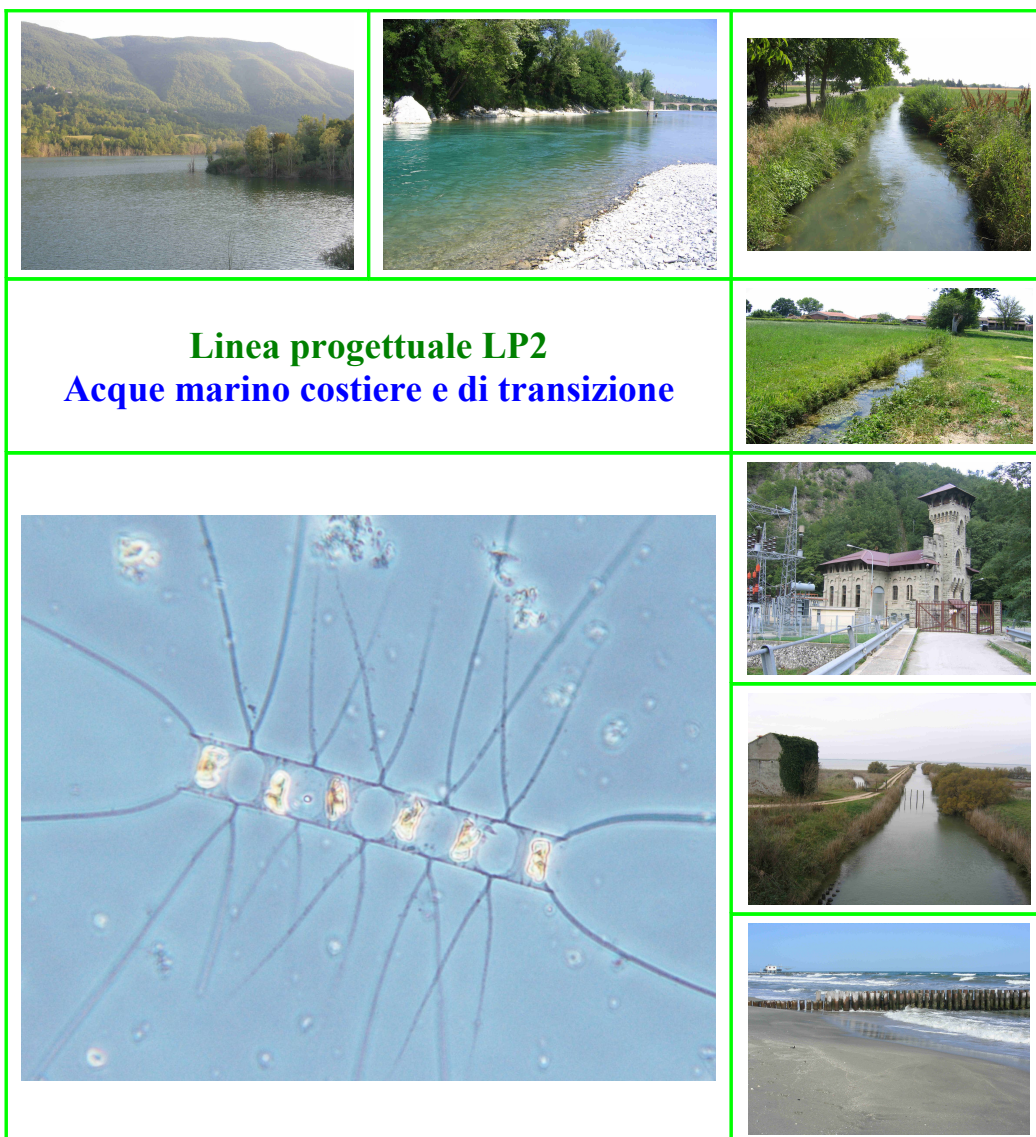


PROGETTO PER L'IMPLEMENTAZIONE DELLA DIRETTIVA 2000/60/CE – PRIMA FASE



Referenti della Regione Emilia-Romagna Dott.ssa **Rosanna Bissoli** Responsabile Servizio Tutela e Risanamento Risorsa Acqua, Dott. **Franco Berrè** e Dott.ssa **Donatella Rossi** dello stesso Servizio.

Responsabile del progetto Ing. **Vito Belladonna**, Direttore Tecnico Arpa.
Coordinatore delle attività Dott. **Franco Zinoni**, Arpa Direzione Tecnica

Referenti delle diverse attività:

Linea progettuale LP1 – Acque interne:

- Dott. **Adriano Fava**, Arpa Sez. Reggio Emilia
- LP1.1 Dott.ssa **Silvia Franceschini**, Arpa Sez. Reggio Emilia
- LP1.2 Dott.ssa **Anna Maria Casadei**, Arpa Sez. Forlì-Cesena
- LP1.3 Dott. **Marco Marcaccio** Arpa Direzione Tecnica

Linea progettuale LP2 – Acque marino costiere e di transizione:

- Dott.ssa **Carla Rita Ferrari**, Arpa Struttura Oceanografica Daphne
- LP2.1 Dott. **Giuseppe Montanari**, Arpa Struttura Oceanografica Daphne
- LP2.2 Dott.ssa **Carla Rita Ferrari**, Arpa Struttura Oceanografica Daphne

Linea progettuale LP3 - Elementi morfologici e di pressione sui corpi idrici connessi alla DQ:

- Ing. **Paolo Spezzani**, Arpa Direzione Tecnica

Hanno collaborato alle attività della presente linea progettuale LP2:

Linea progettuale LP2 – Acque marino costiere:

- Dott.ssa **Cristina Mazziotti** - Struttura Oceanografica Daphne.

