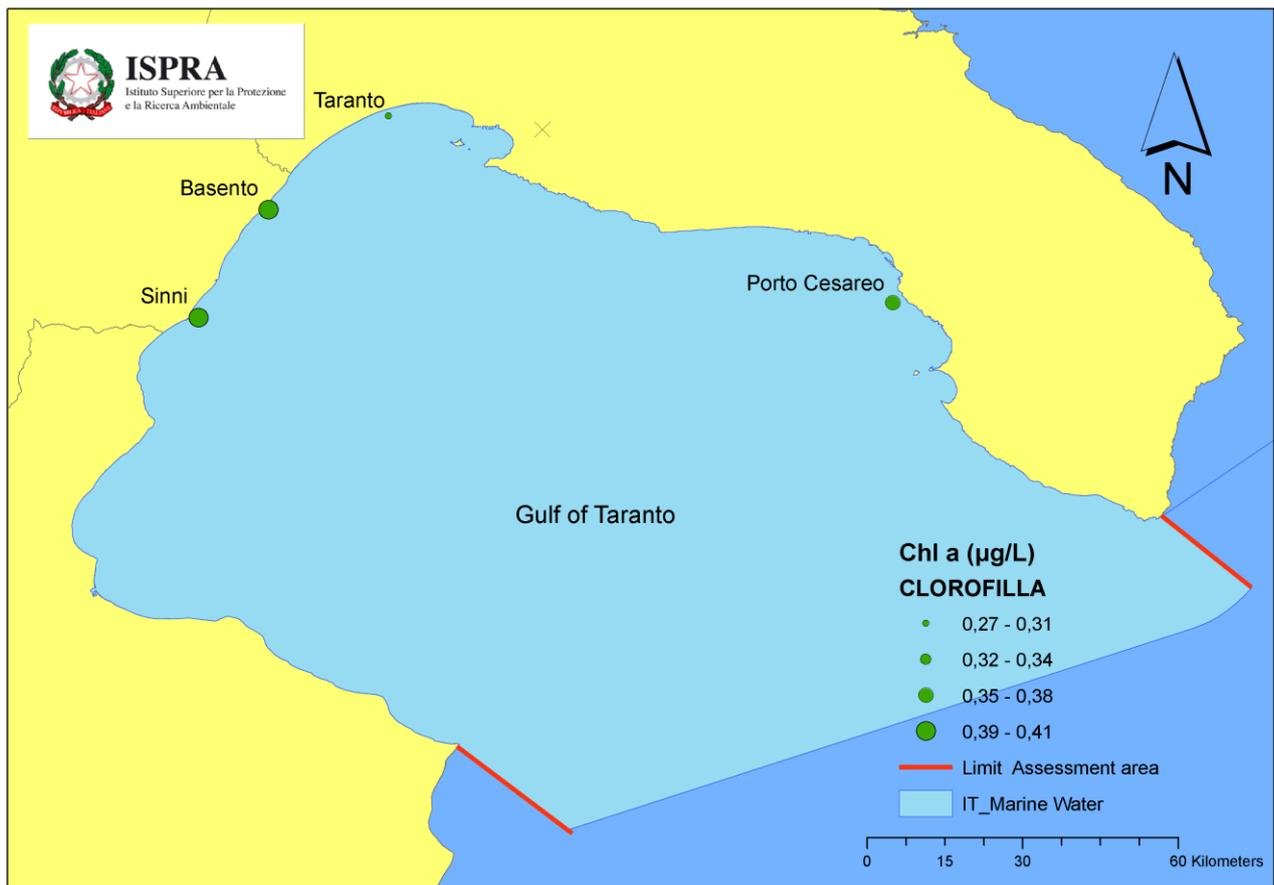
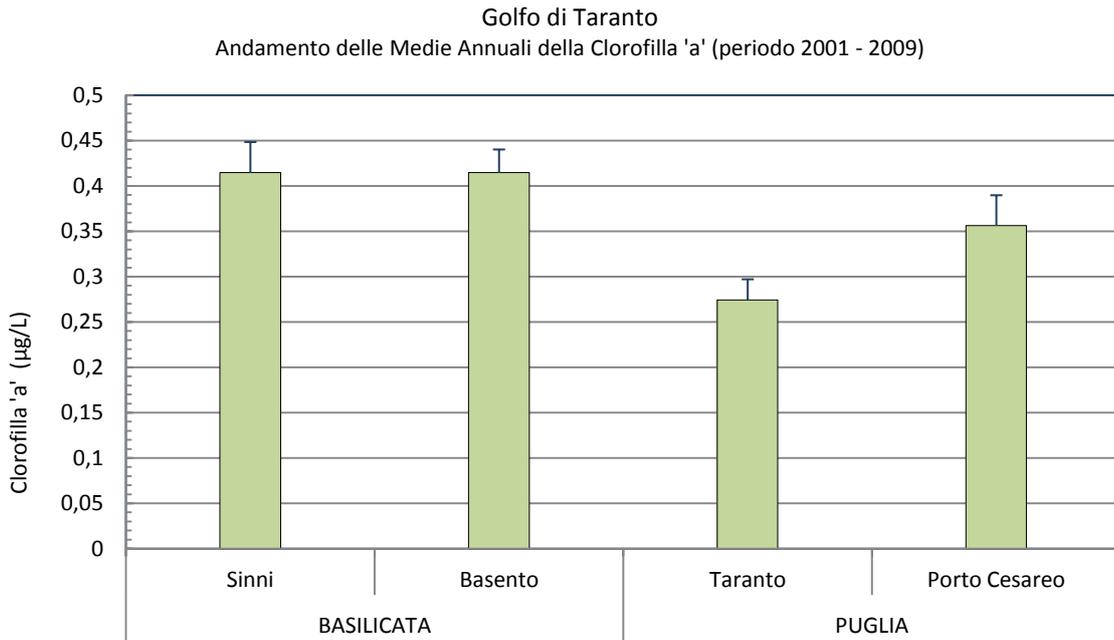


Figura 61. Andamento spaziale delle medie annuali + errore standard della clorofilla 'a' (µg/L) nell'area di valutazione 'Golfo di Taranto' per il periodo 2001-2009 (in alto). In basso, mappa GIS delle concentrazioni medie annuali di Chl 'a' (µg/L) con ubicazione delle stazioni di rilevamento. Fonte dati: Banca dati Si.di.Mar. del MATTM.

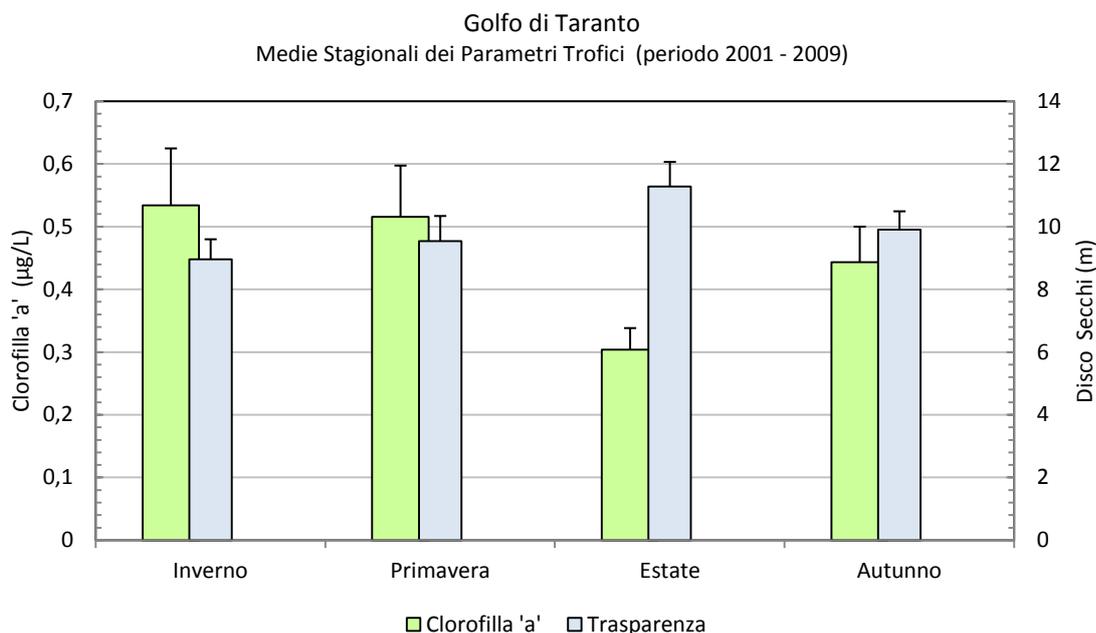


Figura 62. Concentrazioni medie stagionali + errore standard della clorofilla 'a' ($\mu\text{g/L}$) e della trasparenza (disco Secchi, in m) nell'area di valutazione 'Golfo di Taranto' per gli anni 2001-2009. Fonte dati: Banca dati Si.di.Mar. del MATTM.

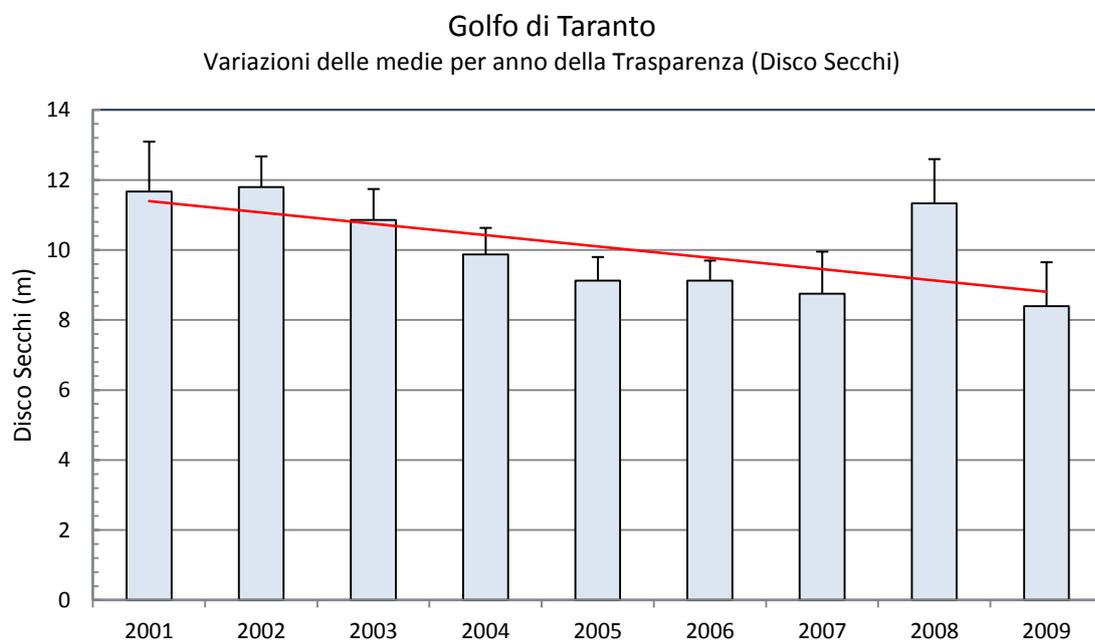


Figura 63. Andamento temporale (media annuale + errore standard) della trasparenza (disco Secchi, in m) nell'area di valutazione 'Golfo di Taranto'. La linea rossa rappresenta la linea di tendenza per gli anni considerati (2001-2009). Fonte dati: Banca dati Si.di.Mar. del MATTM.

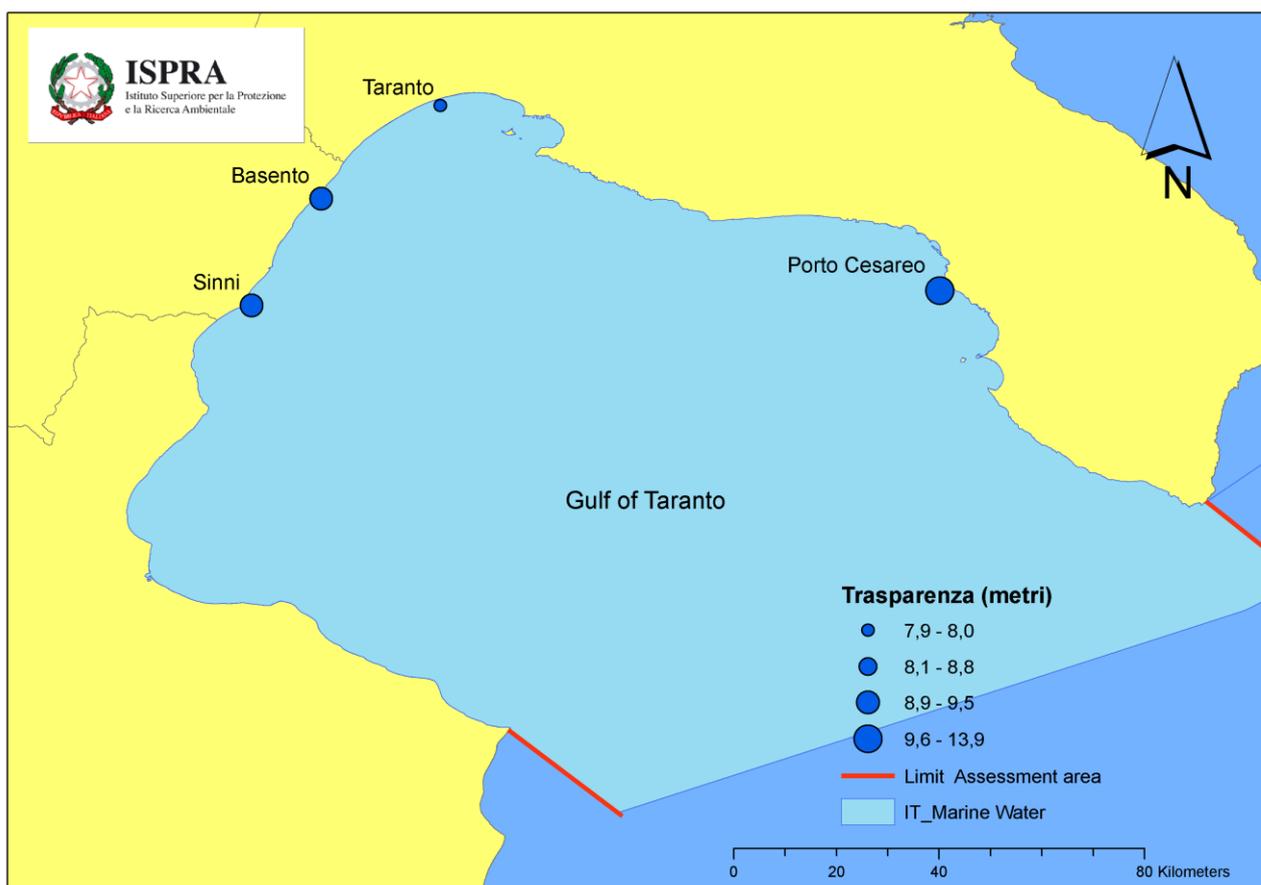
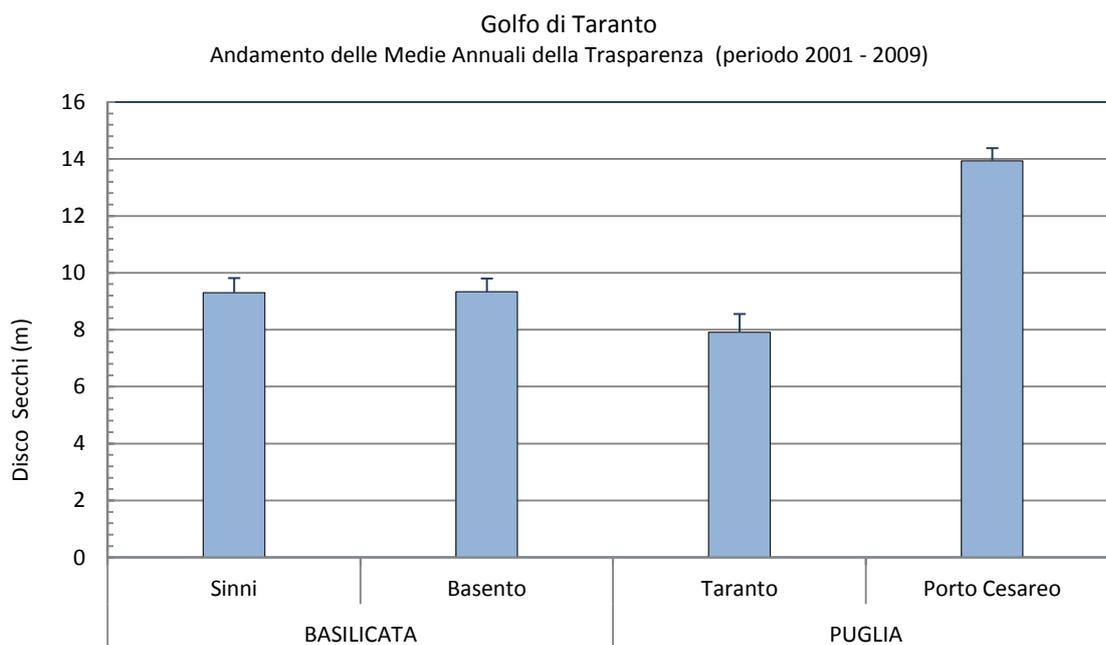


Figura 64. Andamento spaziale delle medie annuali + errore standard della trasparenza (disco Secchi, in m) nell'area di valutazione 'Golfo di Taranto' per il periodo 2001-2009 (in alto). In basso, mappa GIS delle medie annuali di trasparenza (disco Secchi, in m) con ubicazione delle stazioni di rilevamento. Fonte dati: Banca dati Si.di.Mar. del MATTM.

