



# Acque marino costiere

*capitolo 3C*

# INDICE

## Introduzione

<i>Messaggio chiave</i> . . . . .	p.	264
<i>Sintesi</i> . . . . .	»	264
<i>Quadro generale</i> . . . . .	»	264

## Indicatori

<i>Determinanti</i> . . . . .	»	267
<i>Pressioni</i> . . . . .	»	285
<i>Stato</i> . . . . .	»	293
<i>Impatto</i> . . . . .	»	315
<i>Risposte</i> . . . . .	»	333

## Riferimenti

<i>Autori</i> . . . . .	»	336
<i>Bibliografia</i> . . . . .	»	336
<i>Sitografia</i> . . . . .	»	336



## QUADRO SINOTTICO DEGLI INDICATORI

DPSIR	Tema ambientale	Nome indicatore / Indice	Altre aree tematiche interessate	Copertura spaziale	Copertura temporale	Trend	Pag.
DETERMINANTI	✓	Uso prevalente in essere del territorio delle province costiere	Acque, Suolo	Provincia	2008	☹	267
	✓	Densità turistico ricettiva costiera	Aria, Suolo, Rifiuti	Provincia	2001-2011	☹	270
	✓	Densità residenziale costiera	Acque, Aria, Suolo, Rifiuti	Provincia	2004-2011	☹	276
	✓	Densità turistica costiera	Acque, Aria, Suolo, Rifiuti	Provincia	2004-2011	☹	278
	✓	Densità abitativa costiera	Acque, Aria, Suolo, Rifiuti	Provincia	2007-2011	☹	281
PRESSIONI	✓	Inquinanti sversati per bacino	Vedi capitolo Acque superficiali (pag. 164)				
	✓	Carichi di inquinanti pericolosi	Acque, Natura e biodiversità	Bacino idrografico	Stime al 2008-2011	☹	285
STATO	✓	Classificazione delle acque di balneazione	Acque, Suolo, Rifiuti	Regione	2008-2011	☹	293
	✓	Indice trofico TRIX	Acque, Natura e biodiversità	Regione	1996-2011	☹	298
	✓	Concentrazione di fosforo	Acque	Regione	1983-2011	😊	302
	✓	Concentrazione di azoto	Acque	Regione	1982-2011	☹	305
	✓	Concentrazione di sostanze pericolose nei sedimenti (cadmio, piombo, cromo, nichel, arsenico, mercurio, PCB's, DD's, IPA)	Acque, Natura e biodiversità	Regione	2007-2011	☹	310
IMPATTO	✓	Indice di torbidità TRBIX	Acque, Natura e biodiversità	Regione	2011	☹	315
	✓	Presenze microalgali	Acque, Natura e biodiversità	Regione	2007-2011	☹	318
	✓	Macroinvertebrati bentonici	Acque, Natura e biodiversità	Regione	2011	☹	322
	✓	Ossigeno sul fondo, aree di anossia	Acque, Natura e biodiversità	Regione	1998-2011	☹	325
	✓	Concentrazione di clorofilla "a"	Acque, Natura e biodiversità	Regione	2007-2011	☹	329
RISPOSTE	✓	Zone permanentemente e/o temporaneamente balneabili	Acque, Suolo	Provincia	2011	☹	333

**Tema ambientale:** ✓ Qualità dei corpi idrici

# Introduzione

## Messaggio chiave

- ☹ Trend tendenti alla diminuzione negli ultimi 20 anni delle concentrazioni delle componenti fosfatice. Aumento invece delle componenti azotate.
- ☹ Trend in aumento delle concentrazioni di Clorofilla "a" in tutte le aree della costa.
- ☹ Trend delle condizioni qualitative ambientali degli ultimi anni senza marcate variazioni. La variabilità è strettamente legata alle fluttuazioni meteorologiche.
- ☹ La situazione qualitativa delle acque marino costiere presenta elementi di criticità legati allo sviluppo di fenomeni eutrofici che, seppure con intensità e persistenza ridotte rispetto agli anni 70 e 80, sviluppano stati distrofici. Il trend delle condizioni trofiche è in aumento. È necessario perseguire le azioni di risanamento (riduzione carichi N e P) a scala di bacino.

## Sintesi

L'introduzione delle recenti normative, che hanno sostituito gli Allegati tecnici del DLgs 152/06, hanno imposto un nuovo approccio conoscitivo sempre più ecosistemico.

Non viene, quindi, valutato solo il TRIX, ma anche gli elementi, sia chimici sia biologici, che nel loro insieme determinano lo stato ambientale del corpo idrico. Nel 2011, per le acque marino costiere dell'Emilia-Romagna, si segnala il manifestarsi di fenomeni eutrofici causati dagli apporti di sostanze nutritive (forme di P e N), trasportate a mare a

seguito delle precipitazioni che hanno dilavato sia i bacini padani, che costieri, in associazione con peculiari condizioni meteo-marine. Anche nel 2011 si sono verificati casi di ipossia/anossia negli strati profondi. Si segnala un trend in aumento delle forme azotate trasportate a mare dai bacini costieri e un abbassamento dell'ortofosfato. Il raggiungimento e mantenimento dell'obiettivo "Buono" per l'indice trofico TRIX, nei tempi richiesti dalla normativa, necessita di un ulteriore sforzo indirizzato all'abbattimento dei carichi di nutrienti.

## Quadro generale

L'attività trentennale di controllo e monitoraggio delle acque marino costiere dell'Emilia-Romagna ha permesso di conoscere non solo l'evoluzione dello stato qualitativo, ma anche l'efficacia delle azioni di risanamento mirate alla mitigazione del fenomeno eutrofizzazione. Detto fenomeno rappresenta, a tutt'oggi, il principale problema ambientale dell'Adriatico nord-occidentale. Le acque costiere sono il recettore finale di un complesso sistema idrografico. I settori produttivi, comprendenti l'agrozoootecnia e il settore civile, rappresentano le principali fonti di generazione dei nutrienti. La lettura dei diversi indicatori selezionati deve essere comunque fatta in un contesto più ampio, in quanto deve essere necessariamente considerato l'insieme dei fattori morfologici, idrografici, biologici e meteorologici. Oltre alla quantità e qualità degli apporti di nutrienti (azoto e

fosforo in particolare), sono da valutare la scarsa profondità dell'Adriatico settentrionale, la conformazione della linea di costa, la scarsa idrodinamicità (soprattutto nel periodo estivo) e le condizioni meteorologiche. Queste ultime, rappresentate soprattutto dal vento, dalle correnti, dal moto ondoso, possono favorire la risoluzione di stati distrofici in atto e, nel contempo, favorire la diluizione e dispersione dei carichi eutrofizzanti provenienti dagli apporti fluviali. Al contrario, diffuse e persistenti precipitazioni atmosferiche determinano un incremento dei carichi di nutrienti veicolati a mare e, conseguentemente, favoriscono lo sviluppo di *blooms* algali. Le manifestazioni spaziali e temporali degli eventi eutrofici sono molto diversificate; in estrema sintesi si può affermare che, nella zona compresa tra il delta del Po e Ravenna (dighe foranee del porto), i processi di fioritura



microalgale sono più frequenti e più intensi rispetto alla parte centrale e meridionale della costa. Anche la distribuzione degli elementi “fertilizzanti” e dell’indice di biomassa microalgale seguono un modello con andamento in diminuzione da nord a sud, da costa verso il largo e dalla superficie verso il fondo. La formazione di situazioni anossiche delle acque di fondo è la principale conseguenza dell’eutrofizzazione, in quanto determina effetti distrofici sugli equilibri degli ecosistemi bentonici, con impatto diretto sul comparto della pesca e un riflesso negativo sul turismo, per lo spiaggiamento di organismi morti e lo sviluppo di odori sgradevoli derivati dai processi di degradazione della sostanza organica. Fino al 2007 si è osservata una diminuzione delle concentrazioni dei nutrienti nelle acque marino costiere, con conseguente riduzione dei fenomeni eutrofici e dei casi di anossia/ipossia, anche in termi-

ni di intensità e durata; purtroppo tale tendenza a partire dal 2008 è cambiata. Dopo un periodo di scarsa piovosità con conseguente diminuzione delle portate fluviali (2003-2007), si è riscontrata nel biennio 2008-2009 una significativa ripresa nelle portate. Dalla classificazione trofica effettuata in ottemperanza alle disposizioni del DLgs 152/99, risulta che le acque marino costiere a partire dal 2007 si sono attestate nello stato di “Buono-Mediocre” con un valore medio annuale di TRIX pari a 4,96, riscontrando negli ultimi anni un trend in lieve miglioramento. Nel 2009 e 2010 il valore medio annuale di TRIX è salito rispettivamente a 5,78 e 5,98, attribuendo allo stato trofico delle acque marino costiere il giudizio “Sufficiente” in base a quanto previsto dal DLgs 152/06 e DM 260/10. Nel 2011 si è mantenuto il giudizio “Sufficiente” con il valore medio/anno del TRIX pari a 5,67.

## BOX 1 - Implementazione della Direttiva 2000/60/CE alle acque marino costiere

Con il DLgs 152/06 (che recepisce la Direttiva 2000/60/CE e abroga integralmente il precedente DLgs 152/99) sono ridefinite le modalità con cui effettuare la classificazione dello stato di qualità dei corpi idrici. In particolare, per le acque marino costiere sono previsti numerosi nuovi elementi per la definizione dello Stato ecologico e la ricerca di contaminanti inorganici e organici nelle matrici acqua, sedimento e biota per la definizione dello Stato chimico. Con il DM 56/09 vengono definiti i criteri tecnici per il monitoraggio dei corpi idrici, individuando gli elementi qualitativi per la classificazione dello stato ecologico e dello stato chimico.

Con il successivo DM 260/10, sono definiti i criteri tecnici per la classificazione dello stato dei corpi idrici superficiali. Tale decreto definisce le modalità per la classificazione dei corpi idrici da effettuare al termine del ciclo di monitoraggio.

Un altro decreto attuativo del DLgs 152/06, precedente al DM 56/09, è il DM 131/08 recante i criteri tecnici per la caratterizzazione dei corpi idrici. Tale decreto definisce le metodologie per l’individuazione di tipi per le diverse categorie di acque superficiali (tipizzazione), la individuazione dei corpi idrici superficiali e l’analisi delle pressioni e degli impatti.

I criteri per la tipizzazione dei corpi idrici consentono la caratterizzazione delle acque costiere con valori medi annuali di stabilità verticale, secondo le tre tipologie:

- alta stabilità;
- media stabilità;
- bassa stabilità.

Tutta la fascia costiera emiliano romagnola ricade nella tipologia “alta stabilità”.

Tale tipologia è giustificata non solo dalla formazione di termoclini nel periodo primaverile/autunnale, ma anche dalla presenza di aloclini/picnoclini determinati dai cospicui apporti di acque dolci sversate in particolare dal fiume Po.


Associando i criteri geomorfologici (costa sabbiosa e pianura alluvionale) con quelli idrologici (alta stabilità), risulta che l’intera fascia costiera dell’Emilia-Romagna appartiene al tipo “E1” (pianura alluvionale).

La fase successiva è stata quella di individuare i corpi idrici. I “corpi idrici” sono le unità a cui fare riferimento per la verifica della conformità con gli obiettivi ambientali definiti nel DLgs 152/06.


La corretta identificazione dei corpi idrici è di particolare importanza, in quanto gli obiettivi ambientali e le misure necessarie per raggiungerli si applicano in base alle caratteristiche e alle criticità dei singoli “corpi idrici”. L’identificazione deve permettere un’accurata descrizione dello stato degli ecosistemi acquatici, per consentire l’applicazione corretta degli obiettivi ambientali e il loro perseguimento e raggiungimento come previsto dal DLgs 152/06.

(segue) ➡

Vertici CD1 Goro - Ravenna	Distanza costa km	Profondità fondale m	Latitudine	Longitudine
<b>A1</b>	<b>0,5</b>	2,5	44.4786	12.1637
<b>B1</b>	<b>3,0</b>	4,5	44.4789	12.1867
<b>C1</b>	<b>3,0</b>	8,7	44.2985	12.1924
<b>D1</b>	<b>0,5</b>	3,5	44.2984	12.1705



Vertici CD2 Ravenna - Cattolica	Distanza costa km	Profondità fondale m	Latitudine	Longitudine
<b>A2</b>	<b>0,5</b>	2,8	44.2917	12.1711
<b>B2</b>	<b>3,0</b>	8,8	44.2971	12.1922
<b>C2</b>	<b>3,0</b>	10,5	43.5969	12.4585
<b>D2</b>	<b>0,5</b>	3,7	43.5820	12.4494



Al capitolo 12 (pag. 1010) si riporta la descrizione e la rappresentazione cartografica della rete di monitoraggio delle acque marino costiere istituita ai sensi del DLgs 152/06. Nello schema seguente si riporta un'anagrafica sintetica dei punti di campionamento che costituiscono la nuova rete di monitoraggio delle acque marino costiere della regione Emilia-Romagna istituita ai sensi del DLgs 152/06.

Codice Stazione	Località	Corpo idrico	Lat WGS84	Lon WGS84	Discosta (km)	Prof. (m)
<b>2</b>	Lido di Volano	CD1	44.457656	12.155128	0,5	3,9
<b>302</b>	Lido di Volano	CD1	44.456876	12.174088	3	6,7
<b>4</b>	Porto Garibaldi	CD1	44.396873	12.154228	0,5	3,7
<b>SFBC4</b>	Porto Garibaldi	CD1	44.397070	12.155680	1	5
<b>304</b>	Porto Garibaldi	CD1	44.396934	12.172888	3	9,1
<b>Tecno</b>	Porto Garibaldi	CD1	44.420335	12.177028	4,3	10,5
<b>6</b>	Casalborsetti	CD1	44.332012	12.174568	0,5	5,2
<b>306</b>	Casalborsetti	CD1	44.334052	12.193348	3	10,2
<b>308</b>	Marina di Ravenna	CD2	44.288990	12.192627	3	8,1
<b>9</b>	Lido Adriano	CD2	44.240749	12.195387	0,5	5,4
<b>SFBC9</b>	Lido Adriano	CD2	44.242420	12.194870	1	6
<b>309</b>	Lido Adriano	CD2	44.243089	12.213866	3	9,4
<b>AngeCI</b>	Foce Bevano	CD2	44.234869	12.206426	1,95	7,5
<b>14</b>	Cesenatico	CD2	44.127226	12.241524	0,5	3,1
<b>SFBC14</b>	Cesenatico	CD2	44.128090	12.244960	1	5
<b>314</b>	Cesenatico	CD2	44.132626	12.258444	3	8,3
<b>Copra</b>	Cesenatico	CD2	44.130347	12.279503	4,9	9,5
<b>17</b>	Rimini	CD2	44.046585	12.350548	0,5	4,3
<b>317</b>	Rimini	CD2	44.058165	12.359907	3	9,9
<b>19</b>	Cattolica	CD2	43.582924	12.444691	0,5	4,1
<b>SFBC19</b>	Cattolica	CD2	43.580440	12.445400	2	10,5
<b>319</b>	Cattolica	CD2	43.593664	12.455912	3	11
<b>Ass Cattol</b>	Cattolica	CD2	43.594684	12.445172	2,7	10,5

I dati ottenuti dall'attività di monitoraggio svolta ai sensi del DLgs 152/06 sono integrati con i dati chimico-fisici e biologici rilevati nella attività di monitoraggio effettuate per la valutazione dello stato trofico delle acque marino costiere (LR 39/78, LR 3/99 e LR 44/95), relativamente a stazioni di campionamento ubicate alla distanza di 10 e 20 km dalla costa. Tale integrazione consente di analizzare lo stato delle acque marino costiere con una visione più ampia delle informazioni.





# Uso prevalente in essere del territorio delle province costiere

## Descrizione

L'antropizzazione del territorio e il suo sfruttamento finiscono per condizionare in maniera più o meno rilevante anche la qualità delle diverse matrici ambientali. A seguito del processo di antropizzazione, infatti, l'uso del suolo, secondo modalità più o meno sostenibili, può rappresentare un importante fattore di pressione sugli ecosistemi; la sua adeguata e precisa conoscenza risulta quindi fondamentale, anche ai fini di una migliore rappresentazione e valutazione della qualità delle risorse ambientali.

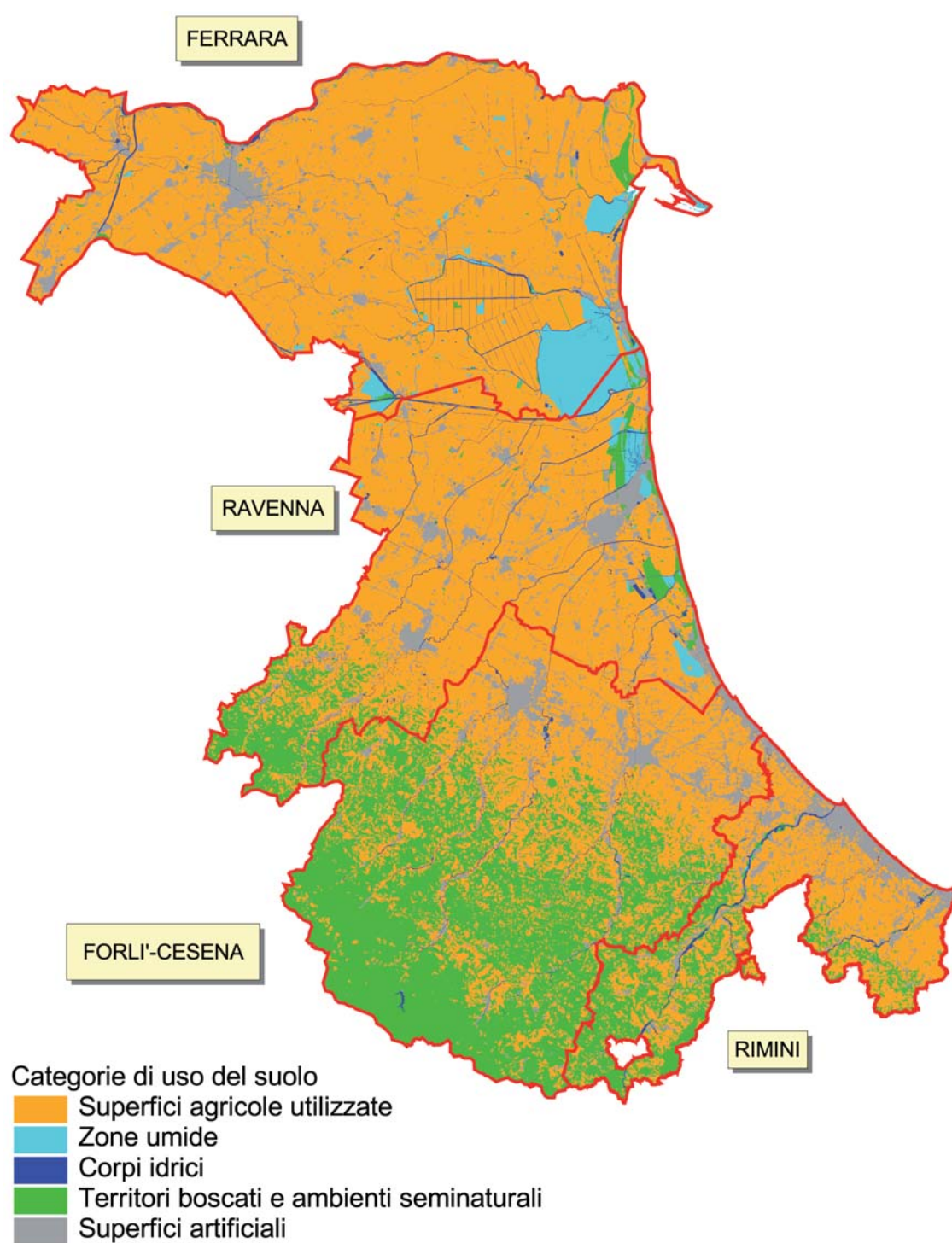
## Scopo

La valutazione dell'uso del territorio costiero contribuisce alla individuazione dei fattori che possono favorire il manifestarsi di eccessi di carico o pressioni sull'ambiente, facilitando eventuali interventi correttivi mediante la loro pianificazione.

## Metadati

<b>NOME DELL'INDICATORE</b>	<i>Uso prevalente in essere del territorio delle province costiere</i>	<b>DPSIR</b>	D
<b>UNITÀ DI MISURA</b>	Percentuale	<b>FONTE</b>	Regione Emilia-Romagna
<b>COPERTURA SPAZIALE DATI</b>	Provincia	<b>COPERTURA TEMPORALE DATI</b>	2008
<b>AGGIORNAMENTO DATI</b>		<b>ALTRE AREE TEMATICHE INTERESSATE</b>	Acque, Suolo
<b>RIFERIMENTI NORMATIVI</b>	L 117/09 LR 20/00		
<b>METODI DI ELABORAZIONE DATI</b>	Suddivisione percentuale del territorio in relazione alla tipologia di utilizzo (superfici artificiali, superfici agricole utilizzate, terreni boscati e semi-naturali, zone umide e corpi idrici)		

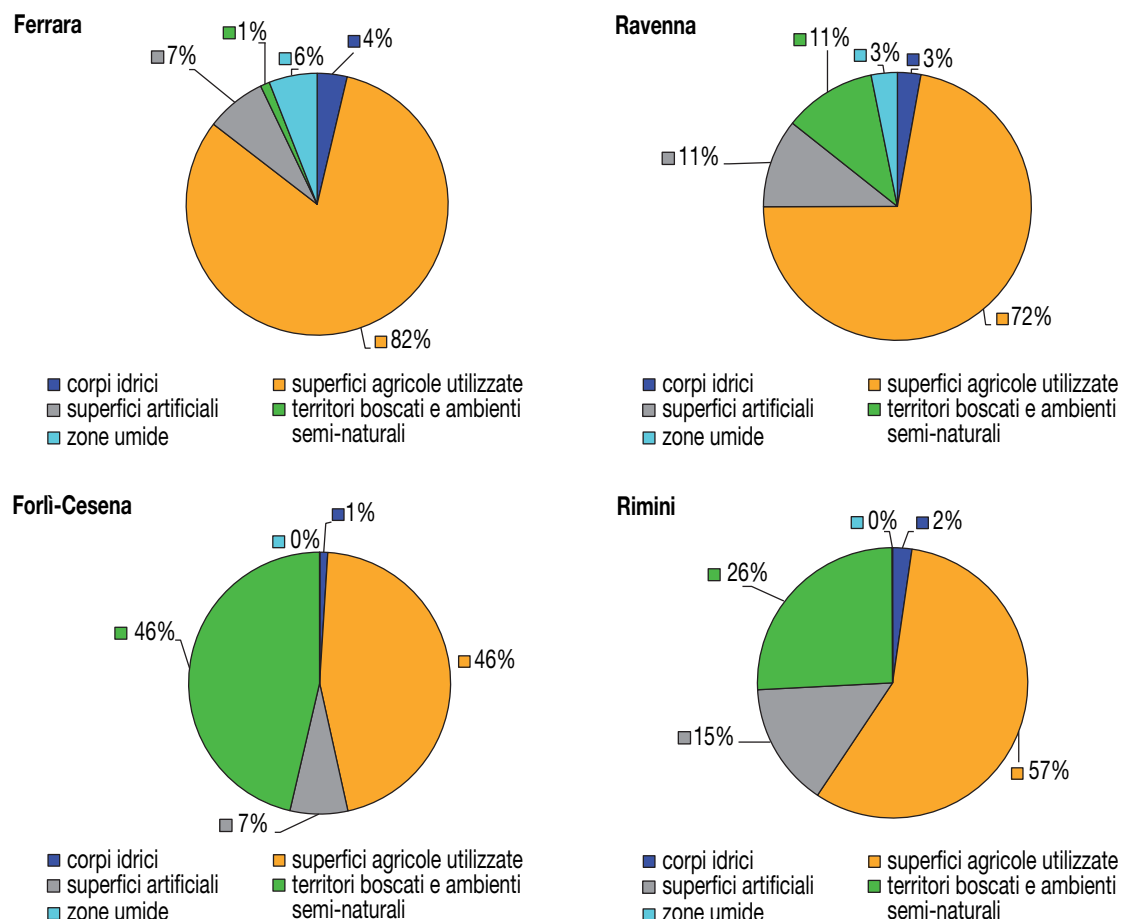
## Grafici e tabelle



Fonte: Elaborazione Arpa Emilia-Romagna su dati Regione Emilia-Romagna

Figura 3C.1: Mappa dell'uso del suolo, province di Ferrara, Ravenna, Forlì-Cesena, Rimini (2008)





Fonte: Elaborazione Arpa Emilia-Romagna su dati Regione Emilia-Romagna

**Figura 3C.2: Distribuzione percentuale dell'uso del suolo nelle province di Ferrara, Ravenna, Forlì-Cesena, Rimini (2008)**

## Commento

La mappa dell'uso del territorio costiero è stata estratta dal database della Regione Emilia-Romagna "Uso del suolo 2008", che è un aggiornamento di quanto già prodotto nel 2003; utilizza come fonte informativa ortofoto "Agea 2008" e come sistema di classificazione il CORINE Land Cover.

Il raggruppamento delle categorie relative all'uso del suolo adottato quest'anno è speculare al sistema CORINE Land Cover e, pertanto, si limita al commento dell'anno in oggetto.

Nonostante l'annessione di una vasta area<sup>1</sup> (328 km<sup>2</sup>) scarsamente popolata (55 ab/km<sup>2</sup>) si osserva che la provincia, in cui si ha il maggior sfruttamento del suolo, è Rimini, ove la categoria "superfici artificiali" (comprendente di: zone urbanizzate di tipo residenziale, zone industriali, commerciali e infrastrutturali, zone estrattive, cantieri, discariche e terreni artefatti e abbandonati, zone verdi artificiali non agricole) copre il 14,8% dell'intero territorio, mentre nelle altre province si attesta su valori più contenuti (RA 10,7%, FE 7,4%, FC 7,1%).

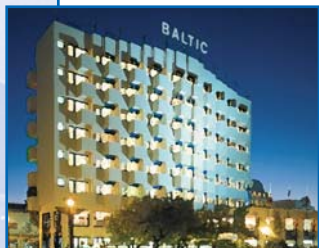
Per quanto riguarda le "superfici agricole utilizza-

te", rilevante è la percentuale riscontrata nella provincia di Ferrara (81,8%), mentre con ordine decrescente seguono Ravenna (72,1%), Rimini (57,1%) e Forlì-Cesena (45,5%).

Al valore più basso dell'uso del suolo per l'agricoltura della provincia di Forlì-Cesena si contrappone la percentuale più elevata dei "territori boscati e semi-naturali" (46,4%), superiore alle altre province (Rimini 25,8%, Ravenna 11,2% e Ferrara 1,1%).

La presenza di "zone umide" nelle province di Ferrara (6%) e di Ravenna (3%) è attribuibile alle valli interne, alle acque di transizione e alle saline presenti nel rispettivo territorio; per quanto riguarda le province di Forlì-Cesena (0,003%) e di Rimini (0,048%) i dati evidenziano una estensione molto limitata.

Nota: <sup>1</sup> La Legge 117 del 3 agosto 2009 ha sancito il distacco della Comunità montana dell'Alta Valmarecchia dalla regione Marche e il suo accorpamento alla provincia di Rimini: dal 1° gennaio 2010 i sette nuovi comuni sono stati integrati nelle statistiche ufficiali dell'Emilia-Romagna e sono, quindi, considerati in questo capitolo



## Densità turistico ricettiva costiera

### Descrizione

La capacità turistica è valutata in termini di numero di strutture ricettive e posti letto per unità di superficie. Al fine di uniformare diverse fonti (Istat, Ufficio statistico regionale e provinciale), si classificano tre tipologie di strutture ricettive: strutture alberghiere (alberghi e residence), strutture complementari<sup>1</sup> (campeggi, villaggi turistici, case per ferie, ostelli, rifugi, case e appartamenti per vacanze a gestione imprenditoriale, agriturismi, country house, bed & breakfast) e alloggi privati gestiti in forma non imprenditoriale (non iscritti al REC). Nella presente scheda si considerano solo le strutture alberghiere e quelle complementari, poiché gli alloggi privati non iscritti al REC non sono inclusi nelle statistiche regionali, in analogia a quanto fa

l'Istat a livello nazionale, in quanto la metodologia di rilevazione non è omogenea per tutte le province e i dati non sono, quindi, facilmente confrontabili.

### Scopo

La conoscenza delle capacità ricettive del territorio e della tipologia delle strutture turistico-ricettive è strumento importante per prevedere il carico antropico potenziale e per predisporre infrastrutture e servizi adeguati alla quantità e qualità della presenza turistica.