Linea progettuale LP2 – Acque di transizione:

- Dott.ssa **Patricia Santini** - Struttura Oceanografica Daphne;
- Dott.ssa **Cristina Mazziotti** - Struttura Oceanografica Daphne;
- Dott. **Sandro Tarlazzi** - Struttura Oceanografica Daphne;
- Dott. **Silvano Pecora** – Servizio Idro-Meteo-Clima di ARPA;
- Dott.ssa **Cinzia Alessandrini** – Servizio Idro-Meteo-Clima di ARPA.

Si ringraziano per i dati e le indicazioni fornite:

- Dott.ssa **Margherita Benzi** - Struttura Oceanografica Daphne;
- Dott.ssa **Paola Martini** - Struttura Oceanografica Daphne;
- Dott. **Attilio Rinaldi** - Struttura Oceanografica Daphne;
- Dott. **Silvia Bignami** - Sezione Provinciale di Ferrara;
- Dott.ssa **Erika Manfredini** - Sezione Provinciale di Ferrara;
- Dott. **Saverio Giaquinta** - Sezione Provinciale di Ravenna.

Si ringrazia infine il Dott. Leonardo Riveruzzi, precedente Direttore Tecnico di Arpa, che ha avviato il progetto.

Foto principale di copertina: Immagine al microscopio ottico invertito di fitoplancton *Chaetoceros* sp. (ingrandimento di 400 volte), foto archivio SOD.

Indice

| | |
|--|-----------|
| 1. Attività svolte a supporto della linea progettuale..... | 1 |
| 2. Acque marino costiere..... | 2 |
| 2.1 Applicazione della tipizzazione dei corpi idrici acque marino costiere in collaborazione con RER, APAT, ICRAM, e Ministero Ambiente..... | 2 |
| 2.1.1 Criteri di tipizzazione..... | 2 |
| 2.1.2 Descrittori Geomorfologici..... | 2 |
| 2.1.3 Descrittori idrologici | 3 |
| 2.1.4 Procedura per il calcolo della stabilità verticale della colonna d'acqua. | 4 |
| 2.1.5 Definizione dei tipi costieri..... | 5 |
| 2.2 Individuazione dei corpi idrici da confrontare con l'obiettivo di qualità, sulla base della tipologia, degli elementi idromorfologici, delle pressioni e dello stato..... | 8 |
| 2.2.1 Pressioni esistenti sul territorio | 8 |
| 2.2.2 Differenze dello stato di qualità..... | 11 |
| 2.2.3 La circolazione geostrofica della fascia costiera..... | 19 |
| 2.2.4 Discontinuità importanti nella struttura della fascia litoranea..... | 21 |
| 2.3 Individuazione delle condizioni di riferimento (anche derivanti da modellistica e/o giudizio di esperti), sulla base delle linee guida nazionali in attesa di emanazione | 24 |
| 2.4 Individuazione dei corpi idrici da confrontare con l'obiettivo di qualità, sulla base della tipologia, degli elementi idromorfologici, delle pressioni e dello stato..... | 25 |
| 2.4.1 Percorso metodologico..... | 25 |
| 2.5 Bibliografia del capitolo..... | 28 |
| 3. Acque di transizione..... | 29 |
| 3.1 Analisi condotte per la tipizzazione dei corpi idrici di transizione in collaborazione con la RER e le Autorità di bacino competenti sul territorio..... | 29 |
| 3.1.1 Definizione acque di transizione..... | 29 |
| 3.1.2 Applicazione del sistema nazionale di tipizzazione delle acque di transizione..... | 29 |
| 3.1.3 Caratteristiche delle acque di transizione della regione Emilia-Romagna..... | 31 |
| 3.1.4 Individuazione del limite delle acque di transizione per il delta del fiume Po..... | 42 |
| 3.1.5 Risalita del cuneo salino nei rami del delta del fiume Po..... | 50 |
| 3.2 Individuazione dei “Corpi idrici” acque transizione e Definizione dei confini tra diversi distretti idrografici nella regione Emilia-Romagna..... | 58 |
| 3.3 Definizione dei tipi di acque di transizione della regione Emilia-Romagna..... | 61 |
| 3.3.1 Caratteristiche geomorfologiche: suddivisione tra “lagune costiere” e “foci fluviali” | 61 |
| 3.3.2 Codifica dei tipi di acque di transizione..... | 66 |
| 3.4 Fase di applicazione sperimentale del sistema di tipizzazione e classificazione delle acque di transizione emiliano romagnole - macrotipizzazione..... | 67 |