Effetti indiretti dell'arricchimento in nutrienti

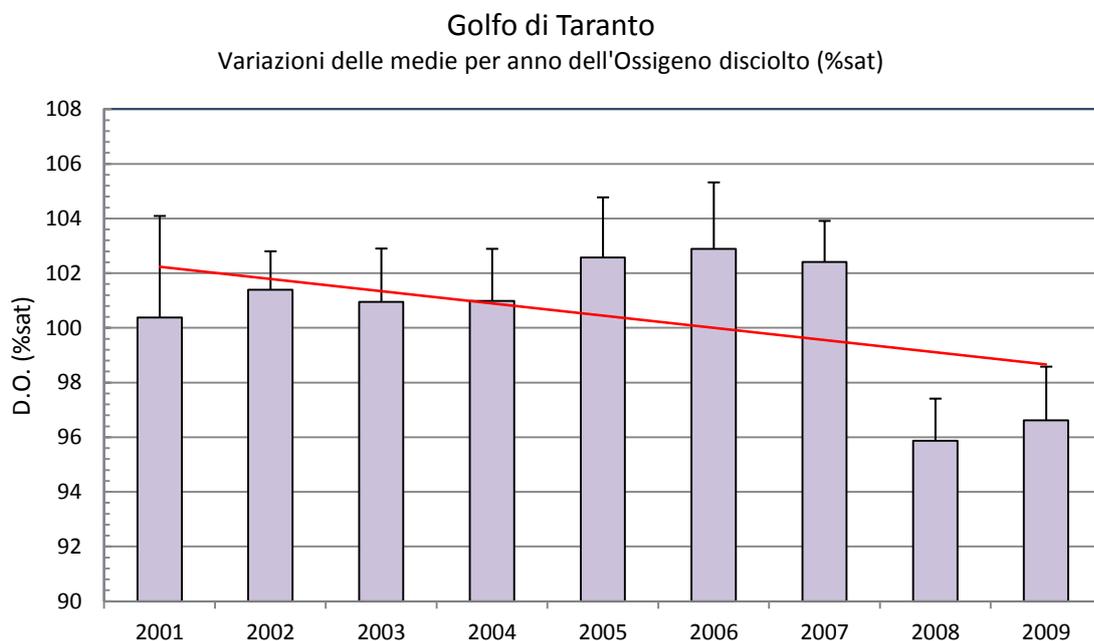


Figura 65. Andamento temporale dell'ossigeno disciolto (media annuale + errore standard), espresso in percentuale di saturazione (% sat), nell'area di valutazione 'Golfo di Taranto'. La linea rossa rappresenta la linea di tendenza per gli anni considerati (2001-2009). Fonte dati: Banca dati Si.di.Mar. del MATTM.

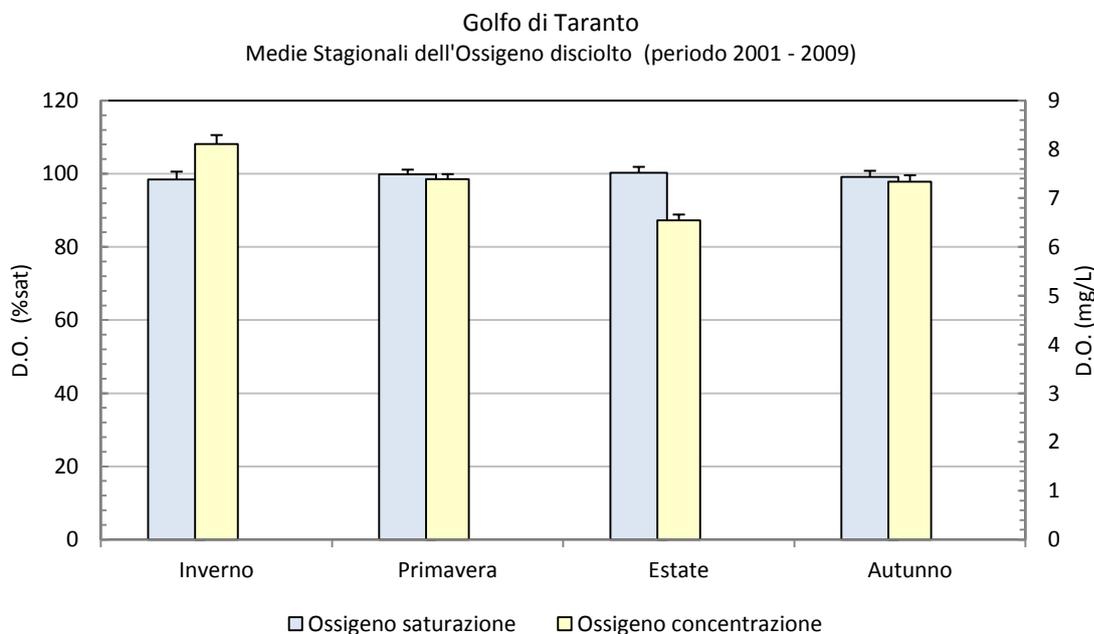


Figura 66. Concentrazioni medie stagionali + errore standard dell'ossigeno disciolto, espresso in termini di % di saturazione (% sat) e di concentrazione (mg/L) nell'area di valutazione 'Golfo di Taranto' per gli anni 2001-2009. Fonte dati: Banca dati Si.di.Mar. del MATTM.

Golfo di Taranto
 Andamento delle Medie Annuali dell'Ossigeno disciolto in % Saturazione (periodo 2001 - 2009)

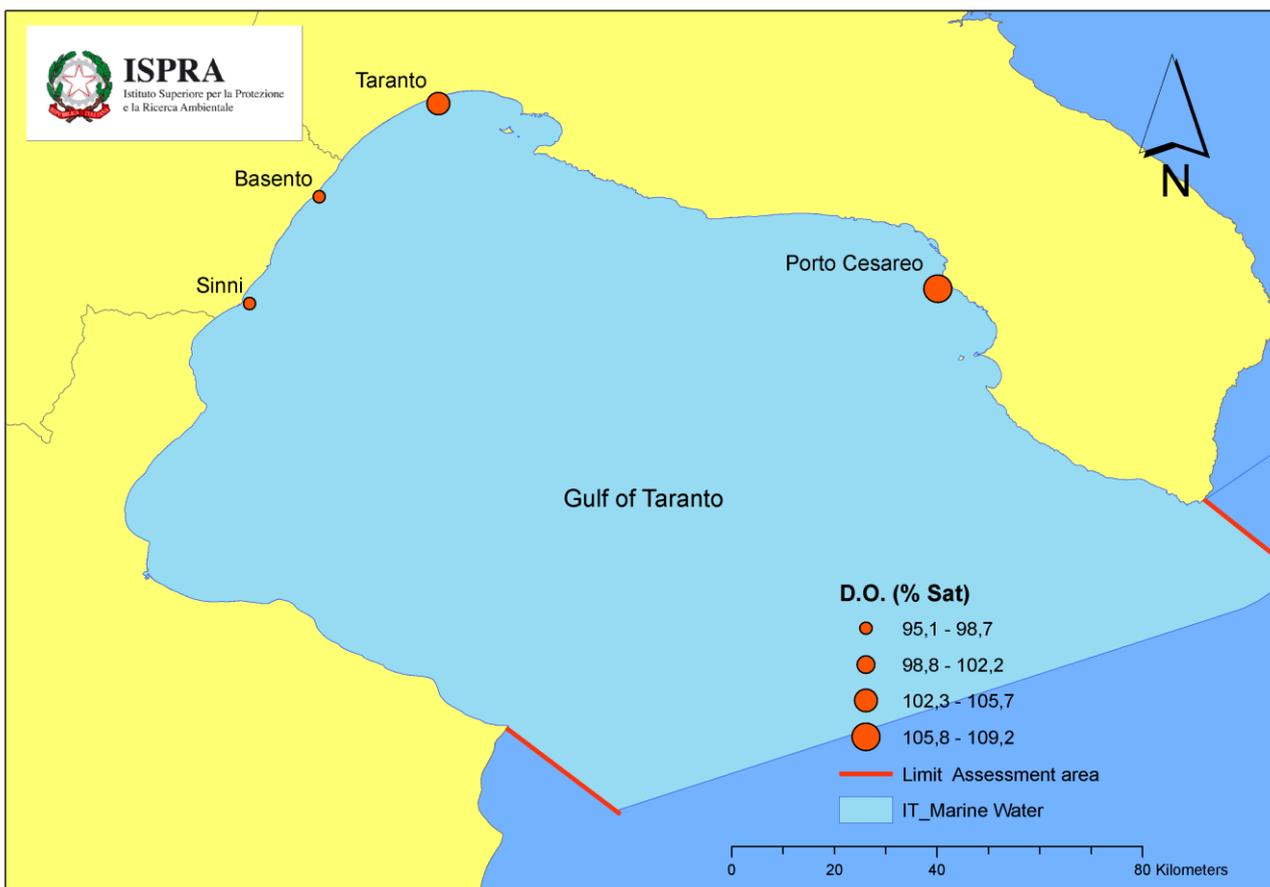
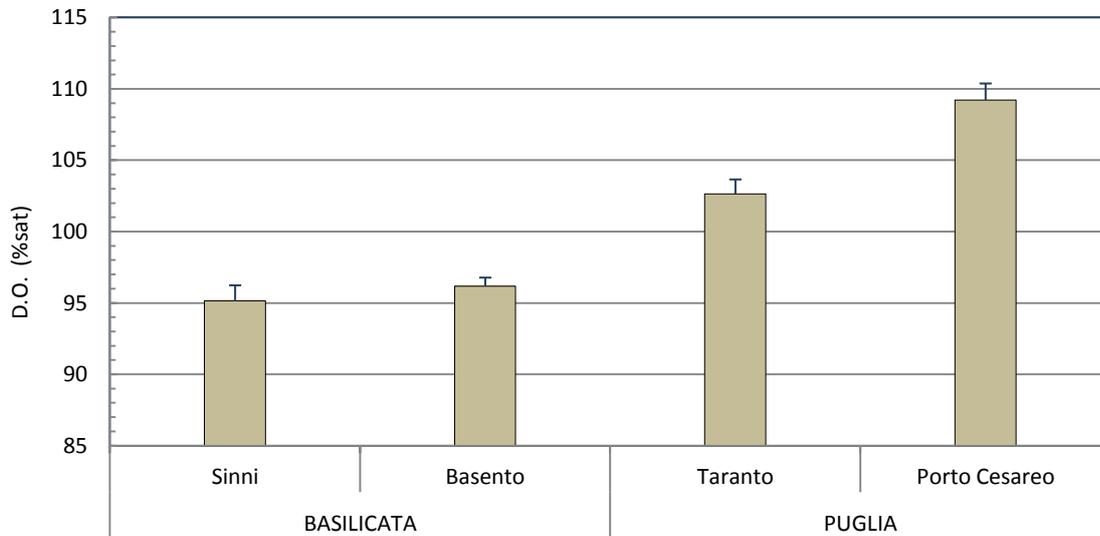


Figura 67. Andamento spaziale delle medie annuali + errore standard dell'ossigeno disciolto, espresso in percentuale di saturazione (% sat), nell'area di valutazione 'Golfo di Taranto' per il periodo 2001-2009 (in alto). In basso, mappa GIS delle concentrazioni medie annuali di ossigeno disciolto (% sat) con ubicazione delle stazioni di rilevamento. Fonte dati: Banca dati Si.di.Mar. del MATTM.

Stato trofico

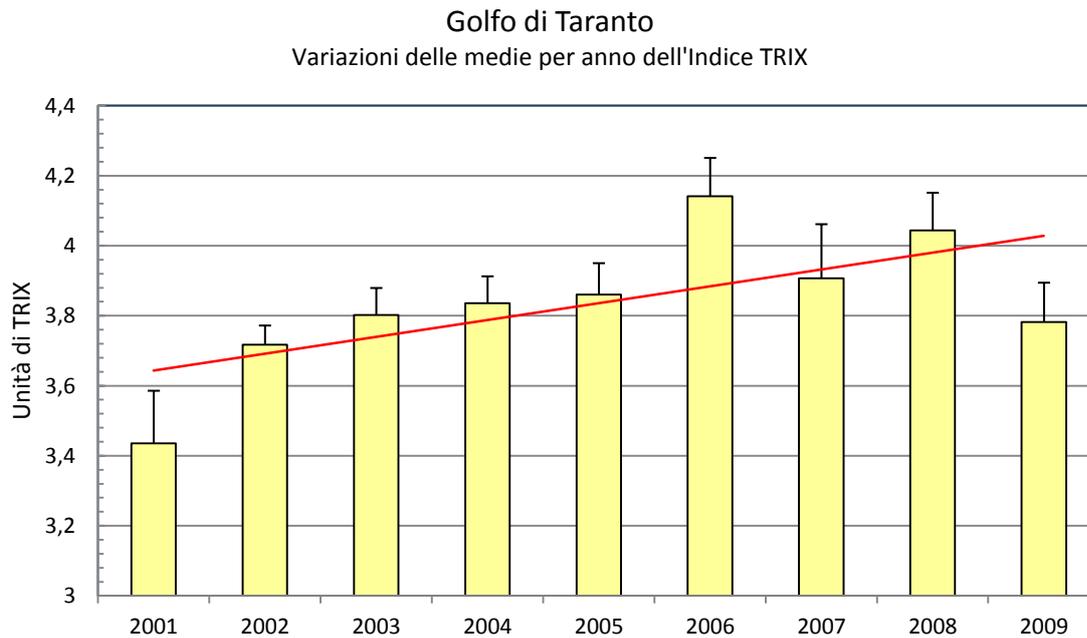


Figura 68. Andamento temporale delle medie annuali dell'Indice TRIX nell'area di valutazione 'Golfo di Taranto'. La linea rossa rappresenta la linea di tendenza per gli anni considerati (2001-2009). Fonte dati: Banca dati Si.di.Mar. del MATTM.

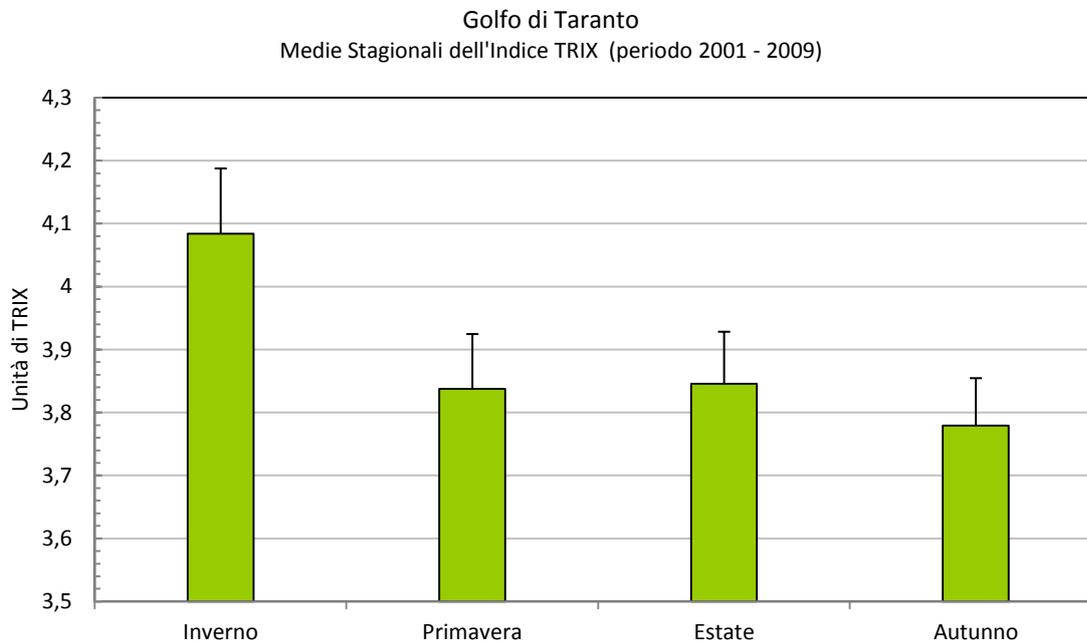


Figura 69. Valori medi stagionali + errore standard dell'Indice TRIX nell'area di valutazione 'Golfo di Taranto' per gli anni 2001-2009. Fonte dati: Banca dati Si.di.Mar. del MATTM.