Nota: <sup>1</sup> Si accorpano le strutture ricettive distinte nella LR 16/2004 in strutture ricettive all'aria aperta e strutture ricettive extralberghiere, nonché le altre tipologie ricettive, gestite in forma imprenditoriale

### Metadati

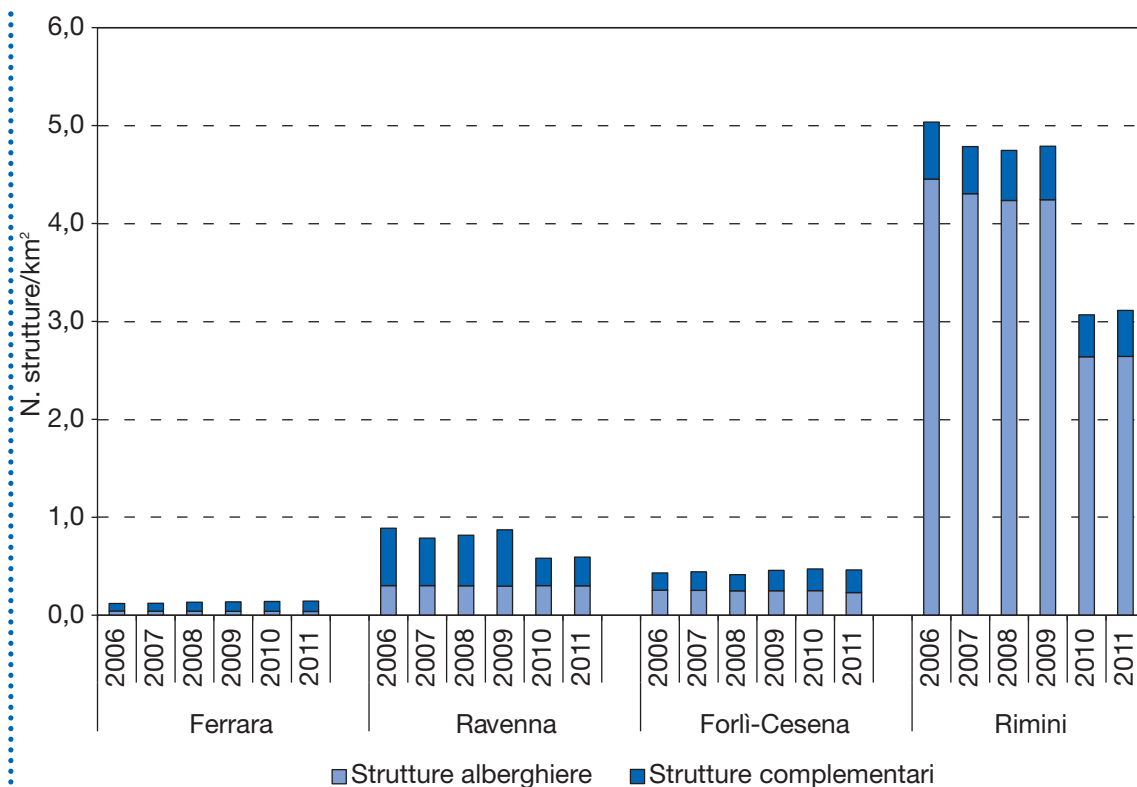
NOME DELL'INDICATORE	Densità turistico ricettiva costiera	DPSIR	D
UNITÀ DI MISURA	N. strutture ricettive, n. posti letto/chilometro quadrato	SOURCE	Regione Emilia-Romagna, Province
COPERTURA SPAZIALE DATI	Provincia	COPERTURA TEMPORALE DATI	2001-2011
AGGIORNAMENTO DATI	Annuale	ALTRE AREE TEMATICHE INTERESSATE	Aria, Suolo, Rifiuti
RIFERIMENTI NORMATIVI	L 117/09 LR 16/2004		
METODI DI ELABORAZIONE DATI	Suddivisione delle strutture ricettive turistiche per territorio provinciale e per tipologia, raffronto con superficie provinciale		



Tabella 3C.1: Numero di strutture turistico-ricettive (2001-2011)

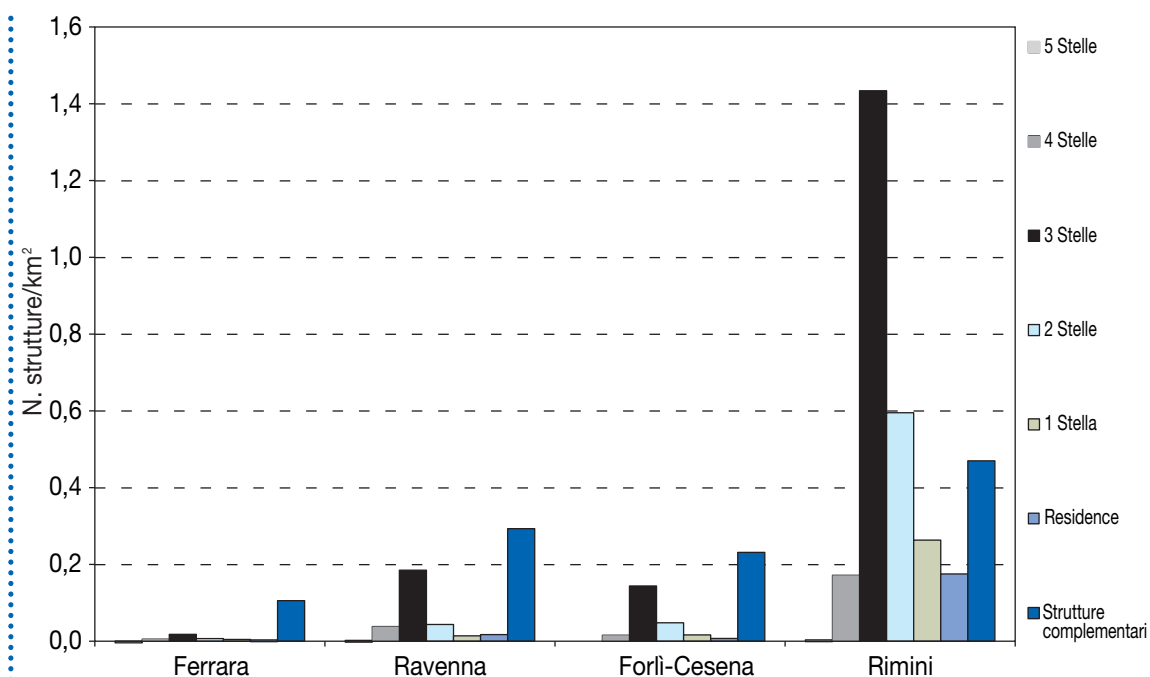
Provincia	Anno	5 Stelle	4 Stelle	3 Stelle	2 Stelle	1 Stella	Residence	Strutture complementari	Totale
Ferrara	2001	1	14	38	25	26	2	62	168
	2002	1	13	40	26	26	2	88	196
	2003	1	14	39	26	25	3	111	219
	2004	1	15	41	27	26	4	171	285
	2005	1	15	42	24	25	4	194	305
	2006	1	15	42	26	24	5	202	315
	2007	1	17	43	21	20	7	212	321
	2008	1	17	44	19	20	8	241	350
	2009	1	16	46	21	13	8	254	359
	2010	1	16	46	20	13	9	265	370
	2011	1	14	47	18	12	9	278	379
Ravenna	2001	0	39	332	131	55	13	1208	1778
	2002	0	42	336	124	49	14	1249	1814
	2003	1	47	338	116	42	18	1256	1818
	2004	1	49	338	115	38	21	1366	1928
	2005	2	52	337	111	36	24	1042	1604
	2006	2	53	341	104	35	27	1090	1652
	2007	2	53	341	104	35	27	902	1464
	2008	3	62	337	94	31	32	960	1519
	2009	4	64	337	87	30	32	1068	1622
	2010	4	69	346	85	26	32	520	1082
	2011	4	71	344	81	26	32	545	1103
Forlì-Cesena	2001	0	24	298	183	84	9	161	759
	2002	0	30	303	177	73	13	191	787
	2003	0	30	317	166	68	15	349	945
	2004	0	32	322	163	63	14	372	966
	2005	0	32	322	150	63	18	380	965
	2006	0	36	345	147	64	16	418	1026
	2007	0	37	353	139	60	14	451	1054
	2008	0	37	364	129	49	13	393	985
	2009	0	36	367	128	47	16	495	1089
	2010	0	36	368	127	48	17	527	1123
	2011	0	37	342	114	39	17	550	1099
Rimini	2001	2	94	1069	854	493	60	161	2733
	2002	2	104	1148	771	438	70	182	2715
	2003	2	107	1149	740	392	79	191	2660
	2004	2	112	1140	720	377	93	238	2682
	2005	2	129	1213	643	327	104	285	2703
	2006	2	133	1200	628	306	118	312	2699
	2007	2	134	1182	592	287	110	258	2565
	2008	2	143	1223	533	244	125	274	2544
	2009	2	149	1223	521	239	140	293	2567
	2010	3	148	1228	519	232	145	379	2654
	2011	3	148	1236	513	227	151	405	2683

Fonte: Regione Emilia-Romagna, Province



Fonte: Elaborazione Arpa Emilia-Romagna su dati di Assessorati al turismo regionale e provinciali

**Figura 3C.3a: Densità delle strutture turistico-ricettive (2006-2011)**



Fonte: Elaborazione Arpa Emilia-Romagna su dati di Assessorati al turismo provinciali

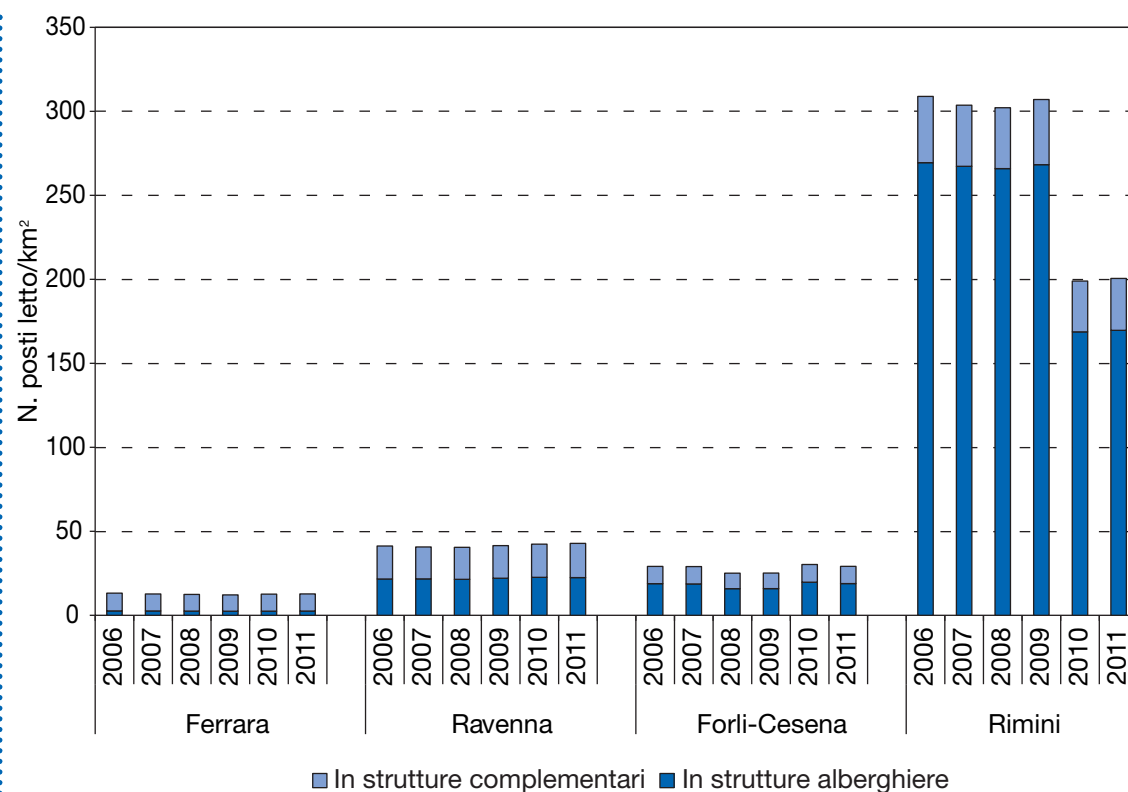
**Figura 3C.3b: Densità strutture turistico-ricettive distinte per tipologia (2011)**

**Tabella 3C.2: Numero di posti letto nelle strutture turistico-ricettive (2001-2011)**

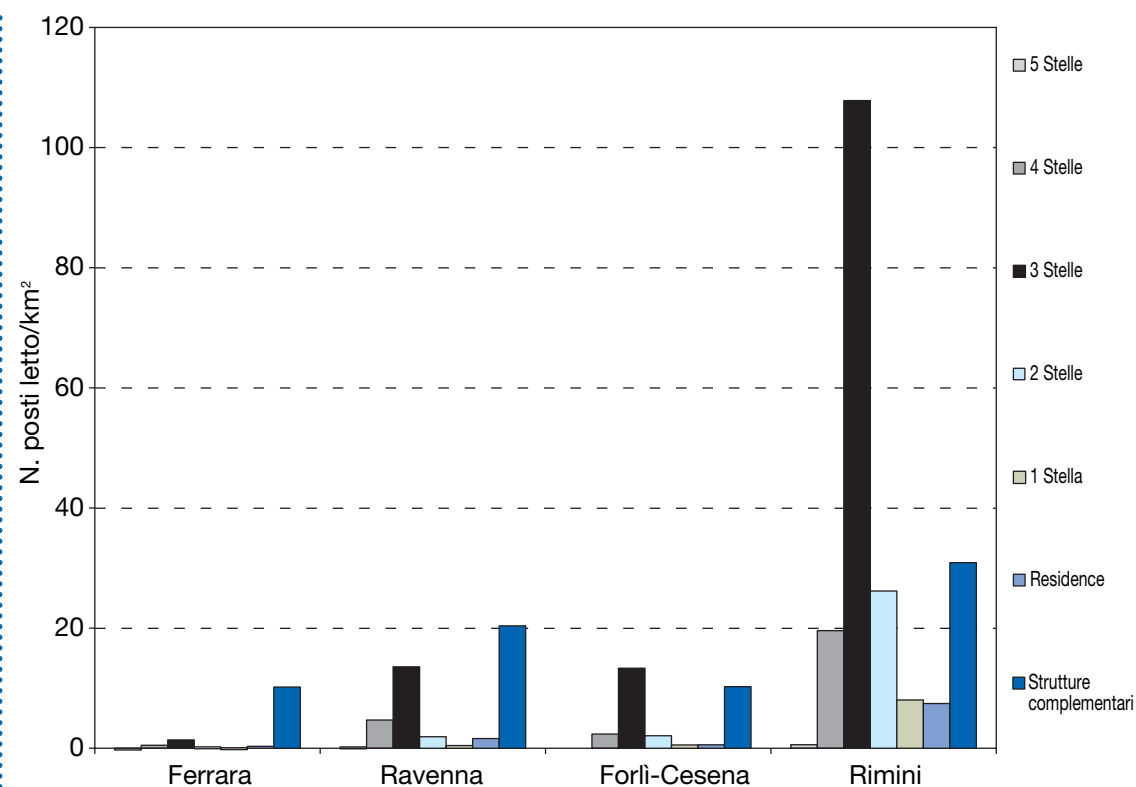
Provincia	Anno	5 Stelle	4 Stelle	3 Stelle	2 Stelle	1 Stella	Residence	Strutture complementari	Totale
Ferrara	2001	53	1441	3016	988	591	34	20000	26123
	2002	53	1260	3099	1015	585	34	22263	28309
	2003	53	1415	3120	1010	471	58	21699	27826
	2004	53	1418	3444	1038	466	82	29111	35612
	2005	53	1421	3493	942	464	82	29077	35532
	2006	53	1413	3439	1413	458	122	27870	34768
	2007	53	1605	3215	1185	364	419	26621	33462
	2008	53	1533	3097	1088	360	471	26166	32768
	2009	53	1348	3495	668	229	642	25574	32009
	2010	53	1496	3268	629	233	836	26701	33216
	2011	53	1313	3644	617	223	836	26815	33501
Ravenna	2001	0	4674	24144	5676	1674	1105	36414	73687
	2002	0	5236	24155	5341	1457	1444	36615	74248
	2003	152	5585	24248	4883	1186	1756	36192	74002
	2004	160	5788	24502	4814	1070	1771	37115	75220
	2005	410	6157	24203	4702	1011	2212	36646	75341
	2006	340	6405	25514	4461	995	2502	36515	76732
	2007	220	6794	25580	4144	957	2637	35346	75678
	2008	276	7361	24321	3998	877	3004	35434	75271
	2009	354	7884	25012	3783	837	3194	36105	77169
	2010	369	8393	25536	3695	826	3228	36741	78788
	2011	409	8731	25191	3560	840	3000	37875	79606
Forlì-Cesena	2001	0	2925	21571	8539	2598	464	22451	58548
	2002	0	3694	22028	8087	2272	641	22755	59477
	2003	0	3718	22991	7377	2115	675	23503	60379
	2004	0	3919	23288	7161	1981	666	24124	61139
	2005	0	3984	23842	6323	1958	926	23274	60307
	2006	0	5027	29677	6663	2110	1302	24452	69231
	2007	0	5396	29972	6082	1832	1121	24584	68987
	2008	0	4852	25466	4996	1379	1001	21946	59640
	2009	0	4799	25590	4954	1274	1174	22002	59793
	2010	0	5596	32902	5529	1435	1402	25070	71934
	2011	0	5615	31672	4946	1298	1361	24376	69268
Rimini	2001	379	10815	75091	36305	13587	2332	20008	158517
	2002	379	12197	82209	33611	12327	2743	19996	163462
	2003	379	12374	82084	32468	11178	3038	19875	161396
	2004	379	12934	83260	32814	11156	3458	19712	163713
	2005	379	14447	88911	28320	9603	3818	21072	166550
	2006	379	14765	88261	27774	9001	4240	21144	165564
	2007	379	14925	88123	26994	8740	4100	19501	162762
	2008	379	16015	91054	23169	7301	4610	19424	161952
	2009	379	16826	91196	22653	7159	5571	20791	164575
	2010	504	16844	92273	22751	7047	6026	26068	171513
	2011	504	16877	92942	22561	6927	6420	26633	172864

Fonte: Regione Emilia-Romagna, Province





Fonte: Elaborazione Arpa Emilia-Romagna su dati di Assessorati al turismo regionale e provinciali  
**Figura 3C.4a: Densità di posti letto nelle strutture turistiche ricettive (2006-2011)**



Fonte: Elaborazione Arpa Emilia-Romagna su dati di Assessorati al turismo provinciali  
**Figura 3C.4b: Densità di posti letto nelle strutture turistiche ricettive distinte per tipologia (2011)**

Dall'analisi dei dati si rileva che la maggior concentrazione di strutture turistico-ricettive è presente nella provincia di Rimini. Si precisa che, ove non diversamente specificato, i dati 2010 e 2011 di Rimini, riportati in tabelle e grafici, sono riferiti ai confini definiti dalla L 117/2009 (annessione dei sette comuni dell'Alta Valmarecchia). Nei 328 km<sup>2</sup> del territorio dell'Alta Valmarecchia sono presenti solo 64 strutture turistiche.

Confrontando i dati del 2006 con quelli del 2011, si evidenzia che il numero di strutture ricettive è aumentato a Ferrara (64 unità, pari a +20,3%) e a Forlì-Cesena (73 unità, pari a +7,1%), mentre si registra un lieve calo a Rimini (-16 unità, pari a -0,6%) (tabella 3C.1). Per Rimini, limitando il confronto all'ultimo biennio, si osserva un moderato trend positivo (+1,09%).

Per la provincia di Ravenna si nota un lieve incremento di strutture ricettive (21 unità, pari all'1,9%) nel biennio 2010-2011. Non si considerano i dati registrati fino al 2009, in quanto non comparabili con quelli degli anni successivi per una diversa modalità di ricognizione delle strutture complementari.

L'offerta turistica è differenziata lungo la costa: le strutture complementari sono in netta prevalenza a Ferrara (73% del totale); a Ravenna si equivalgono a quelle alberghiere (49% dopo la bonifica dei vecchi dati), così come a Forlì-Cesena (50%), mentre a Rimini raggiungono solo il 15%, nonostante l'apporto dell'Alta Valmarecchia, la cui offerta –

molto limitata in valori assoluti – è nettamente spostata a favore di alloggi complementari (83%).

Focalizzando l'attenzione alle singole strutture ricettive, si nota una tendenza alla diminuzione delle strutture alberghiere, mentre le complementari aumentano: dal 2006 al 2011 il numero di esercizi alberghieri si è ridotto a Ferrara (-10,6%), a Forlì-Cesena (-9,7%) e a Rimini (-4,6%), rimanendo pressoché invariato a Ravenna (-0,7%); le strutture complementari (fatta salva la flessione di Ravenna per i motivi sopra esposti) sono aumentate ovunque: circa il 38% a FE, circa il 32% a FC, circa il 30% a RN.

Nell'ambito delle strutture alberghiere e nell'intervallo di tempo tra il 2006 e il 2011, si registra nella maggior parte delle 4 province costiere una diminuzione di alberghi a una e due stelle, a fronte di un lieve aumento di quelli di categoria superiore e di un incremento dei residence.

Come si può notare, l'annessione del territorio povero di strutture turistiche ha determinato, a partire dal 2010, una forte flessione della densità ricettiva di Rimini (figura 3C.3a). Per i comuni di nuova acquisizione non è stato possibile ricostruire serie storiche relative all'intera superficie attuale a causa della mancanza di dati disaggregati.

Il numero di posti letto, considerati nel loro insieme e nell'arco temporale 2006÷2011, è aumentato nelle province di Rimini (+4,4%) e di Ravenna (+3,8%); rimane pressoché stabile in quella di Forlì-Cesena (+0,1%) e per Ferrara si registra una flessione (-3,6%) (tabella 3C.2).



## Densità residenziale costiera

### Descrizione

La densità residenziale è definita dal rapporto tra il numero degli abitanti e l'estensione del territorio, ed è un parametro confrontabile nello spazio e nel tempo. Dal valore ottenuto è possibile estrapolare indicazioni diverse sia di tipo socio-economico, che si possono collegare al livello di qualità della vita, sia di tipo ambientale, in quanto fornisce informazioni relativamente alla pressione antropica sul territorio.

### Scopo

Il calcolo della densità residenziale permette di valutare l'entità e la distribuzione dei carichi antropici ed è l'indicatore di base nei differenti tipi di analisi per lo sviluppo sostenibile di un'area geografica. È, inoltre, componente importante per altri indicatori che misurano impatti pro-capite.

### Metadati

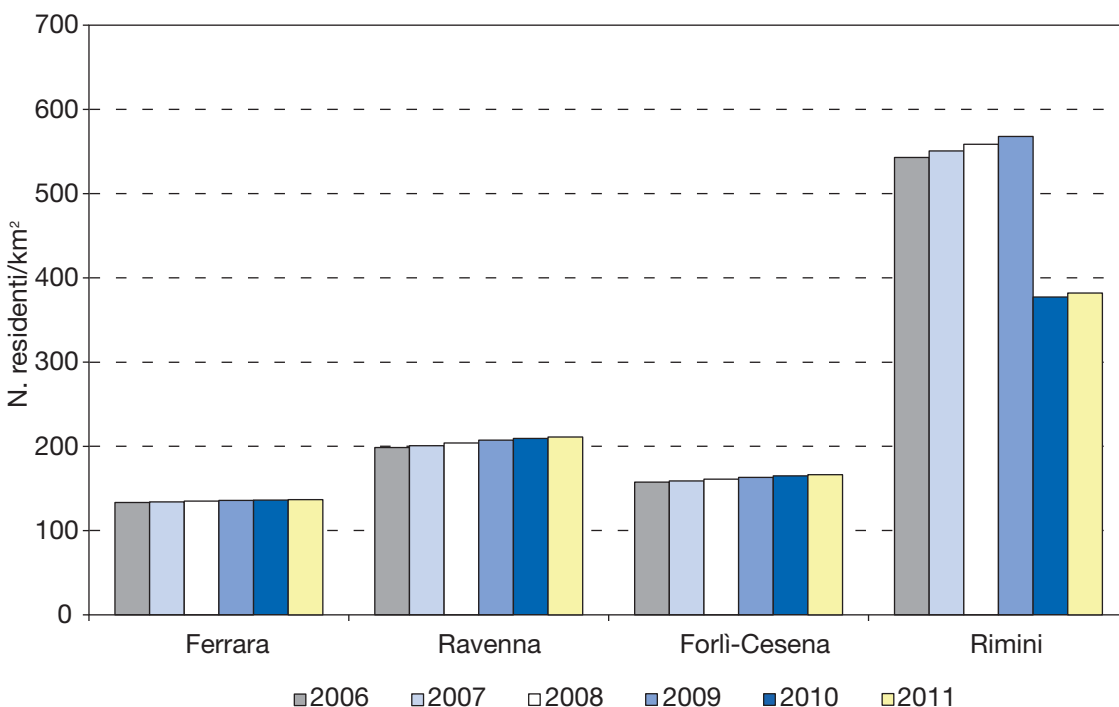
<b>NOME DELL'INDICATORE</b>	Densità residenziale costiera	<b>DPSIR</b>	D
<b>UNITÀ DI MISURA</b>	N. residenti/chilometro quadrato	<b>FONTE</b>	Regione Emilia-Romagna, Istat
<b>COPERTURA SPAZIALE DATI</b>	Provincia	<b>COPERTURA TEMPORALE DATI</b>	2004-2011
<b>AGGIORNAMENTO DATI</b>	Annuale	<b>ALTRE AREE TEMATICHE INTERESSATE</b>	Acque, Aria, Suolo, Rifiuti
<b>RIFERIMENTI NORMATIVI</b>	L 117/2009		
<b>METODI DI ELABORAZIONE DATI</b>	Numero di abitanti valutato annualmente in relazione alla superficie complessiva del territorio provinciale		



Tabella 3C.3: Popolazione residente (2004-2011)

Provincia	Anno							
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Ferrara	347.360	349.774	351.452	353.303	355.809	357.980	358.972	359.994
Ravenna	355.395	365.369	369.427	373.449	379.468	385.729	389.509	392.458
Forlì-Cesena	366.805	371.318	374.678	377.993	383.043	388.019	392.329	395.489
Rimini	281.344	286.796	289.932	294.074	298.294	303.256	325.219	329.302

Fonte: Istat (dati al 1° gennaio), Regione Emilia-Romagna



Fonte: Elaborazione Arpa Emilia-Romagna su dati Istat e Regione Emilia-Romagna

Figura 3C.5: Densità residenziale costiera (2006-2011)

## Commento

Dall'analisi dei dati emerge che nel 2011 le tre province a nord (Ferrara, Ravenna, Forlì-Cesena) hanno un numero di abitanti per km<sup>2</sup> relativamente simile (137, 211, 166) e, considerando l'intervallo di tempo che va dal 2006 al 2011, la densità residenziale è in leggera crescita per Ferrara (+2,6%), a fronte di un trend evolutivo in deciso aumento per Ravenna (+6,3%) e Forlì-Cesena (+5,6%) (figura 3C.5).

Discorso a parte esige Rimini che, con l'entrata in vigore della L. 117/2009, ha inglobato i sette comuni dell'Alta Valmarecchia e ha registrato dal 2010 una forte espansione del territorio in relazione al numero di residenti con conseguente

flessione della densità residenziale nella provincia attuale.

Ne consegue che, per quanto riguarda la provincia di Rimini, si è ritenuto opportuno limitare il confronto all'intervallo di tempo che va dal 2010 al 2011, durante il quale si osserva un incremento della densità (+1,24%), che risulta il valore più alto fra quelli delle quattro province costiere (FE +0,40%, RA +0,81% e FC +0,85 %).

Questo significa che, nonostante l'annessione di una vasta area (328 km<sup>2</sup>) scarsamente abitata (55 ab/km<sup>2</sup>), Rimini resta la provincia più densamente popolata della costa e in cui più forte è l'incremento demografico.



## Densità turistica costiera

### Descrizione

Secondo le raccomandazioni dell'Organizzazione mondiale del turismo la definizione di "presenza turistica" implica che vi sia un pernottamento ed è in questa accezione che il termine è usato in questa sede, pur avendo presente il ruolo, altrettanto importante ma al momento non rilevabile, che possono giocare i visitatori non pernottanti in termini d'impatto ambientale.

Il numero di turisti per unità di superficie è un fattore legato alle pressioni sui beni ecologici, culturali e sulle infrastrutture, capace di influenzare diversi aspetti della sostenibilità a medio e lungo termine. Pur ritenendo statisticamente non corretto considerare dati raccolti a livello provinciale con metodologie non omogenee che ne inficiano il

confronto, per non trascurare un fenomeno che comunque contribuisce alla determinazione del carico antropico totale, si sono considerate, mantenendole distinte, anche le presenze turistiche stimate presso alloggi privati gestiti in forma non imprenditoriale (non iscritti al REC).

### Scopo

Permette una valutazione del carico antropico derivante dalle attività turistiche ed è, quindi, informazione di base necessaria per tutte le forme di pianificazione e gestione di un territorio, oltre a essere un dato chiave per comprendere e prevedere la pressione potenziale sullo stesso e una componente importante per altri indicatori che misurano impatti pro capite.

### Metadati

NOME DELL'INDICATORE	Densità turistica costiera	DPSIR	D
UNITÀ DI MISURA	N. presenze turistiche/ chilometro quadrato	FONTE	Regione Emilia-Romagna, Province
COPERTURA SPAZIALE DATI	Provincia	COPERTURA TEMPORALE DATI	2004-2011
AGGIORNAMENTO DATI	Annuale	ALTRE AREE TEMATICHE INTERESSATE	Acque, Aria, Suolo, Rifiuti
RIFERIMENTI NORMATIVI	L 117/2009		
METODI DI ELABORAZIONE DATI	Calcolo del rapporto fra numero di presenze turistiche sul territorio e la sua estensione		

**Tabella 3C.4: Presenze turistiche presso strutture ricettive e presso alloggi privati gestiti in forma non imprenditoriale (2004-2011)**

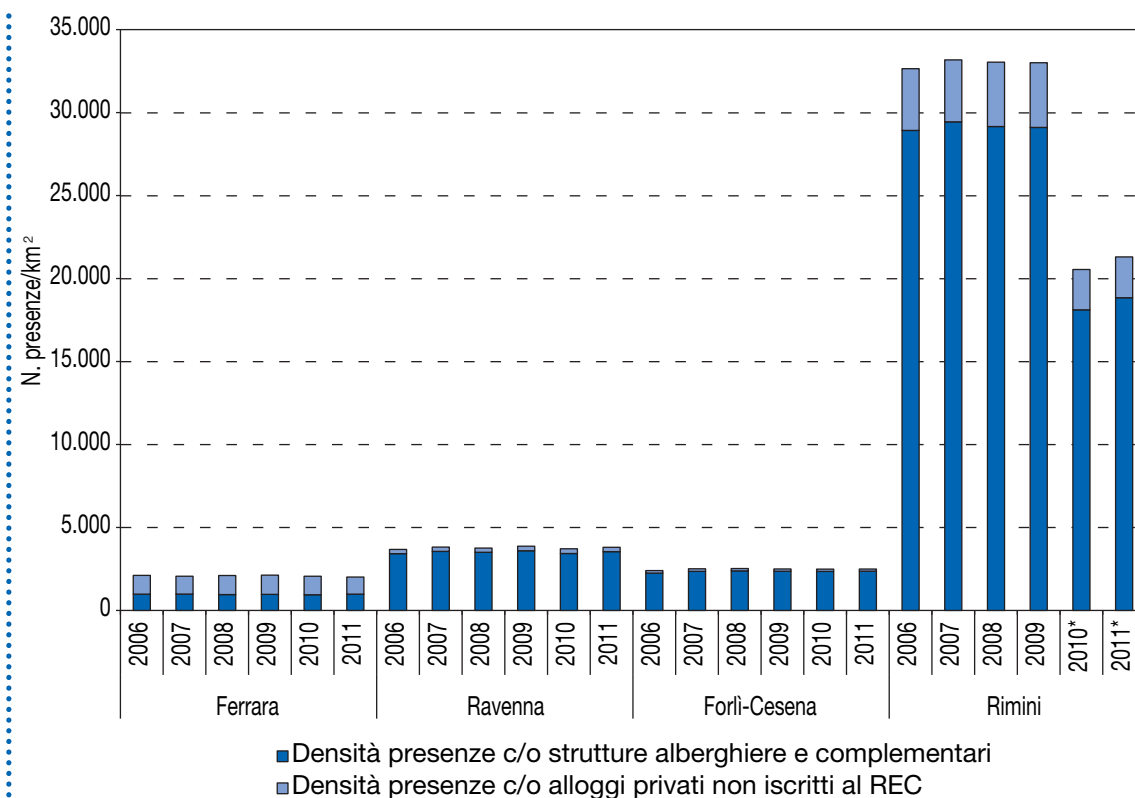
Provincia	Anno	Presenze c/o strutture alberghiere e complementari	** Presenze c/o alloggi privati e non iscritti al REC	Totale presenze
Ferrara	2004	2.615.974	2.848.381	5.464.355
	2005	2.468.792	3.036.264	5.505.056
	2006	2.589.967	2.976.400	5.566.367
	2007	2.601.156	2.832.348	5.433.504
	2008	2.520.626	3.026.890	5.547.516
	2009	2.552.914	3.051.939	5.604.853
	2010	2.488.829	2.941.295	5.430.124
	2011	2.588.657	2.707.762	5.296.419
Ravenna	2004	6.073.871	503.792	6.577.663
	2005	6.080.373	510.638	6.591.011
	2006	6.365.500	475.474	6.840.974
	2007	6.619.680	482.440	7.102.120
	2008	6.519.893	471.301	6.991.194
	2009	6.689.007	511.399	7.200.406
	2010	6.382.325	529.305	6.911.630
	2011	6.586.703	488.367	7.075.070
Forlì-Cesena	2004	5.365.931	405.749	5.771.680
	2005	4.971.765	413.071	5.384.836
	2006	5.355.513	358.730	5.714.243
	2007	5.601.687	369.352	5.971.039
	2008	5.671.300	335.398	6.006.698
	2009	5.617.784	326.351	5.944.135
	2010	5.598.761	323.582	5.922.343
	2011	5.626.436	304.543	5.930.979
Rimini	2004	14.988.520	1.909.023	16.897.543
	2005	15.013.693	1.930.706	16.944.399
	2006	15.445.703	1.986.695	17.432.398
	2007	15.721.893	1.993.484	17.715.377
	2008	15.571.144	2.071.388	17.642.532
	2009	15.541.991	2.082.152	17.624.143
	2010*	15.614.000	2.095.893	17.709.893
	2011*	16.242.831	2.120.304	18.363.135

Fonte: Regione Emilia-Romagna e Province

Note: \* dati riferiti ai confini attuali conseguenti alla attuazione della L 117/2009

\*\* dati stimati





Fonte: Elaborazione Arpa Emilia-Romagna su dati Regione Emilia-Romagna e Province

**Figura 3C.6: Densità turistica (2006-2011)**

Nota: \* dati riferiti ai confini attuali conseguenti all'attuazione della L 117/2009

## Commento

Dal confronto, nell'anno 2011, fra le quattro province di costa spicca l'elevata densità turistica complessiva di Rimini (21.303 presenze/km² sull'attuale territorio amministrativo, 33.000 presenze/km² entro i "vecchi" confini cui fa riferimento la serie storica 2006÷09), su cui insiste anche la maggiore densità residenziale (figura 3C.6). A livelli notevolmente più bassi si collocano Ravenna (3.806 presenze/km²), Forlì-Cesena (2.495 presenze/km²) e Ferrara (2.012 presenze/km²).

E' interessante notare la diversa distribuzione di presenze in strutture di tipo diverso: a Ferrara la quota di turisti ospitati presso alloggi privati non iscritti al REC supera quella delle strutture alberghiere e com-

plementari (rispettivamente 2.707.762 e 2.588.657 presenze, le prime sono pari al 51,1% del totale), mentre nelle altre province la percentuale di presenze di questa tipologia sul totale è di gran lunga inferiore (5,1% a Forlì-Cesena, 6,9% a Ravenna, 11,5% a Rimini).

Durante l'arco di tempo considerato (2006÷2011) si registra qualche variazione sulle presenze turistiche: in particolare sono diminuite a Ferrara (-4,8%) e aumentate a Ravenna (+3,4%), Forlì-Cesena (+3,8%) e Rimini (+5,3%). Quest'ultima valutazione, in realtà, risente della diversa situazione territoriale della provincia di Rimini nelle due annualità prese a confronto.



# Densità abitativa costiera

## Descrizione

Nelle zone costiere ad alta densità di strutture ricettive e con volumi turistici elevati e concentrati in periodi di tempo limitati, si verificano annualmente rilevanti fluttuazioni nei carichi antropici.

Per evidenziare il grado di stagionalità della domanda, che può essere indice di potenziali squilibri e pressioni sulla comunità e sull'ambiente, nasce la necessità di quantificare le presenze turistiche a livello mensile. Si definisce "densità abitativa" la somma della densità residenziale con quella turistica (in termini di residenti equivalenti mensili), che grava sul territorio nei vari mesi dell'anno.

Si è poi cercato di mettere in evidenza il "peso" esercitato dai turisti sulla comunità locale mediante il calcolo dell'Indice di Pressione Turistica (IPT), definito come numero di turisti-residenti

equivalenti/100 residenti. Sono esclusi in questa scheda i turisti ospitati in alloggi privati gestiti in forma non imprenditoriale.

## Scopo

Valutare il carico antropico globale, misurandone la stagionalità, e consentire la stima dei carichi originati dal turismo rispetto a quelli prodotti dai residenti nei vari periodi dell'anno.

Nell'ambito della pianificazione di uno sviluppo sostenibile del territorio, la disaggregazione a livello mensile delle presenze turistiche può consentire l'individuazione di ulteriori margini di espansione o, viceversa, può indurre alla scelta, in relazione alla capacità di carico, di un ridimensionamento dei flussi o, ancora, indirizzare la gestione delle destinazioni turistiche verso programmi di diversificazione dell'offerta.