| | |
|---|-----------|
| <u>3.5 Individuazione delle condizioni di riferimento (anche derivanti da modellistica e/o giudizio di esperti) per ogni tipologia, sulla base delle linee guida nazionali in attesa di emanazione.....</u> | <u>68</u> |
| <u>3.6 Definizione, in coerenza con le eventuali linee guida nazionali che saranno emanate, dei criteri per l'individuazione dei corpi idrici artificiali e fortemente modificati. Applicazione degli stessi sul territorio regionale per l'identificazione dei corpi fortemente modificati - HMWB.....</u> | <u>70</u> |
| <u>3.6.1 Individuazione dei “corpi idrici fortemente modificati”.....</u> | <u>70</u> |
| <u>3.6.2 Individuazione corpi idrici “artificiali” ai fini della D. 2000/60/CE.....</u> | <u>70</u> |
| <u>3.7 Individuazione dei corpi idrici “a rischio”.....</u> | <u>71</u> |
| <u>3.8 Bibliografia del capitolo acque di transizione.....</u> | <u>75</u> |
| <u>4. Quadro di sintesi per le acque di transizione.....</u> | <u>76</u> |
| <u>4.1 Tipizzazione:.....</u> | <u>76</u> |
| <u>4.2 Individuazione corpi idrici.....</u> | <u>76</u> |
| <u>4.3 Corpi idrici fortemente modificati.....</u> | <u>77</u> |
| <u>4.4 Corpi artificiali.....</u> | <u>77</u> |
| <u>4.5 Corpi idrici a rischio.....</u> | <u>77</u> |
| <u>Allegato 1.....</u> | <u>78</u> |
| <u>1) Aree protette del delta del Po di Goro.....</u> | <u>78</u> |
| <u>2) Habitat e aree protette della Sacca di Goro.....</u> | <u>79</u> |
| <u>3) Habitat e aree protette Valle Nuova, Valle Cantone e Lago delle Nazioni.....</u> | <u>80</u> |
| <u>4) Habitat e aree protette delle Valli di Comacchio</u> | <u>81</u> |
| <u>5) Habitat e aree protette delle Piallasse Baiona e Piombone.....</u> | <u>82</u> |

1. ATTIVITÀ SVOLTE A SUPPORTO DELLA LINEA PROGETTUALE

Le attività effettuate da parte del personale della Struttura Daphne per l'implementazione della Direttiva 60/2000 è iniziata fin dai primi mesi del 2007, periodo in cui si sono formalizzati i primi gruppi di lavoro di tecnici appartenenti alle Agenzie Regionali e dagli esperti degli istituti scientifici nazionali, in particolare di ICRAM, istituto tecnico referente del Ministero per le tematiche acque marino costiere e di transizione.

Il supporto tecnico che la Struttura Daphne ha erogato si può brevemente sintetizzare come segue:

- verifica dal punto di vista tecnico della corretta implementazione della Direttiva;
- applicabilità delle procedure tecniche;
- supporto nella predisposizione delle procedure richieste di caratterizzazione, tipizzazione, monitoraggio;
- referenzialità a livello nazionale per la tematica monitoraggio acque marino costiere;

Tutte le attività sopra elencate sono state espletate previo accordo con i funzionari della Regione Emilia-Romagna.

La Struttura Daphne ha inoltre sempre supportato tecnicamente la Regione Emilia-Romagna sia nella verifica delle bozze tecniche predisposte dal Ministero, sia nella partecipazione alle riunioni tenute sempre dal Ministero.

La partecipazione ai diversi gruppi di lavoro, che nel tempo si sono costituiti, hanno fortemente impegnato il personale di Daphne, in particolare:

- gruppo di lavoro ARPA Regione Emilia-Romagna;
- gruppo di lavoro ARPA Autorità di Bacino del Po;
- gruppi di lavoro APAT per le diverse tematiche.

Parallelamente si è cercato di collaborare in sinergia con le Agenzie regionali del Veneto e del Friuli Venezia Giulia che presentano analoghe situazioni sia per quanto riguarda la parte marina che per le transizione. Ciò ha permesso di uniformare e semplificare, soprattutto per le acque marine costiere la procedura di tipizzazione.

2. ACQUE MARINO COSTIERE

2.1 APPLICAZIONE DELLA TIPIZZAZIONE DEI CORPI IDRICI ACQUE MARINO COSTIERE IN COLLABORAZIONE CON RER, APAT, ICRAM, E MINISTERO AMBIENTE

La caratterizzazione delle acque costiere su base geomorfologica ed idrodinamica è la base di partenza, richiesta dalla Direttiva Europea agli Stati Membri, per poter analizzare i vari elementi di qualità richiesti per la classificazione delle acque.

Sono significative le acque marine comprese entro la distanza di 3000 m dalla costa ed entro la batimetria di 50 m.

2.1.1 Criteri di tipizzazione

La caratterizzazione delle acque costiere viene effettuata sulla base delle caratteristiche naturali geomorfologiche ed idrodinamiche che identificano il tipo di tratto costiero, utilizzando i macrodescrittori di cui alla Tabella 2.1, in applicazione del sistema B dell'allegato II della Direttiva 2000/60/CE.