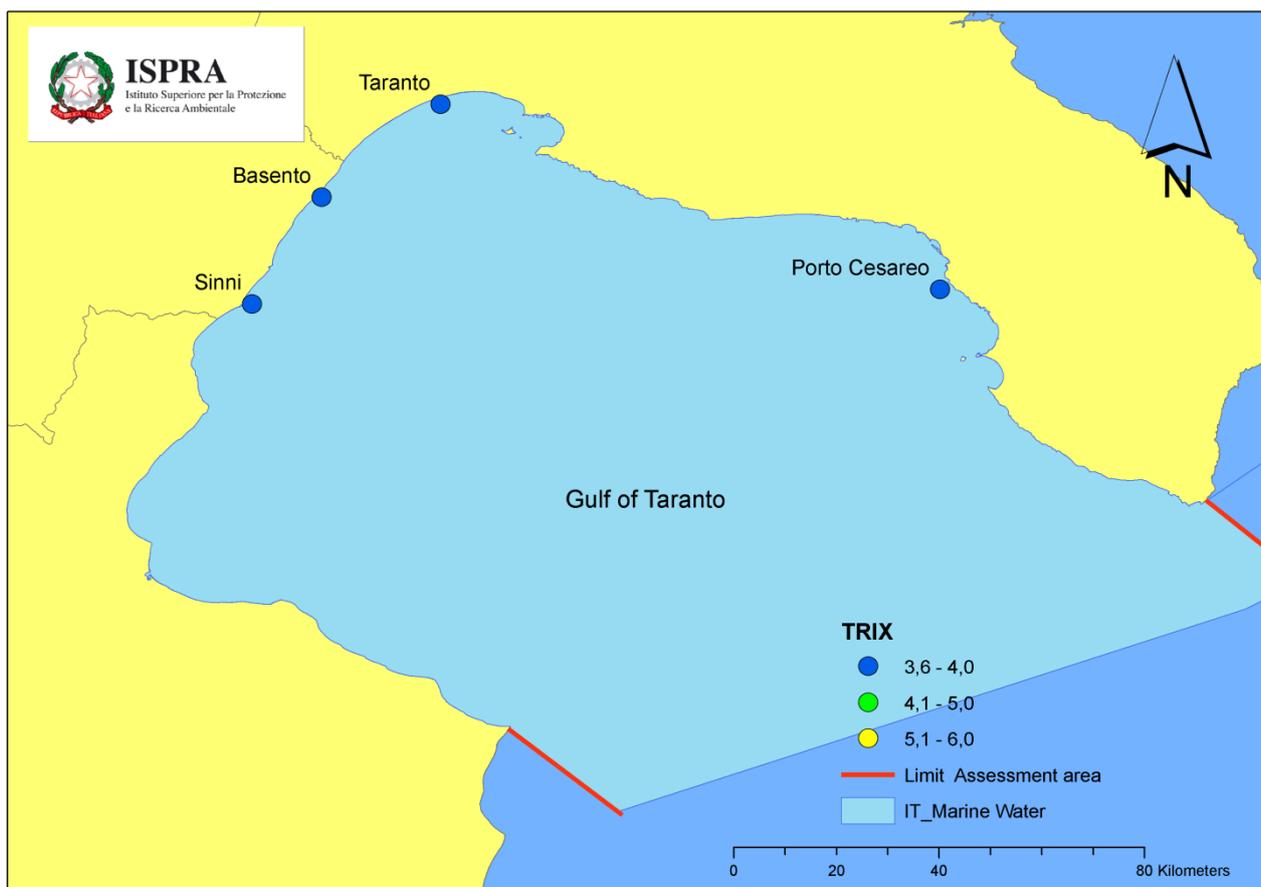
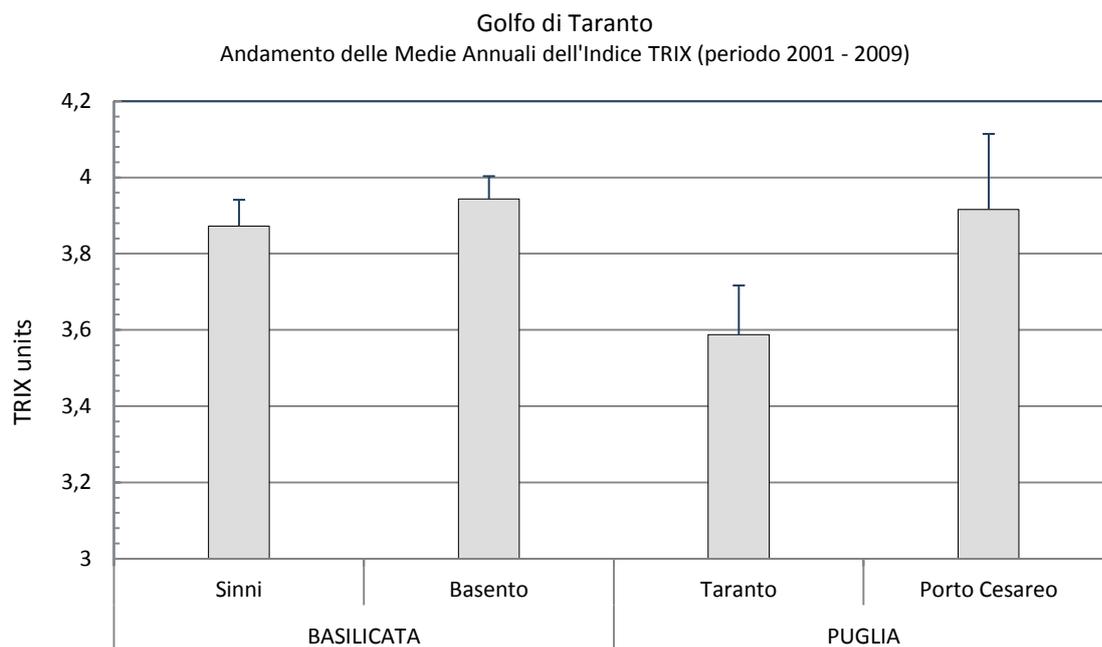


Figura 70. Andamento spaziale delle medie annuali + errore standard dell'Indice TRIX nell'area di valutazione 'Golfo di Taranto' per gli anni 2001-2009 (in alto). In basso, mappa GIS delle medie annuali di TRIX con ubicazione delle stazioni. Fonte dati: Banca dati Si.di.Mar. del MATTM.



ISPRA

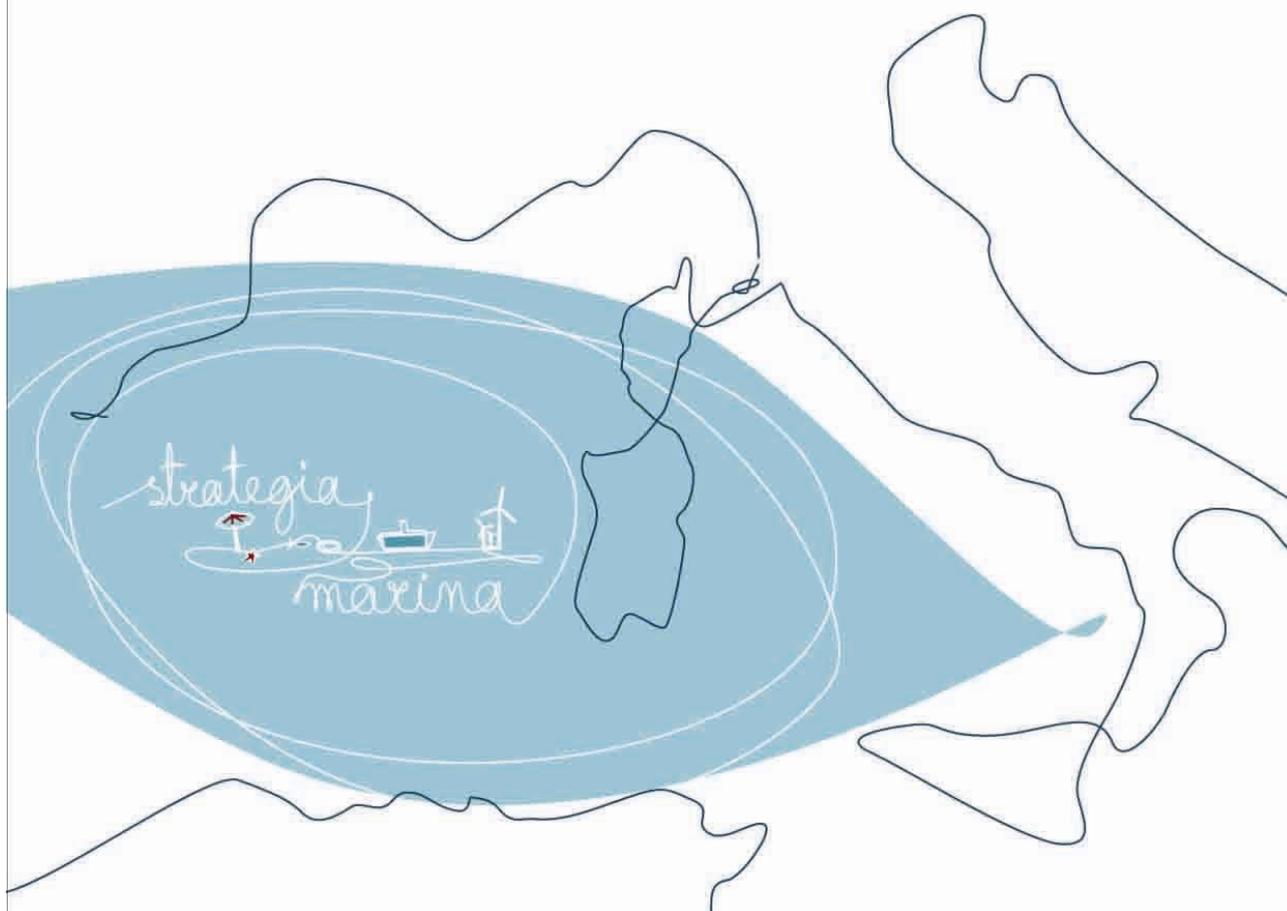
Istituto Superiore per la Protezione
e la Ricerca Ambientale

STRATEGIA PER L'AMBIENTE MARINO

Valutazione Iniziale

SOTTOREGIONE MEDITERRANEO OCCIDENTALE

ARRICCHIMENTO DI NUTRIENTI E
SOSTANZA ORGANICA



6.4 Arricchimento di nutrienti e sostanze organiche

6.4.1 PREMESSA

Secondo gli attuali orientamenti comunitari (Direttiva 2000/60/EC e Direttiva 2008/56/EC), l'eutrofizzazione è un processo causato dall'arricchimento in nutrienti, in particolare composti dell'azoto e/o del fosforo, che determina un aumento della produzione primaria e della biomassa algale, alterazioni delle comunità bentoniche e diminuzione della qualità delle acque. Le conseguenze dell'eutrofizzazione sono considerate negative se determinano un degrado della salute degli ecosistemi e/o una riduzione dell'uso sostenibile di beni e servizi.

La Decisione della Commissione Europea del 1° settembre 2010 sui criteri e gli standard metodologici per la definizione del Buono Stato Ambientale (*Good Environmental Status* o GES) sottolinea come la valutazione dell'eutrofizzazione delle acque marine per la Direttiva 2008/56/EC debba essere in linea con quanto definito per le acque costiere e di transizione dalla Direttiva 2000/60/EC, nonché presentare una combinazione di informazioni su livelli dei nutrienti (concentrazioni nell'ambiente marino) ed effetti primari e secondari dell'arricchimento in nutrienti che siano ecologicamente rilevanti.

Ai fini del raggiungimento del GES e della definizione dei traguardi ambientali per il Descrittore Eutrofizzazione, risulta pertanto utile prendere in considerazione la tipizzazione idrologica delle acque costiere messa a punto per i corpi idrici *sensu* Direttiva 2000/60/EC (cfr. D.M. n. 131/2008 sulla definizione delle tipologie, identificazione dei corpi idrici e analisi delle pressioni) (Figura 1) nonché l'Indice Trofico TRIX quale indice sintetico di stato trofico (cfr. D.M. n. 260/2010 sulla classificazione dei corpi idrici superficiali). L'Indice TRIX, in quanto combinazione lineare dei parametri azoto inorganico disciolto (DIN), fosforo totale (TP), clorofilla 'a' (chl 'a') e ossigeno disciolto (D.O.%, come deviazione dal 100% di saturazione), è un indice che comprende sia i livelli di concentrazione dei nutrienti (DIN e TP) che gli effetti diretti (chl 'a') e indiretti (D.O. %) di un arricchimento in nutrienti e sostanza organica.

6.4.2 Identificazione delle aree di valutazione

La identificazione delle aree di valutazione per le sottoregioni Mar Mediterraneo occidentale e Mar Adriatico è stata basata sulla analisi della distribuzione spaziale del 90° percentile della clorofilla 'a' ottenuta da dati satellitari (Figura 2 e Figura 23). La clorofilla 'a' è un parametro fondamentale di stato trofico in quanto indicatore di biomassa fitoplanctonica, nonché è parametro indicatore di impatto diretto di arricchimento in nutrienti secondo l'impostazione di reporting MSFD. L'estensione delle aree identificate arriva al limite delle acque territoriali ed è sufficientemente ampia da comprendere zone aventi impatto non elevato, così che all'interno di ciascuna area possa essere presente un gradiente di impatto.

I dati satellitari (MERIS, MERIS-MODIS) sono stati forniti dalla ditta Planetek s.r.l. e sono riferiti per il Mar Tirreno all'arco temporale gennaio 2007-dicembre 2011 e per il Mar Adriatico al periodo febbraio 2006-marzo 2012 (manca il mese di gennaio 2012). La risoluzione spaziale è pari a 1 km e la risoluzione temporale è la media mensile. Il 90° percentile è stato calcolato dopo una trasformazione log-normale delle medie mensili dei dati disponibili, pari a 60 record. Il calcolo della percentuale di area di valutazione soggetta all'impatto dovuto all'arricchimento in nutrienti e sostanza organica verrà effettuato a breve proprio sulla base dei dati satellitari di chl 'a', in quanto sono gli unici dati disponibili aventi una adeguata copertura spaziale e temporale. **I dati attualmente disponibili corrispondenti alle misure puntuali degli altri parametri trofici sono riferibili esclusivamente alla fascia costiera entro i 3 km** (Banca dati Si.di.Mar. del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, di seguito denominato MATTM), **e quindi risultano meno idonei a valutazioni accurate sulla % di area soggetta alla pressione.**

La metodologia che verrà usata per il calcolo della % di area di valutazione soggetta alla pressione comprende i seguenti *step*:

- a) definizione di una soglia di concentrazione di clorofilla 'a' al di sotto della quale si considera l'impatto trascurabile. Tale soglia viene fissata dopo una opportuna taratura con i valori di salinità. Il valore di salinità sarebbe particolarmente indicato a definire le pressioni, ma ad oggi non vi sono dati di salinità con risoluzioni spaziali sufficienti (di almeno 1Km).

- b) Il valore soglia fissato è pari a 0.2 µg/L di clorofilla 'a', che generalmente corrisponde a un valore finale di diluizione pari a circa il 5% dell'acqua dolce proveniente dal continente.
- c) Se indichiamo con S_i l'area di valutazione impattata e con S_a la superficie totale dell'area, la percentuale di area impattata sarà data da:

$$(S_i/S_a) \cdot 100$$

La misura di S_i ed S_a è discreta ed è data dal numero di quadrati di 1Km (risoluzione spaziale dei dati) contenuti nell'area di valutazione.

Per la sottoregione Mar Ionio e Mar Mediterraneo Centrale, non essendo disponibili dati satellitari, la identificazione delle aree di valutazione è basata sui dati puntuali di clorofilla e nutrienti (banca dati Si.di.Mar del MATTM) ed *expert judgement*.

6.4.3 Informazioni e dati

Le informazioni e i dati elaborati nella presente bozza di report, in aggiunta ai dati satellitari, sono quelli già disponibili in ISPRA e sono riferibili a

- SINTAI:

1) carichi di azoto e fosforo provenienti dai principali bacini afferenti e portate di riferimento misurate alla sezione di chiusura di ciascun bacino. In generale, **l'elenco dei bacini considerati deve essere sicuramente aggiornato. Alcune aree non sono coperte o solo parzialmente coperte.** Dove possibile (Alto Adriatico, Arno, Tevere), è stato ricostruito il trend dei carichi con le portate medie annue dal 2003 al 2010.

2) Informazioni relative agli impianti di trattamento acque reflue urbane situati entro la fascia dei 20 km dalla riva del mare. I dati, peraltro forniti dalle Regioni, si riferiscono agli abitanti serviti, alle portate trattate, alla tipologia di trattamento (solo secondario o anche terziario) e ai carichi di N e P scaricati. Questi carichi sono da intendersi come contributo dal comparto civile relativamente alla sola fascia costiera, da aggiungersi a quello proveniente dai fiumi.

- Banca Dati Si.di.Mar.:

3) L'accesso a questa banca dati ha consentito di elaborare i principali parametri di stato trofico delle acque, nell'ordine: Azoto Disciolto Inorganico (DIN) e Azoto Totale, Fosforo ortofosfato e Fosforo Totale, Trasparenza (come Disco Secchi), Clorofilla 'a', Ossigeno Disciolto (sia come concentrazione che come % di saturazione)¹. Le elaborazioni hanno comunque riguardato anche i parametri idrologici (T °C, S (psu), Densità (sigma_t), Fattore di diluizione (F%) e Indice TRIX a misura del livello trofico.

4) Sono stati presi in considerazione tutti i dati Si.di.Mar., per il periodo 2001-2009, tenendo conto che il monitoraggio marino costiero ai sensi della legge 979/89 "Difesa del Mare" (condotto dalle 15 Regioni marittime in convenzione con il MATTM-DPN) ha riguardato la fascia dei tre km dalla riva, secondo transetti perpendicolari alla costa, con stazioni in genere situate a 500, 1000, e 3000 m dalla riva. I dati del 2007, anno di interruzione delle Convenzioni, non coprono l'intero arco annuale, mentre il 2008-2009 è in realtà da intendersi come il periodo da Luglio 2008 a Giugno 2009.

5) I diversi diagrammi riportati si riferiscono alle medie dei valori dei singoli parametri, relativi a tutto il transetto, senza distinzione rispetto alla distanza dalla riva e considerando soltanto le misure di superficie (0,5 m). Per ciascuna area di valutazione, sono presentate tre tipologie di elaborati grafici: a) variazioni delle medie per anno (con retta di tendenza), b) variazioni delle medie stagionali, calcolate su tutto il

¹ Per quanto riguarda l'arricchimento della sostanza organica in mare, parametro presente nel *reporting sheet* MSFD, non ha molto senso misurare tale sostanza attraverso misure di BOD. Osserviamo però che il parametro Ossigeno Disciolto (come % di saturazione) è un ottimo indicatore sia dei processi di sintesi in atto (produzione della sostanza organica attraverso la fotosintesi con produzione di Ossigeno), sia dei processi di degradazione della sostanza organica (ossidazione e mineralizzazione con conseguente consumo di Ossigeno). Quanto più intensi saranno questi due processi, tanto più elevato risulterà lo scostamento dal 100% di saturazione dell'Ossigeno disciolto nella colonna d'acqua, in termini di sovrasaturazione o sottosaturazione, rispettivamente.

periodo considerato (2001-2009), c) andamenti delle medie relative al periodo 2001-2009 per ciascun transetto di campionamento e misura.

6) Per i parametri di stato trofico (Nutrienti nelle varie forme, Clorofilla 'a', Disco Secchi) la media è da intendersi come media geometrica, più rappresentativa come momento centrale rispetto alla media aritmetica. Le distribuzioni di questi parametri sono infatti meglio approssimate dalla curva di tipo log-normale. Nel caso dell'Ossigeno Disciolto (e anche dell'indice TRIX e dei parametri idrologici) le distribuzioni sono meglio approssimate dalla curva normale e quindi per questi parametri è stata utilizzata la media aritmetica.

7) Infine, in tutti i diagrammi, la rappresentazione grafica delle medie viene sempre accompagnata dalla misura dell'errore standard: $\bar{x} + e.s$ con $\left(e.s. = \frac{d.s.}{\sqrt{N}} \right)$. Si è preferito utilizzare questo parametro statistico

rispetto alla classica notazione: $\bar{x} \pm d.s$ (dove d.s. è la deviazione standard), in quanto si ritiene più utile per gli obiettivi della MSFD rappresentare il *range* in cui oscilla la vera media, piuttosto che la dispersione di singoli dati intorno alle medie di una distribuzione.