## Metadati

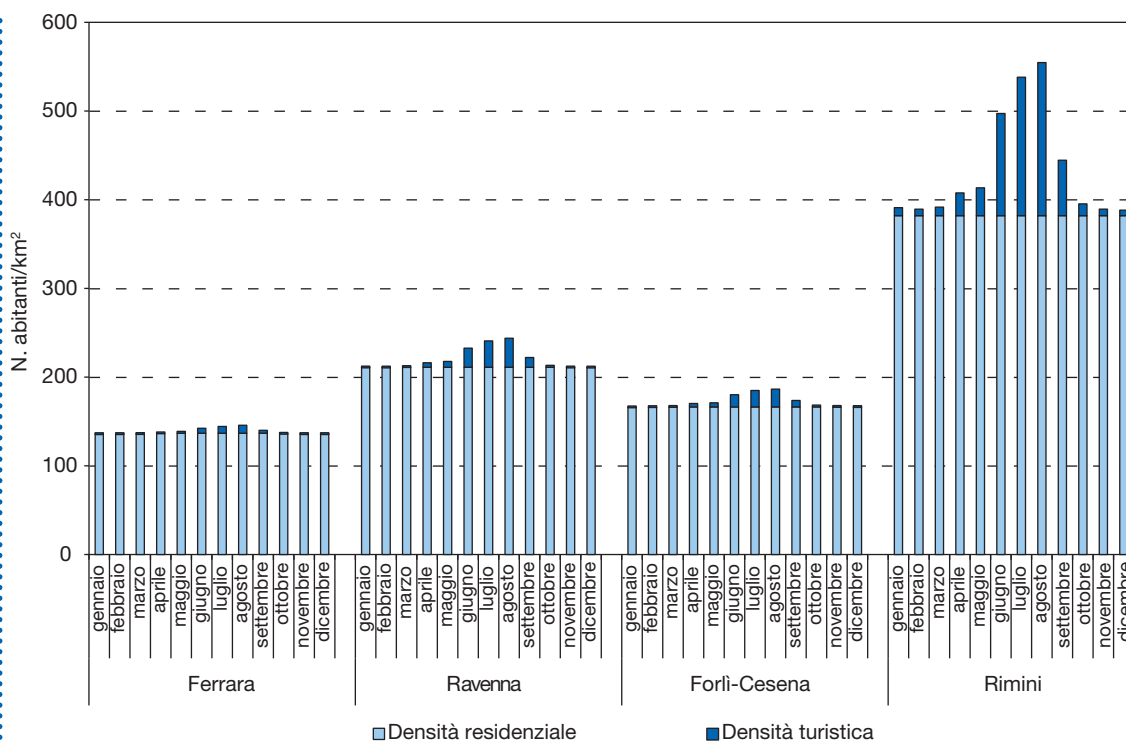
<b>NOME DELL'INDICATORE</b>	Densità abitativa costiera	<b>DPSIR</b>	D
<b>UNITÀ DI MISURA</b>	N. turisti + n. residenti/ chilometro quadrato, n. turisti/100 residenti	<b>FONTE</b>	Regione Emilia-Romagna, Province
<b>COPERTURA SPAZIALE DATI</b>	Provincia	<b>COPERTURA TEMPORALE DATI</b>	2007-2011
<b>AGGIORNAMENTO DATI</b>	Mensile	<b>ALTRE AREE TEMATICHE INTERESSATE</b>	Acque, Aria, Suolo, Rifiuti
<b>RIFERIMENTI NORMATIVI</b>	L 117/2009		
<b>METODI DI ELABORAZIONE DATI</b>	Il calcolo della densità abitativa (residenti + turisti) mensile è effettuato come di seguito descritto, equiparando i turisti ai residenti (=residenti equivalenti): - Densità residenziale (DR) = residenti/km <sup>2</sup> - Residenti equivalenti mensili (TREM) = giornate di presenza turistica mensile/gg del mese - Densità turistica mensile (DTM) = TREM/km <sup>2</sup> - Densità abitativa mensile = DR + DTM - Indice di pressione turistica (IPT) = TREM/100 residenti		

Tabella 3C.5: Presenze turistiche mensili (2007-2011)

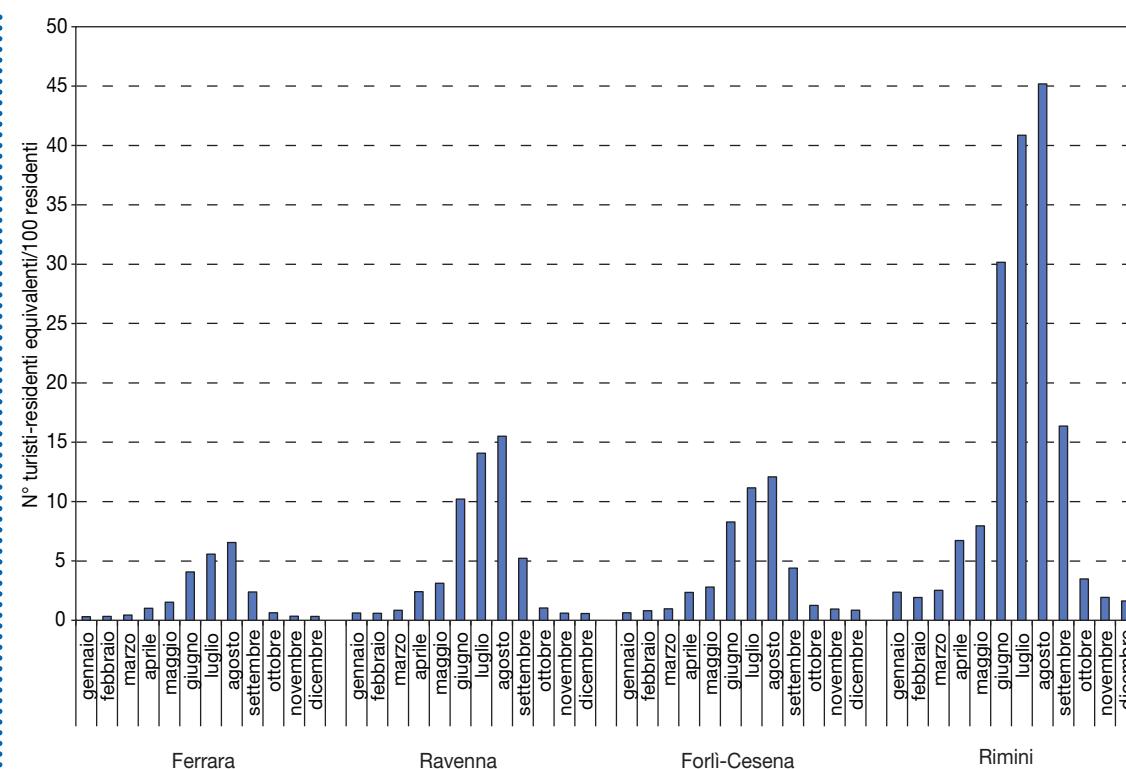
mese-anno	Ferrara	Ravenna	Forlì-Cesena	Rimini
gen-07	36348	77930	80987	206822
feb-07	42532	66797	82060	182120
mar-07	64004	116834	142168	258783
apr-07	142199	391205	324005	732270
mag-07	221988	426154	394428	807939
giu-07	404133	1202947	1002919	2998129
lug-07	617814	1597472	1299454	3865525
ago-07	688602	1832074	1394323	4335950
set-07	226531	592065	510792	1588415
ott-07	66130	140155	143474	318041
nov-07	47128	90919	119896	227528
dic-07	43747	85276	107181	197463
<b>Totale</b>	<b>2601156</b>	<b>6619828</b>	<b>5601687</b>	<b>15718985</b>
gen-08	34959	69359	71615	205000
feb-08	41019	77170	89573	184209
mar-08	58251	146063	161327	344489
apr-08	116946	270518	249452	512779
mag-08	254329	518119	415293	961491
giu-08	363381	1162261	991253	2931367
lug-08	603247	1612408	1349494	3944650
ago-08	648931	1802155	1456333	4381092
set-08	229519	558072	513277	1469682
ott-08	51948	123679	146166	304086
nov-08	34603	91779	119059	183334
dic-08	36471	88310	108458	148935
<b>Totale</b>	<b>2473604</b>	<b>6519893</b>	<b>5671300</b>	<b>15571114</b>
gen-09	33219	80587	66137	188767
feb-09	35907	72371	85558	154936
mar-09	49614	108021	108058	217854
apr-09	122939	281320	262435	563265
mag-09	230527	532193	403824	965400
giu-09	389955	1171669	946622	2829308
lug-09	617313	1665815	1328061	3971354
ago-09	691350	1883910	1491251	4510267
set-09	248966	601956	570027	1509388
ott-09	59229	123916	141505	313709
nov-09	35715	84308	109257	159208
dic-09	38180	82941	105049	158535
<b>Totale</b>	<b>2552914</b>	<b>6689007</b>	<b>5617784</b>	<b>15541991</b>
gen-10	28508	78559	66281	201432
feb-10	32820	65501	84897	161174
mar-10	47233	103504	110789	242321
apr-10	91941	246545	255923	580533
mag-10	227663	429529	383769	875995
giu-10	371769	1092198	932992	2746746
lug-10	614491	1648389	1388998	4085379
ago-10	690683	1849173	1473574	4530282
set-10	248626	589880	516108	1515254
ott-10	60545	131161	158052	322523
nov-10	39228	77471	119475	193540
dic-10	35322	70415	107903	158821
<b>Totale</b>	<b>2488829</b>	<b>6382325</b>	<b>5598761</b>	<b>15614000</b>
gen-11	33949	74613	77623	241346
feb-11	32849	64730	89209	176949
mar-11	48867	102476	114608	257646
apr-11	109181	283880	278642	663581
mag-11	169917	379459	343068	811974
giu-11	439836	1201930	982561	2979346
lug-11	621784	1712437	1367700	4171385
ago-11	731178	1886495	1481202	4612585
set-11	257421	614633	521509	1616209
ott-11	70475	125903	153665	355435
nov-11	37017	70752	112365	190424
dic-11	36183	69395	104284	165951
<b>Totale</b>	<b>2588657</b>	<b>6586703</b>	<b>5626436</b>	<b>16242831</b>

Fonte: Assessorati al turismo regionale e provinciali





**Figura 3C.7a: Densità abitativa residenziale e turistica mensile (2011)**



**Figura 3C.7b: Indice di pressione turistica (2011)**

## Commento

Il periodo di maggior impatto turistico (tabella 3C.5) è, per tutte le province, quello che va da giugno a settembre, in cui si concentra l'80% in media delle presenze annuali (79% a Ferrara, 77% a Forlì-Cesena, 82% a Ravenna e a Rimini). La spiccata stagionalità non accenna a "stemperarsi": dal 2007 al 2011 la concentrazione di presenze turistiche nei quattro mesi estivi è mediamente stabile o in aumento in tutte le quattro province. Ove non diversamente specificato i dati del 2010 e del 2011 di Rimini, riportati in tabelle e grafici, sono riferiti ai confini attuali secondo la L 117/2009, che ha annesso alla provincia i sette comuni dell'Alta Valmarecchia.

Il mese di maggior afflusso turistico è agosto: come evidenziato dalla figura 3C.7a, la densità abitativa di Rimini aumenta del 45% (1 turista ogni 2 residenti), a fronte di incrementi più contenuti nelle altre pro-

vince (+16% RA, +12% FC, +6% FE). Il dato relativamente basso di Ferrara è influenzato, più degli altri, dal fatto che nella elaborazione sono stati esclusi gli ospiti di alloggi privati gestiti in forma non imprenditoriale, la cui stima annuale supera, in questa provincia, le presenze rilevate presso le altre strutture (vedi tabella 3C.4).

Dalla figura 3C.7a si osserva anche che, in agosto, la densità abitativa di Rimini (555) risulta essere 2,3 volte quella di Ravenna (244), 3 volte quella di Forlì-Cesena (183), 3,8 volte quella di Ferrara (145), nonostante la notevole diminuzione della densità abitativa (anno 2009-anno 2010: -35%) dovuta all'ampliamento territoriale. L'indice di pressione turistica di settembre a Rimini supera quello relativo al mese di agosto delle altre tre province costiere (figura 3C.7b).



# Carichi di inquinanti pericolosi

## Descrizione

L'indicatore descrive la consistenza dei carichi inquinanti in uscita verso mare ripartiti per singoli bacini di provenienza. Al fine di evidenziare gli areali dai quali provengono i maggiori sversamenti sia di tipo puntuale, connessi alle aree urbanizzate e alle produzioni manifatturiere e artigianali, sia di origine diffusa, legati agli apporti di nutrienti e all'uso dei fitofarmaci sulla maggior parte delle colture intensi-

ve della regione, vengono riportati i carichi inquinanti annuali suddivisi nelle seguenti categorie: nutrienti, metalli, fitofarmaci e altri microinquinanti.

## Scopo

Valutare l'entità dei principali apporti a mare di inquinanti e la loro distribuzione lungo la fascia costiera.

## Metadati

<b>NOME DELL'INDICATORE</b>	<i>Carichi di inquinanti pericolosi</i>	<b>DPSIR</b>	<i>P</i>
<b>UNITÀ DI MISURA</b>	<i>Chilogrammi, tonnellate</i>	<b>FONTE</b>	<i>Arpa Emilia-Romagna</i>
<b>COPERTURA SPAZIALE DATI</b>	<i>Bacino idrografico</i>	<b>COPERTURA TEMPORALE DATI</b>	<i>Stime al 2008-2011</i>
<b>AGGIORNAMENTO DATI</b>	<i>Annuale</i>	<b>ALTRE AREE TEMATICHE INTERESSATE</b>	<i>Acque, Natura e biodiversità</i>
<b>RIFERIMENTI NORMATIVI</b>	<i>Dir 2000/60/CE DLgs 152/06</i>		
<b>METODI DI ELABORAZIONE DATI</b>	<i>Valutazione dei carichi in transito alle stazioni di valle delle diverse aste fluviali, sulla base dei valori di concentrazione rilevati e delle corrispondenti portate idriche medie stagionali</i>		

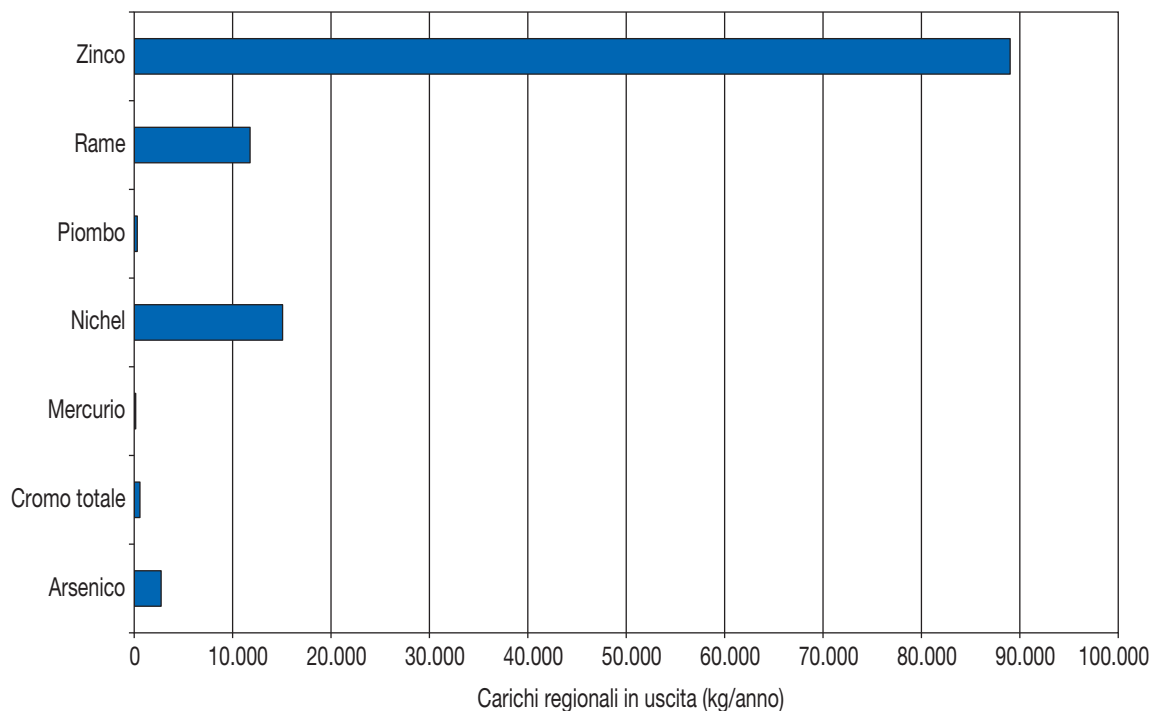


**Tabella 3C.6: Apporti in Adriatico dalle aste fluviali principali relativi a nutrienti, metalli, fitofarmaci e altre sostanze pericolose (stime al 2008-2011)\***

Corso d'acqua	Azoto totale (t/anno)	Fosforo totale (t/anno)	Nichel (kg/anno)	Zinco (kg/anno)	Altri metalli (kg/anno) [*]	Fitofarmaci (kg/anno) [**]	Altre sost. pericolose di derivazione industriale-artigianale (kg/anno) [***]
Asta Po (all'altezza di Ferrara) [A]	157.387	8.041	138.618	172.816	110.551(☒)	5.320(☒)	1.641(☒)
- di cui dagli affluenti emiliani	11.508	681	5.520	71.830	10.997	179	614
Apporto Po di Goro (~10% asta Po)	15.739	804	13.862	17.282	11.055	532	164
C.I Bianco e Po di Volano	1.746	47	3.223	1.701	554	187	0,4
C.le Burana - Navigabile	2.881	64	2.308	3.168	1.050	201	24
F. Reno	3.516	70	1.952	2.644	806	125	409
C.le Destra Reno	735	16	467	1.981	667	19	78
F. Lamone	421	4	296	694	322	1,9	64
F. Uniti	1.209	11	375	4.623	409	10	105
T. Bevano	168	2	55	238	84	8	14
F. Savio	158	0,9	72	54	12	0,1	11
F. Rubicone	288	3	105	319	205	1,3	14
F. Uso	159	7	109	129	76	1,7	67
F. Marecchia	334	18	427	332	78	1,2	92
R. Marano	40	0,9	17	202	9	0,4	6
T. Conca	39	0,2	27	22	17	0,1	5
R. Ventena - T. Tavollo	231	9	126	1.078	125	1,7	33
<b>Totale da C.I Bianco - Po di Volano a Tavollo [B]</b>	<b>11.925</b>	<b>253</b>	<b>9.559</b>	<b>17.185</b>	<b>4.415</b>	<b>557</b>	<b>924</b>
<i>Incidenza rispetto al carico del F. Po [B/A]</i>	8%	3%	7%	10%	4%	10%	-
<b>Totale carico regionale in uscita [C]</b>	<b>23.433</b>	<b>934</b>	<b>15.079</b>	<b>89.016</b>	<b>15.412</b>	<b>736</b>	<b>1.538</b>
<i>Incidenza apporti diretti in Adriatico rispetto al totale regionale [B/C]</i>	51%	27%	63%	19%	29%	76%	60%
(☒)	Per alcuni metalli, fitofarmaci, ma soprattutto per le altre sostanze pericolose l'elevato grado di diluizione entro le acque del F. Po ne consente solo occasionalmente il rilevamento e, quindi, il carico sul Po risulta sottostimato						
(*)	Sono compresi: Arsenico, Cromo totale, Mercurio, Piombo, Rame						
(**)	Sono compresi: Acetoclor, Azoxistrobin, Bentazone, Diuron, Etofumesate, Lenacil, Mecoprop, Metalaxil, Metamitron, Metolaclo, Metribuzin, Oxadiazon, Pirazone (cloridazon-iso), Propaclor, Terbutilazina, Desetil terbutilazina						
(***)	Sono compresi: O-Xilene, M,P-Xileni, Triclorometano, 1,1,2,2 Tetracloroetilene (percloroetilene), Toluene, Ftalato di bis(2-etilesile) (DEHP), Naftalene, C10-C13 (Cloroalcani), Totale PBDE, Ottilfenolo, 4-Nonilfenolo, 2,4-Diclorofenolo, 2,4,5-Triclorofenolo, 2,4,6-Triclorofenolo, Pentaclorofenolo						

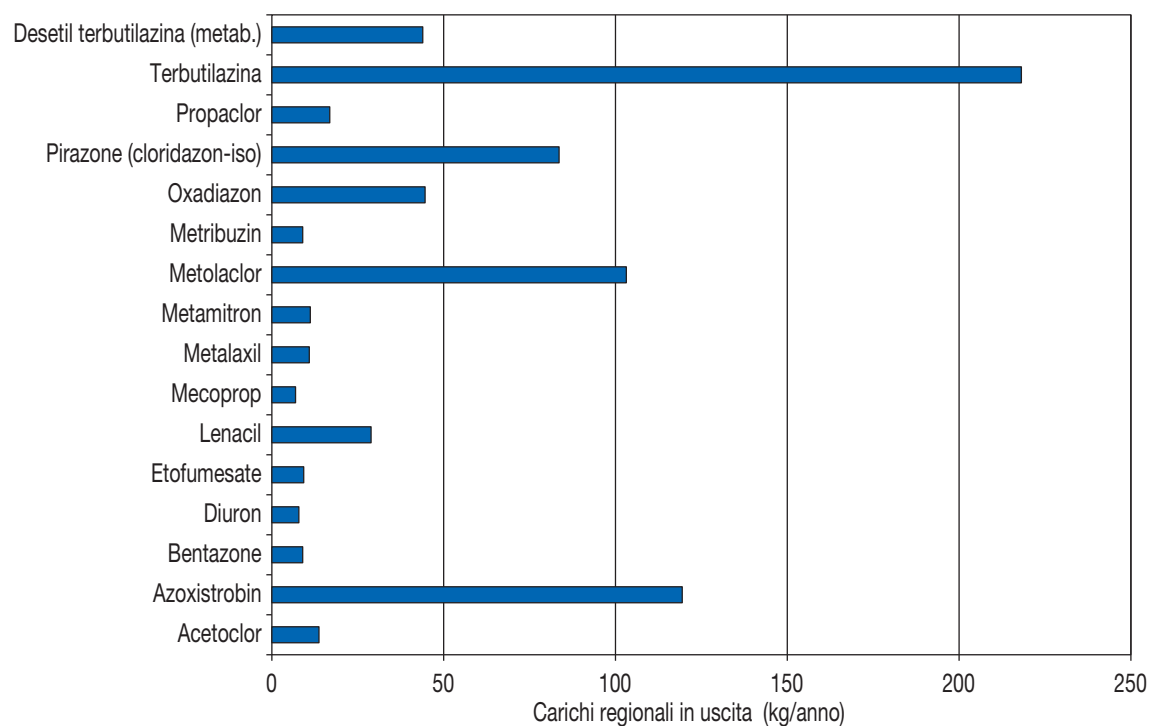
Fonte: Arpa Emilia-Romagna

\* valori mediati nel triennio 2008-11



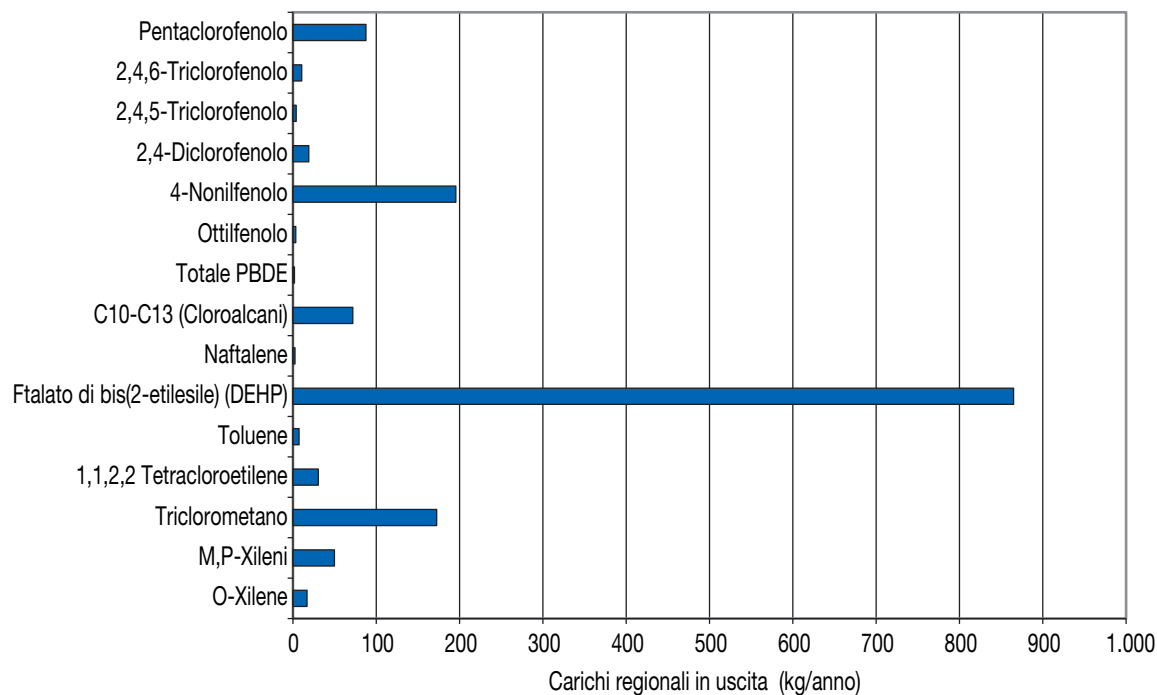
Fonte: Arpa Emilia-Romagna

**Figura 3C.8: Carichi annui di metalli (kg/anno) in uscita dalle principali aste fluviali della regione (stime al 2008-2011)**



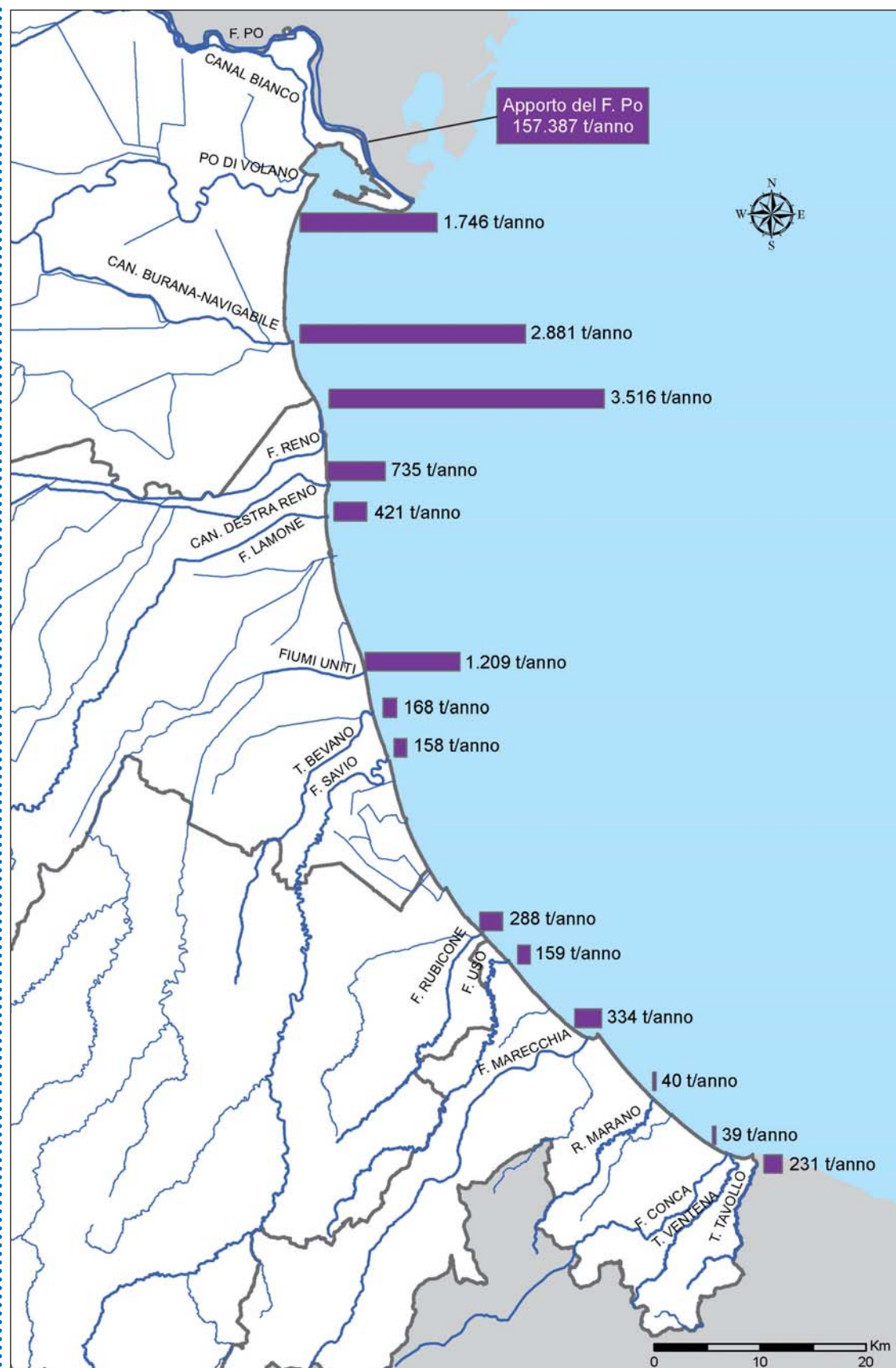
Fonte: Arpa Emilia-Romagna

**Figura 3C.9: Carichi annui di fitofarmaci (kg/anno) in uscita dalle principali aste fluviali della regione (stime al 2008-2011)**



Fonte: Arpa Emilia-Romagna

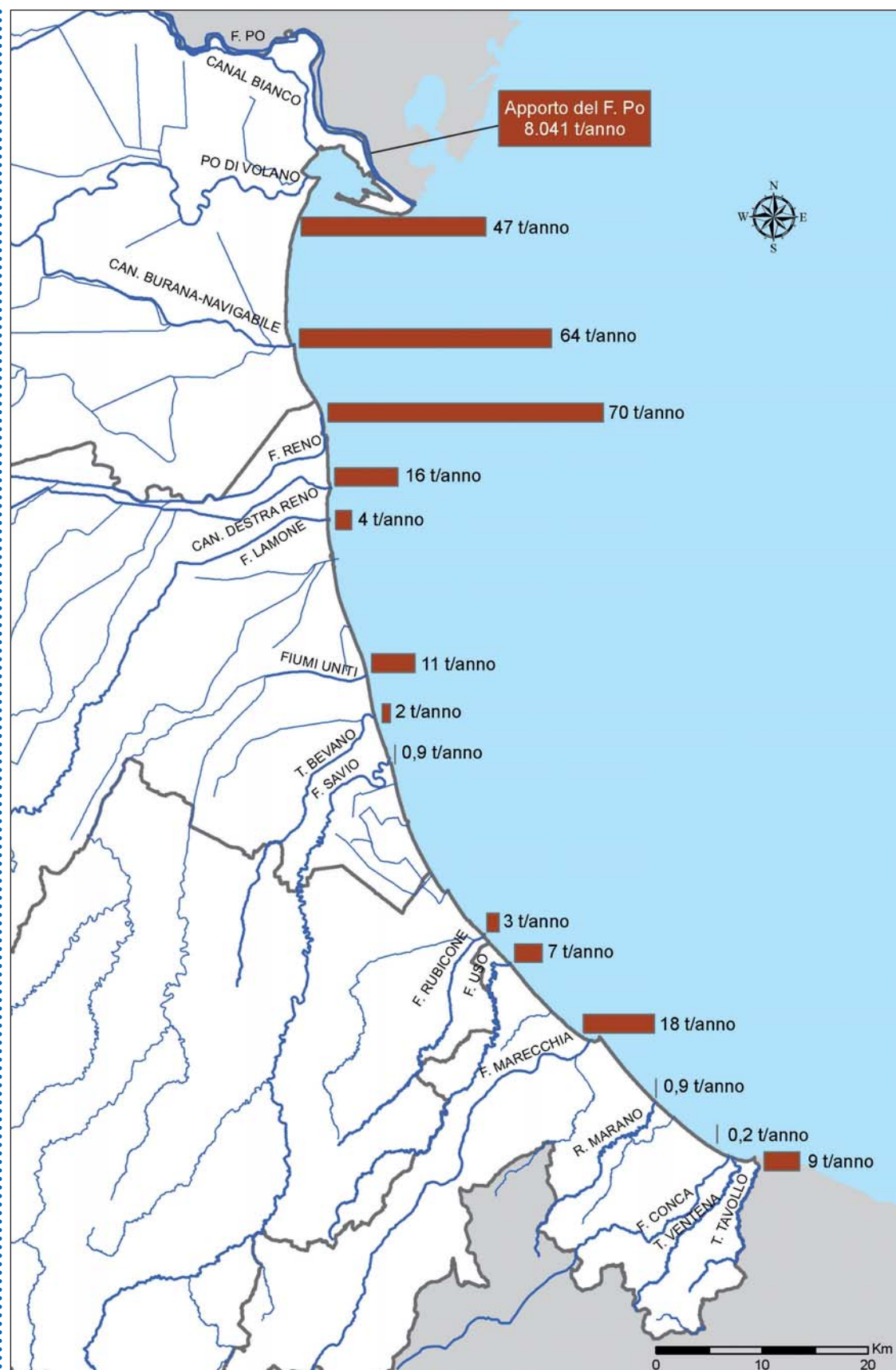
**Figura 3C.10: Carichi annui di sostanze pericolose di derivazione industriale-artigianale (kg/anno) in uscita dalle principali aste fluviali della regione (stime al 2008-2011)**



Fonte: Arpa Emilia-Romagna

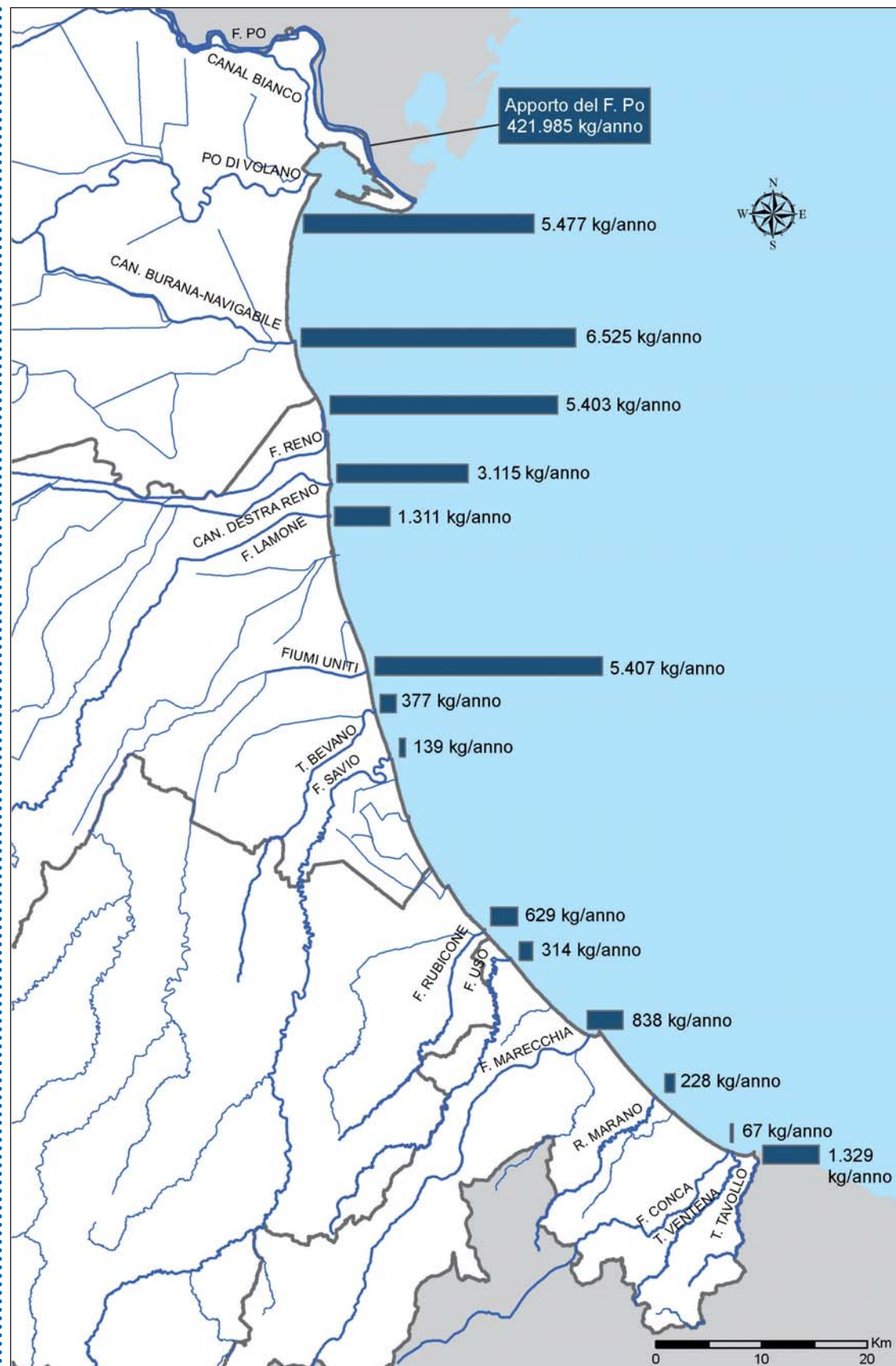
Figura 3C.11: Carichi annui di azoto apportati in Adriatico (stime al 2008-2011)





Fonte: Arpa Emilia-Romagna

Figura 3C.12: Carichi annui di fosforo apportati in Adriatico (stime al 2008-2011)



Fonte: Arpa Emilia-Romagna

Figura 3C.13: Carichi annui di metalli apportati in Adriatico (stime al 2008-2011)

## Commento

Per i diversi tipi di sostanze considerate, gli apporti del fiume Po risultano spesso superiori di oltre un ordine di grandezza rispetto a quelli complessivamente derivanti dagli altri affluenti regionali, che sversano direttamente in Adriatico.