Tabella 2.1 Criteri per la suddivisione delle acque costiere in diversi tipi:

- (1) *l'Italia si trova all'interno dell'ecoregione Mediterranea.*
 (2) *Nel caso in cui siano presenti substrati differenti, viene indicato il substrato dominante.*
 (3) *Per la profondità la distinzione è basata su una profondità di ~ 30 m, alla distanza di 1 miglio dalla linea di costa.*

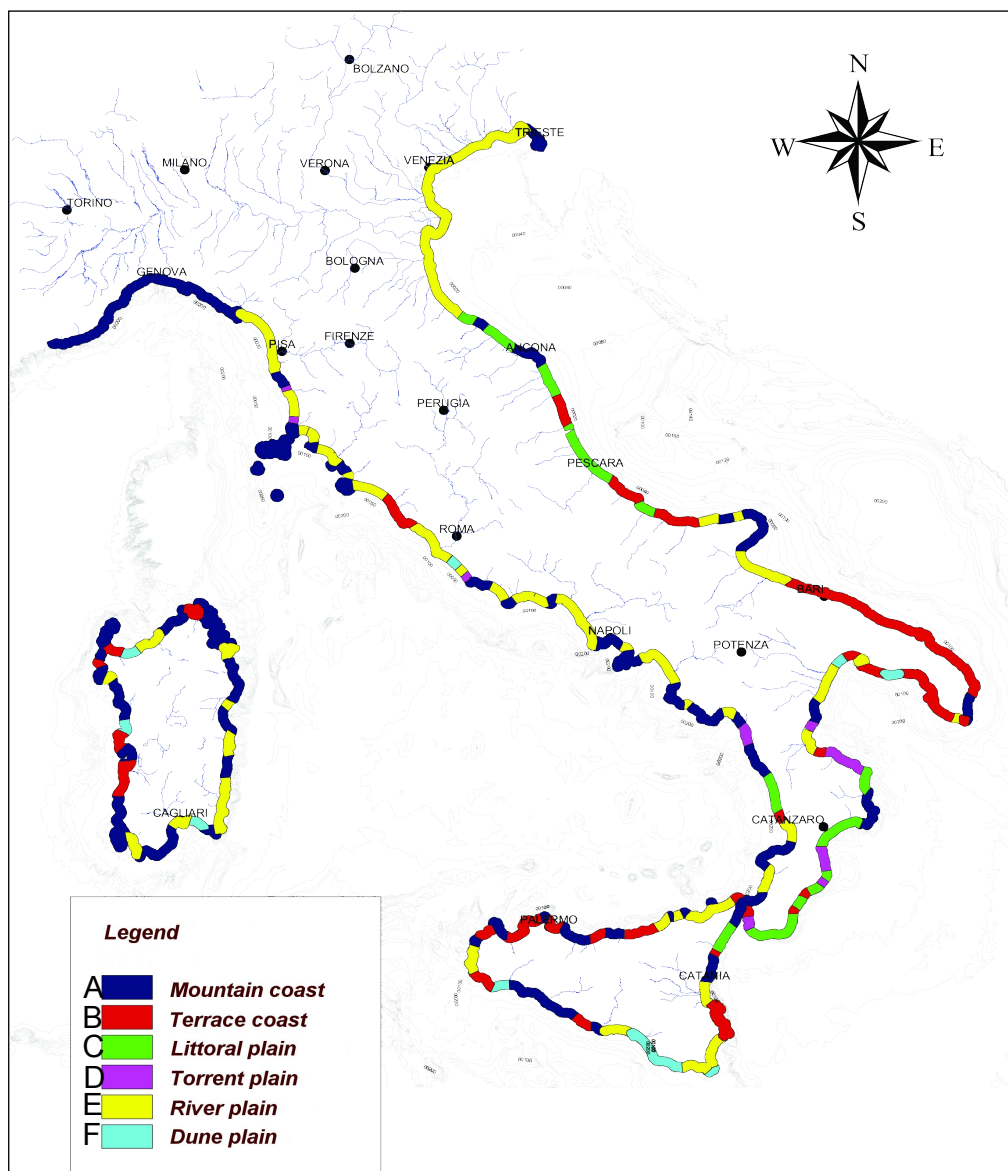
| Localizzazione geografica | appartenenza ad una Ecoregione (1) |
|-----------------------------------|--|
| Descrittori geomorfologici | <ul style="list-style-type: none"> ○ morfologia dell'area costiera sommersa (compresa l'area di terraferma adiacente) (2) ○ natura del substrato |

2.1.2 Descrittori Geomorfologici

La costa italiana, sulla base dei descrittori geomorfologici, è suddivisa in sei tipologie principali denominate (vedi Figura 2.1):

- rilievi montuosi (A),
- terrazzi (B),
- pianura litoranea (C),
- pianura di fiumara (D),
- pianura alluvionale (E)
- pianura di dune (F).

Figura 2.1 Suddivisione delle tipologie delle coste Italiane sulla base delle principali tipologie



L'intera fascia costiera dell'Emilia-Romagna è di tipo sabbioso e appartiene alla tipologia E (pianura alluvionale).