6.4.4 Ulteriori dati da acquisire e/o elaborare

Ulteriori dati saranno presentati nel report finale sui **carichi di nutrienti relativamente a deposizione atmosferica, scarichi di acque di strato da piattaforme offshore e fonti di acquacoltura/maricoltura.**

Per le fonti di acquacoltura/maricoltura, l'input di nutrienti potrà essere rilevato o stimato utilizzando tre fonti principali:

1) Dati ISPRA - Nell'ambito di attività di ricerca e monitoraggio portate avanti dal 2001, ISPRA ha direttamente campionato matrici abiotiche e analizzato ed elaborato i dati relativi all'arricchimento organico (azoto, fosforo, carbonio in acqua e sedimento) derivante dagli impianti di acquacoltura. I dati sono riferiti all'area del Tirreno centrale e dell' Adriatico meridionale.

2) Dati di letteratura - Una seconda fonte di dati è rappresentata dalla letteratura scientifica di riferimento in cui sono reperibili dati relativi all'input di nutrienti in acqua e sedimento, a volte associati a dati zootecnici quali biomassa allevata e mangime utilizzato. Rispetto a quest'aspetto ISPRA ha predisposto un modulo per la raccolta dati, dove sono portati a sintesi ragionata tutti i dati di letteratura specifica riguardanti l'input di nutrienti da attività d'acquacoltura nelle acque costiere italiane, dal 2000 ad oggi.

3) Modelli predittivi - Una terza fonte di dati è rappresentata dai risultati dei modelli matematici predittivi in grado di fornire stime sull'input di nutrienti da acquacoltura. I modelli si basano su dati di tipo zootecnico (specie allevate, biomassa in allevamento, mangime, ecc e ambientali (temperatura, correnti). L'applicazione di detti modelli consentirà una stima di input di nutrienti derivanti da attività di acquacoltura in tutti quegli impianti censiti ai sensi del Regolamento CE 762/2008 (progetto finanziato dal Ministero delle Politiche Agricole , Alimentari e Forestali, affidato all'UNIMAR) e/o degli impianti inseriti nell'anagrafe nazionale delle aziende, degli allevamenti e delle imprese di acquacoltura sulla base di quanto stabilito dal Decreto del Ministero della Salute dell'8 luglio 2010 che recepisce la direttiva 88/2006/CE sull'anagrafe degli impianti.

Nei confronti dei suddetti Ministeri, ISPRA ha inviato formali richieste di accesso alle rispettive banche dati. Tale attività consentirà di fornire dati sugli input di nutrienti da fonti di acquacoltura/maricoltura in tutte le aree di valutazione individuate.

Per quanto riguarda l'utilizzo dell'indicatore di impatto 'fioriture algali potenzialmente tossiche e nocive', sarà effettuata una verifica del possibile impiego di specie fitoplanctoniche indicatrici, anche non tossiche, che possano essere riconducibili ad un arricchimento in nutrienti e sostanza organica di origine antropica.

6.4.5 AREA DI VALUTAZIONE

Nella Sottoregione Mar Mediterraneo occidentale sono state preliminarmente individuate 4 aree di valutazione: Mar Tirreno settentrionale e Mar Ligure, Mar Tirreno Centrale, Mar Tirreno Meridionale e Sardegna (Figura 3)

L'area di valutazione 'Mar Tirreno meridionale' è stata prescelta quale esempio di area appartenente alla sottoregione Mar Mediterraneo occidentale per cui si effettua la valutazione nella presente bozza di report.

6.4.6 INFORMAZIONE UTILIZZATA

Brief description of overall pressure - nutrient and organic matter enrichment

In corso di elaborazione

Soggetti detentori di dati individuati: [elenco sintetico]

Vedi premessa

Dati e metodi:

vedi premessa

Analisi

In corso di elaborazione

Input loads

Carichi di azoto e fosforo

Per quest'area di valutazione sono stati considerati i dati relativi agli apporti provenienti dai bacini costieri (Figura 4, Tabella 1). In termini di portate, risultano preponderanti quelle dei fiumi Sele e Volturno (tra 80 e 100 mc/sec). Gli altri fiumi presentano portate inferiori ai 10 mc/sec.

La Figura 6 riporta invece l'ubicazione degli impianti di trattamento delle acque reflue urbane, che sono stati presi in considerazione per la valutazione dei carichi di N e P dal comparto civile.

Per gli apporti dai bacini fluviali (Figura 5), è disponibile solo il dato relativo al carico di fosforo, con massimi (circa 250 t/anno) da riferire al f. Volturno. Da sottolineare il notevole contributo del f. Sarno (circa 200 t/anno), pur con portate medie intorno ai 10 mc/sec. Risulta invece preponderante rispetto al carico proveniente dai fiumi, il contributo degli impianti di depurazione, che complessivamente risulta di 16482 t/anno di azoto e 4730 t/anno di Fosforo.

Apporti fluviali : information gap

Input load of organic matter (current) (within assessment areas)

Information gap

Soggetti detentori di dati individuati: Information gap

Dati e metodi: Information gap

Analisi: Information gap

Level of pressure

Concentrazioni di nutrienti nell'ambiente marino

L'andamento delle medie annuali dei parametri azoto e fosforo (Figura 7) è abbastanza costante e simile per i due nutrienti. Una diminuzione delle concentrazioni medie è ben evidenziabile negli anni 2008-09. Analogο comportamento si evince dalle Figure 8 e 9 che riportano le concentrazioni medie stagionali. I due nutrienti seguono andamenti molto simili. I valori massimi di concentrazione si rilevano nella stagione invernale in concomitanza con le elevate portate fluviali.

Dal punto di vista spaziale (Figure 10 e 11) i massimi di concentrazione sono rilevabili sia per l'azoto che per il fosforo in corrispondenza della foce Volturno e della foce Sarno. Le concentrazioni rilevate nella restante parte dell'area (Golfo di Salerno) sono molto più basse e caratteristiche di zone costiere oligotrofiche.

Mancanza di dati oltre i 3000m dalla costa: information gap

Spatial distribution and intensity of organic matter concentrations in the environment (within assessment areas) (current): Information gap

Soggetti detentori di dati individuati: Information gap

Dati e metodi: Information gap

Analisi: Information gap

Impatti

Effetti diretti dell'arricchimento in nutrienti

Clorofilla 'a'

Dall'andamento delle medie annuali di clorofilla 'a' (Figura 12), si evidenziano valori elevati corrispondenti agli anni dal periodo 2003-2006 con concentrazioni che superano 1 µg/L. Nel periodo successivo i valori si stabilizzano intorno a 0.5-0.6 µg/L., con un nuovo aumento per quanto riguarda l'anno 2009.

La Figura 13, che riporta le medie rilevate per ciascuna stazione, mostra un massimo di concentrazione di 1.2 µg/L in corrispondenza di Portici, ma valori elevati si riscontrano anche nelle stazioni in prossimità della foce dei fiumi Sarno e Volturno. Nel Golfo di Salerno in direzione Nord-Sud, la concentrazione di clorofilla 'a' diminuisce gradualmente fino a raggiungere il minimo nella stazione di Camerota con un valore inferiore allo 0.1 µg/L.

Considerando le medie stagionali della clorofilla 'a' in relazione ai valori assunti dal parametro trasparenza, (Figura 14), i valori più bassi, intorno a 0.5 µg/L, si riscontrano in inverno ed autunno e corrispondono a due periodi di stasi dei cicli algali. I valori più alti, superiori a 1.5 µg/L, si registrano invece in primavera e maggiormente in estate con conseguente diminuzione della trasparenza.

Trasparenza

Osservando la Figura 15 relativa alle medie annuali della trasparenza, i valori presentano andamenti opposti rispetto alla concentrazione di clorofilla 'a'. I valori minori di trasparenza si registrano nel periodo da maggio a settembre (primavera-estate) con un minimo di poco superiore ai 6 m. Dal punto di vista spaziale (Figura 16), il parametro trasparenza mostra i valori più elevati nelle stazioni di Punta Tresino e Punta Licosa (circa 12 m). I valori più bassi si osservano in corrispondenza delle foci dei fiumi Volturno e Sarno, quando anche le concentrazioni di clorofilla 'a' sono massime.

La tendenza delle distribuzioni stagionali è caratterizzata da valori elevati in inverno ed autunno con massimi che superano i 7 m.

Impatti

Effetti indiretti dell'arricchimento in nutrienti

Ossigeno Disciolto

Le variazioni delle medie annuali della percentuale di saturazione dell'ossigeno disciolto mostrano una forte fluttuazione dei valori con un minimo nel 2004 di circa 93%, mentre nel 2009 si riscontrano valori di sovrasaturazione superiori al 105% (Figura 17).

L'andamento delle medie stagionali (Figura 18) mostra valori stabilmente al di sopra del 100% di saturazione per tutto il periodo che va da marzo a settembre con due minimi significativi: il primo a febbraio e il secondo a ottobre (90%). E' interessante confrontare questo andamento con quello della clorofilla 'a', che permette di individuare periodi di interruzione dei cicli algali nei periodi contraddistinti da valori di saturazione mediamente bassi. In particolare la caduta di saturazione che si riscontra in autunno è

probabilmente dovuta all'intensa attività di mineralizzazione a differenza dei bassi valori invernali dovuti agli apporti dai fiumi di sostanza organica ossidabile.

Analizzando la Figura 19 relativa alle medie per stazione, il punto più critico per le condizioni di ossigenazione si rivela l'area corrispondente alla foce del fiume Sarno, con un valore di sottosaturazione del 94%.

Stato trofico

Indice TRIX

Nella Figura 22 è rappresentato l'andamento dell'Indice TRIX a misura dei livelli trofici rilevati in corrispondenza delle diverse stazioni. Si riscontrano condizioni di mesotrofia (tra 4 e 5 unità di TRIX) all'interno del Golfo di Napoli con valori prossimi all'eutrofia (TRIX > 5) in corrispondenza della foce del Sarno.

La restante parte dell'area (Golfo di Salerno) è caratterizzata da valori di TRIX minori di 3 unità, valori tipici di acque scarsamente produttive (oligotrofia).

La variabilità interannuale del TRIX (Figura 20) è comunque notevole: da un minimo di 3.4 unità nel 2001 ad un massimo di 4.2 unità nel 2004, come medie calcolate su tutto il set dei dati.

Significativa è anche la variabilità stagionale (Figura 21): la stagione con i valori maggiori è la primavera (TRIX > 4), mentre in autunno i valori medi sono inferiori a 3.5 unità in concomitanza con la stasi dei cicli algali.

Analisi:

Water column habitat

Description of the direct impacts (diatom to flagellate ratio, benthic to pelagic shifts, bloom events of toxic algal blooms): information gap

List of predominant habitats and functional groups (water column) that are impacted (adversely affected) by nutrient and organic matter enrichment in the assessment areas: information gap

Sea bed habitat

Description of the direct impacts

Abundance of opportunistic macroalgae: dati parziali (L. 979/82; DLgs 152/06) da elaborare.

Species shift in floristic composition, benthic to pelagic shifts: information gap

Description of indirect impacts (abundance of perennial seaweeds and seagrasses adversely impacted by decrease in water transparency, dissolved oxygen and increased organic matter deposition): information gap

List of predominant habitats and functional groups (seabed) that are impacted (adversely affected) by the pressure in the assessment areas: information gap

Attività

Una descrizione del peso delle singole attività antropiche che determinano la pressione 'arricchimento in nutrienti e sostanza organica' verrà effettuata nel report finale, allorquando sarà disponibile una stima dei carichi provenienti da tutte le fonti rilevanti (es. deposizione atmosferica e acquacoltura/maricoltura in aggiunta a input fluviali e carichi da reflui urbani, illustrati nella presente bozza di report).

Figura 1. Tipizzazione delle acque marino costiere italiane sulla base dell'idrologia costiera (D.M. n. 131/2008). Fonte: elaborazione ISPRA su dati della banca dati Si.Di.Mar. del MATTM.



Figura 1. Tipizzazione delle acque marino costiere italiane sulla base dell'idrologia costiera (D.M. n. 131/2008). Fonte: elaborazione ISPRA su dati della banca dati Si.Di.Mar. del MATTM.

AREA DI VALUTAZIONE

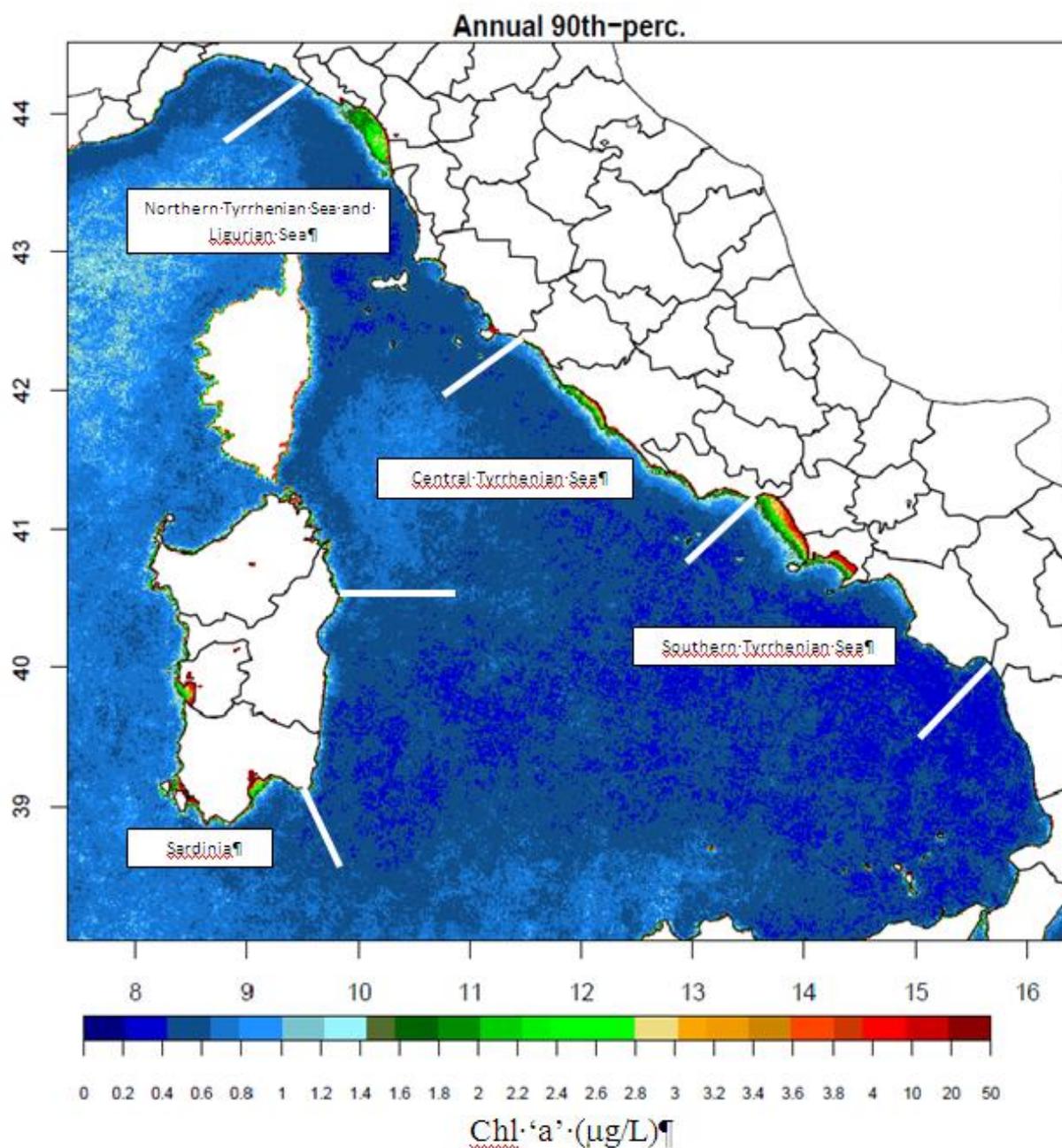


Figura 2. Elaborazione dei dati satellitari MERIS, MERIS-MODIS: distribuzione del 90° percentile della media annuale di Clorofilla 'a' (in µg/L) per gli anni 2007-2011 nella sottoregione Mar Mediterraneo occidentale. Tali elaborazioni sono state utilizzate per la definizione delle aree di valutazione. (Fonte dati: Planetek s.r.l.).



Figura 3. Aree di valutazione per il reporting MSFD sull'arricchimento in nutrienti e sostanza organica. La freccia rossa indica l'area 'Mar Tirreno Meridionale', per la quale si effettua la valutazione nella presente bozza di report quale esempio della sottoregione Mar Mediterraneo occidentale.

INFORMAZIONE UTILIZZATA

Carichi di azoto e fosforo

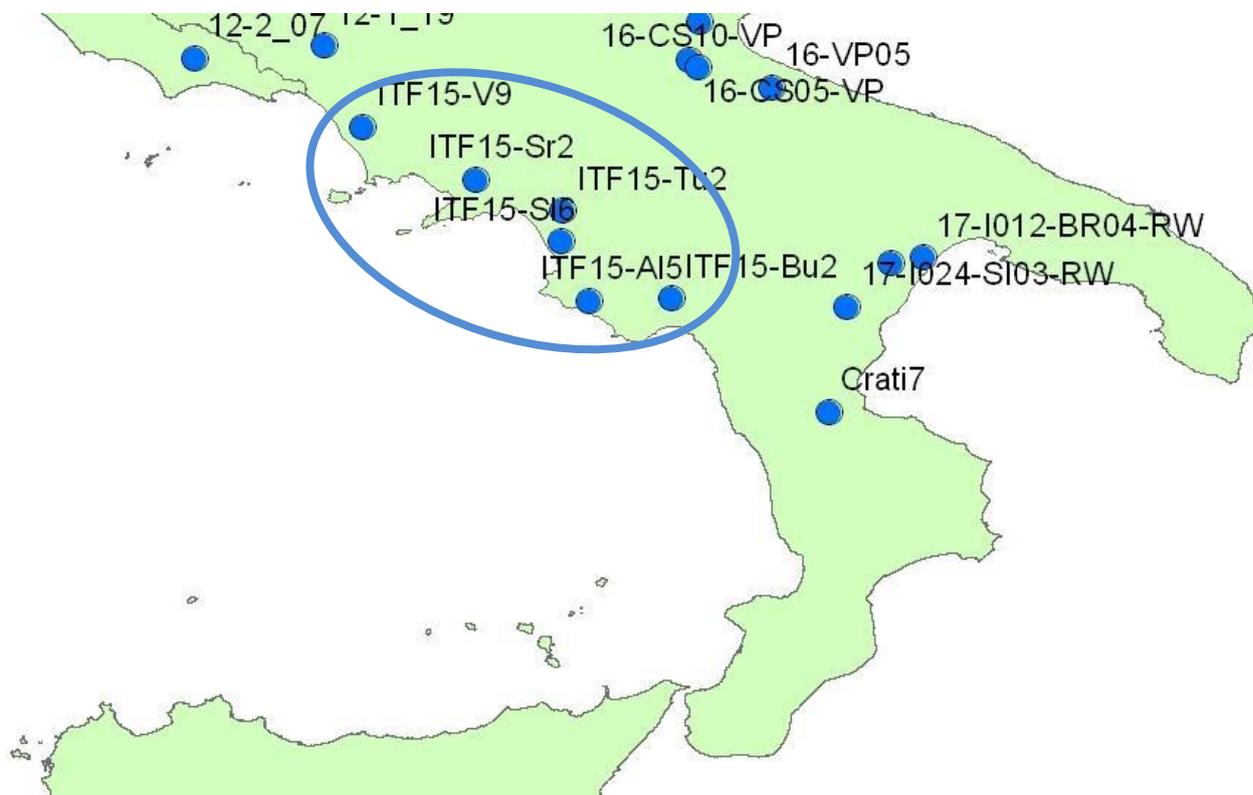


Figura 4. Punti stazione (nell'ovale) per la determinazione dei carichi di azoto e fosforo da fonti fluviali nell'area di valutazione 'Mar Tirreno meridionale', sottoregione Mar Mediterraneo occidentale. (Fonte: SINTAI)

Tabella 1. Denominazione stazioni di cui alla Figura 4.