Tra gli affluenti diretti, e per le diverse sostanze considerate, i tre corsi d'acqua che apportano i maggiori carichi sono sempre quelli situati più a nord, cioè il Po di Volano, il C.le Burana – Navigabile e il F. Reno.

Rispetto al totale regionale, gli affluenti diretti dell'Adriatico, che drenano il 51% della superficie regionale, apportano quantitativi preponderanti in termini di Nichel (63%), Fitofarmaci (76%) e altre sostanze di derivazione industriale-artigianale (60%).

Tra i metalli, l'Arsenico è rilevato sulla maggior parte delle aste fluviali. Le concentrazioni presenti sono però mediamente dell'ordine degli 0,7 µg/l (con un dato relativo al 90° percentile delle concentrazioni medie rilevate per stazione pari a 1,8 µg/l), 1/5÷1/10 cioè del limite individuato della CE per le acque potabili (10 µg/l).

Tra i carichi dei diversi fitofarmaci quelli maggiormente consistenti sono: Terbutilazina (auto-

rizzata fino a dicembre 2012), Azoxystrobin, Metolachlor e Pirazone; di questi ultimi tre per Azoxystrobin e Pirazone si valuta un basso grado di bioaccumulo negli organismi acquatici, un livello basso-moderato per il Metolachlor. L'apporto di tali principi attivi dalle aree montano-collinari è molto limitato.

Tra le sostanze pericolose di derivazione industriale-artigianale quella maggiormente presente è lo Ftalato di bis(2-etilesile), seguita da 4-Nonilfenolo e Triclorometano.

Relativamente allo Ftalato di bis(2-etilesile) una consistente parte del quantitativo è presente anche alle chiusure di bacino montano-collinari. Tale sostanza è utilizzato come plastificante, come fluido dielettrico, ma soprattutto è ampiamente rintracciabile nelle formulazioni di repellenti per insetti, cosmetici, alcool, saponi liquidi, detersivi, inchiostri, vernici, oli industriali e lubrificanti, antischiuma, vettori di fitofarmaci. Riguardo alla sua persistenza ambientale, tale inquinante è comunque soggetto a una degradazione ambientale (abbattimento) naturale abbastanza veloce, con tempi di dimezzamento dell'ordine di giorni.



# Classificazione delle acque di balneazione

## Descrizione

La valutazione della qualità delle acque di balneazione viene effettuata al termine di ciascuna stagione balneare e sulla base delle serie di dati sulla qualità delle acque di balneazione relativi alla stagione balneare in questione e alle tre stagioni balneari precedenti. Il giudizio di qualità di ogni acqua di balneazione si ottiene attraverso la valutazione del 95° percentile (o 90° percentile) dei parametri microbiologici Enterococchi intestinali ed *Escherichia coli* (vedi tabella riportata sotto). Con delibere delle giunte provinciali di Rimini e Ravenna sono state definite alcune nuove aree di balneazione, prima dell'inizio della stagione balneare 2010. La classificazione di queste nuove aree, così come recita la legge, si potrà verificare solo al termine del 2013, una volta ottenuti i dati

relativi ai campionamenti eseguiti nel quadriennio 2010-2013.

## Scopo

Il Decreto legislativo 116/2008 introduce un nuovo sistema di classificazione delle acque di balneazione basato sull'analisi dei dati microbiologici di ogni singolo campione; dati ricavati dagli ultimi 4 anni di analisi, opportunamente elaborati secondo la valutazione del 95° percentile o del 90° percentile per la definizione delle classi di qualità rispettivamente: eccellente, buona, sufficiente e scarsa. I parametri microbiologici rappresentano la migliore corrispondenza possibile tra inquinamento di origine fecale e ripercussioni per la salute nelle acque destinate a scopi ricreativi.

### Classi di qualità delle acque di balneazione

Parametri (UFC <sup>***</sup> /100 ml)	Classi di qualità			
	A	B	C	D
	Eccellente	Buona	Sufficiente	Scarsa
Enterococchi intestinali	100 (*)	200 (*)	185 (**)	>185 (**)
<i>Escherichia coli</i>	250 (*)	500 (*)	500 (**)	>500 (**)

Note:

(\*) sulla base del 95° percentile

(\*\*) sulla base del 90° percentile

(\*\*\*) Unità Formanti Colonia



## Metadati

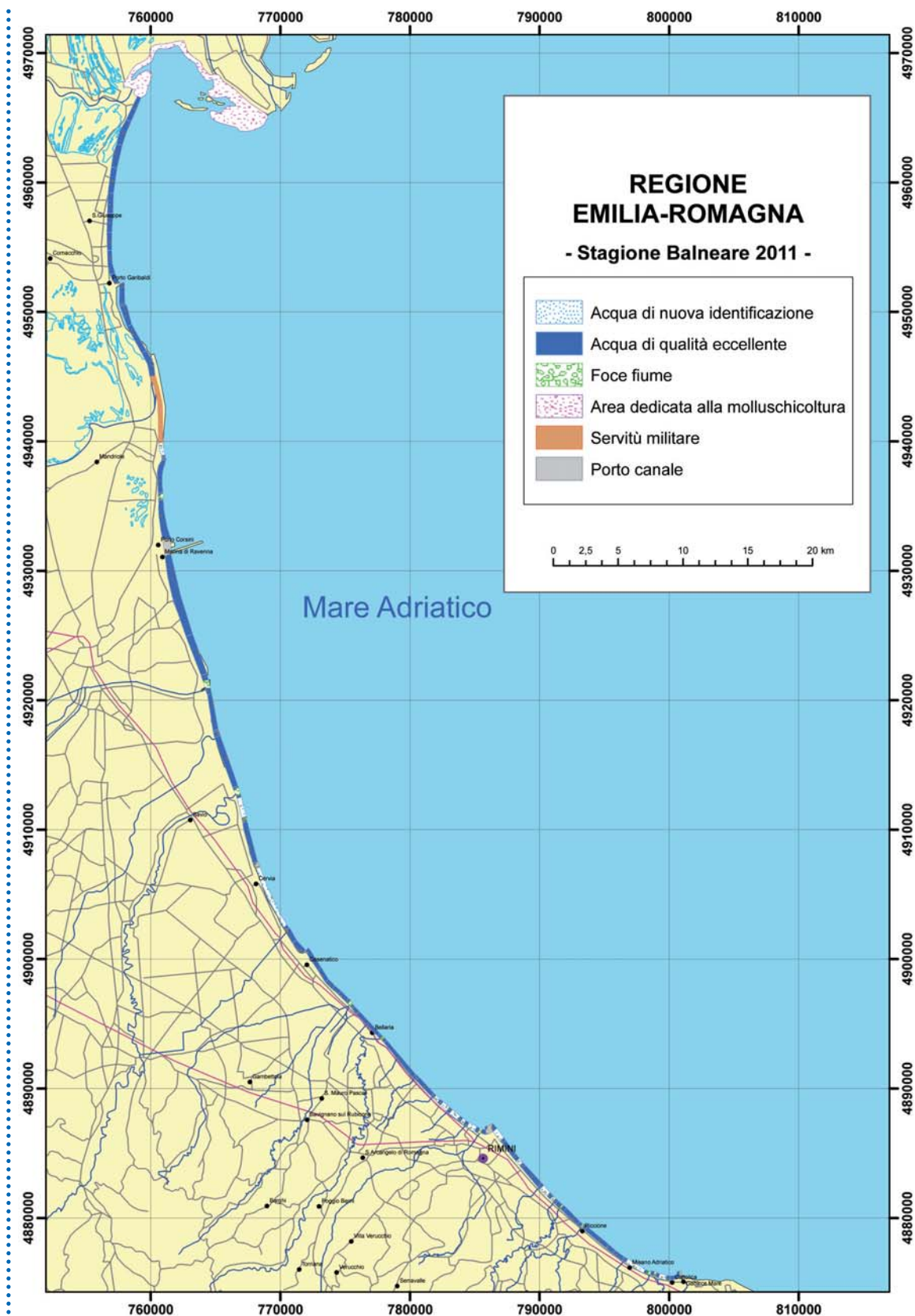
<b>NOME DELL'INDICATORE</b>	Classificazione delle acque di balneazione	<b>DPSIR</b>	S
<b>UNITÀ DI MISURA</b>	Adimensionale	<b>FONTE</b>	Arpa Emilia-Romagna, Ausl
<b>COPERTURA SPAZIALE DATI</b>	Regione	<b>COPERTURA TEMPORALE DATI</b>	2008-2011
<b>AGGIORNAMENTO DATI</b>	Annuale-mensile	<b>ALTRE AREE TEMATICHE INTERESSATE</b>	Acque, Suolo, Rifiuti
<b>RIFERIMENTI NORMATIVI</b>	Decreto Legislativo 30 maggio 2008, n. 116 Decreto del Ministero della Salute 30 marzo 2010		
<b>METODI DI ELABORAZIONE DATI</b>	<p>Il giudizio di qualità di ogni acqua di balneazione si ottiene attraverso la valutazione del 95° percentile (o 90° percentile) dei parametri microbiologici Enterococchi intestinali ed Escherichia coli delle quattro stagioni balneari precedenti alla stagione in corso. Sulla base della valutazione del percentile della normale funzione di densità di probabilità (PDF) <math>\log_{10}</math> dei dati microbiologici ricavati su una particolare acqua di balneazione, il percentile viene così ricavato:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- si calcola il <math>\log_{10}</math> di tutte le enumerazioni batteriche nella sequenza di dati da valutare (se si ottiene un valore zero, si calcola invece il <math>\log_{10}</math> del limite minimo di rilevazione del metodo analitico usato);</li> <li>- si calcola la media aritmetica dei <math>\log_{10}</math> (<math>\mu</math>);</li> <li>- si calcola la deviazione standard dei <math>\log_{10}</math> (<math>\omega</math>).</li> </ul> <p>Il punto superiore del 90° percentile della funzione PDF si ricava dalla seguente equazione: superiore al 90° percentile = antilog (<math>\mu + 1,282</math> (<math>\omega</math>)).</p> <p>Il punto superiore del 95° percentile della funzione PDF si ricava dalla seguente equazione: superiore al 95° percentile = antilog (<math>\mu + 1,65</math> (<math>\omega</math>)).</p> <p>Le acque di balneazione possono essere classificate secondo 4 classi di qualità: eccellente, buona, sufficiente e scarsa</p>		

Tabella 3C.7: Classificazione delle acque di balneazione della regione Emilia-Romagna (2011)

CLASSIFICAZIONE DELLE ACQUE DI BALNEAZIONE					
Provincia	Comune	Denominazione punto	Classificazione 2006-2009	Classificazione 2007-2010	Classificazione 2008-2011
FE	Comacchio	Lido Volano - punto 3			
FE	Comacchio	Lido Volano - punto 4			
FE	Comacchio	Lido Nazioni - punto 5			
FE	Comacchio	Lido Nazioni - punto 6			
FE	Comacchio	Lido Nazioni - punto 7			
FE	Comacchio	Lido Pomposa - punto 8			
FE	Comacchio	Lido Schacchi - punto 9			
FE	Comacchio	Portogarbaldi - punto 10			
FE	Comacchio	Portogarbaldi 50 m nord Portocanale - punto 11			
FE	Comacchio	Lido Estensi 100 m sud Portocanale - punto 78			
FE	Comacchio	Lido Estensi Canale Logonovo - punto 79			
FE	Comacchio	Lido Spina - punto 14			
FE	Comacchio	Lido Spina - punto 15			
RA	Ravenna	Bellocchio			
RA	Ravenna	200 m S confine Poligono di tiro Foce Reno	Area di nuova individuazione	Area di nuova individuazione	Area di nuova individuazione
RA	Ravenna	Casalborsetti - 100 m N foce Canale Destra Reno			
RA	Ravenna	Casalborsetti - 80 m S foce Canale Destra Reno			
RA	Ravenna	Casalborsetti - Camping			
RA	Ravenna	Marina Romea - 100 m N foce Lamone			
RA	Ravenna	Marina Romea - 100 m S foce Lamone			
RA	Ravenna	Marina Romea			
RA	Ravenna	Marina di RA			
RA	Ravenna	Lido Adriano			
RA	Ravenna	Lido Adriano - 500 m N foce Fiumi Uniti			
RA	Ravenna	Lido di Dante - 300 m S foce Fiumi Uniti			
RA	Ravenna	1,4 km S foce Fiumi Uniti			
RA	Ravenna	Bassona - 100 m N Foce Bevano			
RA	Ravenna	Bassona - 100 m S Foce Bevano			
RA	Ravenna	Lido di Classe - 2,5 km S Foce Bevano			
RA	Ravenna	Lido di Classe - 100 m N Foce fiume Savio - Circolo Nautico Savio			
RA	Ravenna	Lido di Savio - 150 m S Foce fiume Savio			
RA	Ravenna	Lido di Savio - Sud	Area di nuova individuazione	Area di nuova individuazione	Area di nuova individuazione
RA	Ravenna	Lido di Savio - 100 m N Foce Scolo Cupa			
RA	Cervia	Milano Marittima - 100 m S Foce Scolo Cupa			
RA	Cervia	Milano Marittima - 100 m N Canale immissario saline			
RA	Cervia	Milano Marittima - 100 m N Porto Canale di Cervia			
RA	Cervia	50 m S Porto Marina di Cervia			
RA	Cervia	Pinarella	Area di nuova individuazione	Area di nuova individuazione	Area di nuova individuazione
FC	Cesenatico	Canale Tagliata Nord			
FC	Cesenatico	Canale Tagliata Sud			
FC	Cesenatico	Porto Canale Cesenatico Nord			
FC	Cesenatico	Porto Canale Cesenatico Sud			
FC	Cesenatico	Cesenatico - Ex Colonia Agip			
FC	Cesenatico	Valverde Nord			
FC	Cesenatico	Valverde Sud			
FC	Cesenatico	Villa Marina			
FC	Gatteo	Foce Fiume Rubicone Nord			
FC	Savignano sul Rubicone	Foce Fiume Rubicone Sud			
FC	San Mauro Pascoli	San Mauro Mare			
RN	Bellaria-Igea Marina	Bellaria - Foce Vena 2			
RN	Bellaria-Igea Marina	Bellaria - Foce Uso 100 m N			
RN	Bellaria-Igea Marina	Bellaria - Foce Uso 100 m S			
RN	Bellaria-Igea Marina	Bellaria - Rio Pircio			
RN	Rimini	Torre Pedrera - Pedrera Grande			
RN	Rimini	Torre Pedrera - Cavallaccio			
RN	Rimini	Torre Pedrera - Brancona			
RN	Rimini	Punto 1 - Difronte Via Duranti	Area di nuova individuazione	Area di nuova individuazione	Area di nuova individuazione
RN	Rimini	Viserbella - La Turchia			
RN	Rimini	Punto 2 - Difronte Via Canuti	Area di nuova individuazione	Area di nuova individuazione	Area di nuova individuazione
RN	Rimini	Viserbella - La Sortie			
RN	Rimini	Punto 3 - Difronte Via Polazzi	Area di nuova individuazione	Area di nuova individuazione	Area di nuova individuazione
RN	Rimini	Viserbella - Spina-Sacramora			
RN	Rimini	Punto 4 - Di fronte Viale Gorizia	Area di nuova individuazione	Area di nuova individuazione	Area di nuova individuazione
RN	Rimini	Rivabella - Turchetta			
RN	Rimini	Punto 5 - Difronte Via Longarone	Area di nuova individuazione	Area di nuova individuazione	Area di nuova individuazione
RN	Rimini	Rimini - Foce Marecchia 50 m N			
RN	Rimini	Rimini - Foce Marecchia 50 m S			
RN	Rimini	Rimini - Porto Canale 100 m S			
RN	Rimini	Punto 6 - Difronte Grand Hotel	Area di nuova individuazione	Area di nuova individuazione	Area di nuova individuazione
RN	Rimini	Rimini - Ausa			
RN	Rimini	Rimini - Pradella			
RN	Rimini	Bellariva - Colonnella 1			
RN	Rimini	Punto 7 - Difronte Via Buccari	Area di nuova individuazione	Area di nuova individuazione	Area di nuova individuazione
RN	Rimini	Bellariva - Colonnella 2			
RN	Rimini	Rivazzurra - Istituto Marco Polo			
RN	Rimini	Rivazzurra - Rodella			
RN	Rimini	Punto 8 - Di fronte Via Bevilacqua	Area di nuova individuazione	Area di nuova individuazione	Area di nuova individuazione
RN	Rimini	Miramare - Roncasso			
RN	Rimini	Punto 9 - A sud Rimini Terme	Area di nuova individuazione	Area di nuova individuazione	Area di nuova individuazione
RN	Riccione	Riccione - Rio Asse			
RN	Riccione	Riccione - Foce Marano 50 m N			
RN	Riccione	Riccione - Foce Marano 50 m S			
RN	Riccione	Riccione - Fogliano Marina			
RN	Riccione	Riccione - Porto Canale 100 m N			
RN	Riccione	Riccione - Porto Canale 100 m S			
RN	Riccione	Riccione - Colonia Burgo			
RN	Riccione	Riccione - Rio Costa			
RN	Misano Adriatico	Misano Adriatico - Rio Alberello			
RN	Misano Adriatico	Misano Adriatico - Rio Agina			
RN	Misano Adriatico	Punto 10 - Difronte Via Monti	Area di nuova individuazione	Area di nuova individuazione	Area di nuova individuazione
RN	Misano Adriatico	Porto Verde - Porto Canale 100 m N			
RN	Cattolica	Cattolica - Torrente Ventena 50 m N			
RN	Cattolica	Cattolica - Torrente Ventena 50 m S			
RN	Cattolica	Punto 11 - Difronte Viale Venezia	Area di nuova individuazione	Area di nuova individuazione	Area di nuova individuazione
RN	Cattolica	Cattolica - Viale Fiume			
RN	Cattolica	Cattolica - Tra 1 e 2 scogliera			

Legenda	
<span style="background-color: #90EE90; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 15px; height: 10px;"></span>	Eccellente
<span style="background-color: #90EE90; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 15px; height: 10px;"></span>	Buona
<span style="background-color: #FFFF00; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 15px; height: 10px;"></span>	Sufficiente
<span style="background-color: #FF0000; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 15px; height: 10px;"></span>	Scarsa

Fonte: Arpa Emilia-Romagna



Fonte: Arpa Emilia-Romagna

**Figura 3C.14 Mappa della classificazione delle acque di balneazione della regione Emilia-Romagna (2011)**



Per la provincia di Ferrara, il quadro analitico per la stagione balneare 2011 riconferma valori molto bassi per entrambi i parametri microbiologici, con un lieve aumento, rispetto al 2010, delle cariche rilevate nelle acque comprese fra Lido di Volano e Lido delle Nazioni. Si osservano, inoltre, valori sensibilmente più alti nei punti estremi alla fascia costiera monitorata e nella zona centrale. Questo andamento può trovare spiegazione nella distribuzione territoriale delle pressioni, in quanto correlato alla presenza dei carichi entranti a nord dal Po di Volano, a sud dal Fiume Reno e più centralmente dal Portocanale di Porto Garibaldi e marginalmente dal Logonovo, che funge da collegamento idraulico con le retrostanti Valli di Comacchio. Va tuttavia specificato che tali pressioni insistono principalmente sulla fascia pre-costiera, immettendo acque potenzialmente inquinate a distanze tali da permettere un sufficiente abbattimento e/o diluizione prima dell'immissione in mare, laddove non vengano a verificarsi eventi meteorici di rilevante intensità. Analogo andamento, peraltro, mostravano i dati del monitoraggio precedente effettuato secondo il Decreto 470/82 (Coliformi fecali e totali, Streptococchi fecali).

Per la provincia di Ravenna, i dati complessivamente sono in linea con la qualità eccellente storicamente mantenuta negli anni. In occasione del monitoraggio dell'11 luglio, a sud della foce del fiume Savio si è osservato un moderato inquinamento per *Escherichia coli* (970 UFC/100 ml), che ha comportato l'interruzione temporanea della balneabilità lungo un tratto di costa di 350 m dal 13 al 15 luglio. Si ha ragione di ritenere che l'origine dell'inquinamento vada ricondotta a un evento accidentale. L'episodio è stato considerato come "inquinamento di breve durata", non avendo influito sulla qualità dell'acqua per più di 72 ore,

ed è stata seguita la procedura definita nel comma 4 dell'Allegato IV del DLgs 116/2008.

Per la provincia di Forlì-Cesena la stagione balneare 2011 ha mostrato una situazione complessivamente buona. Si è verificata una criticità nel monitoraggio dell'11 luglio nei punti "Canale Tagliata Nord" e "Canale Tagliata Sud" (*Escherichia coli* 640 UFC/100 ml in entrambi). Si è trattato di un episodio di inquinamento di lieve entità, probabilmente determinato dalla temporanea situazione di scarico in mare delle acque superficiali del Canale Tagliata, che ha influito sulla qualità delle acque di balneazione per meno di 72 ore.

Nella provincia di Rimini i monitoraggi hanno evidenziato complessivamente una buona situazione. I valori dei parametri microbiologici sono stati ampiamente al di sotto dei limiti legislativi (Enterococchi intestinali  $\leq 200$  UFC/100 ml, *Escherichia coli*  $\leq 500$  UFC/100 ml) e non si sono mai verificati divieti temporanei della balneazione a seguito di campionamenti. Alcuni momenti di leggera sofferenza si sono registrati a giugno nel punto "Bellaria – Foce Uso 100 m S" (*Escherichia coli* 120 UFC/100 ml), a luglio nel punto "Rimini – Foce Marecchia 50 m S" (*Escherichia coli* 130 UFC/100 ml) e ad agosto nei punti "Riccione – Foce Marano 50 m N" (*Escherichia coli* 190 UFC/100 ml ed Enterococchi intestinali pari a 105 UFC/100 ml) e "Riccione – Foce Marano 50 m S" (*Escherichia coli* 150 UFC/100 ml ed Enterococchi intestinali 85 UFC/100 ml). La causa di questi valori superiori alla media può attribuirsi al fatto che la qualità igienico-sanitaria delle acque di balneazione risente dell'influenza determinata dall'immissione a mare dei volumi di acqua provenienti dai sistemi fluviali presenti, nonché da quanto veicolato dal reticolo idrografico secondario.



# Indice trofico TRIX

## Descrizione

L'indice trofico TRIX permette di ottenere un'integrazione dei parametri trofici fondamentali in un insieme di semplici valori numerici, che rende le informazioni comparabili su un largo range di condizioni trofiche e, nello stesso tempo, consente di evitare l'uso soggettivo di denominatori trofici; descrive, quindi, un fenomeno da un punto di vista sia qualitativo che quantitativo. I parametri utilizzati sono coerenti sia con i fattori causali che determinano incrementi di biomassa algale (sali di azoto e fosforo), sia con gli effetti conseguenti all'incremento di biomassa (scostamento del valore dell'ossigeno dal valore fisico di saturazione, concentrazione della clorofilla "a").

I parametri fondamentali che concorrono alla definizione di un indice trofico per le acque marino costiere sono rappresentativi in termini sia di produzione di biomassa fitoplanctonica, sia di dinamica della produzione stessa, identificando lo stato trofico in maniera significativa e inequivocabile.

Ai fini dell'applicazione dell'indice trofico TRIX nella classificazione dello stato ecologico delle acque marino costiere, il DM 260/10 definisce i limiti di classe per il TRIX. Per le acque marino costiere il limite di classe per il TRIX fra lo stato "buono" e "sufficiente" è 5.

Valori di TRIX  $\leq 5$  indicano uno stato trofico "buono", che corrisponde ad acque moderatamente produttive, livello di trofia medio, buona trasparenza delle acque, occasionali intorbidimenti, occasionali anomale colorazioni, occasionali ipossie sul fondo.

Valori di TRIX  $> 5$  indicano uno stato trofico "sufficiente", che corrisponde ad acque molto produttive, livello di trofia elevato, scarsa trasparenza delle acque, anomale colorazioni, ipossie e occasionali anossie sul fondo, stati di sofferenza degli organismi sul fondo.

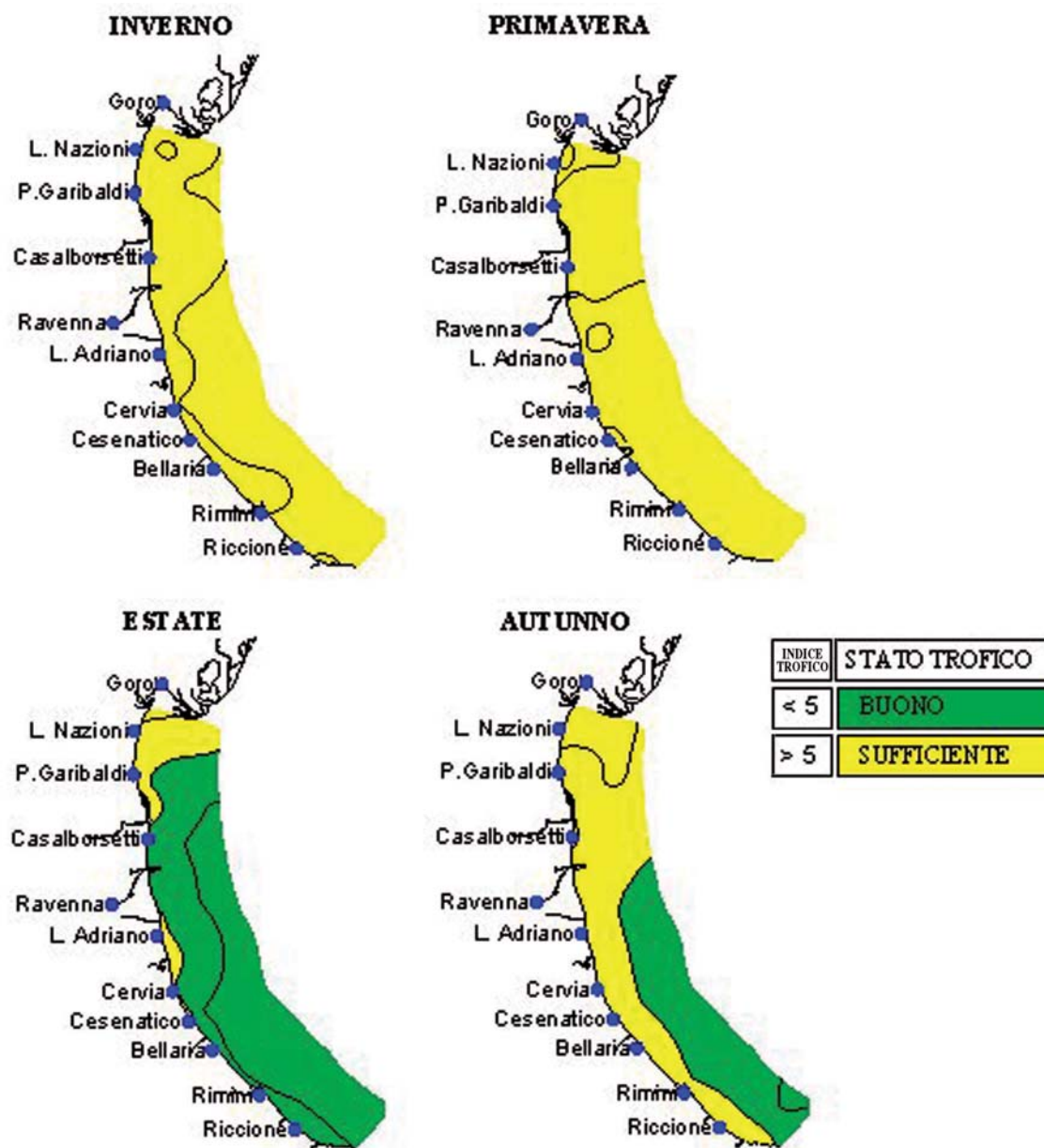
## Scopo

Ridurre la complessità del sistema marino costiero, eliminare valutazioni soggettive basate sui singoli parametri e su denominatori trofici non quantificabili, discriminare tra diverse situazioni spazio-temporali, rendere possibile un confronto quantitativo e fornire una valutazione dello stato trofico che contribuisce alla definizione dello stato qualitativo dell'ecosistema marino.

Nella procedura di classificazione dello stato ecologico definita dal DM 260/10, il TRIX concorre, assieme agli elementi di qualità biologica (EQB), nell'esprimere il giudizio di stato ecologico.