2.1.3 Descrittori idrologici

Per la tipizzazione devono essere presi in considerazione anche descrittori idrologici, quali le condizioni prevalenti di **stabilità verticale della colonna d'acqua**. Tale descrittore è derivato dai parametri di temperatura e salinità in conformità con le disposizioni della Direttiva relativamente ai parametri da considerare per la tipizzazione. La stabilità della colonna d'acqua è un fattore che ben rappresenta gli effetti delle immissioni di acqua dolce di provenienza continentale, correlabili ai numerosi descrittori di pressione antropica che insistono sulla fascia costiera (nutrienti, sostanze contaminati ecc.). La stabilità deve essere misurata ad una profondità di circa 30 m, alla distanza di 1 miglio dalla linea di costa.

2.1.4 Procedura per il calcolo della stabilità verticale della colonna d'acqua.

Nel caso delle acque marino-costiere, il parametro “stabilità della colonna d’acqua” risulta un ottimo indicatore degli effetti dei contributi di acqua dolce di provenienza continentale, correlabili ai numerosi descrittori di pressione antropica che insistono sulla fascia costiera (nutrienti, sostanze contaminanti quali organo-clorurati, metalli pesanti, ecc.).

In conformità con quanto richiesto dalla Direttiva 2000/60/CE, relativamente alle procedure di caratterizzazione dei tipi costieri, la stabilità della colonna d’acqua è un fattore derivato dai parametri di temperatura e salinità.

Il quadrato della stabilità deve essere definito nel modo seguente:

$$N^2 = - \frac{g}{\rho} \cdot \frac{d\rho}{dz},$$

dove: g è l’accelerazione di gravità espressa in m/sec^2 , ρ è la densità espressa in kg/m^3 , $d\rho/dz$ rappresenta il gradiente verticale di densità, con z profondità espressa in metri.

Per calcolare, con l’approssimazione richiesta, il gradiente verticale di densità e quindi il coefficiente di stabilità statica N si segue la procedura sotto indicata:

1. per ogni profilo verticale di densità (solitamente espressa come anomalia di densità: ρ_t)⁽¹⁾ e relativo ad una data stazione di misura, si calcola la profondità del picnoclinio;⁽²⁾
2. il profilo di densità viene quindi suddiviso in due strati: il primo dalla superficie alla profondità del picnoclinio (box 1), il secondo dal picnoclinio al fondo (box 2);
3. si procede poi al calcolo della differenza fra la densità media nel box 2 e quella nel box 1 e si ottiene $d\rho$;
4. analogamente si calcola la differenza fra la profondità media del box 2 e quella del box 1 ottenendo dz ;
5. si divide infine $d\rho$ per dz (si calcola cioè il gradiente di densità verticale $d\rho/dz$). Tale gradiente, moltiplicato per g (9.81 m/sec^2) e diviso per la densità media su tutto il profilo □, fornisce il valore di N^2 (sec^{-2}).

La quantità $N = \sqrt{N^2}$, già definita come coefficiente di stabilità statica, dimensionalmente è una frequenza, meglio nota con il nome di Frequenza di Brunt-Väisälä.

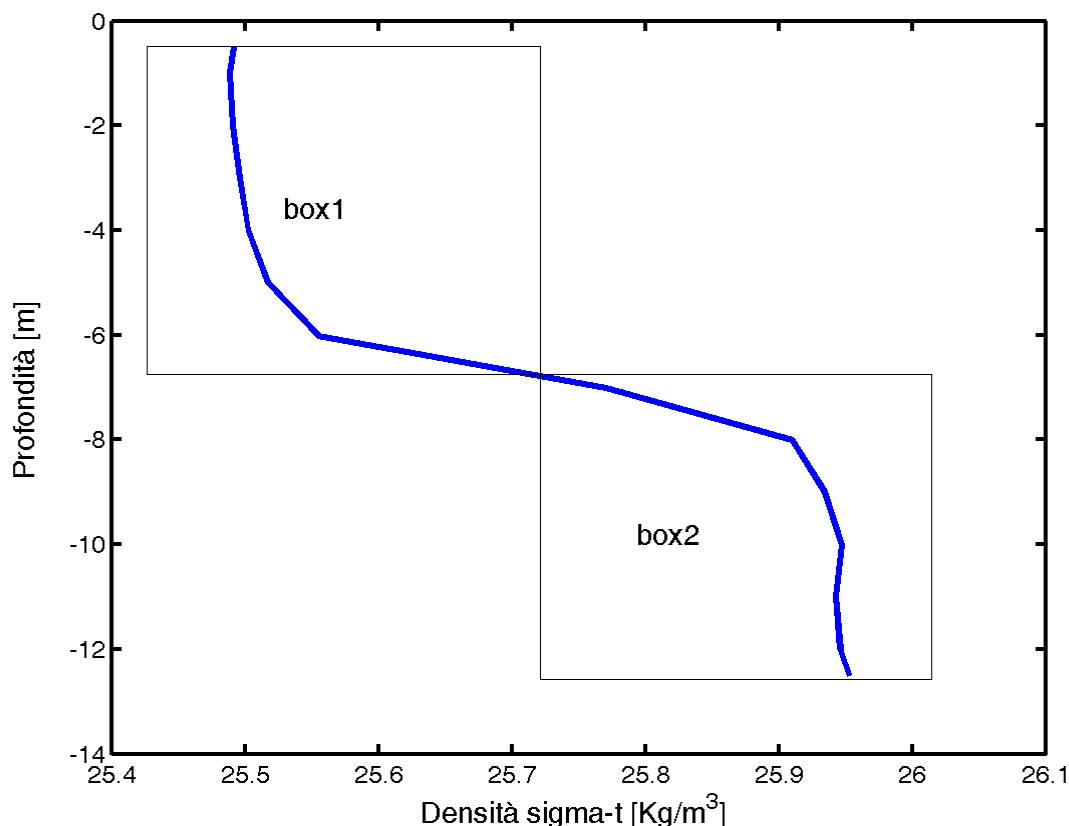
La Figura 2.2, relativa ad un profilo verticale-tipo di densità, consente di valutare un valore di N pari a 0.15 sec^{-1} , che deriva dalle seguenti misure:

$$\begin{aligned} -g &= -9.81 \text{ m/sec}^2, \\ \rho \text{ (come } \sigma_t) &= 25.72 \text{ Kg/m}^3, \\ d\rho &= 0.38 \text{ Kg/m}^3, \\ dz &= -6.62 \text{ m}. \end{aligned}$$

⁽¹⁾ Il parametro di densità più usato in oceanografia è la cosiddetta “sigma-t”, cioè la densità sigma ridotta alla pressione atmosferica: $\sigma_t = (\rho(p=I, T, S) - I) \cdot 10^{-3}$

⁽²⁾ Il picnoclinio indica la profondità z a cui corrisponde la massima variazione di densità.

Figura 2.2 Relazione tra profondità e densità rilevata lungo un profilo verticale



Sulla base della elaborazione dei risultati di cui al programma nazionale di monitoraggio della qualità degli ambienti marini costieri italiani del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare L. 979/82, si possono caratterizzare tutte le acque costiere italiane con i relativi valori medi annuali di stabilità verticale, secondo le tre tipologie:

- alta stabilità: $N \geq 0.3$
- media stabilità: $0.15 < N < 0.3$
- bassa stabilità: $N \leq 0.15$

Dalle elaborazioni dei dati di monitoraggio effettuate dall' ICRAM applicando il coefficiente di stabilità verticale utilizzando i profili verticali di temperatura e salinità acquisiti nella colonna d'acqua, è emerso che le stazioni costiere dell'Emilia-Romagna sono fortemente influenzate da apporti fluviali con valori medi di N variabili da $3.39 \cdot 10^{-1}$ e $4.21 \cdot 10^{-1}$ (vedi Figura 2.3).

2.1.5 Definizione dei tipi costieri

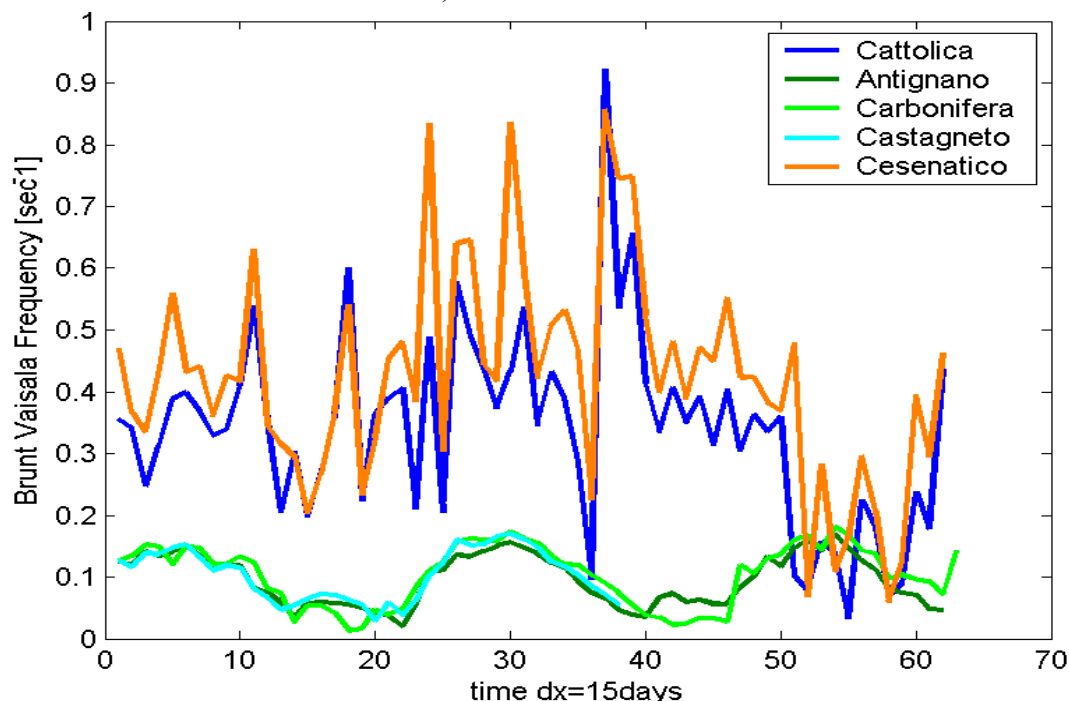
Integrando le classi di tipologia costiera basate sui descrittori geomorfologici di cui al paragrafo precedente con le tre classi di stabilità della colonna d'acqua, vengono identificate i tipi della fascia costiera italiana secondo lo schema riportato in Tabella 2.2.