CODICE STAZIONE	REGIONE	DENOMINAZIONE STAZIONE
ITF15-AI5	Campania	Alento a Casalvelino
ITF15-Bu2	Campania	Bussento a Caselle in Pittari (San Donato)
ITF15-SI6	Campania	Sele a Albanella
ITF15-Sr2	Campania	Sarno a San Valentino Torio
ITF15-Tu2	Campania	Tusciano a Olevano (a valle C.le)
ITF15-V9	Campania	Volturno a Cancellò Arnone

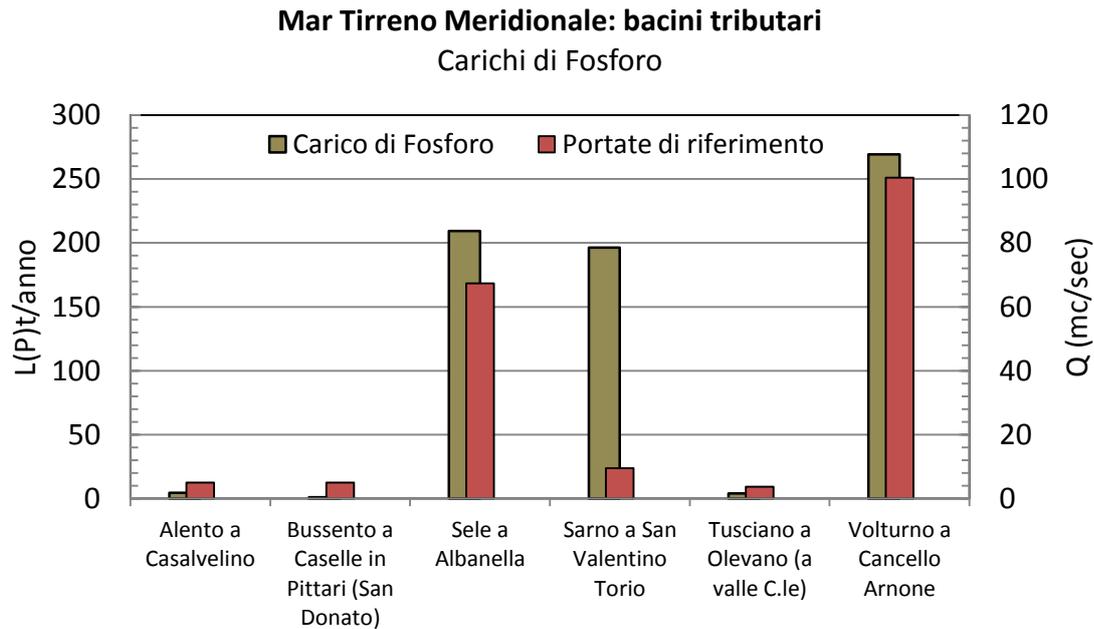


Figura 5. Media annuale dei carichi di fosforo (t/anno) calcolata per il periodo 2008-2010 e portata di riferimento (mc/sec) dei principali bacini dell'area di valutazione 'Mar Tirreno Meridionale'. I dati di portata sono riferiti alla serie storica 1921-1970. (Fonte: SINTAI)

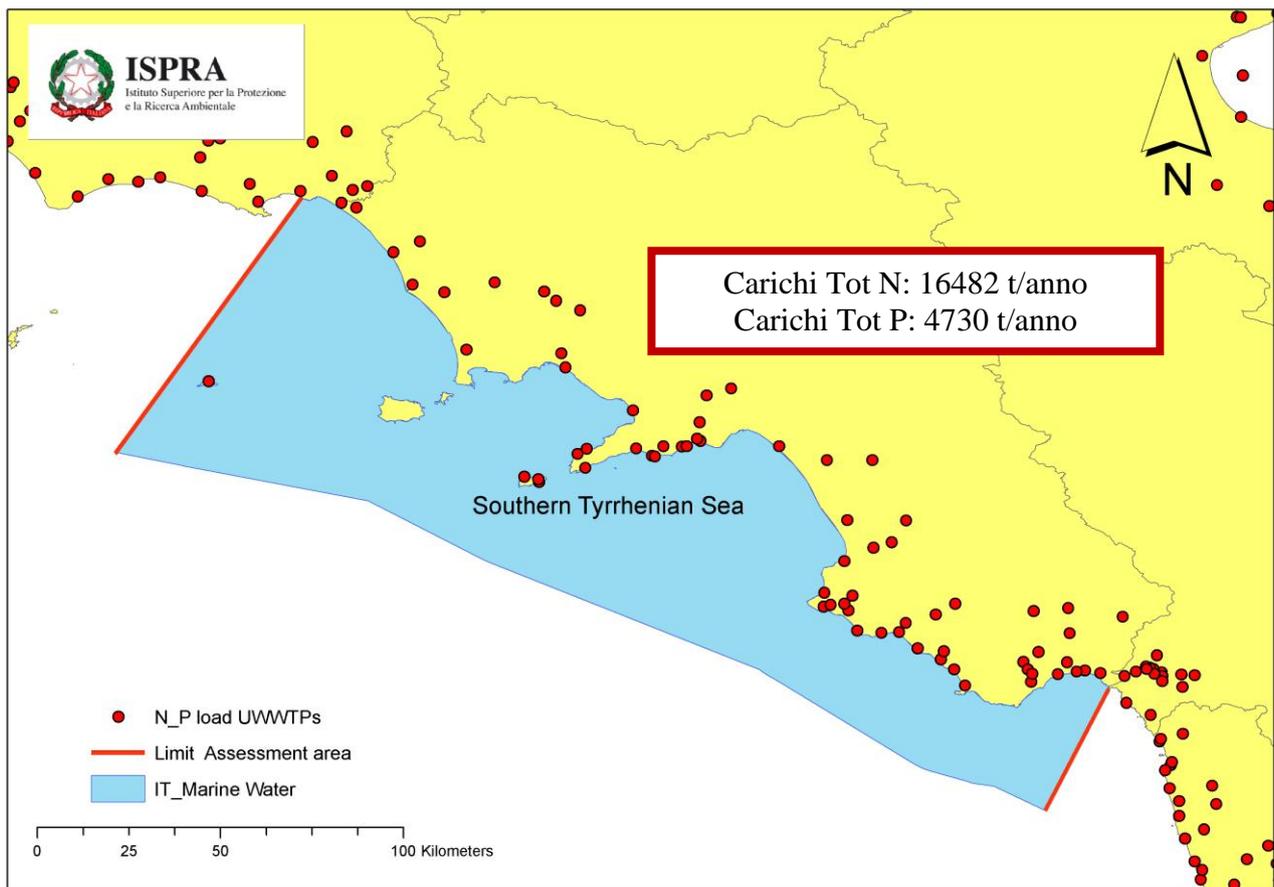


Figura 6. Ubicazione degli impianti di depurazione e/o sistemi di collettamento utilizzati per la stima dei carichi di azoto e fosforo da fonti urbane nell'area di valutazione 'Mar Tirreno Meridionale'. Nel riquadro rosso, viene riportato il dato complessivo di carichi di azoto e fosforo (t/anno) stimati con riferimento alla data del 31 dicembre 2009. (Fonte: SINTAI).

Concentrazione di nutrienti nell'ambiente marino

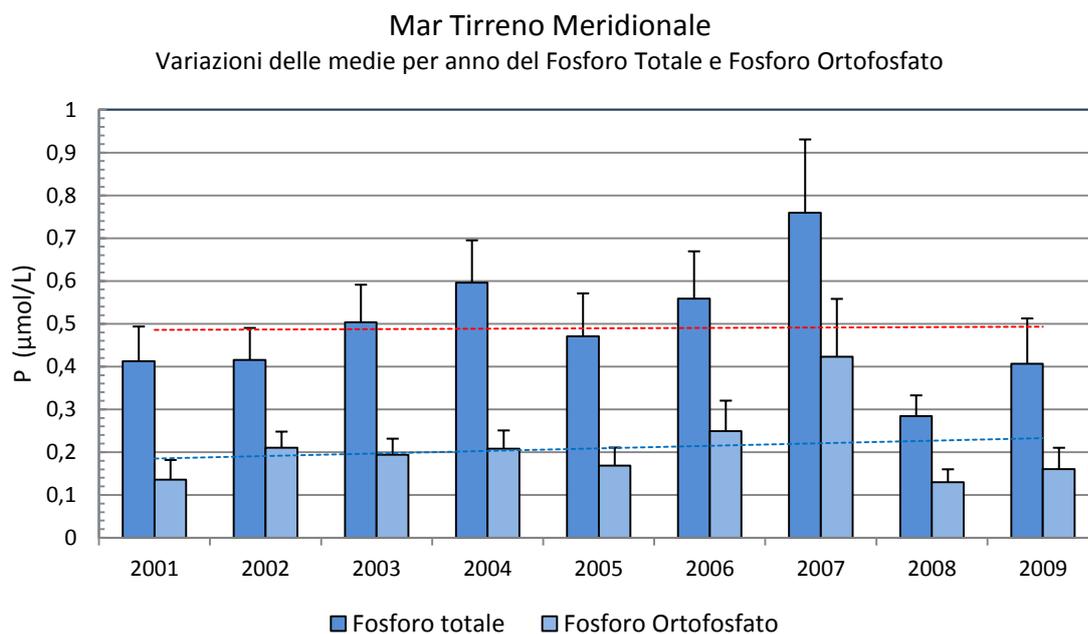
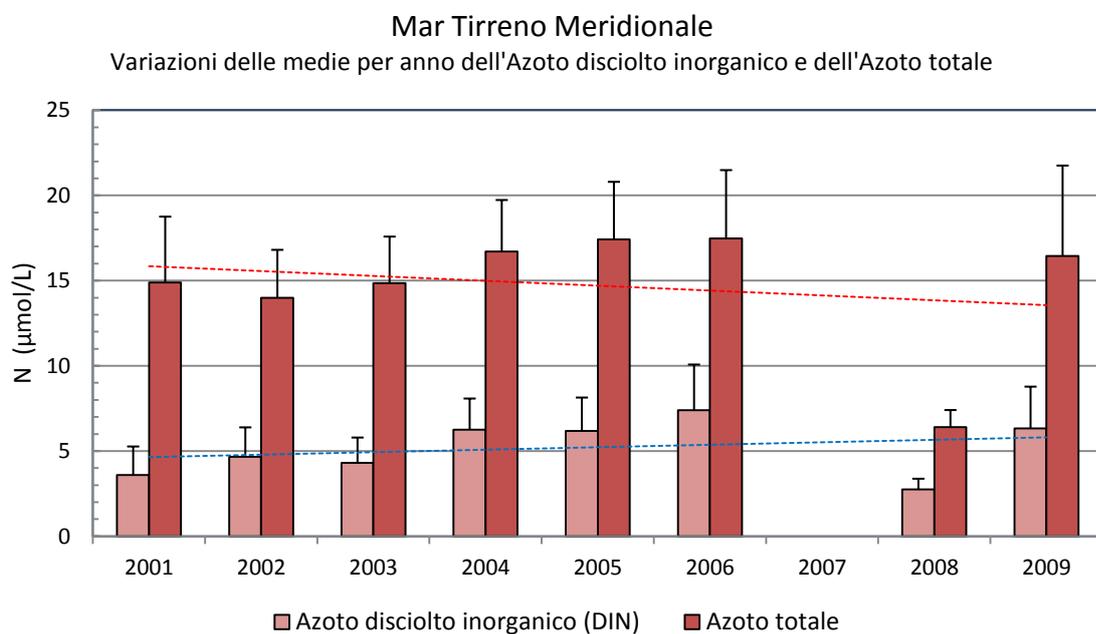


Figura 7. Concentrazioni medie annuali + errore standard dell'azoto inorganico disciolto e dell'azoto totale (in $\mu\text{mol/L}$, in alto) e del fosforo totale e ortofosfato (in $\mu\text{mol/L}$, in basso) nell'area di valutazione 'Mar Tirreno Meridionale'. Le linee tratteggiate rappresentano la linea di tendenza del parametro per gli anni considerati. Fonte dati: Banca dati Si.di.Mar. del MATTM.

Mar Tirreno Meridionale
Medie Stagionali dei Parametri Trofici (periodo 2001 - 2009)

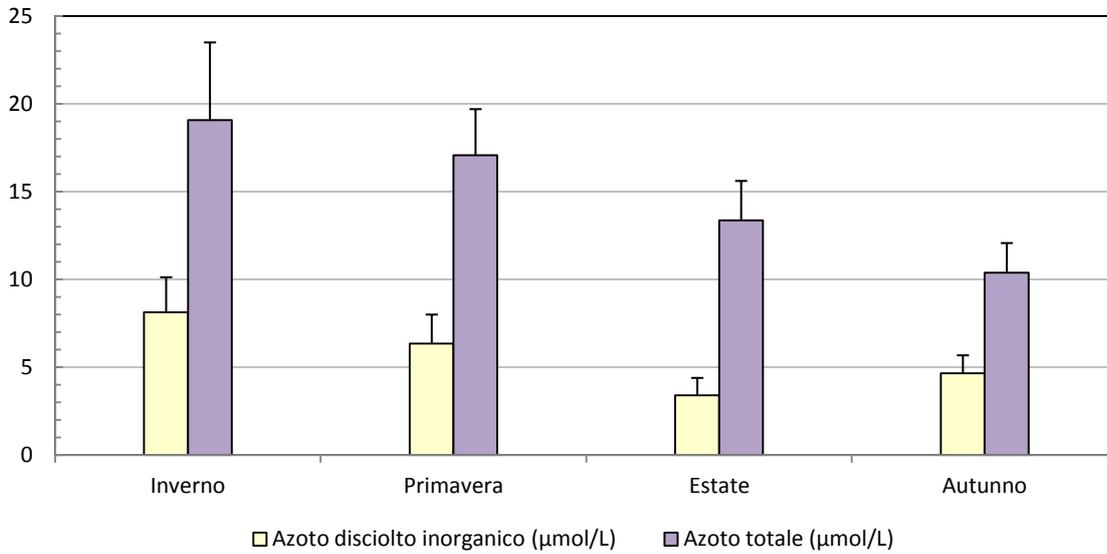


Figura 8. Concentrazioni medie stagionali + errore standard dell'azoto inorganico disciolto e dell'azoto totale (in µmol/L) nell'area di valutazione 'Mar Tirreno Meridionale' per gli anni 2001-2009. Fonte dati: Banca dati Si.di.Mar. del MATTM.

Mar Tirreno Meridionale
Medie Stagionali dei Parametri Trofici (periodo 2001 - 2009)

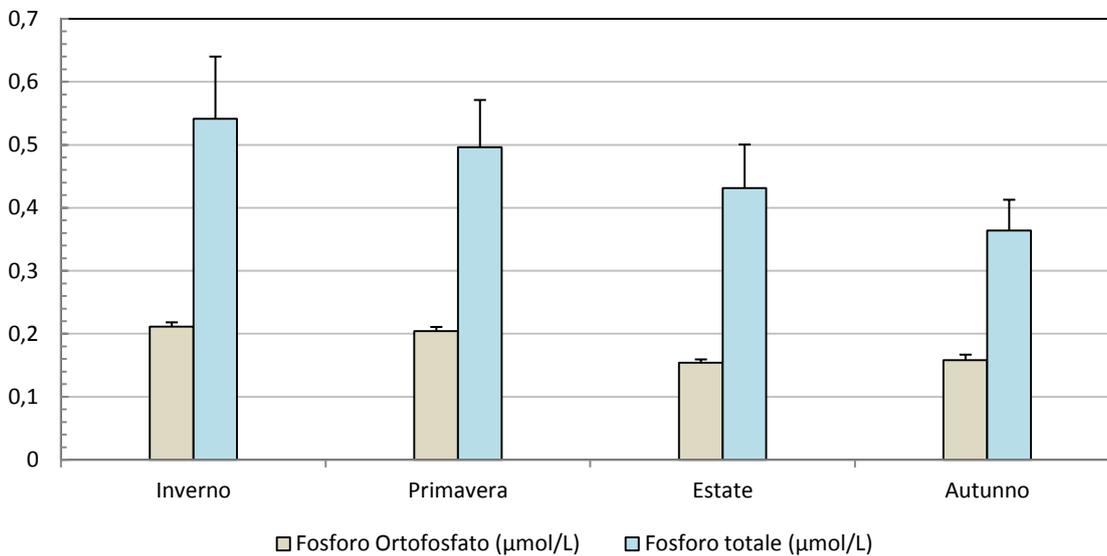


Figura 9. Concentrazioni medie stagionali + errore standard del fosforo ortofosfato e del fosforo totale (in µmol/L) nell'area di valutazione 'Mar Tirreno Meridionale' per gli anni 2001-2009. Fonte dati: Banca dati Si.di.Mar. del MATTM.