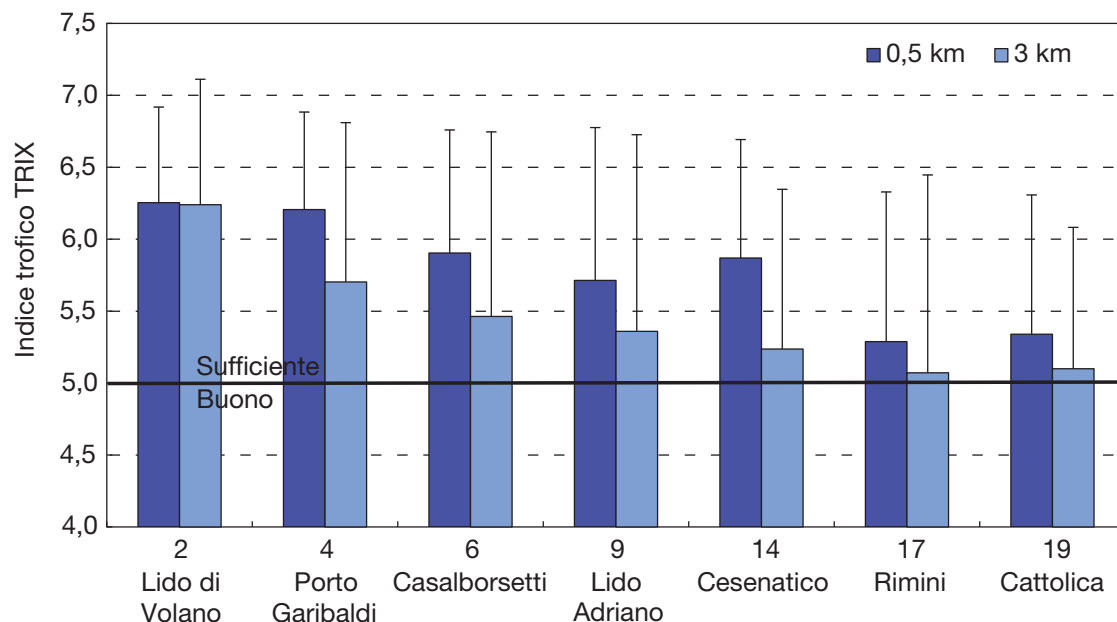
## Metadati

NOME DELL'INDICATORE	Indice trofico TRIX	DPSIR	S
UNITÀ DI MISURA	Adimensionale	FONTE	Arpa Emilia-Romagna
COPERTURA SPAZIALE DATI	Regione	COPERTURA TEMPORALE DATI	1996-2011
AGGIORNAMENTO DATI	Trimestrale	ALTRE AREE TEMATICHE INTERESSATE	Acque, Natura e biodiversità
RIFERIMENTI NORMATIVI	DLgs 152/06 DM 56/09 DM 260/10		
METODI DI ELABORAZIONE DATI	Medie mensili, stagionali e annuali delle stazioni comprese tra 0,5 e 10 km dalla costa; mappe di distribuzione stagionali (1.300 km <sup>2</sup> )		



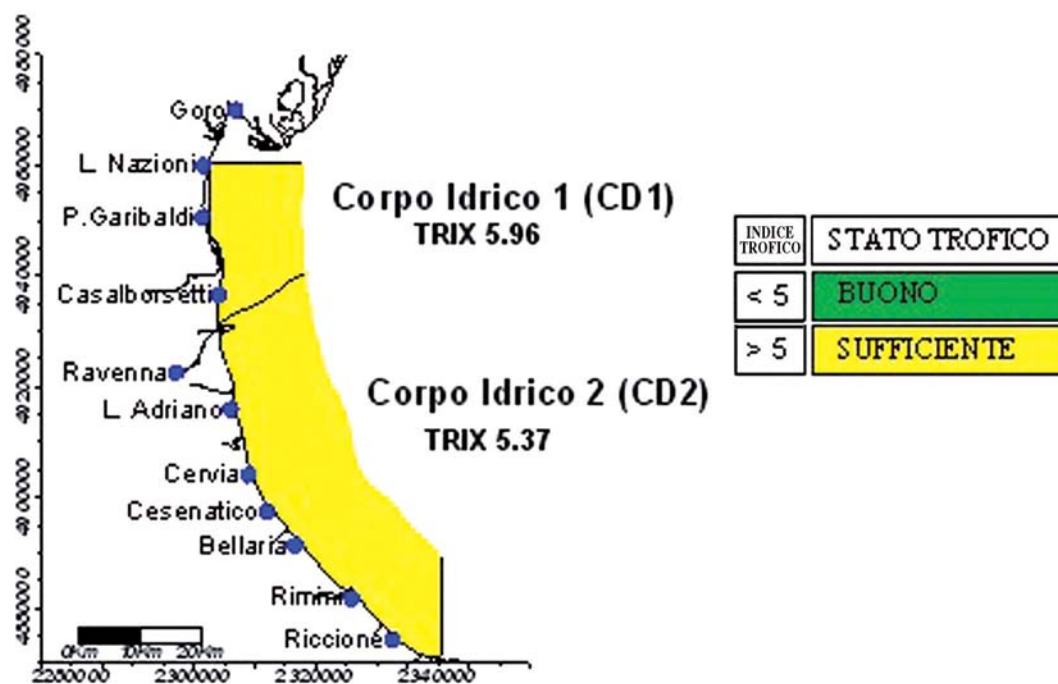
Fonte: Arpa Emilia-Romagna

Figura 3C.15: Mappe di distribuzione dell'indice trofico (TRIX) lungo la costa emiliano-romagnola, da costa fino 10 km al largo, medie stagionali (2011)



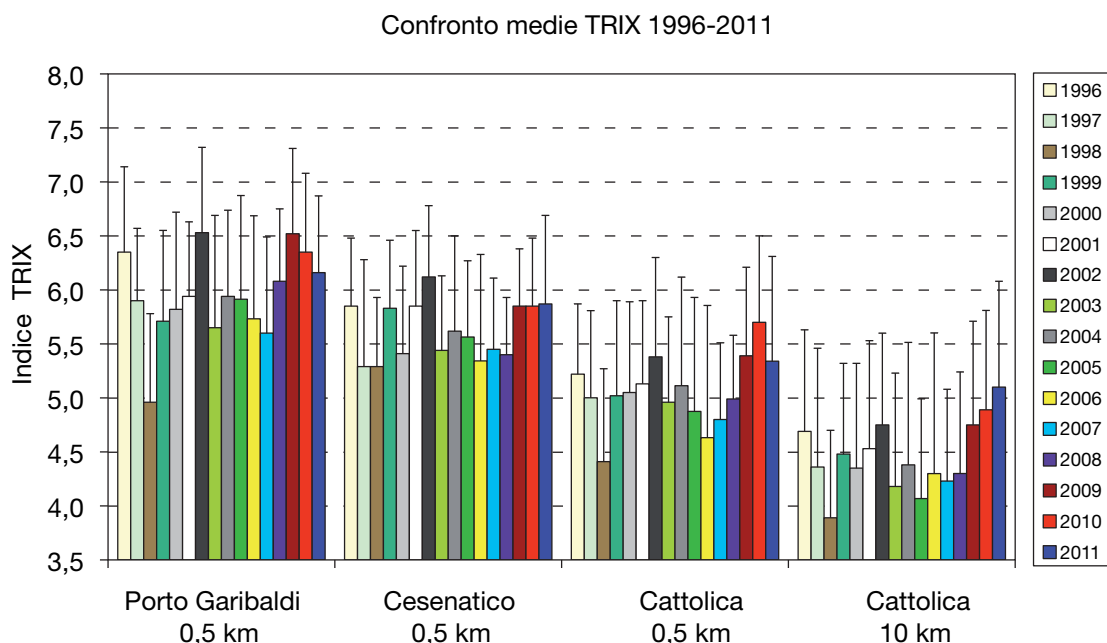
Fonte: Arpa Emilia-Romagna

**Figura 3C.16:** Valore medio/anno dell'indice trofico (TRIX) nelle stazioni a 0,5 e 3 km dalla costa (2011)



Fonte: Arpa Emilia-Romagna

**Figura 3C.17:** Valore medio dell'indice trofico (TRIX) per corpo idrico (CD1 e CD2) (2011)



Fonte: Arpa Emilia-Romagna

**Figura 3C.18: Confronto tra il valore medio/anno del TRIX di tre stazioni costiere (P. Garibaldi, Cesenatico e Cattolica) e di una stazione off-shore (10 km al largo di Cattolica) (1996-2011)**

## Commento

Osservando i valori medi/anno di TRIX riscontrati nel periodo 1996-2011 (figura 3C.18), si nota un gradiente in diminuzione dell'indice trofico da nord verso sud e una inversione di tendenza nel 2011, rispetto all'anno precedente, delle stazioni costiere (0,5 km), non rilevabile nella stazione di Cattolica.

In figura 3C.16 sono riportate le medie annuali del TRIX nelle stazioni ubicate a 0,5 e 3 km dalla costa; tutte le stazioni hanno un valore di TRIX > di 5, che rappresenta il limite di classe TRIX tra "buono" e "sufficiente". Il parametro rappresentato mostra un trend in diminuzione da nord verso sud e da costa verso il largo.

In un quadro di sintesi spazio-temporale, in figura 3C.15 è rappresentata la distribuzione stagionale dell'indice trofico lungo la fascia costiera emiliano-romagnola.

In tutta l'area, l'indice trofico (TRIX) in inverno e

primavera si attesta nella condizione di "sufficiente" (valori >5). I valori migliorano poi in estate, sia nella zona costiera, che in quella al largo, raggiungendo una condizione "buona" (valori <5); fa eccezione la zona a ridosso del delta padano dove permane la condizione "sufficiente". Gli apporti padani, giunti a mare nel mese di novembre, abbassano in autunno l'indice da "buono" a "sufficiente" in tutta la zona costiera e in quella al largo, limitatamente al tratto compreso tra Lido di Volano e Ravenna.

Nel 2011 il valore medio/anno del TRIX per il corpo idrico CD1 e CD2 sono rispettivamente 5,96 e 5,37 (figura 3C.17). Tali valori identificano per entrambi i corpi idrici una condizione "sufficiente", caratterizzata da acque molto produttive, con livello di eutrofia elevato e scarsa trasparenza, ipossie/anossie occasionali delle acque di fondo, che possono comportare stati di sofferenza nel comparto bentonico.



# Concentrazione di fosforo

## Descrizione

Il fosforo, generato da attività antropiche e a seguito del dilavamento dei territori dei bacini, arriva a mare dai fiumi e portocanali. Le sorgenti principali sono individuate nei comparti civile e industriale (industrie conserviere, zuccherifici, mangimifici, altre industrie alimentari etc.). Il fosforo è un microelemento nutritivo disciolto nell'acqua, le cui componenti fosfatiche analizzate sono rappresentate dal fosforo-ortofosfato ( $P-PO_4$ ) e dal fosforo totale ( $P-tot$ ). La prima componente è estremamente variabile, con tendenza a stabilizzarsi nelle stazioni più lontane dalla costa. Il fosforo, sotto questa forma, può essere immediatamente assimilato dal fitoplancton; la sua concentrazione in Adriatico è solitamente bassissima, a volte inferiore al limite di rilevanza analitica. In presenza di intense fioriture algali, quando l'ortofosfato disponibile nella colonna d'acqua viene rapidamente consumato, è sicuramente ipotizzabile l'innescare di meccanismi di riciclo di questo nutriente (rapida mineralizzazione e successivo riutilizzo da parte della biomassa algale). Le concentrazioni di fosforo totale sono, invece, strettamente collegate alla presenza di particolato organico in sospensione nella colonna d'acqua, sia di origine detritica, e quindi direttamente correlato agli apporti

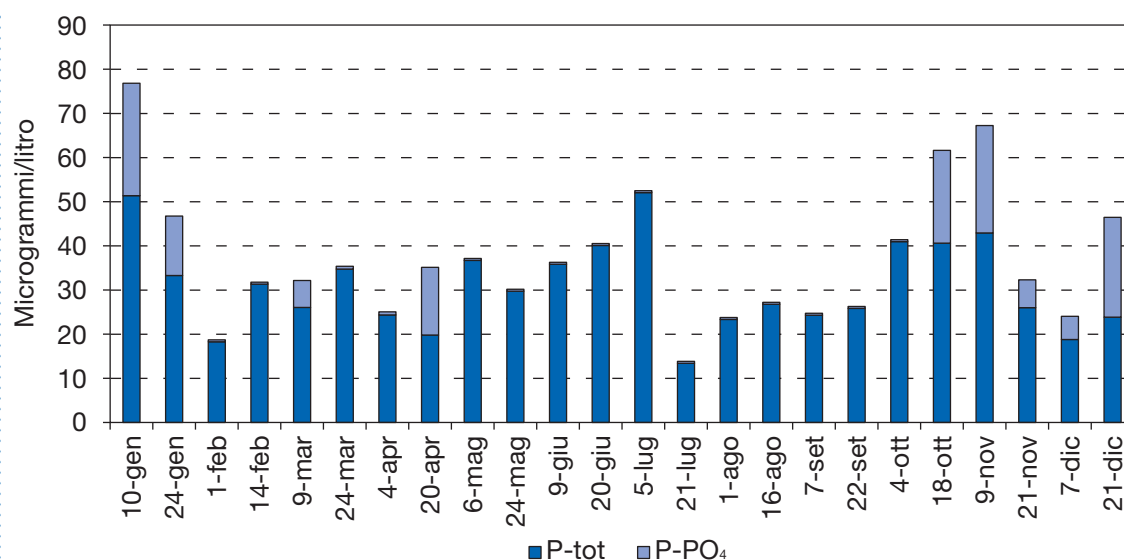
fluviali, sia fitoplanctonica. Alla fine del suo ciclo può essere immobilizzato nei sedimenti attraverso la formazione di complessi insolubili (in particolare con il calcio e con il ferro ossidato). In caso di situazioni di anossia a livello dell'interfaccia acqua-sedimento, il fosforo può essere rilasciato e tornare in soluzione come ortofosfato biodisponibile.

## Scopo

Lo sviluppo dei fenomeni eutrofici è dipendente dagli apporti di nutrienti veicolati a mare dai bacini costieri adriatici, soprattutto dal bacino del Po; conoscere, quindi, le concentrazioni di fosforo in mare permette di valutare e controllare il fenomeno eutrofico. Al fine di ridurre i fenomeni eutrofici e, quindi, di migliorare lo stato qualitativo delle acque costiere, è necessario rimuovere e controllare i carichi di nutrienti generati e liberati dai bacini, in modo da abbassare sostanzialmente le concentrazioni di nutrienti di fosforo (e di azoto) a mare. Nelle acque costiere emiliano-romagnole e, in generale, in tutto l'Adriatico settentrionale, il fosforo è il fattore limitante la crescita algale, pertanto rimane l'elemento su cui maggiormente devono essere concentrati gli sforzi per contrastare l'eutrofizzazione costiera.

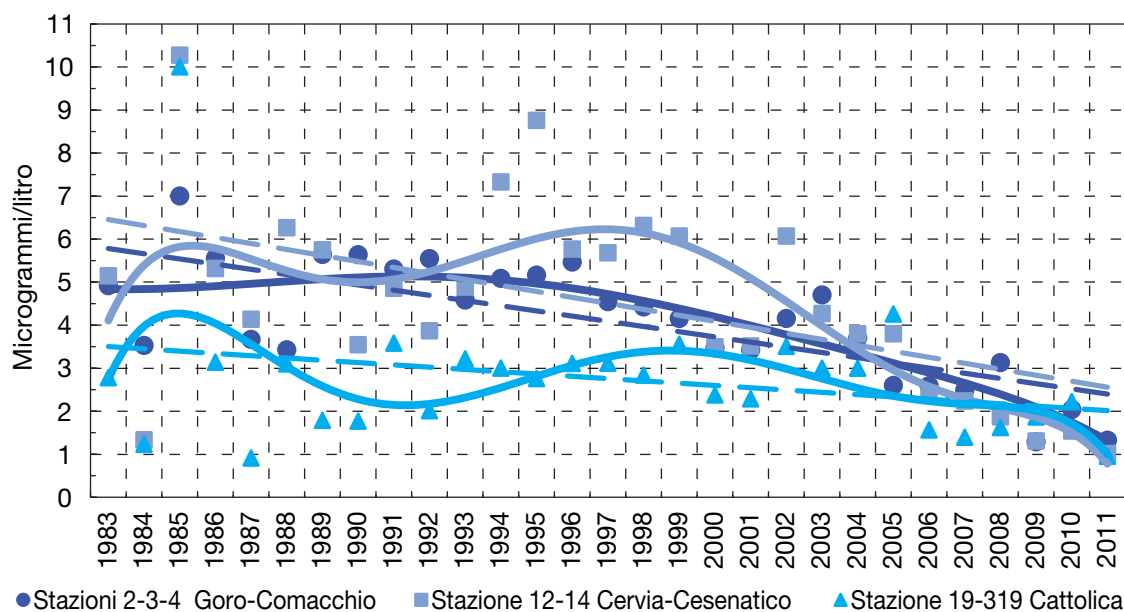
## Metadati

<b>NOME DELL'INDICATORE</b>	Concentrazione di fosforo	<b>DPSIR</b>	S
<b>UNITÀ DI MISURA</b>	Microgrammi/litro	<b>FONTE</b>	Arpa Emilia-Romagna
<b>COPERTURA SPAZIALE DATI</b>	Regione	<b>COPERTURA TEMPORALE DATI</b>	1983-2011
<b>AGGIORNAMENTO DATI</b>	Settimanale/annuale	<b>ALTRE AREE TEMATICHE INTERESSATE</b>	Acque
<b>RIFERIMENTI NORMATIVI</b>	Dir 2000/60/CE DLgs 152/06 DM 56/09 DM 260/10		
<b>METODI DI ELABORAZIONE DATI</b>	Andamenti temporali, medie, medie geometriche mensili, stagionali e annuali		



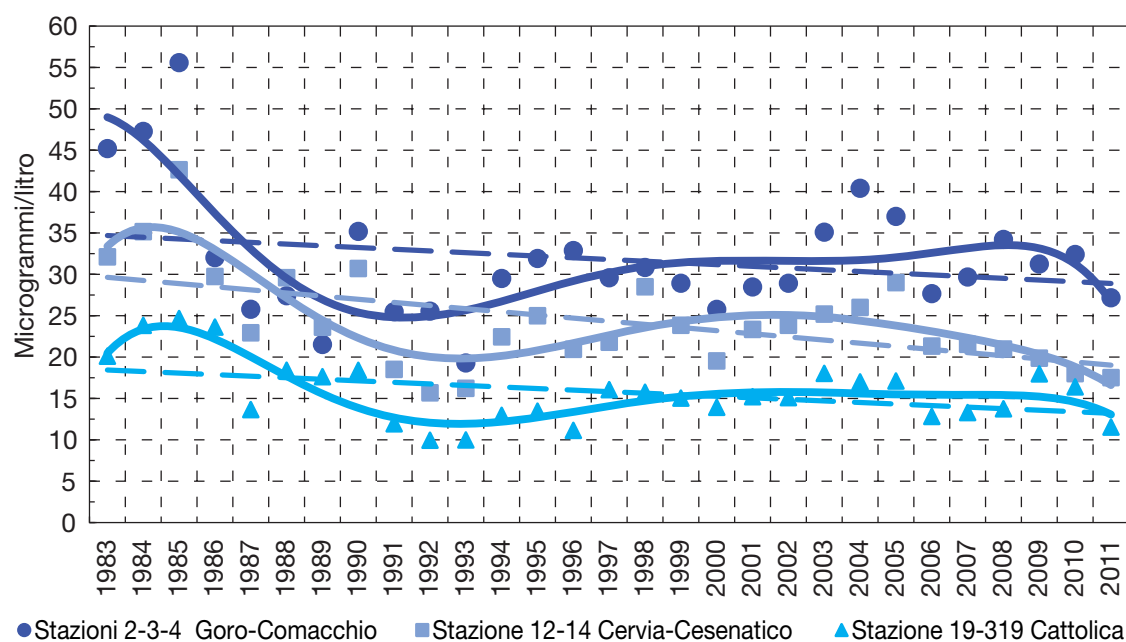
Fonte: Arpa Emilia-Romagna

**Figura 3C.19: Andamento temporale della concentrazione del fosforo ortofosfato e fosforo totale nella stazione costiera di Lido di Volano (0,5 km da costa) (2011)**



Fonte: Arpa Emilia-Romagna

**Figura 3C.20: Trend evolutivo della media geometrica della concentrazione annuale del fosforo ortofosfato in tre aree della costa emiliano-romagnola (1983-2011)**



Fonte: Arpa Emilia-Romagna

**Figura 3C.21: Trend evolutivo delle media geometriche della concentrazione annuale del fosforo totale in tre aree della costa emiliano-romagnola (1983-2011)**

### Commento

Il fosforo ortofosfato è un parametro molto variabile soprattutto nelle stazioni costiere, che risentono, in maniera diretta, dei contributi degli insediamenti locali. La distribuzione di questo elemento lungo la costa presenta un andamento in diminuzione da costa verso largo, da nord a sud e da superficie verso il fondo; fanno eccezione i casi in cui si verificano condizioni di ipossia/anossia degli strati profondi, che portano come conseguenza una sua solubilizzazione e, quindi, un suo aumento. Anche il fosforo totale presenta concentrazioni molto variabili durante l'anno, più accentuate nella parte settentrionale della costa direttamente investita dagli apporti del Po. La figura 3C.19 mostra gli andamenti temporali del fosforo totale e dell'ortofosfato nel 2011 nella stazione costiera più a nord (Lido di Volano). La figura evidenzia la notevole differenza di concentrazione dei due parametri, con la prevalenza del fosforo totale soprattutto nei mesi primaverili ed estivi, dove la componente ortofosfatica è la forma che viene assimilata immediatamente e di conseguenza non presenta concentrazioni apprezzabili nell'acqua. Nelle acque costiere emiliano romagnole il fosforo ortofosfato presenta concentrazioni basse e, soprattutto nel periodo estivo, inferiori al limite della rilevanza strumentale. Nelle figure 3C.20 e 3C.21 sono stati elaborati i trend evolutivi delle due forme di fosforo in alcune stazioni costiere e i

valori riportati sono le medie geometriche annuali elaborate e raggruppate per area: l'area più settentrionale, compresa fra le stazioni di Goro e Comacchio, che risente degli apporti del Po e presenta elevati livelli trofici frequenti durante l'anno; l'area più meridionale antistante Cattolica, con più bassi livelli trofici; infine le stazioni costiere nell'area centrale della costa emiliano-romagnola, compresa tra Cervia e Cesenatico, in cui si rileva una situazione trofica intermedia, caratterizzata anche dagli apporti dei bacini locali, soprattutto nel periodo estivo. In tutte e tre le aree esaminate si è verificata, nel lungo periodo, una diminuzione delle concentrazioni del fosforo totale e del fosforo ortofosfato, corrispondente a una diminuzione dei carichi. Nei diagrammi sono rappresentate le tendenze di tipo lineare (rette tratteggiate), che mostrano in termini assoluti l'evoluzione complessiva dei sistemi, e quelle di ordine superiore (linee continue), che consentono di evidenziare eventuali fenomeni di ciclicità interannuale. La tendenza di ordine superiore evidenzia due cicli di circa 10 anni, ciascuno con i massimi raggiunti rispettivamente nel 1985 e 1995 per entrambe le forme di fosforo, e un ulteriore picco nel 2005 per il fosforo totale. I valori di fosforo ortofosfato registrati nel 2011 (figura 3C.20) mantengono il trend in diminuzione rilevato negli anni precedenti, mentre le medie del fosforo totale mantengono un andamento stabile.



## Concentrazione di azoto

### Descrizione

Le sorgenti principali sono individuate nei comparti agricolo e zootecnico e, rispetto a quanto evidenziato per il fosforo, gli apporti più rilevanti di azoto derivano da sorgenti diffuse provenienti dai suoli coltivati.

Tali nutrienti azotati, provenienti da sorgenti puntiformi (città, aree urbane), a seguito del dilavamento dei terreni determinato dalle precipitazioni atmosferiche, arrivano a mare dai fiumi e porto canali. L'azoto è un microelemento nutritivo disciolto nell'acqua, le cui componenti azotate sono rappresentate da composti minerali solubili, quali azoto nitrico ( $\text{N-NO}_3$ ), azoto nitroso ( $\text{N-NO}_2$ ) e azoto ammoniacale ( $\text{N-NH}_3$ ), e dall'azoto totale (N-tot). Le componenti solubili possono essere rappresentate anche come DIN (*Dissolved Inorganic Nitrogen*), che corrisponde alla somma delle concentrazioni delle singole componenti ( $\text{N-NO}_3 + \text{N-NO}_2 + \text{N-NH}_3$ ). Le componenti azotate presentano una elevata variabilità stagionale, con le concentrazioni minori registrate nel periodo estivo in coincidenza con i minimi di portata dei fiumi afferenti la costa; di conseguenza l'andamento di questi parametri è, in genere, ben correlato con la salinità. L'azoto ammoniacale presenta anch'esso analogo andamento, ma risente, in alcuni casi in maniera evidente, anche di apporti provenienti dagli insediamenti costieri caratterizzati da elevata densità di popolazione. Un ulteriore incremento dell'azoto ammoniacale si registra negli strati profondi in prossimità dei fondali nei periodi estivo-autunnali, in concomitanza di fenomeni ipossici/anossici dovuti ai processi di degradazione della sostanza organica (in questo caso le concentrazioni maggiori sono ben correlate a bassi valori di ossigeno disciolto).

Le concentrazioni di azoto totale sono, invece, strettamente collegate alla presenza di particolato organico in sospensione nella colonna d'acqua, di origine sia fitoplanctonica sia, soprattutto, detriti-

ca e, quindi, direttamente correlato agli apporti fluviali.

### Scopo

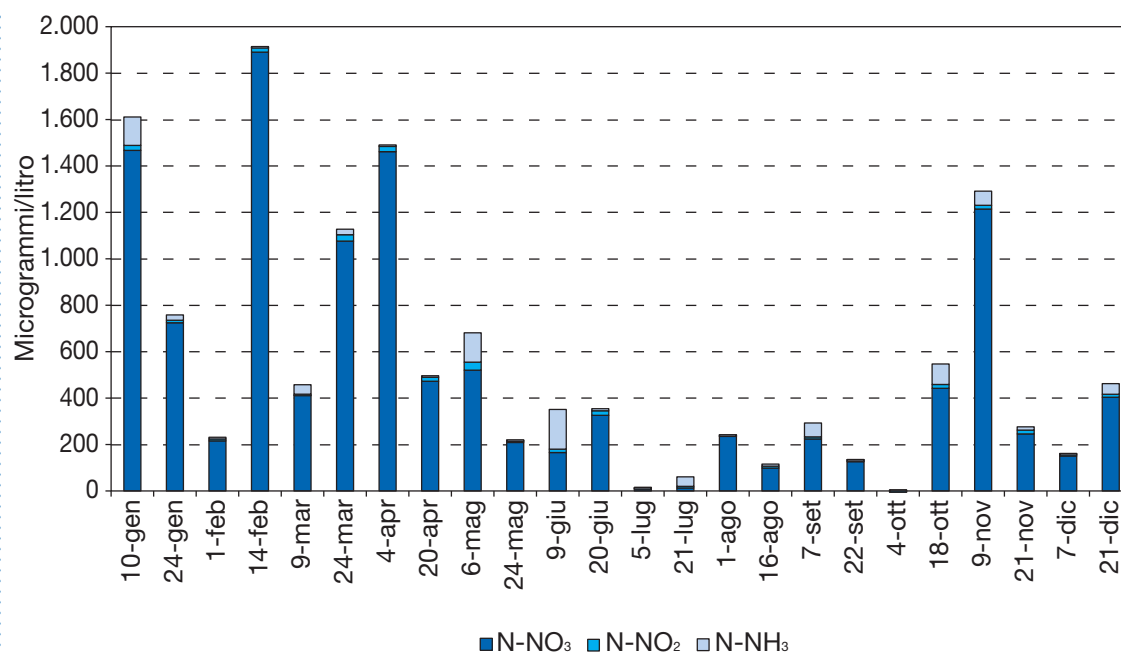
Lo sviluppo dei fenomeni eutrofici è dipendente dagli apporti di nutrienti veicolati a mare dai bacini costieri adriatici, soprattutto dal Po. Conoscere, quindi, le concentrazioni di azoto in mare permette di valutare e controllare il fenomeno eutrofico. Al fine di ridurre i fenomeni eutrofici, e quindi di migliorare lo stato qualitativo delle acque costiere, è necessario rimuovere e controllare i carichi di nutrienti generati e liberati dai bacini, in modo da abbassare sostanzialmente le concentrazioni di nutrienti a mare, oltre che di fosforo anche di azoto. La componente DIN viene utilizzata con il  $\text{P-PO}_4$  nel calcolo del rapporto N/P. Nelle acque costiere emiliano-romagnole il fosforo è sempre stato l'elemento chiave che ha limitato e controllato i fenomeni eutrofici, mentre l'azoto riveste un ruolo non limitante. Il processo alla base di questa considerazione è legato al meccanismo secondo il quale il fitoplancton assume i nutrienti in soluzione, secondo lo stesso rapporto molare che questi elementi hanno all'interno della biomassa algale, cioè  $\text{N/P elementare} = 16$ , riferito al peso atomico  $\text{N/P} = 7,2$ . Se il rapporto nell'acqua di mare supera il valore N/P di 7,2 si afferma che il fosforo è il fattore limitante la crescita algale e l'azoto in eccesso presente nelle acque non può essere utilizzato dalle alghe. Questo significa che gli interventi di risanamento per migliorare lo stato qualitativo delle acque eutrofiche devono prevedere una riduzione degli apporti di fosforo. In genere la fosforo limitazione è il fattore che caratterizza acque costiere con livelli trofici mediamente elevati, l'azoto limitazione è, invece, riscontrabile nelle acque costiere in cui il rischio eutrofico è molto limitato, se non assente.