Tabella 2.2 Tipi costieri italiani secondo i criteri geomorfologici e idrologici.

| Criteri geomorfologici | Criteri ideologici <i>Stabilità</i> | | |
|-------------------------|-------------------------------------|-----------|-----------|
| | (1) alta | (2) media | (3) bassa |
| (A) Rilievi montuosi | A1 | A2 | A3 |
| (B) Terrazzi | B1 | B2 | B3 |
| (C) Pianura litoranea | C1 | C2 | C3 |
| (D) Pianura di fiumara | D1 | D2 | D3 |
| (E) Pianura alluvionale | E1 | E2 | E3 |
| (F) Pianura di dune | F1 | F2 | F3 |

Una prima applicazione del coefficiente di stabilità N applicato ai profili verticali di temperatura, salinità e densità nelle acque marino costiere ha individuato, nella maggior parte dei casi che il valore di N si attesta su livelli maggiori di 0.3 (vedi Figura 2.3) che attestano per le acque costiere dell'Emilia-Romagna una condizione di Alta Stabilità dovuta non solo alla formazione di termoclini nel periodo primaverile/autunnale, ma anche alla formazione di aloclini/picnoclini determinati dai cospicui apporti di acque dolci sversate in particolare dal fiume Po.

Figura 2.3 Andamento del coefficiente di stabilità statico N nelle stazioni costiere centro-meridionali dell'Emilia-Romagna in confronto con quello rilevato nel Tirreno (elaborazione effettuate da ICRAM utilizzando i profili verticali ricavati nelle stazioni di Cesenatico e Cattolica nell'ambito del programma di monitoraggio in attuazione della L. 979/82).



Associando i criteri geomorfologici con quelli idrologici risulta che **l'intera fascia costiera dell'Emilia-Romagna** appartiene alla tipizzazione **E1** caratterizzata da criteri geomorfologici di costa sabbiosa/pianura alluvionale e da criteri idrologici di stabilità Alta (vedi Figura 2.4).

Figura 2.4 Tipizzazione delle acque costiere marine della costa emiliano-romagnola.



2.2 INDIVIDUAZIONE DEI CORPI IDRICI DA CONFRONTARE CON L'OBIETTIVO DI QUALITÀ, SULLA BASE DELLA TIPOLOGIA, DEGLI ELEMENTI IDROMORFOLOGICI, DELLE PRESSIONI E DELLO STATO

Il secondo passo fondamentale per procedere alla progettazione del monitoraggio è la identificazione dei corpi idrici.

I “corpi idrici” sono le unità a cui fare riferimento per riportare e accertare la conformità con gli obiettivi ambientali di cui al presente decreto legislativo. In tal senso l'identificazione di un corpo idrico rappresenta uno strumento per raggiungere le finalità indicate.

L'identificazione dei corpi idrici deve essere effettuata al termine del processo di tipizzazione e su questa base deve essere effettuata una suddivisione in corpi idrici attraverso criteri che tengono conto delle differenze dello stato di qualità, delle pressioni esistenti sul territorio e della estensione delle aree protette. L'identificazione e la successiva classificazione dei corpi idrici deve, infatti, fornire una descrizione sufficientemente accurata dello stato del corpo idrico per consentire una classificazione chiara e senza equivoci in relazione agli obiettivi da perseguire.

Una 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”. Un fattore chiave in questo contesto è pertanto lo “stato” di questi corpi. Se l'identificazione dei corpi idrici è tale da non permettere una descrizione accurata dello stato degli ecosistemi acquatici, non sarà possibile applicare correttamente gli obiettivi fissati dalla normativa vigente.

La suddivisione in corpi idrici avviene attraverso i seguenti criteri:

- pressioni esistenti sul territorio;
- differenze dello stato di qualità;
- estensione delle aree protette;
- discontinuità importanti nella struttura della fascia litoranea;
- sulla base del giudizio degli esperti (monitoraggi poliennali sullo stato ambientale, climatologia dei parametri, distribuzione spazio-temporale delle variabili).