Mar Tirreno Meridionale
 Andamento delle Medie Annuali dell'Azoto Inorganico Disciolto e dell'Azoto totale
 (periodo 2001 - 2009)

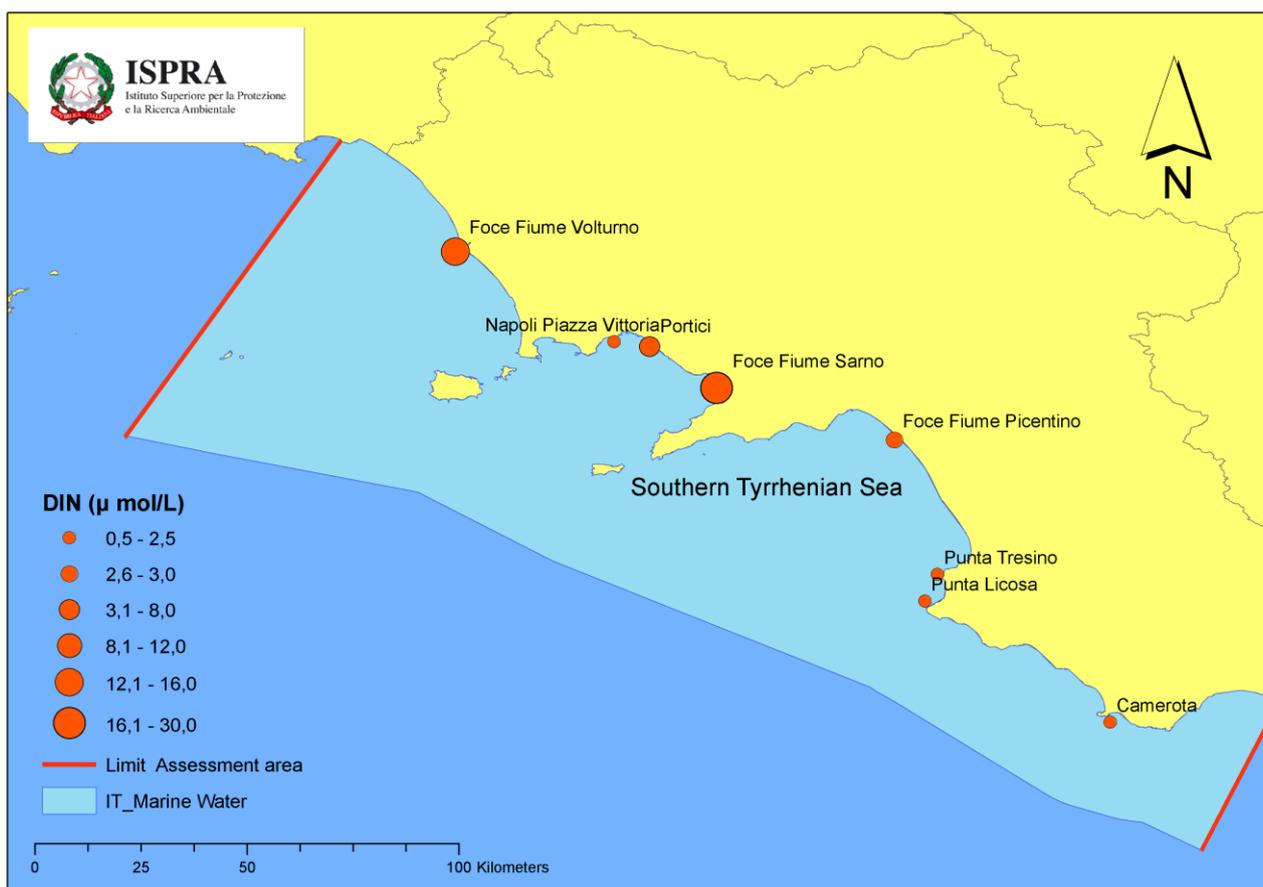
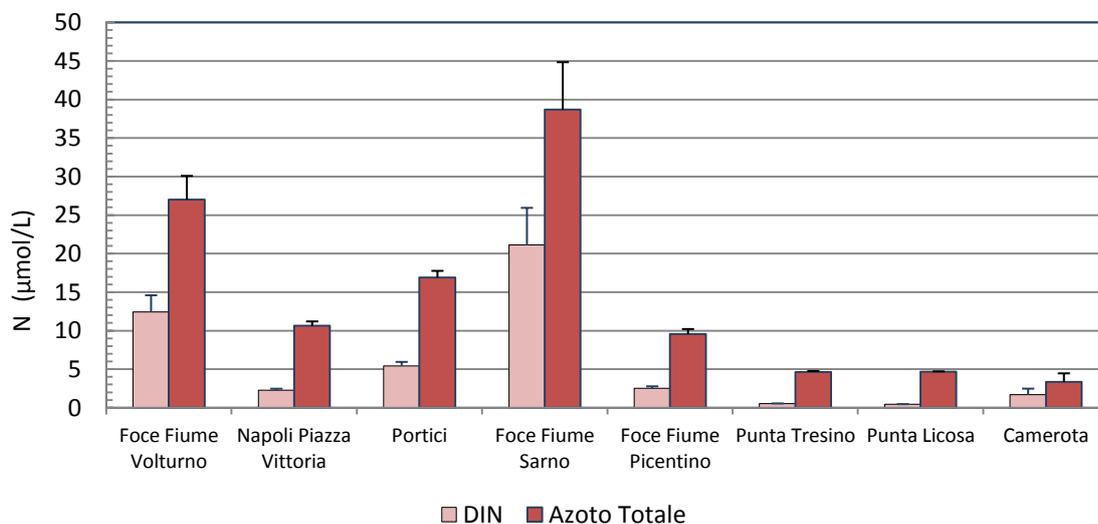


Figura 10. Andamento spaziale delle medie annuali + errore standard dell'azoto inorganico disciolto (DIN, in µmol/L) e dell'azoto totale (TN, in µmol/L) nell'area di valutazione 'Mar Tirreno Meridionale' per il periodo 2001-2009 (in alto). In basso, mappa GIS delle concentrazioni medie annuali di DIN (µmol/L) con ubicazione delle stazioni di campionamento. Fonte dati: Banca dati Si.di.Mar. del MATTM.

Mar Tirreno Meridionale
 Andamento delle Medie Annuali del Fosforo totale e del Fosforo Ortofosfato
 (periodo 2001 - 2009)

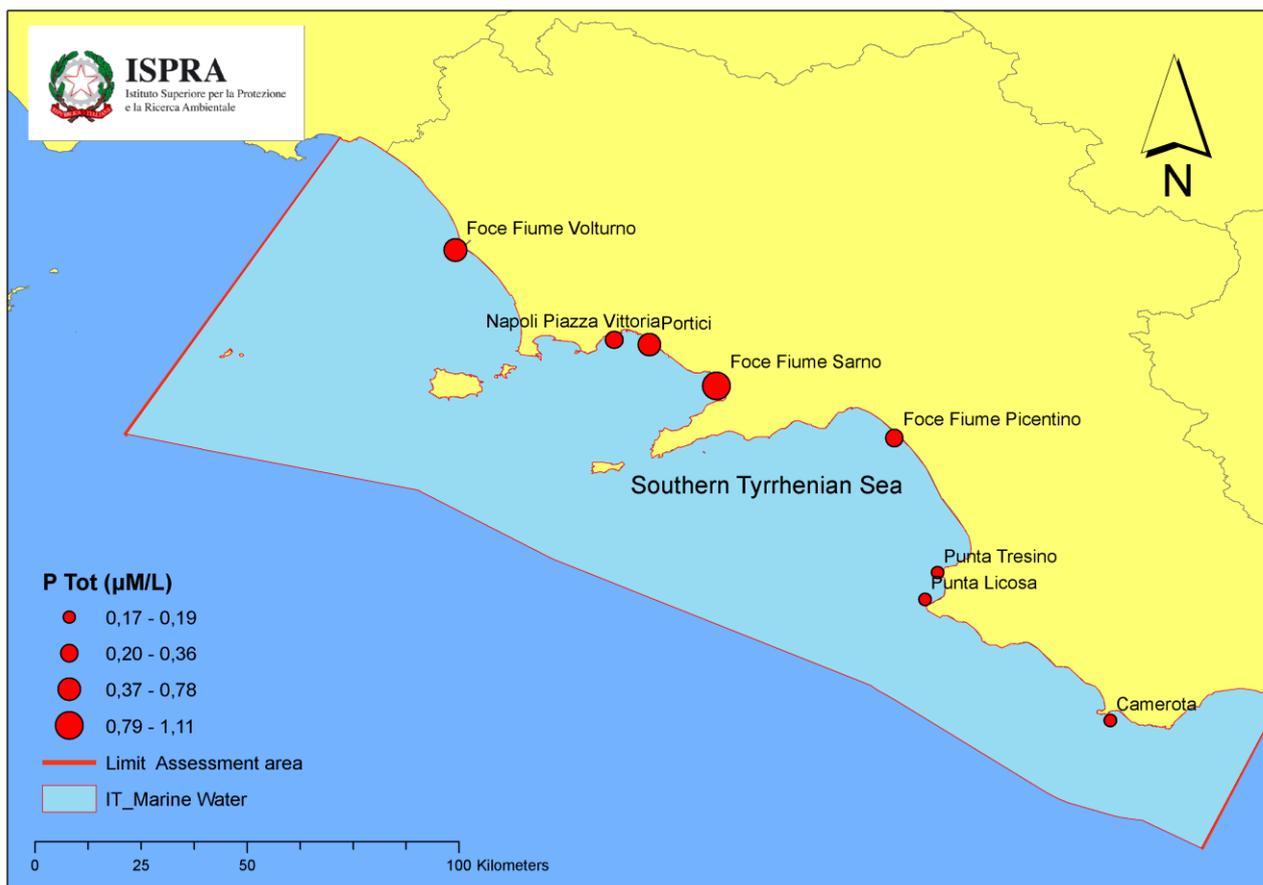
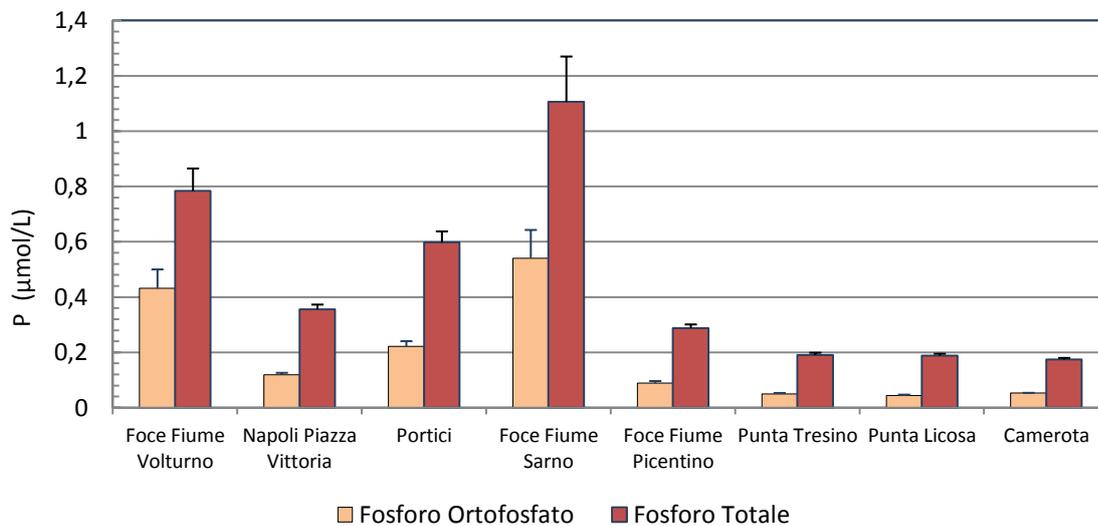


Figura 11. Andamento spaziale delle medie annuali + errore standard dell'ortofosfato (P-PO₄, in µmol/L) e del fosforo totale (P tot, in µmol/L) nell'area di valutazione Mar Tirreno Meridionale' per il periodo 2001-2009 (in alto). In basso, mappa GIS delle concentrazioni medie annuali di P tot (µmol/L) con ubicazione delle stazioni di campionamento. Fonte dati: Banca dati Si.di.Mar. del MATTM.

Impatti

Effetti diretti dell'arricchimento in nutrienti

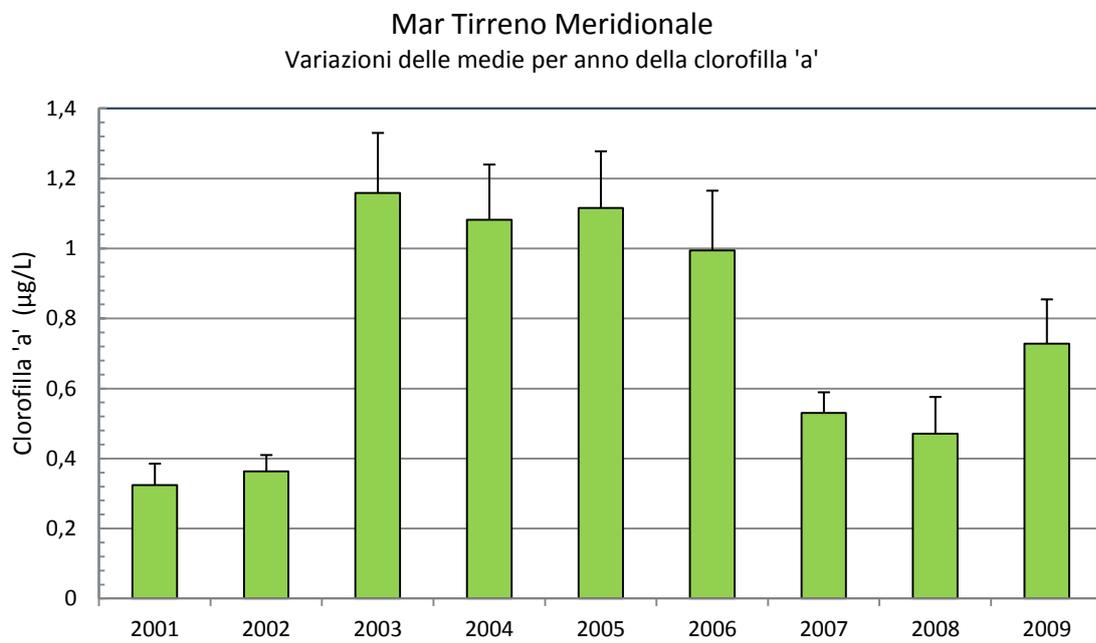


Figura 12. Andamento temporale della concentrazione media annuale + errore standard della clorofilla 'a' ($\mu\text{g/L}$) nell'area di valutazione 'Mar Tirreno Meridionale'. Fonte dati: Banca dati Si.di.Mar. del MATTM.

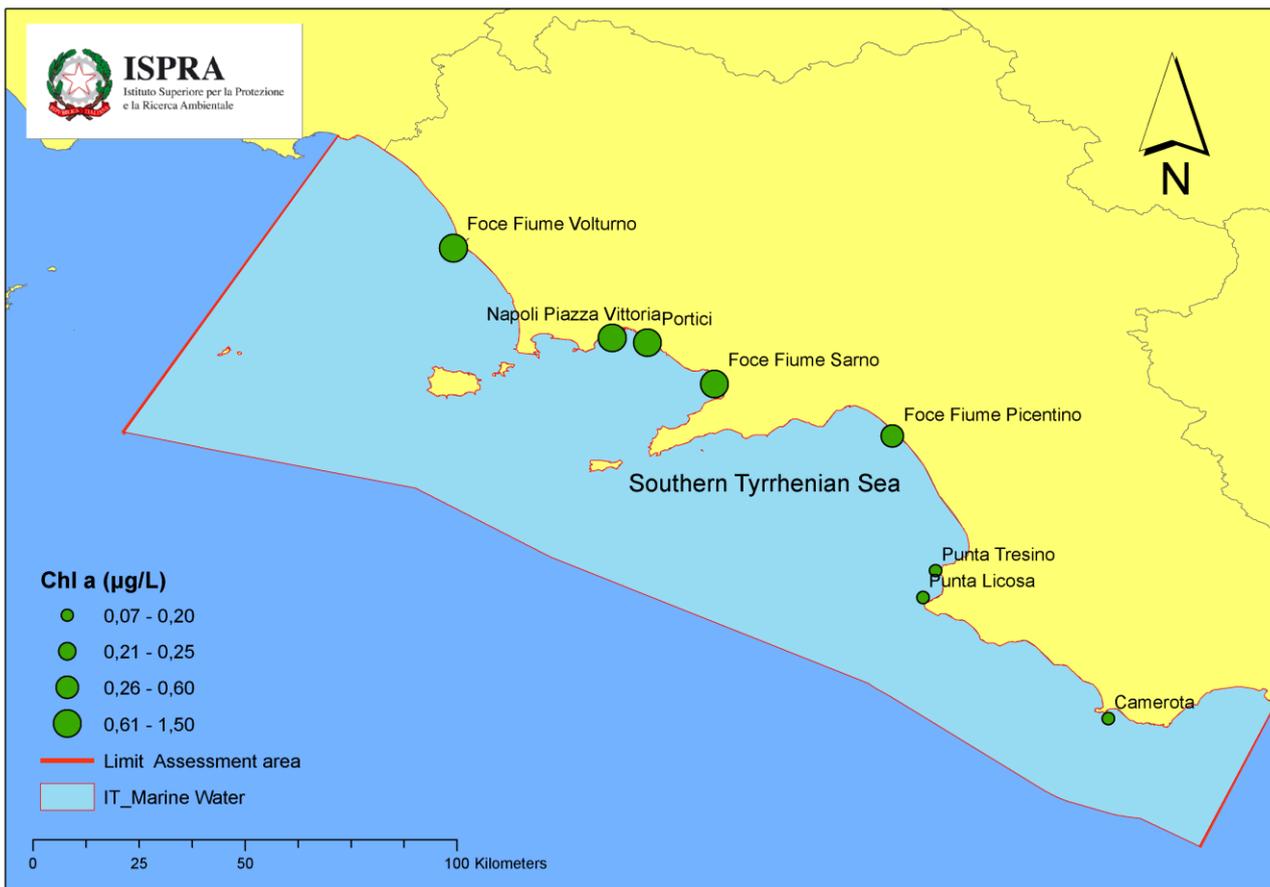
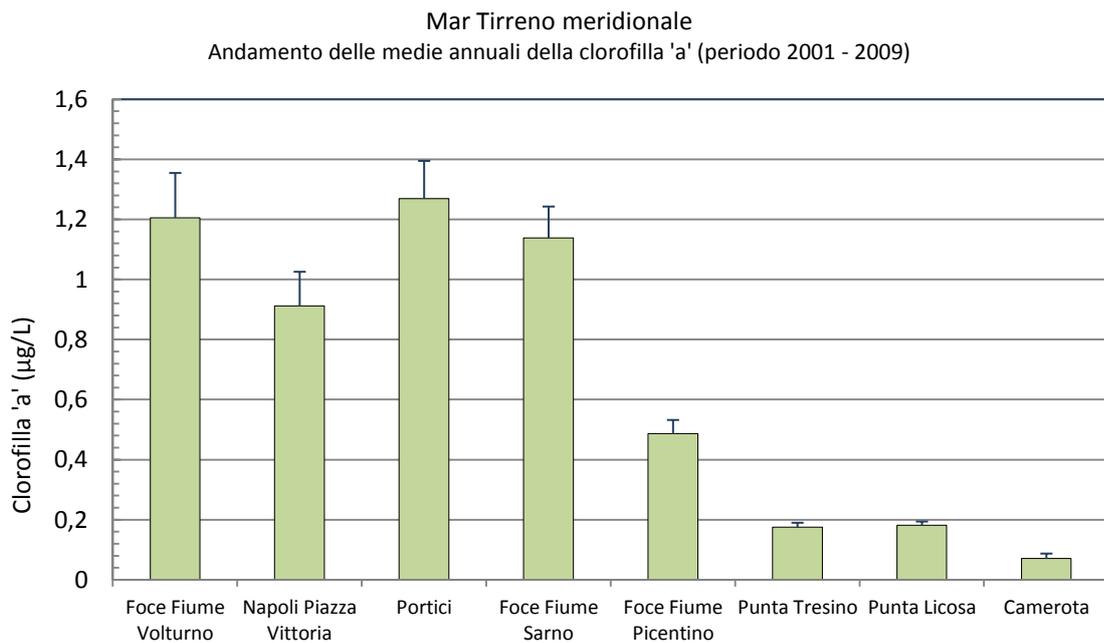