## Metadati

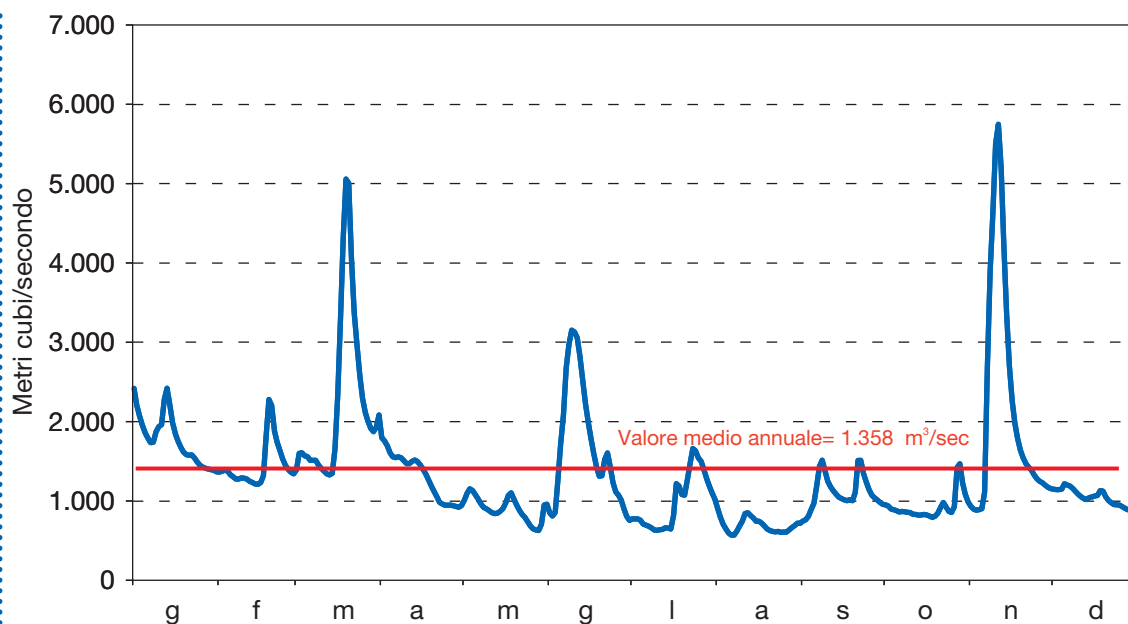
<b>NOME DELL'INDICATORE</b>	Concentrazione azoto	<b>DPSIR</b>	S
<b>UNITÀ DI MISURA</b>	Microgrammi/litro,	<b>FONTE</b>	Arpa Emilia-Romagna
<b>COPERTURA SPAZIALE DATI</b>	Regione	<b>COPERTURA TEMPORALE DATI</b>	1982-2011
<b>AGGIORNAMENTO DATI</b>	Settimanale/annuale	<b>ALTRE AREE TEMATICHE INTERESSATE</b>	Acque
<b>RIFERIMENTI NORMATIVI</b>	Dlgs 152/06 DM 56/09 DM 260/10		
<b>METODI DI ELABORAZIONE DATI</b>	Andamenti temporali, medie, medie geometriche mensili, stagionali e annuali		

## Grafici e tabelle



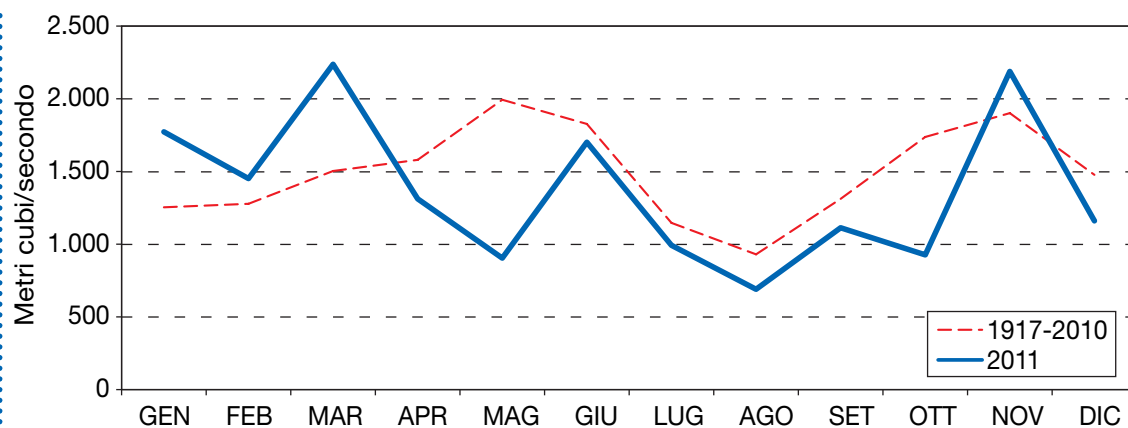
Fonte: Arpa Emilia-Romagna

**Figura 3C.22: Istogrammi in pila relativi agli andamenti temporali di nitrati, nitriti e azoto ammoniacale (N-NO<sub>3</sub>, N-NO<sub>2</sub>, N-NH<sub>3</sub>) nella stazione di Lido di Volano (0,5 km da costa) nel 2011**



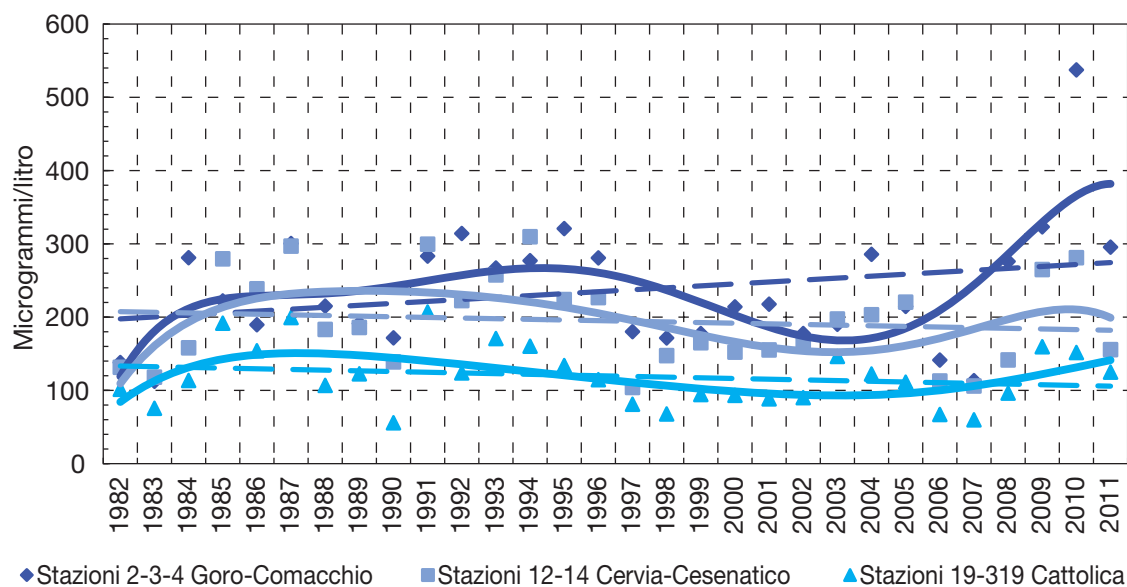
Fonte: Arpa Emilia-Romagna

**Figura 3C.23: Valori giornalieri della portata del Po rilevati a Pontelagoscuro (2011)**



Fonte: Arpa Emilia-Romagna

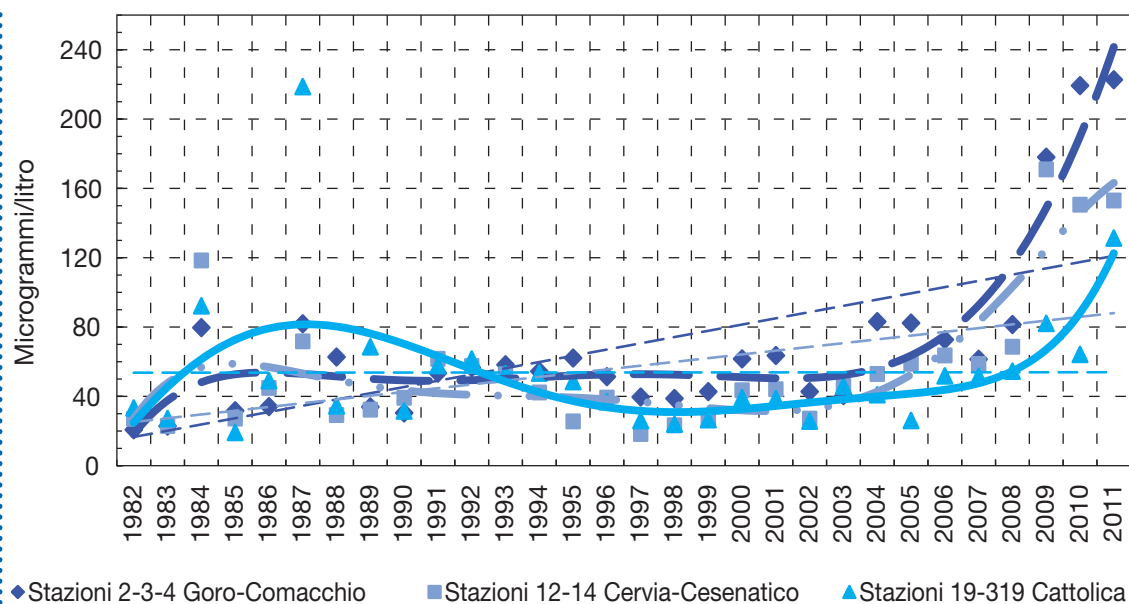
**Figura 3C.24: Confronto delle medie mensili delle portate del Po del 2011 con le medie calcolate per il periodo storico 1917-2010**



Fonte: Arpa Emilia-Romagna

**Figura 3C.25: Trend evolutivo delle medie geometriche annuali del DIN\* in tre aree della costa emiliano-romagnola (1982-2011)**

Nota: \*DIN = somma delle concentrazioni delle tre forme azotate solubili:  $\text{N-NO}_3$ ,  $\text{N-NO}_2$ ,  $\text{N-NH}_3$



Fonte: Arpa Emilia-Romagna

**Figura 3C.26: Trend evolutivo delle medie geometriche annuali del rapporto N/P in tre aree della costa emiliano-romagnola (1982-2011)**

Nella figura 3C.23 sono rappresentate le portate annuali del Po rilevate nel 2011 a Pontelagoscuro (FE). I valori di portata registrati nel 2011 mostrano tre picchi importanti in marzo, giugno e novembre. Il picco massimo di portata si è avuto l'11 novembre, con 5.748 m<sup>3</sup>/sec, a seguire il 19 marzo, con 5.058 m<sup>3</sup>/sec, il 9 giugno, con 3.153 m<sup>3</sup>/sec, mentre il più basso, pari a 569 m<sup>3</sup>/sec, il 5 agosto. Il valore medio annuale registrato è di 1.358 m<sup>3</sup>/sec, valore inferiore rispetto alla media annuale del 2010 di 1.933 m<sup>3</sup>/sec.

Confrontando i valori medi mensili di portata nel 2011 con quelli del periodo storico 1917-2010 (figura 3C.24), si evidenziano anomalie di tendenza soprattutto nei mesi di maggio e ottobre. Nel mese di gennaio e marzo i valori medi di portata risultano maggiori rispetto al periodo storico a confronto.

La somma delle concentrazioni delle tre forme azotate solubili (N-NO<sub>3</sub>, N-NO<sub>2</sub>, N-NH<sub>3</sub>) è denominata DIN (azoto inorganico disciolto). L'analisi dell'andamento del DIN, elaborato in figura 3C.25, prende in considerazione le medie geometriche annuali nel lungo periodo (1982-2011) in tre aree costiere, rappresentative della costa emiliano-romagnola. L'area più settentrionale, Goro-Comacchio, risente degli apporti del Po e presenta elevati livelli trofici per molti mesi dell'anno. L'area meridionale, Cattolica, risente in misura minore degli apporti padani e presenta bassi livelli trofici. L'area costiera centrale, Cervia-Cesenatico, rileva una situazione trofica intermedia, caratterizzata anche dagli apporti dei bacini locali, soprattutto nel periodo estivo.

Anche se nell'anno 2011 il valore medio del DIN è diminuito significativamente nell'area settentrionale, questa resta comunque l'area più sensibile all'effetto dei processi di dilavamento dalle fonti diffuse. Nelle altre due aree i valori medi sono diminuiti sensibilmente rispetto all'anno precedente.

La forma azotata che maggiormente incide sui valori di DIN è l'azoto nitrico (N-NO<sub>3</sub>), come evidenziato nella figura 3C.22, che riporta i valori delle tre forme azotate rilevate nella stazione a 0,5 km davanti a Lido di Volano.

La componente DIN viene utilizzata con il P-PO<sub>4</sub> nel calcolo del rapporto N/P. Nelle acque costiere

emiliano-romagnole il fosforo è sempre stato l'elemento chiave che ha limitato e controllato i fenomeni eutrofici, mentre l'azoto riveste un ruolo non limitante.

Anche per quanto riguarda il rapporto N/P (figura 3C.26) si è voluto rappresentare il trend evolutivo nel periodo 1982-2011, mettendo a confronto le medie geometriche annuali di tre aree (Goro-Comacchio, Cervia-Cesenatico e Cattolica). Il grafico mostra un aumento dei valori medi in tutte e tre le aree, particolarmente evidente dal 2006 al 2011. Nei grafici delle figure 3C.25 e 3C.26 sono rappresentate, oltre alle tendenze di tipo lineare (rette tratteggiate), che mostrano in termini assoluti l'evoluzione complessiva dei sistemi, anche quelle di ordine superiore (linee continue), che consentono di evidenziare eventuali fenomeni di ciclicità interannuale.

La tendenza di ordine superiore, ben correlata con le portate del Po, evidenzia quattro cicli periodici, con i massimi raggiunti negli anni 1985, 1994, 2005 e 2010 (vedi figura 3C.25).

Le concentrazioni delle diverse forme azotate rispecchiano gli andamenti delle portate fluviali, in particolare del Po (figura 3C.22).

Gli andamenti bimensili di nitrati, nitriti e azoto ammoniacale nel 2011 (figura 3C.22) presentano una distribuzione caratteristica con elevata corrispondenza dei valori più alti con i periodi di maggiore portata fluviale e di precipitazioni atmosferiche; in genere nei periodi invernali e primaverili.

L'azoto ammoniacale, proveniente sia dagli apporti fluviali che dagli insediamenti urbani, può presentare elevate concentrazioni anche durante il periodo estivo nelle stazioni costiere e, nei casi di ipossia/anossia, negli strati profondi, a seguito della mineralizzazione della sostanza organica con conseguente solubilizzazione e rilascio di azoto ammoniacale.

Lungo la costa emiliano-romagnola l'andamento delle concentrazioni delle forme azotate è caratterizzato da una diminuzione da nord verso sud e da costa verso il largo a eccezione dell'area settentrionale, che nei periodi di massima portata è direttamente investita dalle piene del Po fino a largo e in profondità.



## Concentrazione di sostanze pericolose nei sedimenti

### Descrizione

Si prendono in considerazione le concentrazioni di cadmio (Cd), piombo (Pb), cromo totale (Cr) ed esavalente (Cr VI), nichel (Ni), arsenico (As), PCB's (PoliCloroBifenili), IPA (Idrocarburi Policiclici Aromatici) e DD's (isomeri e metaboliti del DicloroDifenilTricloroetano-DDT) nello strato superficiale del sedimento. Tali parametri contribuiscono alla definizione delle pressioni esercitate dai settori industriale e agricolo. Tali sostanze in genere sono legate al particolato sospeso che si deposita nei sedimenti. Il cadmio, prodotto dalla combustione del carbone e dall'incenerimento di rifiuti, è impiegato come stabilizzatore nelle materie plastiche (PVC) e come elettrodo nelle batterie ricaricabili. Il piombo, tra i metalli, è il più impiegato nel settore industriale e, quindi, abbondantemente disperso nell'ambiente (basti citare l'uso come additivo nelle benzine). Il cromo deriva dalla produzione di industrie minerarie e metallurgiche, lacche, vernici, lavorazione del legno, pellami e concerie, acciaierie, industrie galvaniche, industria tessile, fanghi di depurazione, inceneritori. L'arsenico e molti dei suoi composti sono cancerogeni. L'esposizione cronica all'arsenico ha effetti dannosi sulla salute. I suoi composti trovano impiego come fitofarmaci, erbicidi e insetticidi.

Gli idrocarburi clorurati, quali i DD's, rappresentano i prodotti organici di sintesi impiegati come antiparassitari, in particolare come insetticidi. Altra classe di composti compresi nella dizione di idrocarburi clorurati è quella dei policlorobifenili

(PCB's), composti industriali persistenti e lipofili, usati come fluidi dielettrici nei trasformatori, come plastificanti, come ritardanti di fiamma. Gli idrocarburi policiclici aromatici (IPA) costituiscono un numeroso gruppo di composti organici formati da uno o più anelli benzenici. Sono contenuti nel carbone e nei prodotti petroliferi (particolarmente nel gasolio e negli olii combustibili). Gli IPA sono bioaccumulabili. In generale l'emissione di IPA nell'ambiente risulta molto variabile a seconda del tipo di sorgente, del tipo di combustibile e della qualità della combustione.

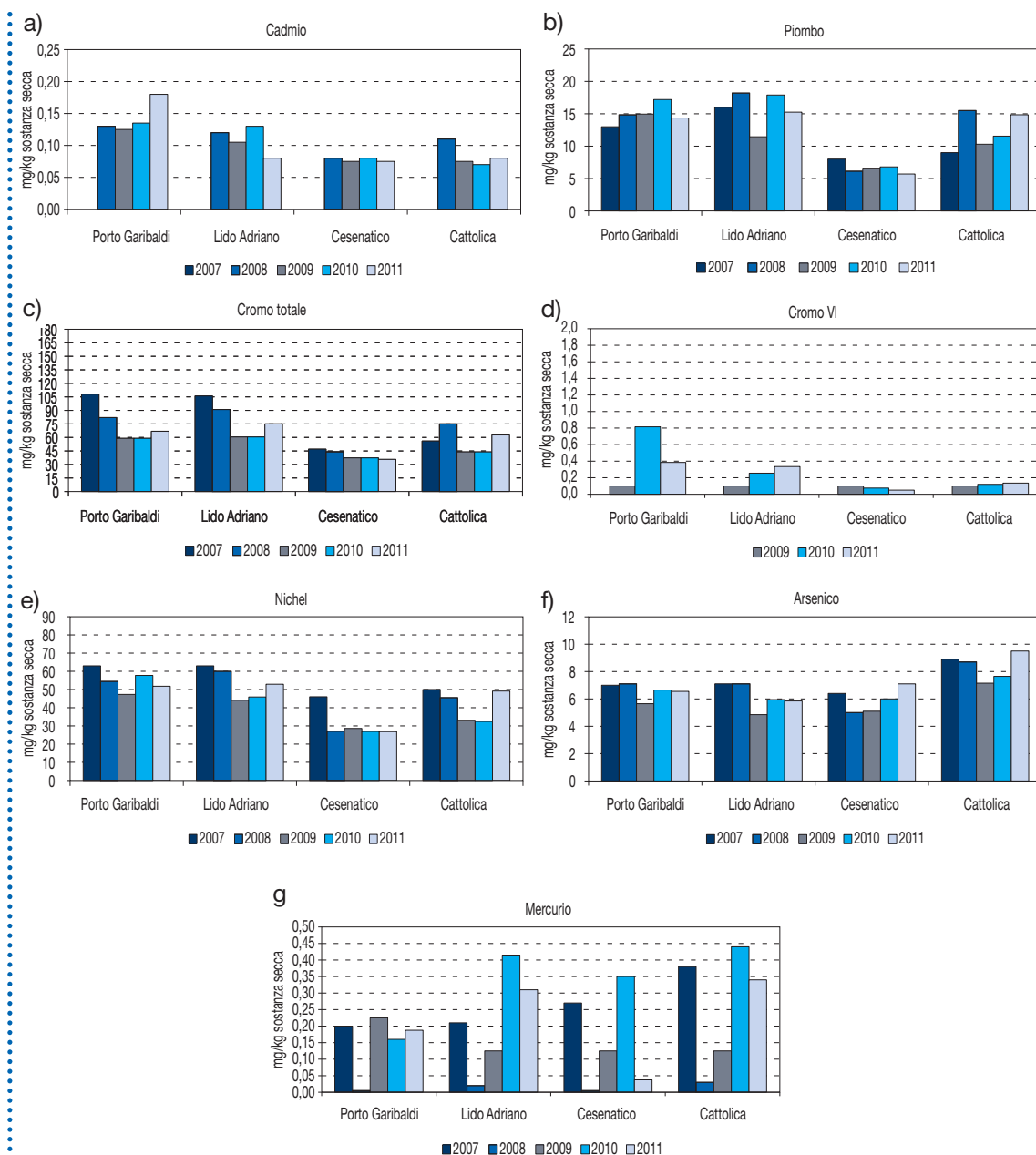
### Scopo

Rilevare la concentrazione di alcuni metalli pesanti come cadmio (Cd), piombo (Pb), cromo totale (Cr) ed esavalente (Cr VI), nichel (Ni), arsenico (As) e sostanze microinquinanti quali IPA, DD's e PCB's. Fornire indicazioni sull'inquinamento da immissioni di insediamenti produttivi (industriali), dall'attività agricola e da sversamenti accidentali di idrocarburi. Gli idrocarburi clorurati (DD's) mostrano una bassa tossicità acuta e una elevata stabilità chimica; questa ultima caratteristica determina la loro persistenza e, conseguentemente, il loro accumulo nei sedimenti. La loro presenza nel sedimento viene considerata un segnale di contaminazione di tipo "agricolo" dell'area d'indagine. La presenza, come residui nei sedimenti, dei PCB's indica una contaminazione di tipo industriale.

## Metadati

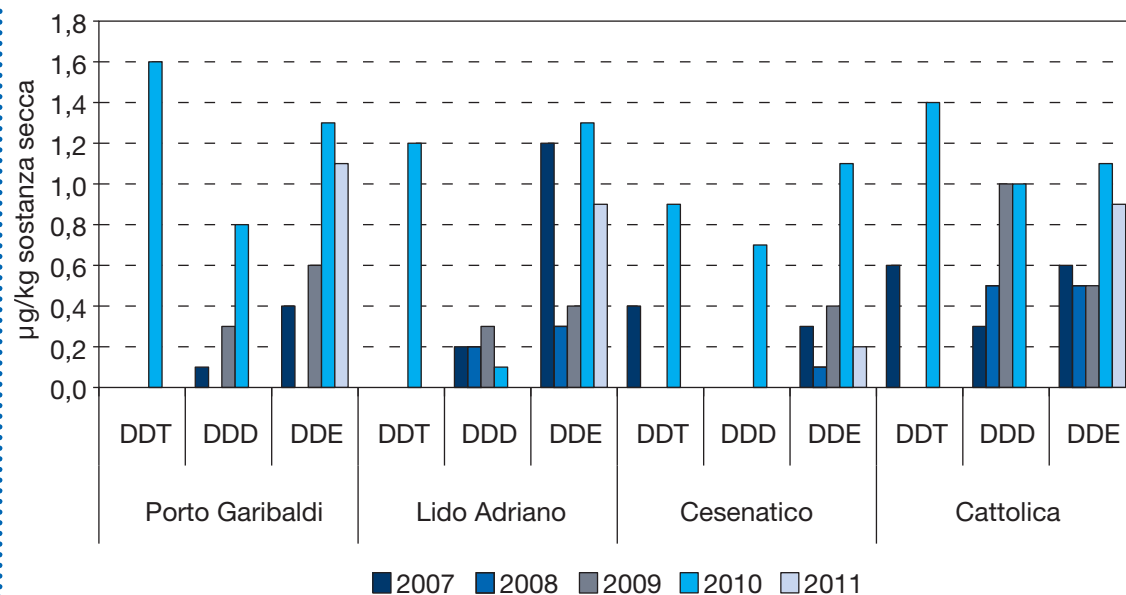
<b>NOME DELL'INDICATORE</b>	Concentrazione di sostanze pericolose nei sedimenti (cadmio, piombo, cromo, nichel, arsenico, mercurio, PCB's, DD's, IPA)	<b>DPSIR</b>	S
<b>UNITÀ DI MISURA</b>	Milligrammi/chilogrammo p.s., microgrammi/chilogrammo p.s.	<b>FONTE</b>	Arpa Emilia-Romagna
<b>COPERTURA SPAZIALE DATI</b>	Regione	<b>COPERTURA TEMPORALE DATI</b>	2007-2011
<b>AGGIORNAMENTO DATI</b>	Annuale	<b>ALTRE AREE TEMATICHE INTERESSATE</b>	Acque, Natura e biodiversità
<b>RIFERIMENTI NORMATIVI</b>	DLgs 152/06 DM 56/09 DM 260/10		
<b>METODI DI ELABORAZIONE DATI</b>	Andamenti dei valori di concentrazione; media annuale		

## Grafici e tabelle



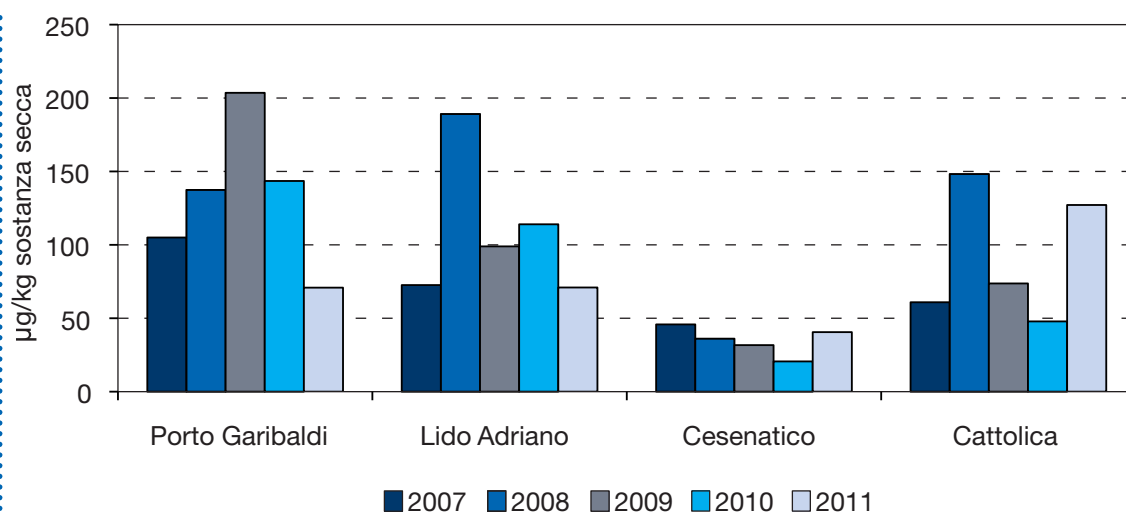
Fonte: Arpa Emilia-Romagna

**Figura 3C.27: Valore medio annuale della concentrazione dei Metalli nel sedimento in 4 stazioni collocate a 3 km dalla costa (2007-2011)**



Fonte: Arpa Emilia-Romagna

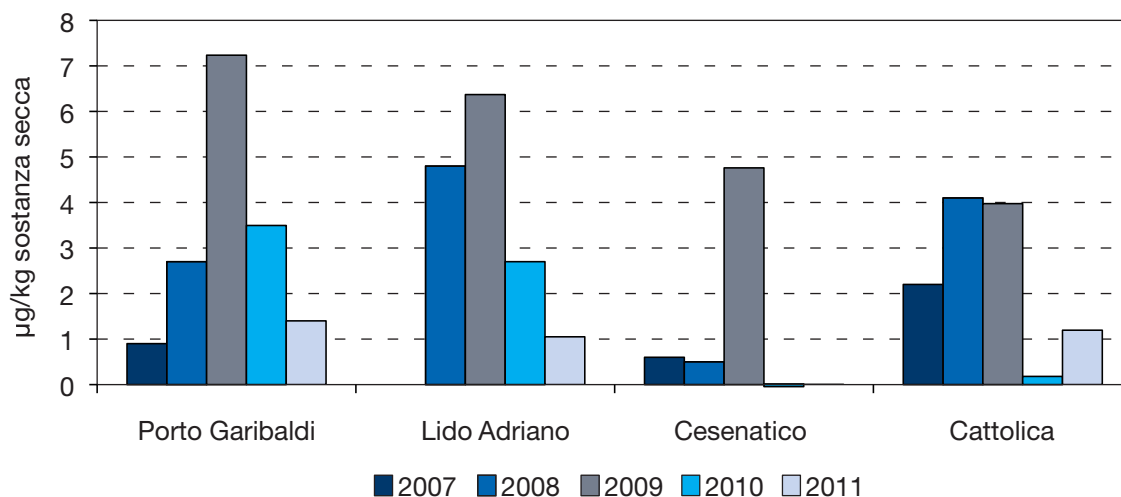
**Figura 3C.28: Valore medio annuale della concentrazione del DDT, DDD e DDE nel sedimento in 4 stazioni collocate a 3 km dalla costa (2007-2011)**



Fonte: Arpa Emilia-Romagna

**Figura 3C.29: Valore medio annuale della somma delle concentrazioni degli IPA nel sedimento in 4 stazioni collocate a 3 km dalla costa (2007-2011)**





Fonte: Arpa Emilia-Romagna

**Figura 3C.30: Valore medio annuale della somma delle concentrazioni dei PCB's nel sedimento in 4 stazioni collocate a 3 km dalla costa (2007-2011)**

### Commento

Di seguito si analizza il trend registrato negli ultimi 5 anni di dati disponibili relativo al valore medio annuo delle concentrazioni delle sostanze inquinanti rilevate in 4 stazioni (delle 8 monitorate), considerate come le più rappresentative della costa emiliano-romagnola, ubicate a 3 km di distanza dalla linea di riva.

La figura 3C.27 riporta i valori medi annui relativi ai metalli pesanti. La presenza di Cr e Ni lungo la costa emiliano-romagnola non ha solo origine da attività antropica. Questi metalli e i loro composti sono presenti come elementi "naturali" nella composizione chimica delle terre della pianura padana e compaiono nei sedimenti marini a elevate concentrazioni, spesso superando lo Standard di Qualità Ambientale (SQA) del DM 56/09.

I valori medi annui per il Cromo esavalente (Cr VI), relativi a un periodo di 3 anni, mostrano un andamento decrescente da nord a sud e sono sempre inferiori allo SQA, di cui al DM 56/09.

Il Piombo nel 2011 mostra una lieve diminuzione del valore medio annuo rispetto all'anno precedente nelle località analizzate, fatta eccezione per la stazione di Cattolica. Tutti i valori sono inferiori allo SQA definito dal DM 56/09.

L'Arsenico nel 2011 mostra un lieve aumento del valore medio annuo rispetto all'anno precedente nelle stazioni di Cesenatico e Cattolica. Tutti i valori sono inferiori allo SQA definito dal DM 56/09.

Per il Cadmio l'andamento è più variabile; nel 2007 si osservano valori medi/anno inferiori al Limite di Rilevabilità strumentale (L.R.), che per questo non compaiono nei grafici. Negli ultimi 4 anni considerati i valori medi annui sono sempre al di sotto dello SQA definito dal DM 56/09.

Il Mercurio, nel periodo considerato, presenta un andamento variabile. Nelle stazioni di Lido Adriano e Cattolica si sono verificati dei superamenti dello SQA,

di cui al DM 56/09; si tratta comunque di valori medi di concentrazione molto contenuti. Nel 2011, invece, si osserva che tutti i valori medi sono inferiori all'SQA. Per quanto riguarda i DD's (figura 3C.28), i valori medi annui di DDD, DDE e DDT sono relativi alla somma degli isomeri 2,4 e 4,4. Nel grafico si riportano le concentrazioni rilevate per le forme di DDT, DDD e DDE che sono spesso inferiori al limite di rilevabilità strumentale. Nelle stazioni di Porto Garibaldi e Cattolica si è verificato, nel 2010, un lieve superamento del SQA definito dal DM 56/09. Nel 2011 tutti i valori medi di concentrazione sono inferiori all'SQA.

Gli IPA (figura 3C.29) presentano valori medi annui variabili nella zona settentrionale (Porto Garibaldi, Lido Adriano) e meridionale (Cattolica), ma con livelli decisamente inferiori allo SQA definito dal DM 56/09. I valori medi annui degli IPA derivano dalla somma delle 16 tipologie più significative.

I valori medi annui dei PCB's sono relativi alla somma dei 13 congeneri più significativi (figura 3C.30). Tali valori sono inferiori allo SQA definito dal DM 56/09 in tutte le località e in tutti gli anni considerati. Si osserva una diminuzione dei valori medi nel 2010 e 2011.

Nella valutazione complessiva dei dati è necessario considerare che la fascia costiera emiliano-romagnola è investita prevalentemente dagli apporti di origine padana, i cui effetti si fanno sentire anche nella parte più meridionale della costa. Inoltre, alcune sostanze, in particolare i PCB's, hanno tempi di sedimentazione maggiori per cui, in alcuni casi e in coincidenza con particolari condizioni idrodinamiche, l'accumulo è maggiore nella parte più meridionale della costa. In generale si può affermare che le concentrazioni rilevate, sia dei metalli pesanti, sia delle restanti sostanze, non evidenziano valori tali da inficiare il giudizio qualitativo dell'ecosistema marino costiero.



# Indice di torbidità TRBIX

## Descrizione

Indice numerico che esprime la quota di torbidità delle acque dovuta alla componente fitoplanctonica rispetto a quella particellata minerale di origine detritica.

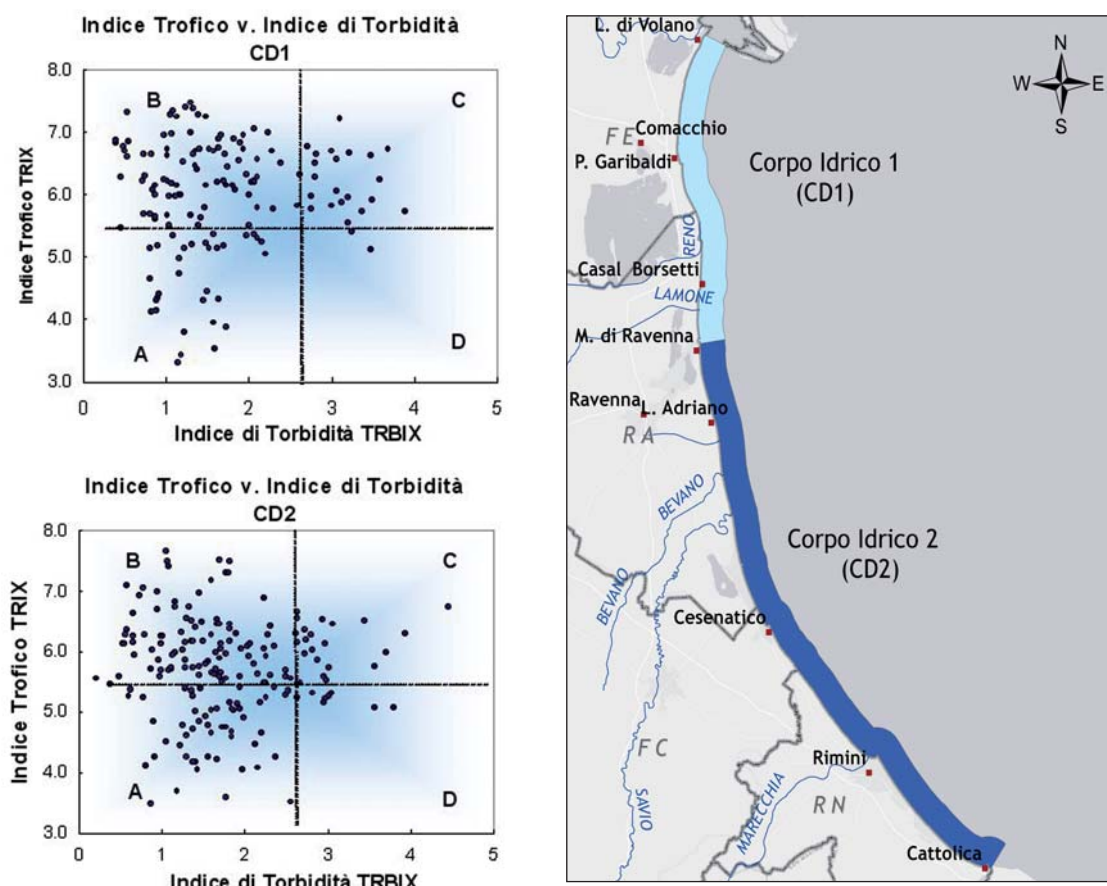
## Scopo

Valutare lo stato qualitativo del sistema costiero mediante un indice complesso, rapportando i valori di TRIX con quelli di TRBIX, discriminando numericamente, nella valutazione della trasparenza, il contributo della componente microalgale rispetto alla risospensione del sedimento o all'apporto di materiale inorganico dai fiumi.

## Metadati

<b>NOME DELL'INDICATORE</b>	Indice di torbidità TRBIX	<b>DPSIR</b>	I
<b>UNITÀ DI MISURA</b>	Adimensionale	<b>FONTE</b>	Arpa Emilia-Romagna
<b>COPERTURA SPAZIALE DATI</b>	Regione	<b>COPERTURA TEMPORALE DATI</b>	2011
<b>AGGIORNAMENTO DATI</b>	Settimanale/annuale	<b>ALTRE AREE TEMATICHE INTERESSATE</b>	Acque, Natura e biodiversità
<b>RIFERIMENTI NORMATIVI</b>	DLgs 152/06 DM 56/09 LR 3/99		
<b>METODI DI ELABORAZIONE DATI</b>	Andamenti temporali nelle stazioni costiere (0,5 e 3 km). Integrazione con il TRIX		

## Grafici e tabelle



**Schema di interpretazione dei quadranti derivati dalla combinazione del TRIX vs. TRBIX**

<p><b>Quadrante B</b></p> <p>Acque colorate prevalentemente da fitoplancton; colore vegetale verdastro, brunoastro o rossoastro secondo la specie fitoplanctonica.</p> <p>Trasparenza più o meno ridotta</p>	<p><b>Quadrante C</b></p> <p>Acque colorate sia da fitoplancton che da torbidità di tipo minerale; colore limoso-fangoso associato a una variazione cromatica verdastro, brunoastro o rossoastro secondo la specie fitoplanctonica.</p> <p>Trasparenza più o meno ridotta</p>
<p><b>Quadrante A</b></p> <p>Acque poco o scarsamente colorate da fitoplancton e presenza di torbidità minerale; colore poco limoso con tonalità verde-azzurro-blu marino.</p> <p>Trasparenza alta</p>	<p><b>Quadrante D</b></p> <p>Acque prevalentemente colorate da torbidità di tipo minerale; colore limoso fangoso di tipo grigio brunoastro.</p> <p>Trasparenza molto ridotta</p>

Fonte: Arpa Emilia-Romagna

Figura 3C.31: Diagrammi di "Scatter plot" tra l'indice di torbidità (TRBIX) e l'indice trofico (TRIX) (2011)

## Commento

Combinando l'indice di torbidità (TRBIX) con l'indice trofico (TRIX) si rappresentano gli scatter plot del TRIX verso il TRBIX, calcolati utilizzando i risultati rilevati nel 2011 nelle stazioni a 0,5 e 3 km dalla costa. Osservando la figura 3C.31, il grafico viene diviso in quattro quadranti, rispettivamente definiti dal valore medio di TRIX e TRBIX. La localizzazione della combinazione dei valori all'interno di ciascun quadrante viene interpretata in base alla tabella allegata alla figura 3C.31. Il confronto tra i due corpi idrici della costa mostra che per il CD1, area compresa tra Lido di Volano e Casalborsetti, la maggior parte dei valori si distribuisce sul quadrante B, che identifica, in termini di TRBIX, acque colorate da fitoplancton con bassi valori di trasparenza; da sottolineare anche i valori che si posizionano nel quadrante A, che sottende acque poco o scarsamente colorate con presenza di torbidità dovuta anche alla componente minerale. Questa peculiare distribuzione generale dei dati, nell'area centro-settentrionale, evidenzia la forte variabilità riscontrata, con periodi di elevata concentrazione di biomassa microalgale e situazioni di medio/alta trasparenza. Nell'area compresa tra Lido Adriano e Cattolica (CD2), i dati si distribuiscono soprattutto nel quadrante A e B e in minima parte nel C, a indicare un incremento della componente minerale/detritica che influisce sulla trasparenza in questa zona.





## Presenze microalgali

### Descrizione

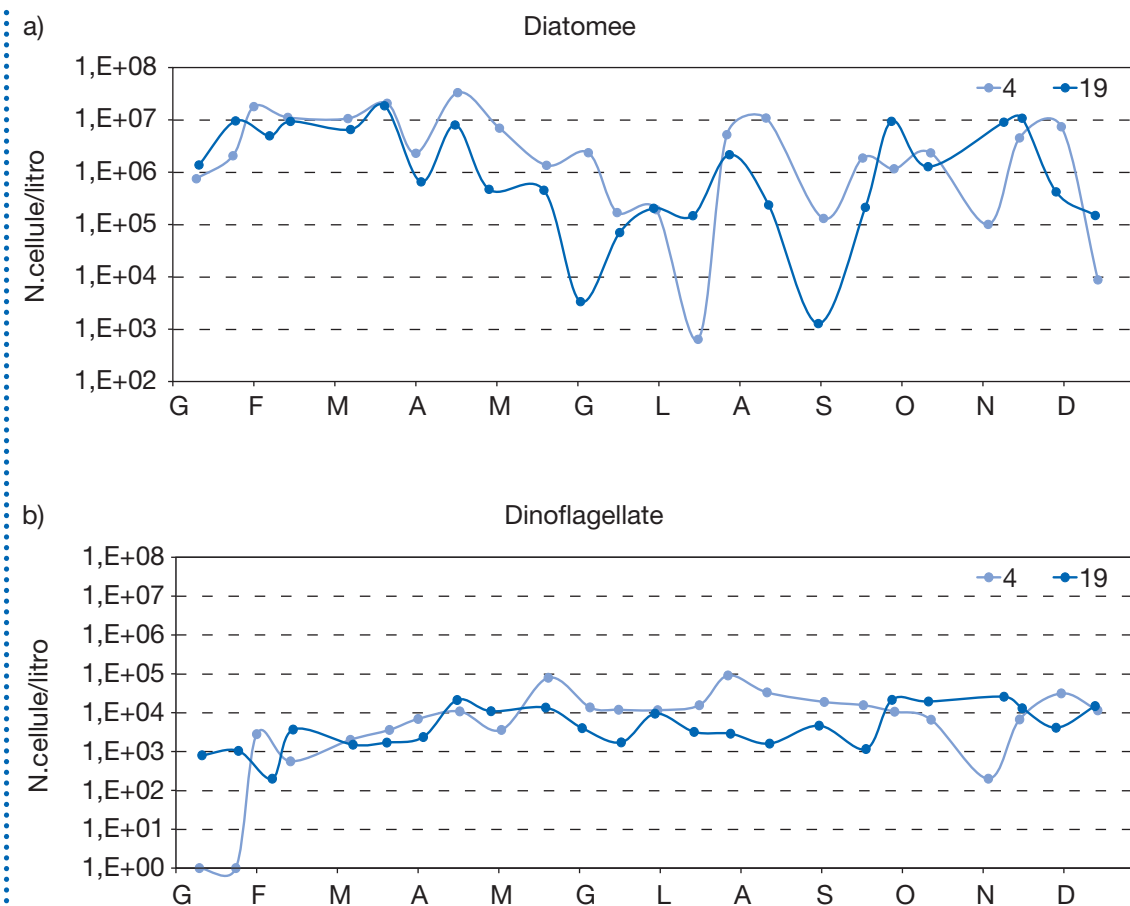
Le Diatomee sono una delle classi dominanti nel fitoplancton marino. La loro distribuzione stagionale e l'abbondanza relativa forniscono importanti indicazioni circa lo stato degli ecosistemi marini, con particolare riferimento ai fenomeni di eutrofizzazione. Le Dinoflagellate, più frequentemente, possono provocare fenomeni di "acque colorate". L'abbondanza del numero di microalghe per litro d'acqua determina una alterazione della normale colorazione e trasparenza delle acque. La proliferazione abnorme delle microalghe è causata dalla presenza in acqua di elevate concentrazioni di nutrienti (in particolare di P e N); tali elementi nutritivi sono in generale veicolati a mare da affluenti costieri.

### Scopo

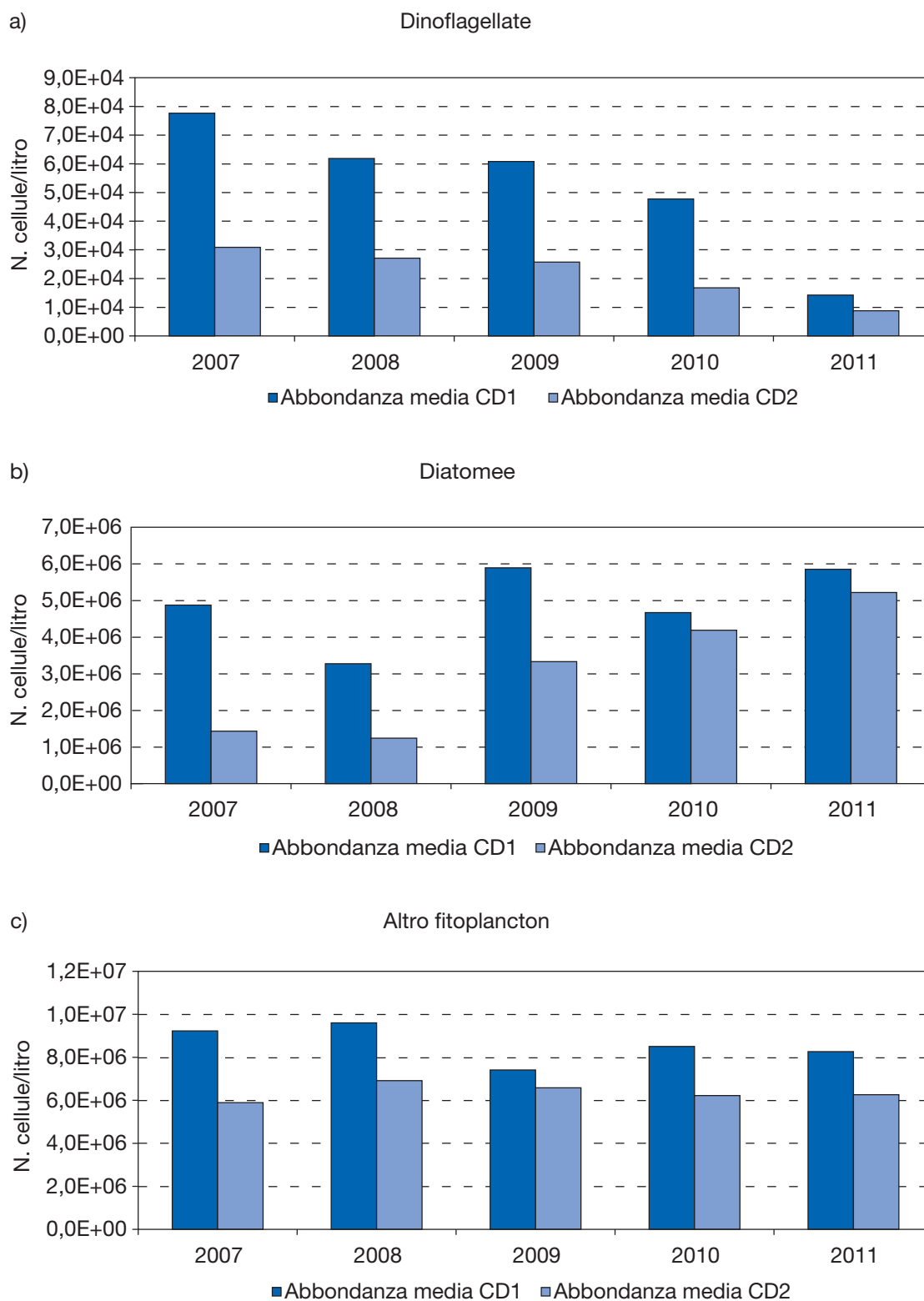
Le analisi quantitative dei popolamenti di Diatomee, Dinoflagellate nelle acque marine consentono una stima della produttività primaria del sistema e in generale costituiscono un elemento basilare nella valutazione dello stato qualitativo, in quanto influiscono sulla trasparenza e sulla colorazione delle acque costiere. Ne consegue che entrambi i gruppi al termine del loro ciclo sono in stretta correlazione con le condizioni di ipossia e anossia delle acque di fondo, che si sviluppano nel periodo estivo/autunnale. Le analisi quali-quantitative di Diatomee e Dinoflagellate forniscono un ulteriore contributo alla conoscenza dello stato dell'ecosistema marino costiero.

### Metadati

<b>NOME DELL'INDICATORE</b>	Presenze microalgali	<b>DPSIR</b>	I
<b>UNITÀ DI MISURA</b>	N. cellule/litro	<b>FONTE</b>	Arpa Emilia-Romagna
<b>COPERTURA SPAZIALE DATI</b>	Regione	<b>COPERTURA TEMPORALE DATI</b>	2007-2011
<b>AGGIORNAMENTO DATI</b>	Settimanale/annuale	<b>ALTRE AREE TEMATICHE INTERESSATE</b>	Acque, Natura e biodiversità
<b>RIFERIMENTI NORMATIVI</b>	DLgs 152/06 DM 56/09 DM 260/10		
<b>METODI DI ELABORAZIONE DATI</b>	Andamenti temporali nelle stazioni a 0,5 e 3 km. Rapporto tra i gruppi		



**Figura 3C.32a,b:** Andamento temporale dell'abbondanza di Diatomee e Dinoflagellate in due stazioni collocate a 0,5 km dalla costa, P. Garibaldi (4) e Cattolica (19), posizionate a nord e a sud della costa emiliano-romagnola (2011)



Fonte: Arpa Emilia-Romagna

Figura 3C.33a,b,c: Abbondanze medie annuali di Diatomee, Dinoflagellate e Altro fitoplancton nei corpi idrici CD1 e CD2 (2007-2011)

Gli andamenti temporali delle concentrazioni di Diatomee (figura 3C.32a,b), sia a nord che a sud, risultano simili da gennaio a fine settembre. Nella restante parte dell'anno, tra ottobre e dicembre, si riscontra invece una discordanza tra nord e sud. Anche considerando il dato quantitativo, la zona nord è caratterizzata da concentrazioni maggiori rispetto alla zona sud, soprattutto tra aprile e settembre. Nel periodo autunnale la tendenza si inverte. Come negli anni precedenti, i valori massimi di Diatomee si registrano tra gennaio e aprile, mentre i valori minimi in estate, tra giugno e settembre. I taxa più rappresentativi per frequenza e abbondanza, durante tutto il 2011, sono in ordine *Skeletonema* spp. e *Chaetoceros* spp. Il primo domina durante l'inverno fino a inizio primavera ed è presente con abbondanze rilevanti anche in novembre, mentre i bloom di *Chaetoceros* spp. si verificano in primavera inoltrata (aprile e maggio), in estate (agosto) e in autunno (ottobre e novembre).

Per quanto riguarda il gruppo delle Dinoflagellate, se

si considerano le medie annuali si registra una sensibile diminuzione rispetto all'anno passato. Anche se nel 2011 non si registrano fioriture importanti a carico di questo gruppo, alcuni taxa appartenenti alla famiglia delle Prorocentraceae, quali *Prorocentrum triestinum* e *Prorocentrum micans*, sono i responsabili delle abbondanze maggiori, soprattutto nella zona nord. Come per le Diatomee, gli andamenti temporali a nord e a sud sono simili, a eccezione del periodo autunnale (novembre) quando si registrano alcune discordanze. Se si considerano i valori medi annuali, nella zona nord (CD1) si registrano concentrazioni maggiori rispetto alla zona sud (CD2).

In figura 3C.33a,b,c viene rappresentato l'andamento delle medie annuali delle abbondanze di Diatomee, Dinoflagellate e Altro fitoplancton nel medio periodo (5 anni) nei corpi idrici CD1 e CD2. L'andamento temporale delle Dinoflagellate nel periodo è considerato decrescente in entrambi i corpi idrici, mentre quello relativo alle Diatomee è crescente nel CD2 e piuttosto altalenante nel CD1.





IMPATTO

## Macroinvertebrati bentonici

### Descrizione

Lo studio delle comunità macrobentoniche dei fondi marini viene soprattutto applicato nelle indagini degli ambienti perturbati, soggetti a diversi tipi di inquinamento o dei sistemi naturalmente ipossici. I lavori che ne emergono riguardano sia descrizioni delle variazioni della struttura delle comunità bentoniche in relazione ai gradi di alterazione ambientale, sia metodi in grado di stabilire, con maggior o minor efficacia, il grado di alterazione sulla base delle caratteristiche strutturali della comunità. Infatti gli organismi bentonici, non potendo compiere grandi spostamenti, sono sottoposti per tutto il proprio ciclo vitale alle condizioni ambientali più o meno perturbate presenti nella zona, mostrando di conseguenza gli effetti dell'esposizione prolungata a diversi fattori am-

bientali e di inquinamento. Tali effetti si manifestano alterando la fisionomia del popolamento sia in termini di composizione in specie, sia in termini di numero di specie e rapporti di abbondanza tra specie.

### Scopo

L'effetto di perturbazioni ambientali risulta individuabile attraverso l'interpretazione delle reazioni che la comunità macrobentonica presenta nel tempo. Tali risposte possono manifestarsi sia come variazioni qualitative sia quantitative, ovvero sia in termini di composizione in specie, sia in termini di numero e di rapporti di abbondanza tra specie. In altre parole, il grado di alterazione della comunità è desumibile sulla base delle sue caratteristiche strutturali.

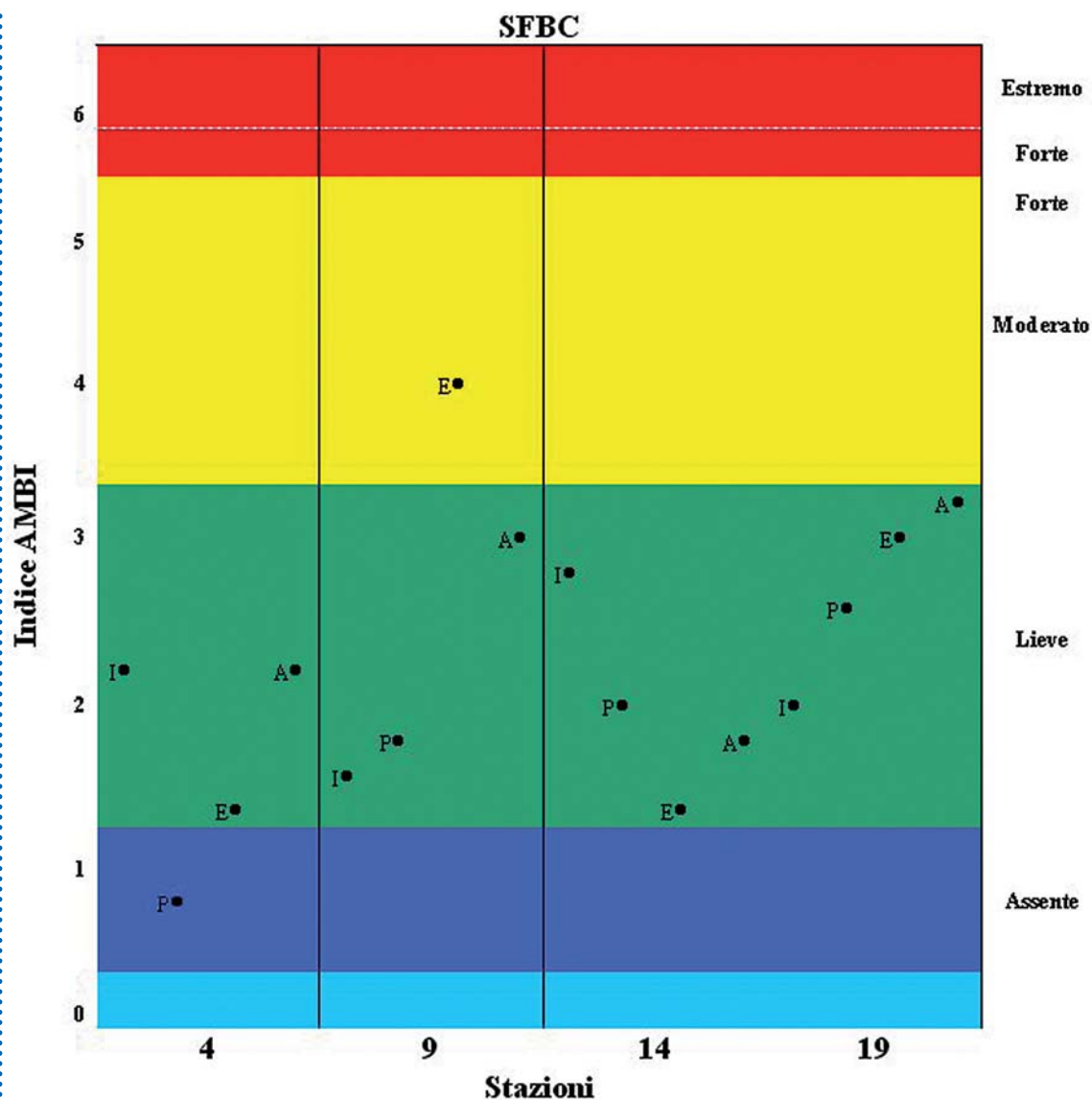
### Metadati

<b>NOME DELL'INDICATORE</b>	Macroinvertebrati bentonici	<b>DPSIR</b>	I
<b>UNITÀ DI MISURA</b>	Adimensionale	<b>FONTE</b>	Arpa Emilia-Romagna
<b>COPERTURA SPAZIALE DATI</b>	Regione	<b>COPERTURA TEMPORALE DATI</b>	2011
<b>AGGIORNAMENTO DATI</b>	Annuale	<b>ALTRE AREE TEMATICHE INTERESSATE</b>	Acque, Natura e biodiversità
<b>RIFERIMENTI NORMATIVI</b>	DLgs 152/06 DM 56/09 DM 260/10		
<b>METODI DI ELABORAZIONE DATI</b>	Valori stagionali dell'indice AMBI		

Tabella 3C.8: Numero di specie rinvenute per le biocenosi SFBC e VTC (2011)

Phylum/ Stazioni	SFBC				VTC			
	Porto Garibaldi (4)	Lido Adriano (9)	Cesenatico (14)	Cattolica (19)	Porto Garibaldi (4)	Lido Adriano (9)	Cesenatico (14)	Cattolica (19)
<i>Anellida</i>	21	23	24	25	12	21	20	30
<i>Arthropoda</i>	9	10	11	13	3	6	7	6
<i>Cnidaria</i>	0	0	2	1	1	0	1	2
<i>Echinoderma</i>	0	3	2	2	0	1	3	6
<i>Idroidomeduse</i>	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Mollusca</i>	16	16	24	24	14	19	20	23
<i>Phoronida</i>	1	0	1	1	1	1	1	1
<i>Sipuncula</i>	0	1	1	1	1	1	0	0
<b>Totale</b>	<b>47</b>	<b>53</b>	<b>65</b>	<b>68</b>	<b>32</b>	<b>49</b>	<b>52</b>	<b>70</b>

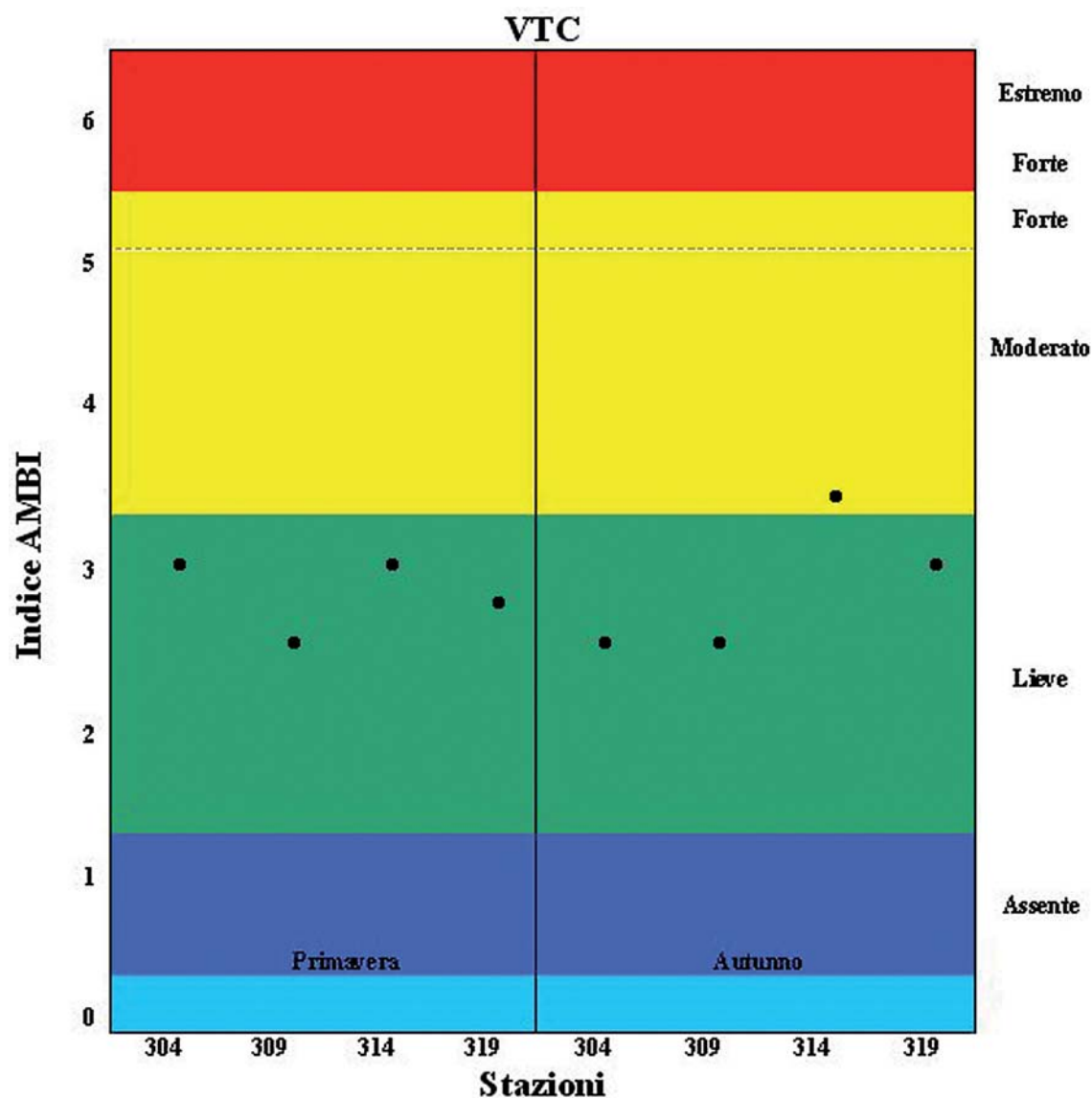
Fonte: Arpa Emilia-Romagna



Fonte: Arpa Emilia-Romagna

Figura 3C.34: Valori stagionali dell'indice AMBI per le stazioni delle biocenosi SFBC (2011)

LEGENDA: I= inverno, P= primavera, E= estate, A= autunno



Fonte: Arpa Emilia-Romagna

Figura 3C.35: Valori primaverili e autunnali dell'indice AMBI per le stazioni delle biocenosi VTC (2011)

### Commento

Vengono presentati i valori dell'indice biotico AMBI basato sulla presenza di specie appartenenti a gruppi ecologici a differente sensibilità nei confronti dell'inquinamento; questo indice varia in modo continuo da 0 (condizione di assenza di disturbo) a 6 (condizione di estremo disturbo). Le stazioni indagate sono quelle appartenenti alla biocenosi delle Sabbie Fini Ben Calibrate (SFBC), ubicate a circa 1 km dalla costa, e quelle dei Fanghi Terrigeni Costieri (VTC), distanti 3 km dalla costa.

Nella tabella 3C.8 si osserva come il numero di specie rinvenute si aggiri intorno a un valore medio di 55. A Cattolica, sia nelle SFBC che nelle VTC, si sono registrate il maggior numero di specie, rispettivamente 68 e 70, mentre il minor numero si è avuto a Porto Garibaldi, nella VTC. I Phylum che maggiormente contribuiscono alla

costruzione delle comunità bentoniche sono quello degli *Anellida* e quello dei *Mollusca*.

Dalla figura 3C.34 si può notare come le stazioni appartenenti alla biocenosi delle SFBC siano classificate come siti lievemente disturbati, a eccezione di Porto Garibaldi (4), che in primavera mostra assenza di disturbo. Le stazioni SFBC di Porto Garibaldi, Lido Adriano e Cattolica (4, 9 e 19) mostrano un gradiente stagionale nord-sud crescente, mentre quella di Cesenatico (14) decrescente.

Dalla figura 3C.35 si può notare come le stazioni appartenenti alla biocenosi delle VTC siano classificate come siti lievemente disturbati, a eccezione di Cesenatico, che in autunno risulta moderatamente disturbata; non si evidenzia un particolare gradiente nord-sud.

# Ossigeno sul fondo, aree di anossia



## Descrizione

Definisce il livello di saturazione dell'ossigeno nelle acque in relazione alla solubilità (in funzione della temperatura e salinità), ai processi di degradazione, respirazione e fotosintesi nelle acque. I meccanismi biochimici che consentono un'aumentata tolleranza all'anossia sono importanti fattori che possono influenzare la composizione del benthos, in relazione all'intensità, alla durata e ricorrenza dei fenomeni.

Aree interessate da durature situazioni di anossia o da costanti condizioni di ipossia severa possono vedere completamente modificata la bionomia bentonica, con diminuzione di biomassa e biodiversità.

La moria di organismi adulti produce di per sé un danno ambientale, ma un danno maggiore è dato dalla perdita di organismi in fase larvale (uova, stadi giovanili), la cui carenza indebolisce la con-

sistenza delle generazioni future. La ciclicità e l'estensione dei fenomeni anossici lungo la costa emiliano-romagnola, colpendo indiscriminatamente sia gli organismi adulti sia le forme giovanili, rischia di essere tale da comportare un serio e irreversibile impoverimento degli stock di alcune specie.

## Scopo

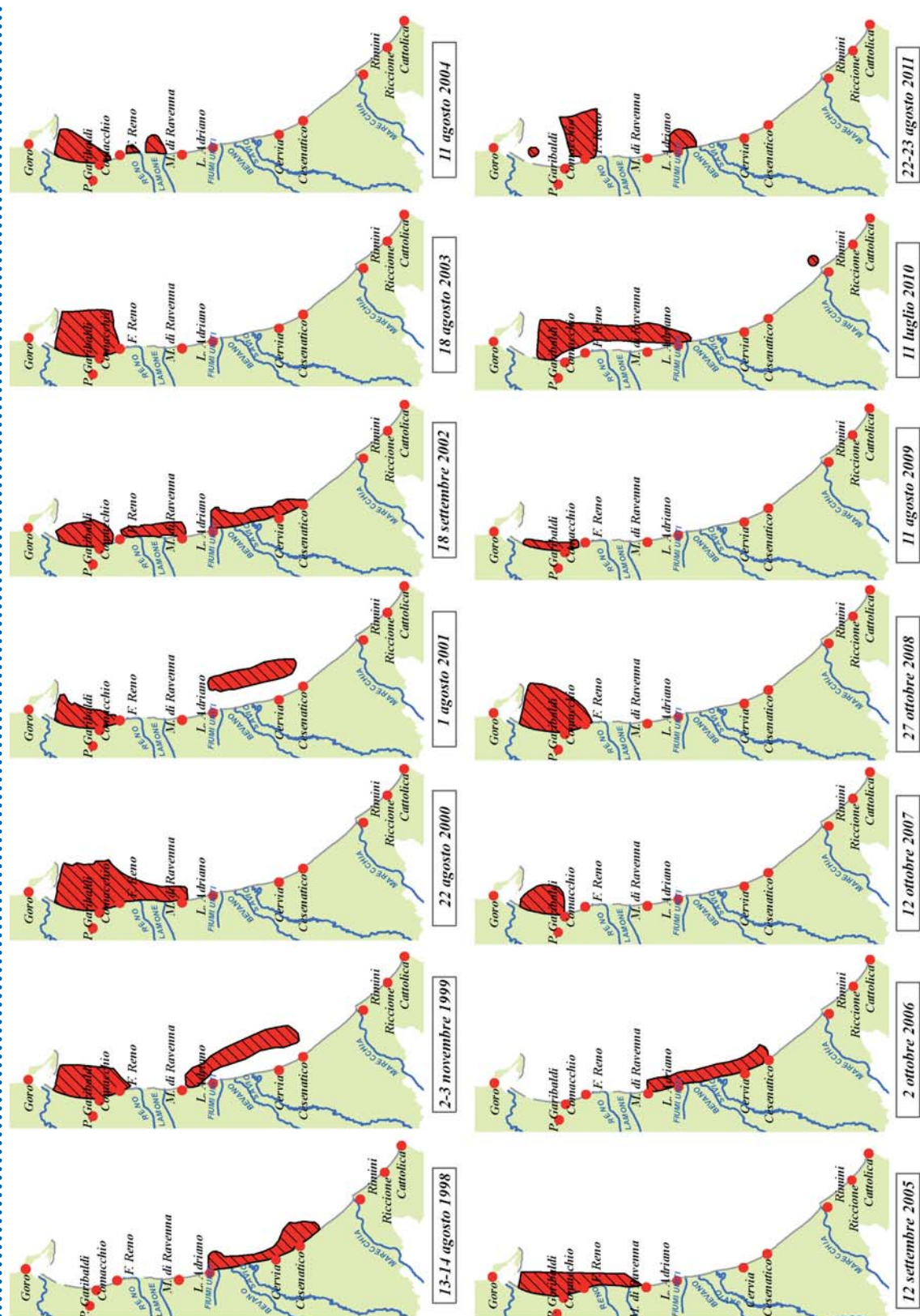
Rilevare i fattori predominanti che modificano il valore di saturazione dell'ossigeno nelle acque, con particolare riferimento ai processi di ossidazione microbiologica della sostanza organica e al consumo per respirazione degli organismi. L'ossigeno viene ripristinato attraverso la fotosintesi (i valori che eccedono la saturazione sono solo di origine fotosintetica) e tramite i processi fisici di scambio dei gas tra atmosfera e acqua superficiale.