Figura 13. Andamento spaziale delle medie annuali + errore standard della clorofilla 'a' (µg/L) nell'area di valutazione 'Mar Tirreno Meridionale' per il periodo 2001-2009 (in alto). In basso, mappa GIS delle concentrazioni medie annuali di Chl 'a' (µg/L) con ubicazione delle stazioni di campionamento. Fonte dati: Banca dati Si.di.Mar. del MATTM.

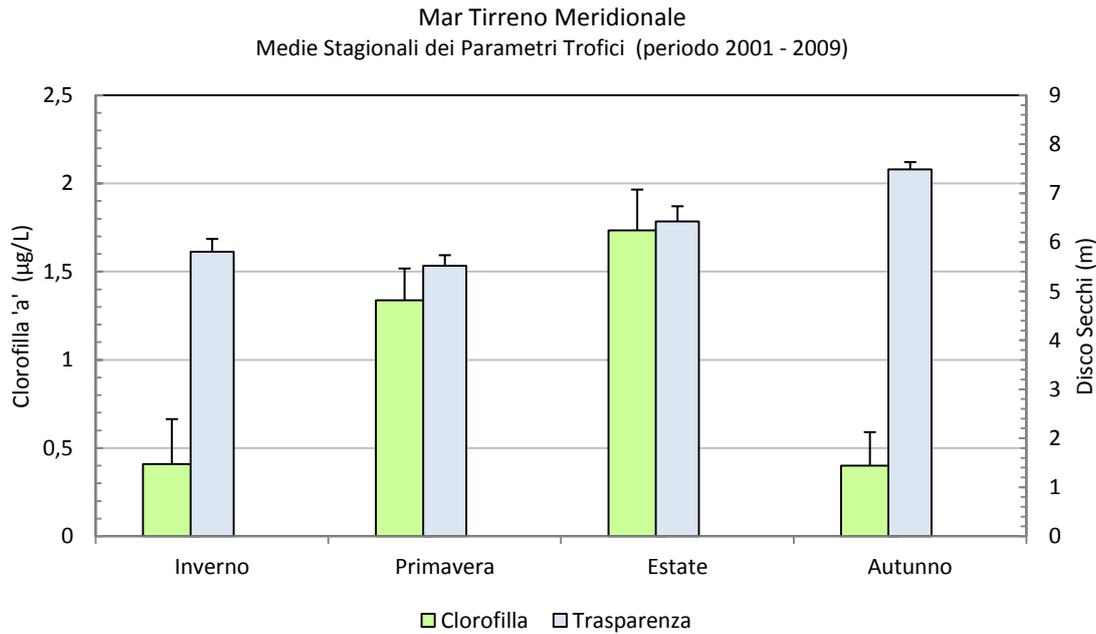


Figura 14. Concentrazioni medie stagionali + errore standard della clorofilla 'a' ($\mu\text{g/L}$) e della trasparenza (disco Secchi, in m) nell'area di valutazione 'Mar Tirreno Meridionale' per gli anni 2001-2009. Fonte dati: Banca dati Si.di.Mar. del MATTM.

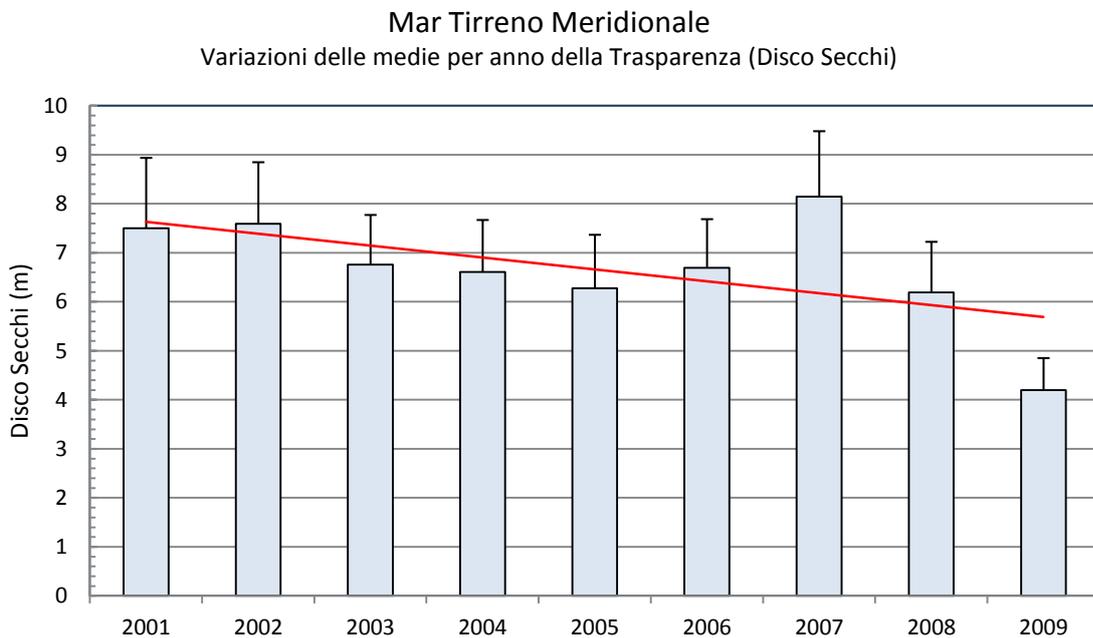


Figura 15. Andamento temporale della trasparenza (disco Secchi) nell'area di valutazione 'Mar Tirreno Meridionale'. La linea rossa rappresenta la linea di tendenza per gli anni considerati (2001-2009). Fonte dati: Banca dati Si.di.Mar. del MATTM.

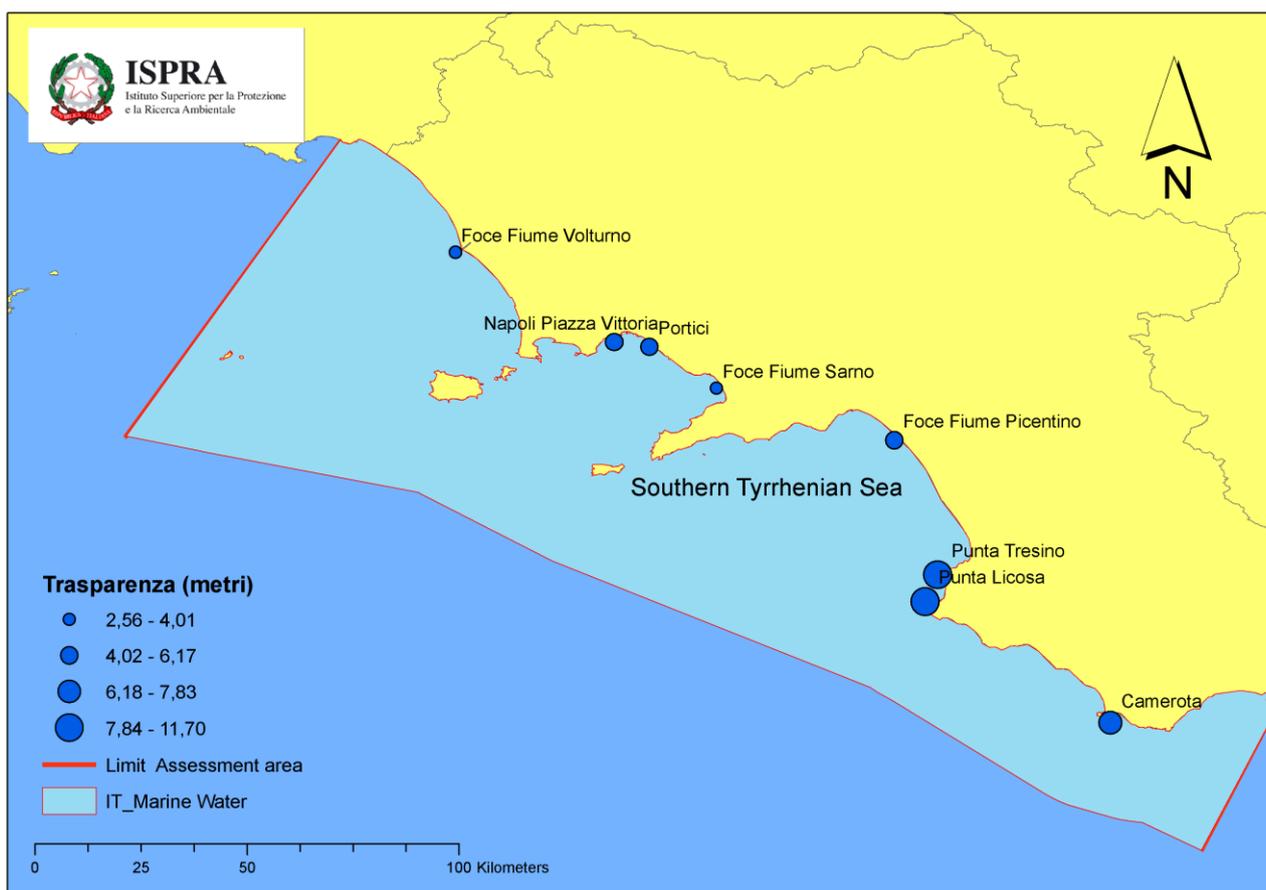
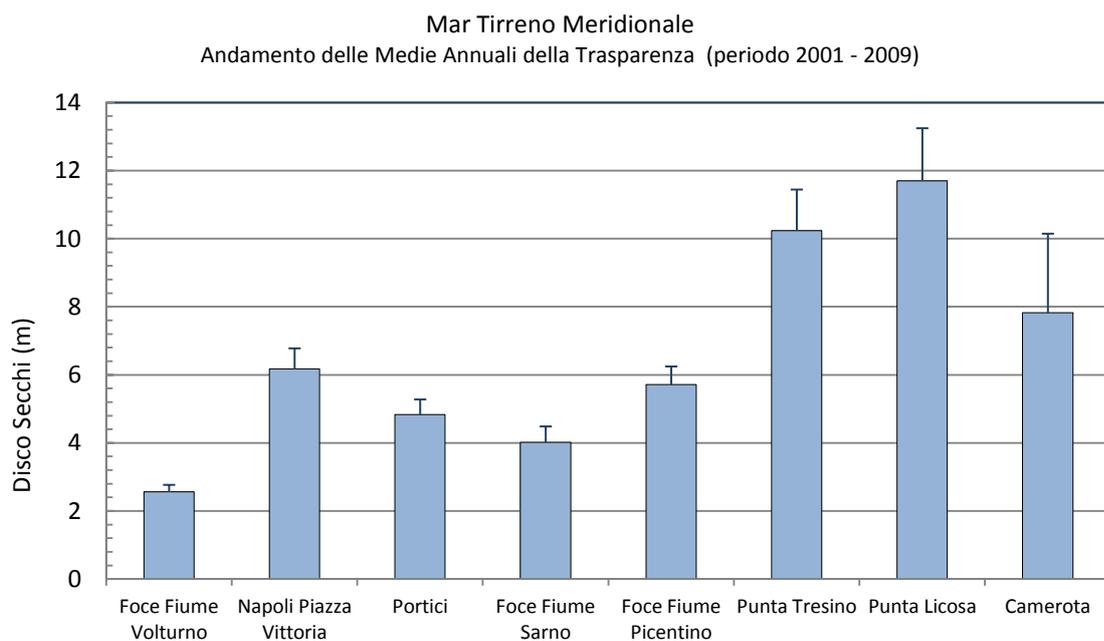


Figura 16. Andamento spaziale delle medie annuali + errore standard della trasparenza (disco Secchi, in m) nell'area di valutazione 'Mar Tirreno Meridionale' per il periodo 2001-2009 (in alto). In basso, mappa GIS della trasparenza (disco Secchi, in m) con ubicazione delle stazioni di rilevamento. Fonte dati: Banca dati Si.di.Mar. del MATTM.

Effetti indiretti dell'arricchimento in nutrienti

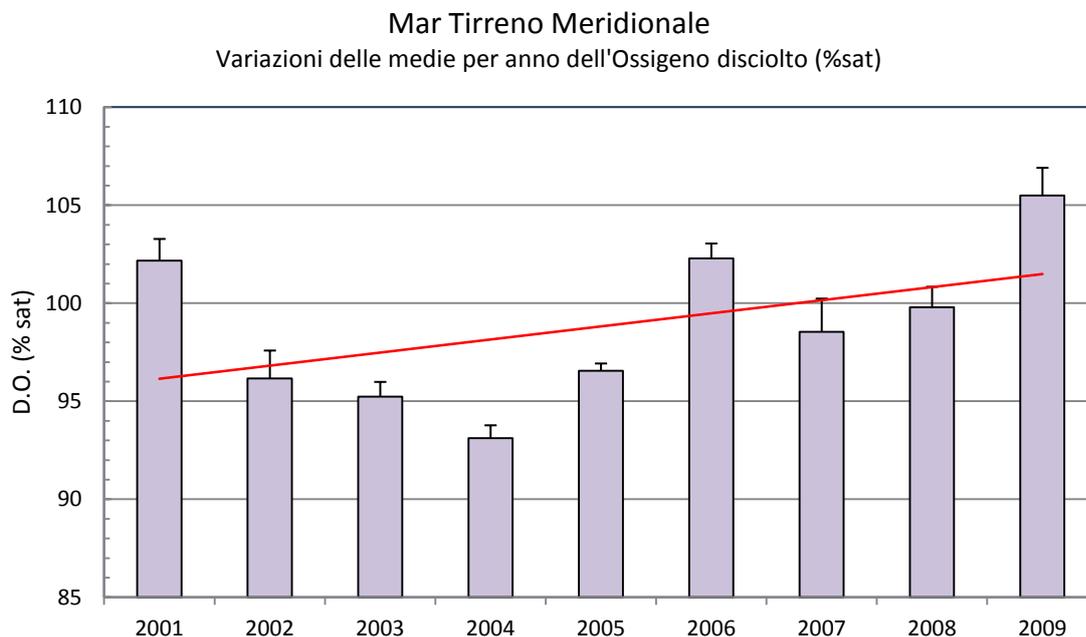


Figura 17. Andamento temporale dell'ossigeno disciolto, espresso in percentuale di saturazione (% sat) + errore standard nell'area di valutazione 'Mar Tirreno Meridionale'. La linea rossa rappresenta la linea di tendenza per gli anni considerati (2001-2009). Fonte dati: Banca dati Si.di.Mar. del MATTM.

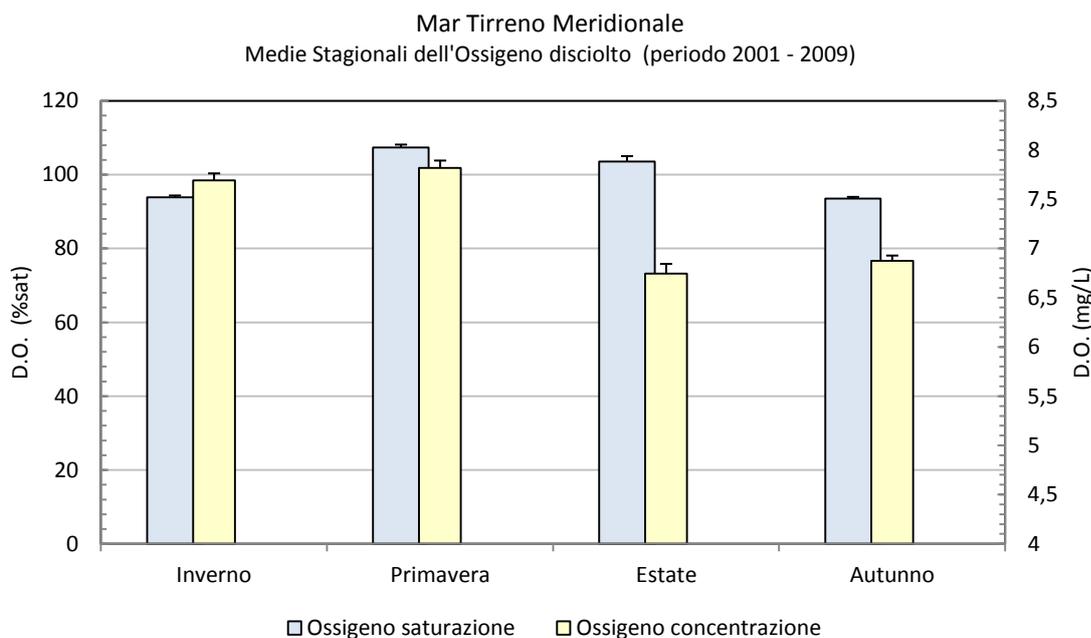


Figura 18. Concentrazioni medie stagionali + errore standard dell'ossigeno disciolto, espresso in termini di % di saturazione (% sat) e concentrazione (mg/L) nell'area di valutazione 'Mar Tirreno Meridionale' per gli anni 2001-2009. Fonte dati: Banca dati Si.di.Mar. del MATTM.