## Metadati

<b>NOME DELL'INDICATORE</b>	Ossigeno sul fondo, aree di anossia	<b>DPSIR</b>	I
<b>UNITÀ DI MISURA</b>	Milligrammi/litro	<b>FONTE</b>	Arpa Emilia-Romagna
<b>COPERTURA SPAZIALE DATI</b>	Regione	<b>COPERTURA TEMPORALE DATI</b>	1998-2011
<b>AGGIORNAMENTO DATI</b>	Settimanale/annuale	<b>ALTRE AREE TEMATICHE INTERESSATE</b>	Acque, Natura e biodiversità
<b>RIFERIMENTI NORMATIVI</b>	DLgs 152/06 DM 56/09 DM 260/10 LR 39/78		
<b>METODI DI ELABORAZIONE DATI</b>	Medie mensili, stagionali e annuali. Mappe di distribuzione dell'ossigeno nelle acque di fondo		

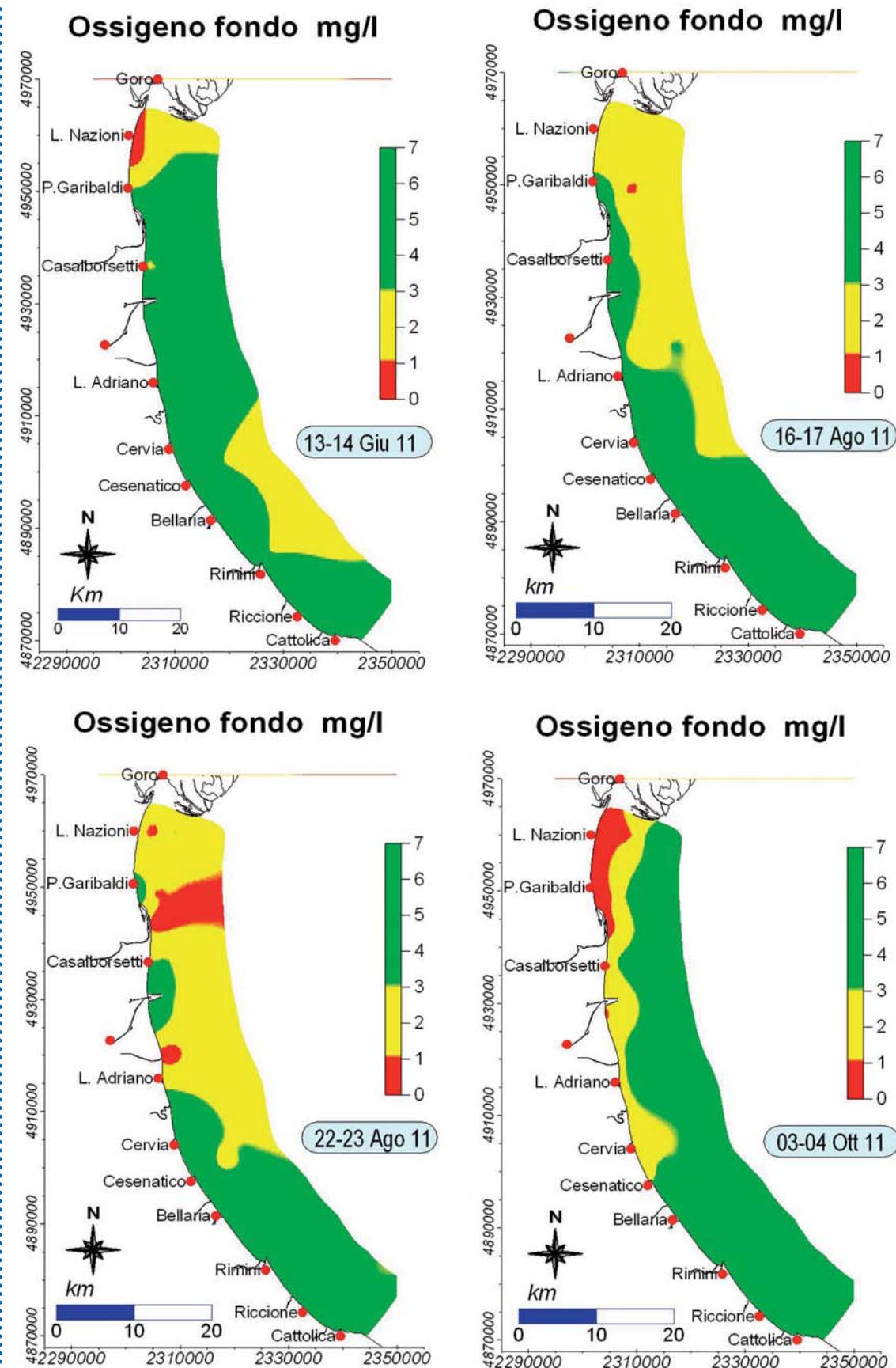


## Grafici e tabelle



Fonte: Arpa Emilia-Romagna

**Figura 3C.36: Mappe di distribuzione della massima estensione annuale delle condizioni anossiche (concentrazione di ossigeno disciolto inferiore a 1 mg/l) delle acque di fondo dal delta del Po a Cattolica e da costa fino a 10 km al largo (1998-2011)**

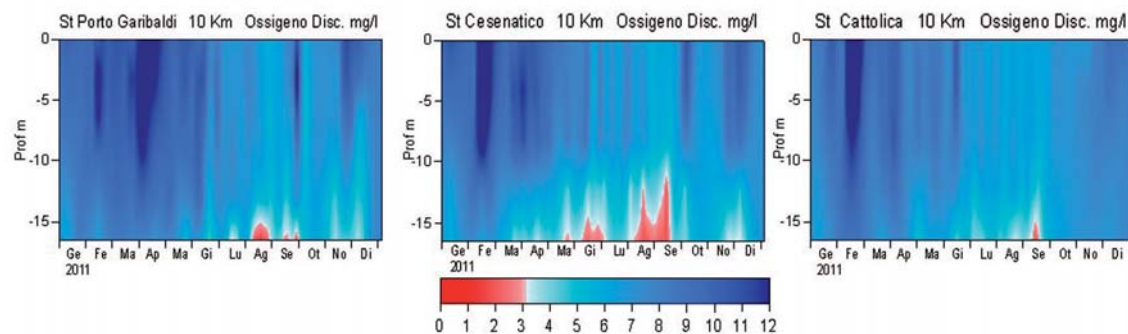


Fonte: Arpa Emilia-Romagna

**Figura 3C.37: Mappe di distribuzione della massima estensione delle condizioni anossiche\*/ipossiche\*\* delle acque di fondo, da costa fino a 10 km al largo (2011)**

Note: \*anossia = concentrazione di ossigeno disciolto inferiore a 1 mg/l

\*\*ipossia = concentrazione di ossigeno disciolto tra 1 e 3 mg/l



Fonte: Arpa Emilia-Romagna

**Figura 3C.38: Isolinee di concentrazione dell'ossigeno disciolto, dalla superficie al fondo per ogni metro di profondità, delle stazioni a 10 km al largo di Porto Garibaldi, Cesenatico e Cattolica (2011)**

## Commento

Una delle conseguenze dei processi di eutrofizzazione è la formazione di condizioni di carenza di ossigeno (ipossia) e/o di assenza di ossigeno (anossia) nelle acque di fondo. Gli areali interessati sono molto vasti e variabili, estendendosi da qualche decina a centinaia di km<sup>2</sup>. Generalmente la fascia costiera compresa tra Goro e Cesenatico risulta maggiormente interessata da condizioni di carenza di ossigeno, che riguardano principalmente lo strato di acque prossime al fondale (1-3 m). La figura 3C.36 evidenzia come questa problematica colpisca prevalentemente la parte settentrionale della costa. Tale area è la più sensibile per diversi motivi: è direttamente e maggiormente investita dagli apporti padani, ha condizioni idrodinamiche particolari, con vortici che aumentano i tempi di stazionamento delle acque, e presenta condizioni eutrofiche persistenti per periodi lunghi dell'anno. Lo stato di anossia sul fondo, una volta innescatosi, si mantiene e si estende nel tempo in funzione delle correnti e si risolve in occasione di mareggiate importati in grado di rimescolare l'intera colonna d'acqua. Le condizioni anossiche si manifestano prevalentemente nel periodo

estivo-autunnale, quando l'incremento della temperatura, la presenza di abbondante biomassa microalgale, la stasi idrodinamica e la stratificazione termica e/o salina agiscono come fattori sinergici nello sviluppo dello stato anossico. Deve essere, quindi, sempre considerata e valutata la molteplicità di fattori che concorrono al verificarsi di ipossie/anossie. I periodi più critici del 2011 si sono avuti a partire dal mese di giugno fino a ottobre, dove situazione ipossiche/anossiche si sono osservate in gran parte dell'area marina costiera controllata (figura 3C.37).

In figura 3C.38 sono state riportate le isolinee di concentrazione dell'ossigeno disciolto lungo il profilo da superficie al fondo, rilevate settimanalmente nell'anno 2011 con la sonda multiparametrica in tre stazioni collocate a 10 km dalla costa di fronte a Porto Garibaldi, Cesenatico e Cattolica; si osserva che le aree anossiche/ipossiche si distribuiscono negli ultimi metri di profondità della colonna d'acqua, mentre negli strati più vicini alla superficie le concentrazioni di ossigeno disciolto presentano elevati valori correlati alle elevate concentrazioni di clorofilla "a".





# Concentrazione di clorofilla "a"

## Descrizione

L'indicatore descrive la concentrazione di clorofilla "a" nelle acque superficiali e lungo la colonna d'acqua, consentendo una stima indiretta della biomassa fitoplanctonica, in quanto fornisce la misura del pigmento fotosintetico principale presente nelle microalghe. Essa rappresenta un efficace indicatore della produttività del sistema. Nello schema DPSIR è inserito tra gli indicatori di Impatto, perché segnala l'effetto della perturbazione della qualità ambientale delle acque marine sulle biomasse fitoplanctoniche.

## Scopo

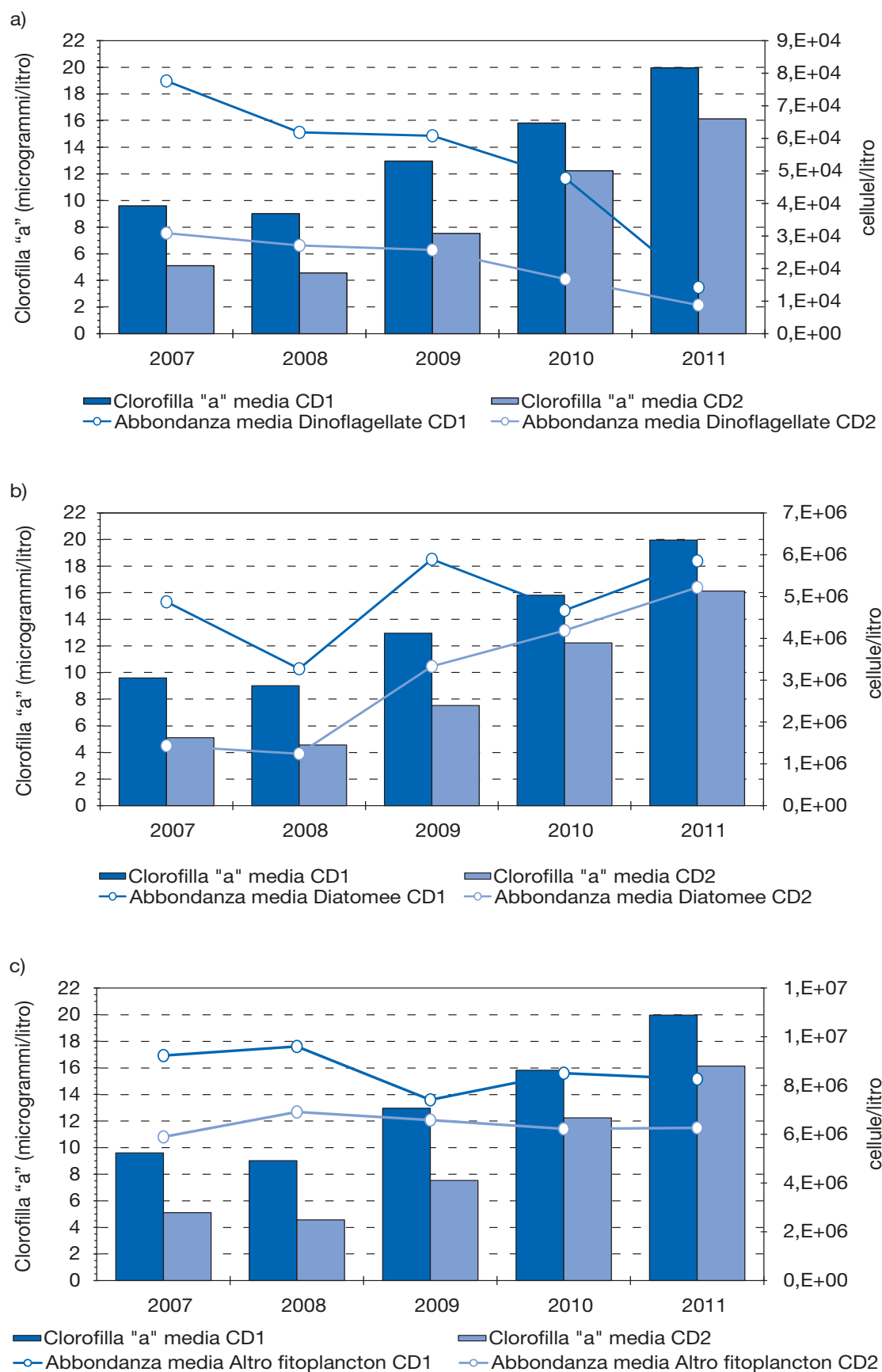
La concentrazione della clorofilla "a" nelle acque mette in evidenza il livello di eutrofizzazione delle acque costiere. È, inoltre, di fondamentale importanza per l'applicazione di indici trofici e dell'indice di torbidità, per la valutazione delle caratteristiche trofiche di base del corpo idrico e dello stato degli ecosistemi; è, inoltre, un ottimo indicatore per la valutazione della produzione primaria e dei gradi di trofia dell'ecosistema.

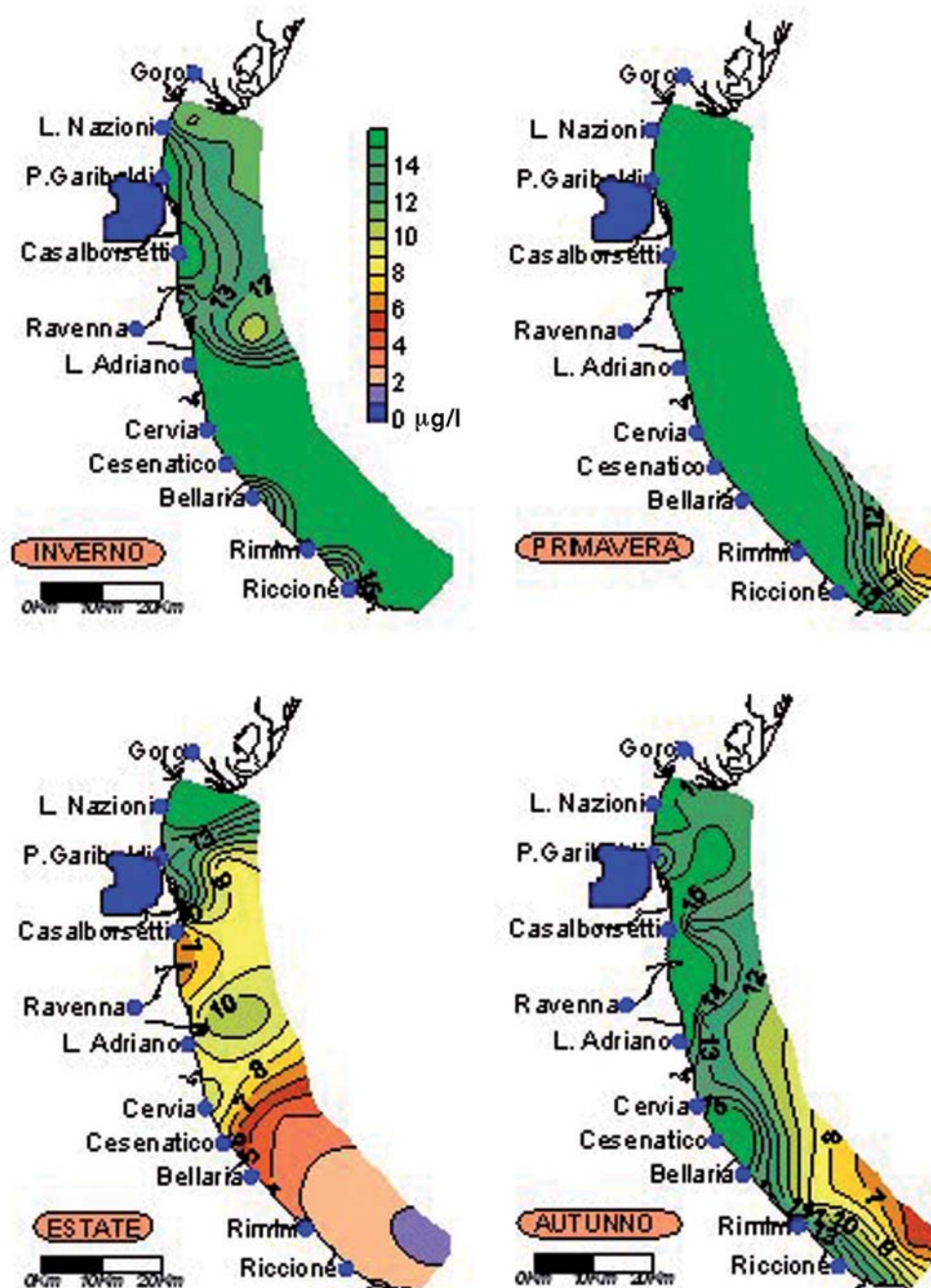
## Metadati

<b>NOME DELL'INDICATORE</b>	Concentrazione di clorofilla "a"	<b>DPSIR</b>	I
<b>UNITÀ DI MISURA</b>	Microgrammi/litro	<b>FONTE</b>	Arpa Emilia-Romagna
<b>COPERTURA SPAZIALE DATI</b>	Regione	<b>COPERTURA TEMPORALE DATI</b>	2007-2011
<b>AGGIORNAMENTO DATI</b>	Settimanale/annuale	<b>ALTRE AREE TEMATICHE INTERESSATE</b>	Acque, Natura e biodiversità
<b>RIFERIMENTI NORMATIVI</b>	DLgs 152/06 DM 56/09 DM 260/10		
<b>METODI DI ELABORAZIONE DATI</b>	Medie mensili, stagionali e annuali. Mappe di distribuzione stagionali (complessivi 1.300 km <sup>2</sup> )		



## Grafici e tabelle





Fonte: Arpa Emilia-Romagna

Figura 3C.40: Media stagionale della concentrazione di clorofilla "a" da Goro a Cattolica e da costa fino a 10 km al largo (2011)

### Commento

La figura 3C39a,b,c mostra l'andamento temporale della concentrazione della clorofilla "a" in superficie, mediata per area (corpi idrici CD1 e CD2), dal 2007 al 2011. Dall'analisi dei dati si evidenzia un aumento della concentrazione di clorofilla negli ultimi anni lungo tutta la costa. Prendendo in considerazione il valore di concentrazione di 3,5 µg/l di clorofilla, quale limite per uno stato buono/sufficiente (DM 260/10), si osserva il suo superamento in entrambi i corpi

idrici. La zona settentrionale della costa (CD1) mostra i valori più elevati, a causa di una maggior influenza degli apporti di nutrienti generati nel bacino padano, che favoriscono e alimentano questa condizione di eutrofia.

In figura 3C.39b si può notare, inoltre, come le concentrazioni medie di clorofilla "a" e Diatomee presentino lo stesso andamento, in particolare in CD2. Le stesse concentrazioni medie di clorofilla "a" non risentono, in partico-

lar modo, del contributo dato dalle Dinoflagellate (figura 3C.39a).

L'andamento medio stagionale nel 2011 (figura 3C.40) evidenzia come in primavera, lungo tutta la costa, i livelli di clorofilla "a" abbiano raggiunto i valori più alti, mantenendosi al di sopra dei 10 µg/l. Nei mesi invernali il CD2 risulta essere l'area con una condizione di eutrofia più marcata. Durante la stagione estiva, in concomitanza con la riduzione delle immissioni di elementi nutritivi in mare dai bacini costieri, si registrano abbassamen-

ti dei livelli di clorofilla in particolare tra Cesenatico e Cattolica; in questa zona si attesta uno stato ambientale oligotrofico, con acque caratterizzate anche da una buona trasparenza; solo in una zona circoscritta a ridosso del delta padano perdura una condizione di eutrofizzazione.

In autunno, con il cambiamento della circolazione e l'incremento degli apporti di fattori nutritivi dai bacini costieri e dal bacino padano, aumentano in media i valori di clorofilla "a" e, quindi, l'incremento di biomassa microalgale.



# Zone permanentemente e/o temporaneamente balneabili

## Descrizione

L'applicazione delle norme in tema di acque destinate alla balneazione porta alla definizione di zone vietate in modo permanente. La Regione Emilia-Romagna con l'Ordinanza balneare n. 1/2011 ha stabilito di vietare, in corrispondenza di foci di corpi idrici, un tratto di litorale per una lunghezza di 50 metri a nord e 50 metri a sud delle foci stesse per motivi precauzionali di natura igienico-sanitaria, in quanto le acque convogliate a mare sono potenzialmente ricche di carichi antropici.

Per motivi di sicurezza la stessa Ordinanza vieta permanentemente i tratti di litorale interessati dal transito di natanti: i porti e la superficie di mare per un raggio di 150 metri dall'imboccatura degli

stessi, misurati a semicerchio dalla cima dei moli guardiani, se presenti.

Tratti di litorale interdetti sono anche le zone interessate da servitù militare (5,2 km in provincia di Ravenna, poco a sud del confine con Ferrara) e le zone adibite alla molluschicoltura (Sacca di Goro a Ferrara).

Oltre ai divieti di balneazione permanenti sono considerati anche i divieti temporanei, legati a episodi d'inquinamento transitori, la cui entità è espressa dall'Indice di balneabilità temporanea.

## Scopo

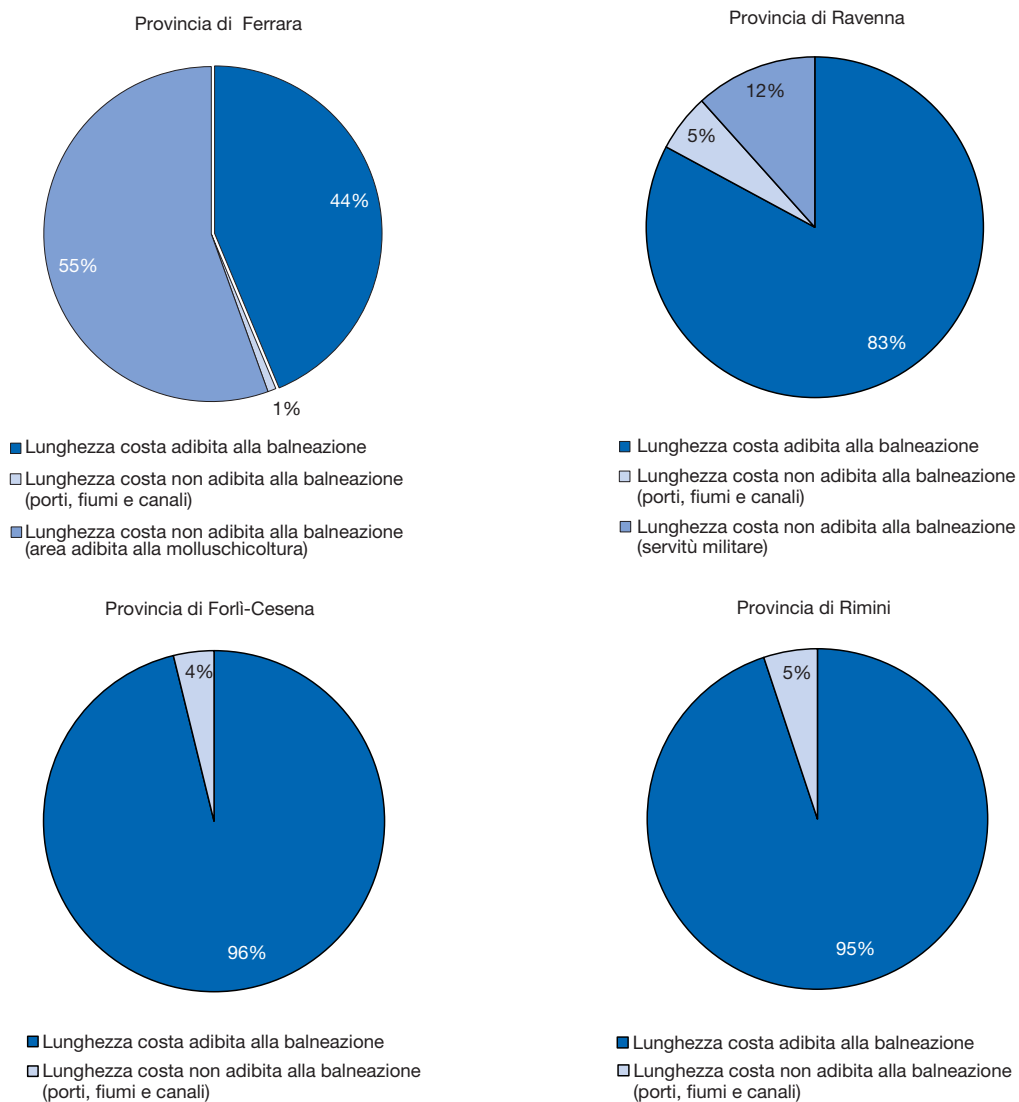
Mettere in evidenza le zone permanentemente e temporaneamente vietate alla balneazione in base all'applicazione della normativa nazionale in tema di acque destinate alla balneazione.

## Metadati

NOME DELL'INDICATORE	Zone permanentemente e/o temporaneamente balneabili	DPSIR	R
UNITÀ DI MISURA	Percentuale	FONTE	Province, Regione Emilia-Romagna, Ausl, Arpa Emilia-Romagna
COPERTURA SPAZIALE DATI	Provincia	COPERTURA TEMPORALE DATI	2011
AGGIORNAMENTO DATI	Annuale	ALTRE AREE TEMATICHE INTERESSATE	Acque, Suolo
RIFERIMENTI NORMATIVI	Decreto Legislativo 30 maggio 2008, n. 116 Decreto del Ministero della Salute 30 marzo 2010		
METODI DI ELABORAZIONE DATI	Suddivisione in zone: rapporto percentuale fra la costa balneabile (oppure non balneabile per inquinamento e/o sicurezza, o non balneabile per altri motivi) e la lunghezza complessiva dell'area di costa in esame. Indice di balneabilità: rapporto percentuale espresso come differenza fra la quota totale di litorale balneabile (metri per giorni di durata della stagione balneare) e la quota di litorale interdetta temporaneamente alla balneazione (metri interdetti per giorni di durata dell'interdizione temporanea) rispetto alla quota complessiva di litorale balneabile (metri per giorni di durata della stagione balneare)		



## Grafici e tabelle



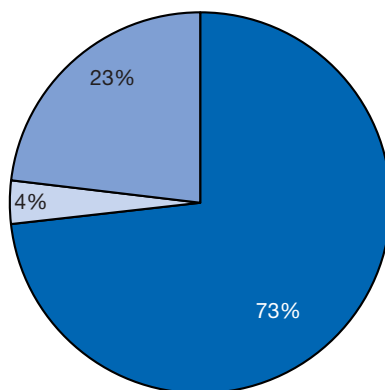
Fonte: Elaborazione Arpa Emilia-Romagna su dati di Province, Arpa Emilia-Romagna, Ausl, Regione Emilia-Romagna

**Figura 3C.41: Suddivisione percentuale dei tratti di costa delle province in: balneabili, non balneabili per inquinamento e/o sicurezza e non balneabili per altri motivi (2011)**

**Tabella 3C.9: Zone balneabili e non balneabili delle province (2011)**

Provincia	Lunghezza totale costa (km)	Lunghezza costa adibita alla balneazione (km)	Lunghezza costa non adibita alla balneazione (porti, fiumi e canali) (km)	Lunghezza costa non adibita alla balneazione (area adibita alla molluschicoltura) (km)
Ferrara	48,13	21,04	0,39	26,71
Ravenna	47,37	39,23	2,60	5,54
Forlì-Cesena	9,14	8,78	0,35	0,00
Rimini	34,88	33,09	1,78	0,00

Fonte: Elaborazione Arpa Emilia-Romagna su dati di Province, Arpa Emilia-Romagna, Ausl, Regione Emilia-Romagna



■ Costa balneabile  
 ■ Costa non balneabile per inquinamento e/o sicurezza  
 ■ Costa non balneabile per altri motivi

Fonte: Elaborazione Arpa Emilia-Romagna su dati di Province, Arpa Emilia-Romagna, Ausl, Regione Emilia-Romagna

**Figura 3C.42: Suddivisione percentuale dei tratti di costa regionale in: balneabili, non balneabili per inquinamento e/o sicurezza e non balneabili per altri motivi (2011)**

**Tabella 3C.10: Indice di balneabilità temporanea (2011)**

Provincia	Indice di balneabilità temporanea
Ferrara	100%
Ravenna	99,9%
Forlì-Cesena	99,6%
Rimini	99,0%

Fonte: Elaborazione Arpa Emilia-Romagna su dati di Comuni, Arpa Emilia-Romagna

### Commento

I dati relativi alle aree effettivamente sottoposte a monitoraggio di norma non subiscono variazioni frequenti nel corso degli anni; sono però di notevole interesse, in quanto utili alla reale stima percentuale dei tratti di costa non adibiti alla balneazione.

Anche per l'anno 2011 si è provveduto a determinare l'Indice di balneabilità temporanea (tabella 3C.10), che indica l'effettiva fruibilità delle acque

balneabili, al netto degli episodi di inquinamento temporaneo che hanno determinato la chiusura della balneazione per tempi limitati e in tratti circoscritti del litorale.

Come rilevabile dai dati presenti in tabella 3C.10, la stagione balneare 2011 ha fatto registrare, nelle province di Ravenna, Forlì-Cesena e Rimini, alcune chiusure temporanee della balneazione a seguito di episodi d'inquinamento.

# Riferimenti

## Autori

**Patricia SANTINI** <sup>(1)</sup>, Carla Rita FERRARI <sup>(1)</sup>, Giuseppe MONTANARI <sup>(1)</sup>, Attilio RINALDI <sup>(1)</sup>, Cristina MAZZIOTTI <sup>(1)</sup>, Margherita BENZI <sup>(1)</sup>, Paola MARTINI <sup>(1)</sup>, Stefano SERRA <sup>(1)</sup>, Sandro TARLAZZI <sup>(1)</sup>, Claudio SILVESTRI <sup>(1)</sup>, Leonardo RONCHINI <sup>(2)</sup>, Vanessa RINALDINI <sup>(2)</sup>, Alberto CAPRA <sup>(2)</sup>, Rita ROSSI <sup>(2)</sup>, Paolo SPEZZANI <sup>(3)</sup>

<sup>(1)</sup> ARPA STRUTTURA OCEANOGRAFICA DAPHNE, <sup>(2)</sup> ARPA RN, <sup>(3)</sup> DIREZIONE TECNICA

## Bibliografia

1. Regione Emilia-Romagna, Assessorato Ambiente e Riqualificazione urbana, Arpa Struttura Daphne (1982-2010), *Qualità ambientale delle acque marine in Emilia-Romagna - Rapporto annuale 2011*. Regione Emilia-Romagna, Arpa Emilia-Romagna
2. Regione Emilia-Romagna, Assessorato Agricoltura, Ambiente e Sviluppo Sostenibile, Arpa Ingegneria ambientale (2003), *Supporto tecnico alla Regione Emilia-Romagna, alle Province e alle Autorità di Bacino per l'elaborazione del Piano Regionale di Tutela delle Acque e Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (art. 44 del DLgs 152/99 e art. 115 LR 3/99)*
3. Regione Emilia-Romagna, Bollettino Ufficiale, 15 febbraio 2005, Deliberazione del consiglio regionale 20 gennaio 2005, n. 645, *Approvazione delle linee guida per la gestione integrata delle zone costiere (GIZC)*

## Sitografia

1. [www.arpa.emr.it/daphne](http://www.arpa.emr.it/daphne)
2. [www.arpa.emr.it/balneazione](http://www.arpa.emr.it/balneazione)
3. [www.arpa.emr.it/pubblicazioni/acqua](http://www.arpa.emr.it/pubblicazioni/acqua)
4. [www.arpa.emr.it/rimini/ecotono\\_turismo.htm](http://www.arpa.emr.it/rimini/ecotono_turismo.htm)
5. [www.isprambiente.gov.it](http://www.isprambiente.gov.it)
6. [www.marescienza.it](http://www.marescienza.it)