Mar Tirreno Meridionale
 Andamento delle Medie Annuali dell'Ossigeno disciolto
 (periodo 2001 - 2009)

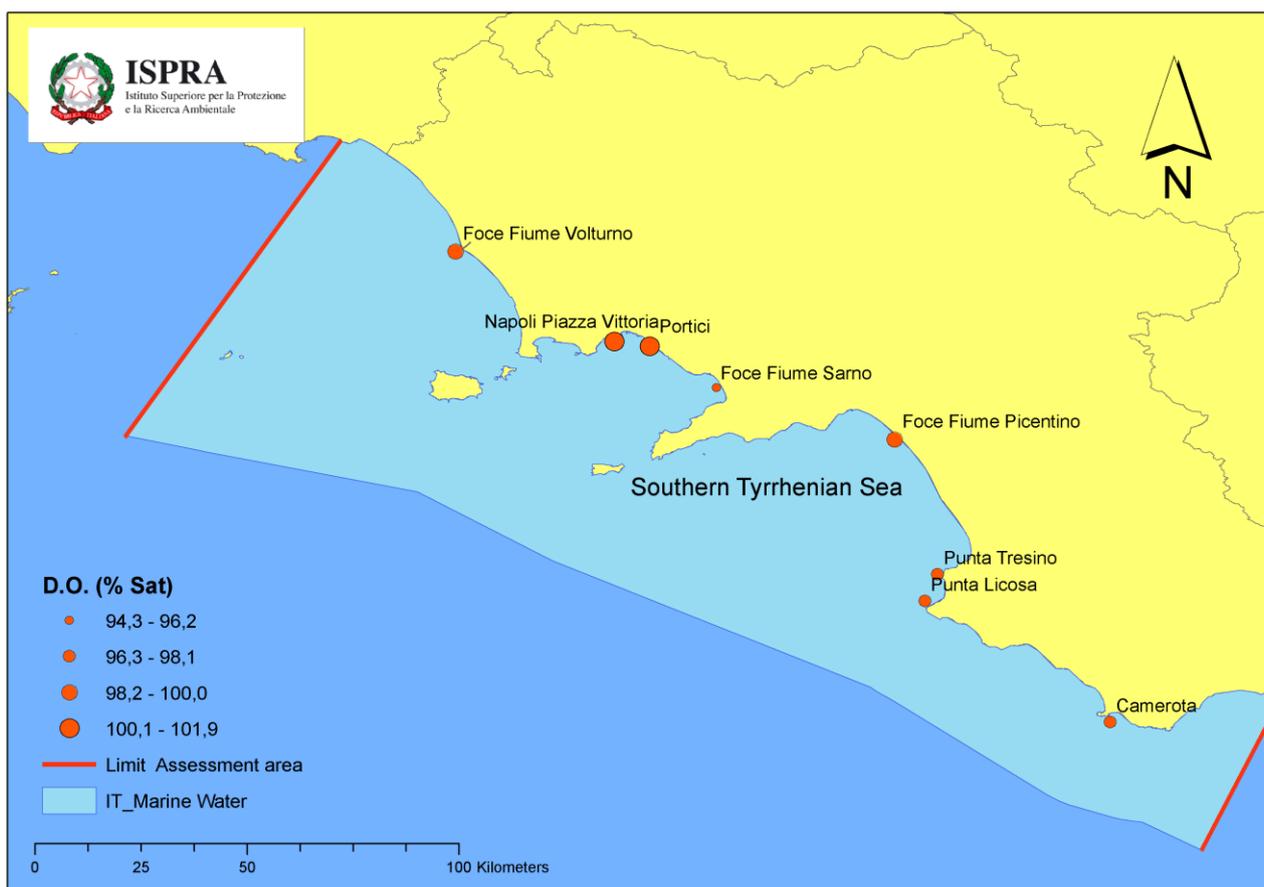
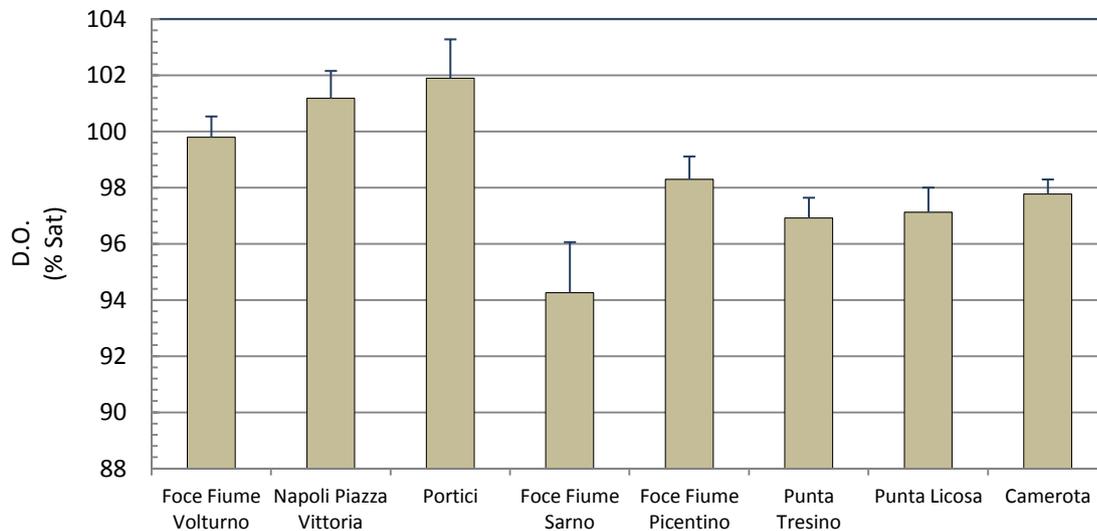


Figura 19. Andamento spaziale delle medie annuali + errore standard dell'ossigeno disciolto, espresso in termini di % di saturazione (% sat), nell'area di valutazione 'Mar Tirreno Meridionale' per gli anni 2001-2009 (in alto). In basso, mappa GIS delle medie annuali di ossigeno disciolto (% sat) con ubicazione delle stazioni di rilevamento. Fonte dati: Banca dati Si.di.Mar. del MATTM.

Stato trofico

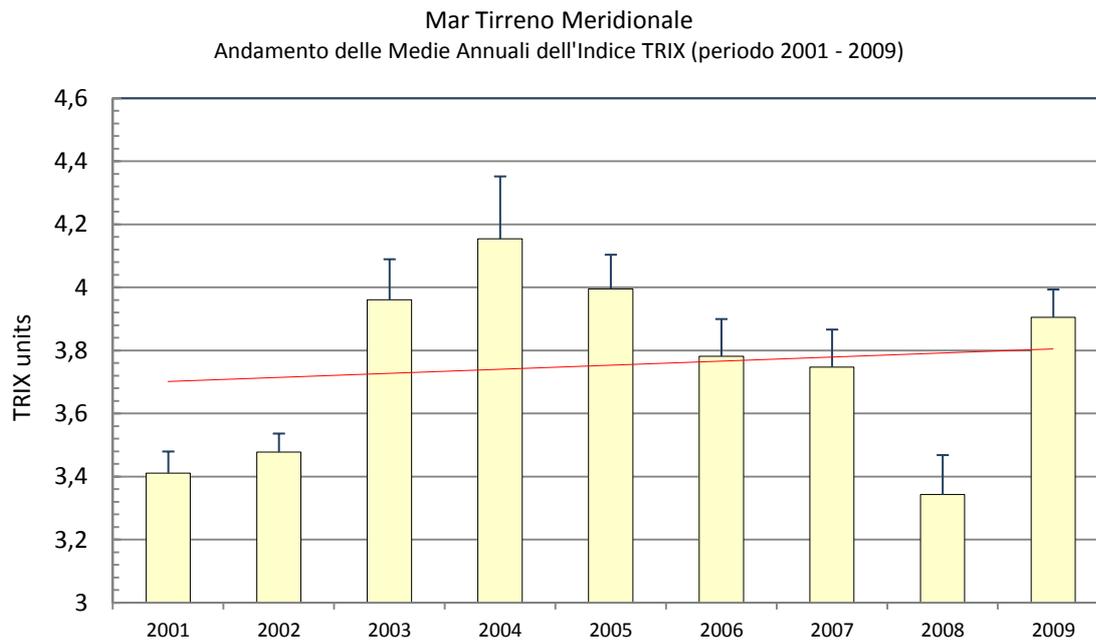


Figura 20. Andamento temporale delle medie annuali dell'Indice TRIX nell'area di valutazione 'Mar Tirreno Meridionale'. La linea rossa rappresenta la linea di tendenza per gli anni considerati (2001-2009). Fonte dati: Banca dati Si.di.Mar. del MATTM.

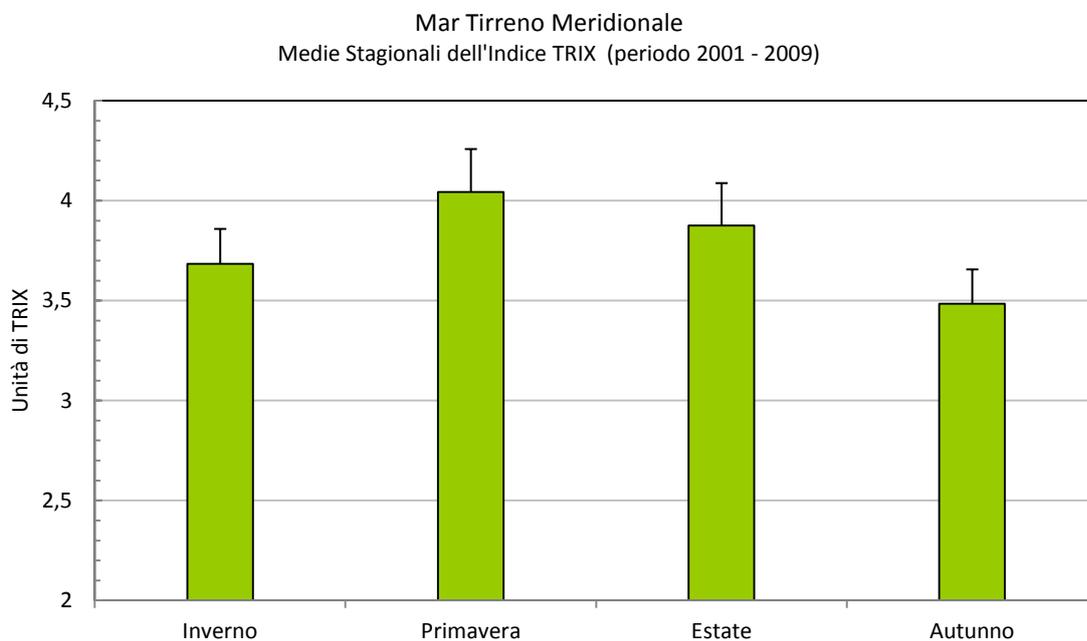


Figura 21. Valori medi stagionali + errore standard dell'Indice TRIX nell'area di valutazione 'Mar Tirreno Meridionale' per gli anni 2001-2009. Fonte dati: Banca dati Si.di.Mar. del MATTM.

Mar Tirreno Meridionale
 Andamento delle Medie Annuali dell'Indice TRIX (periodo 2001 - 2009)

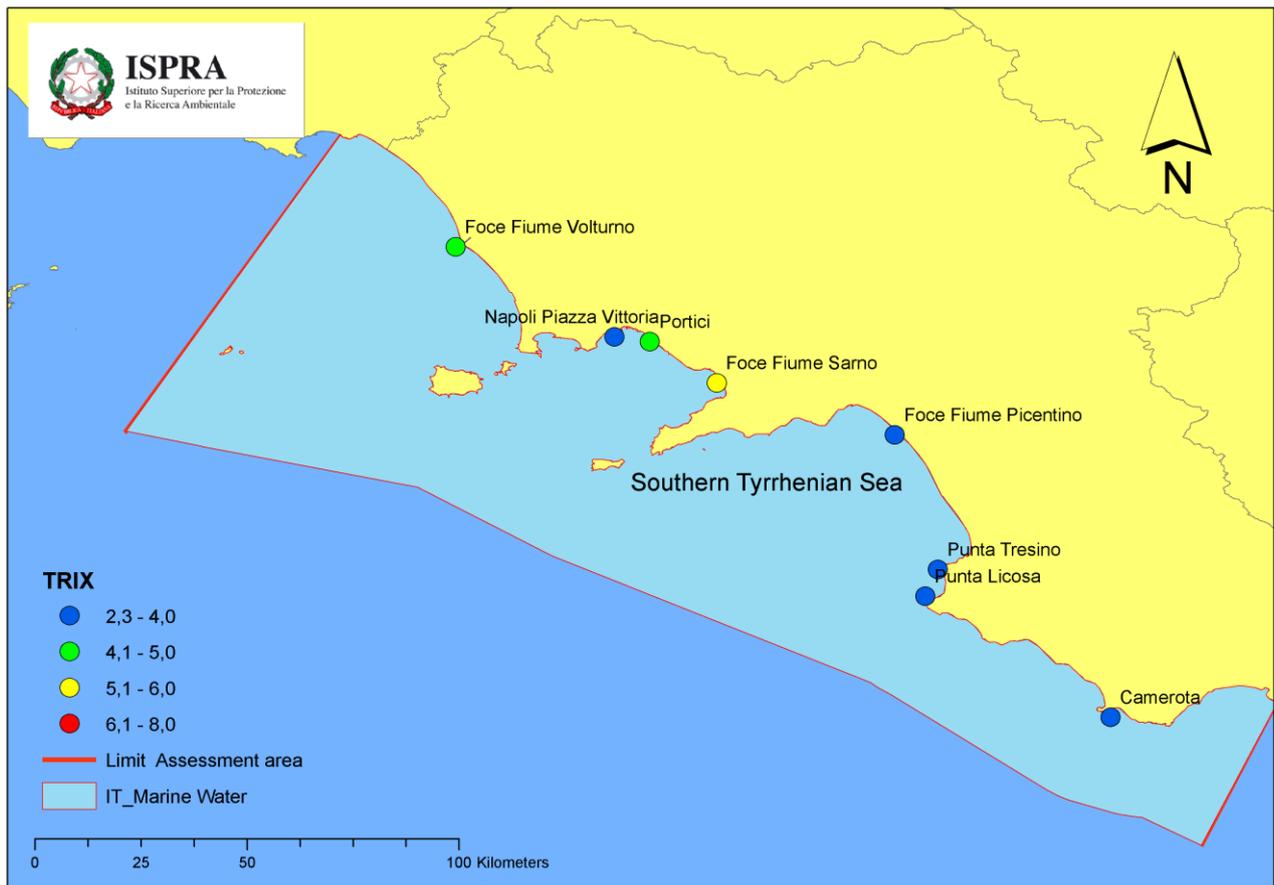
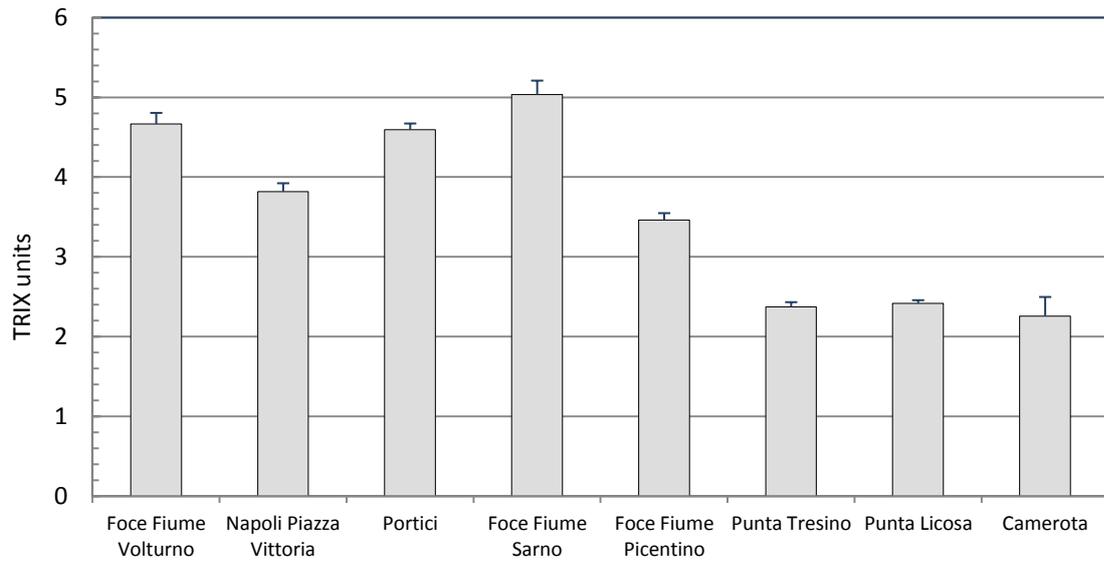


Figura 22. Andamento spaziale delle medie annuali + errore standard dell'Indice TRIX nell'area di valutazione 'Mar Tirreno Meridionale' per gli anni 2001-2009 (in alto). In basso, mappa GIS delle medie annuali di TRIX con ubicazione delle stazioni. Fonte dati: Banca dati Si.di.Mar. del MATTM.