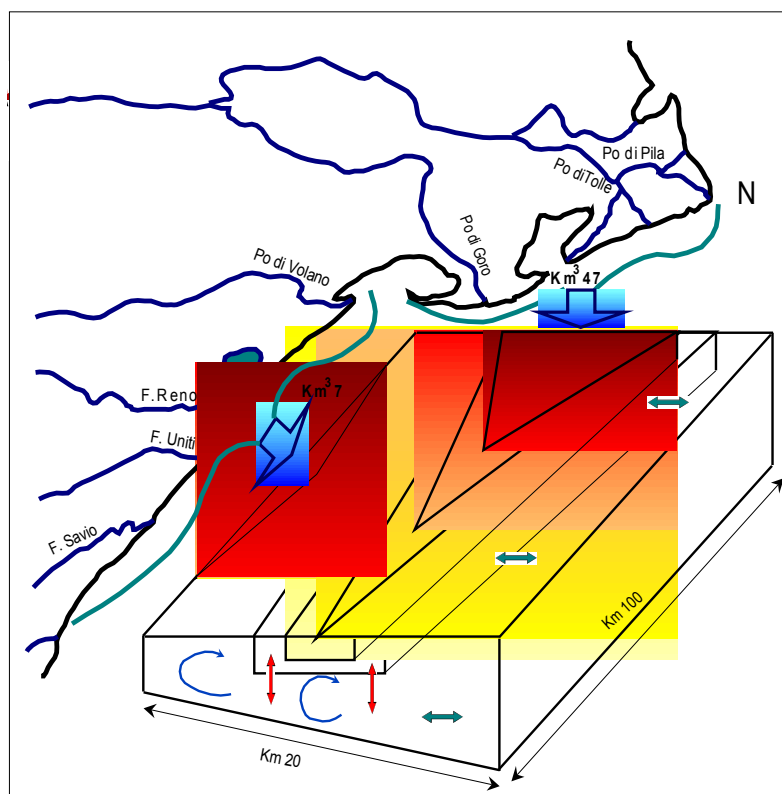
2.2.1 Pressioni esistenti sul territorio

Lungo la fascia costiera dell'Emilia-Romagna da diversi anni i processi di eutrofizzazione (abnorme sviluppo di microalghe) sono ricorrenti con impatti negativi oltre che sugli equilibri ambientali dell'ecosistema bentico, anche su due importanti settori dell'economia regionale e nazionale quali turismo e pesca.

Considerate l'estensione e la frequenza delle fioriture microalgali, di conseguenza gli effetti sull'ecosistema marino, si può probabilmente affermare che i livelli di eutrofia caratteristici dell'Adriatico Nord Occidentale rappresentano il problema principale dell'alterazione degli equilibri ambientali delle acque costiere italiane ed uno dei più gravi di tutto il Mediterraneo.

Le zone prospicienti il delta del Po e la costa emiliano-romagnola, essendo investite direttamente dagli apporti del bacino idrografico padano veicolati dal Po nonché dagli apporti dei bacini costieri, sono maggiormente interessate a processi di eutrofizzazione. L'influenza e l'effetto dell'apporto del bacino padano sull'area costiera, si evincono considerando anche il valore di salinità che si abbassa notevolmente lungo la fascia costiera rispetto al mare aperto; inoltre la grande massa di acqua dolce veicolata dal fiume Po (circa 1500 m³/sec come media annuale) rappresenta il motore e l'elemento caratterizzante del bacino dell'Adriatico Nord-occidentale, in grado di determinare e condizionare gran parte dei processi trofici e distrofici dell'ecosistema costiero (Figura 2.5).

Figura 2.5 Modello di distribuzione del gradiente degli inquinanti e dei fattori nutritivi veicolati dal bacino Padano e da quelli costieri.



L'apporto e la quantificazione dei fattori di produttività diretta quali gli elementi nutritivi rappresentano la chiave fondamentale nel processo di selezione dei corpi idrici costieri. Dall'analisi dei contributi dei fattori nutrizionali di pressione quali Azoto e Fosforo, quest'ultimo elemento rappresenta il fattore limitante dei processi eutrofici, emerge che la zona costiera individuata tra il delta padano e Ravenna riceve un contributo dal bacino padano (parte emiliano-romagnola) e del bacino del fiume Reno che equivale a 7500 ton/anno di azoto e 294 ton/anno di fosforo che rappresentano rispettivamente il 66.5 e il 62.2 % del carico totale annuale di questi due elementi sversati dal bacino del Po (zona Emiliano-Romagnola) e dai bacini costieri. Questi elementi quantitativi non considerano il contributo che deriva dall'intero bacino padano che interessa direttamente la zona che si estende da Goro a Ravenna e che supera di gran lunga l'apporto generato e sversato dai bacini dell'Emilia-Romagna (vedi Figura 2.5 e Figura 2.6). Anche la valutazione dei carichi stimati di fitofarmaci e loro metaboliti sversati in Po e Adriatico dai principali bacini regionali rafforzano e consolidano il corretto approccio metodologico nel sostenere la diversità tra la zona delta Po-Ravenna da quella comprese tra Ravenna e Cattolica Figura 2.6.

Figura 2.6 Carichi di fosforo (diagramma a sinistra) e di azoto (diagramma a destra) sversati dalle varie immissioni lungo la costa – totale annuo. Elementi estratti da “Integrazione e omogeneizzazione delle conoscenze pregresse sugli elementi morfologici e di pressione ai fini della tipizzazione e individuazione dei corpi idrici secondo la DQ (Linea progettuale LP3 - Apporti di carico alle acque di transizione e costiere) redatto da Ingegneria Ambientale.

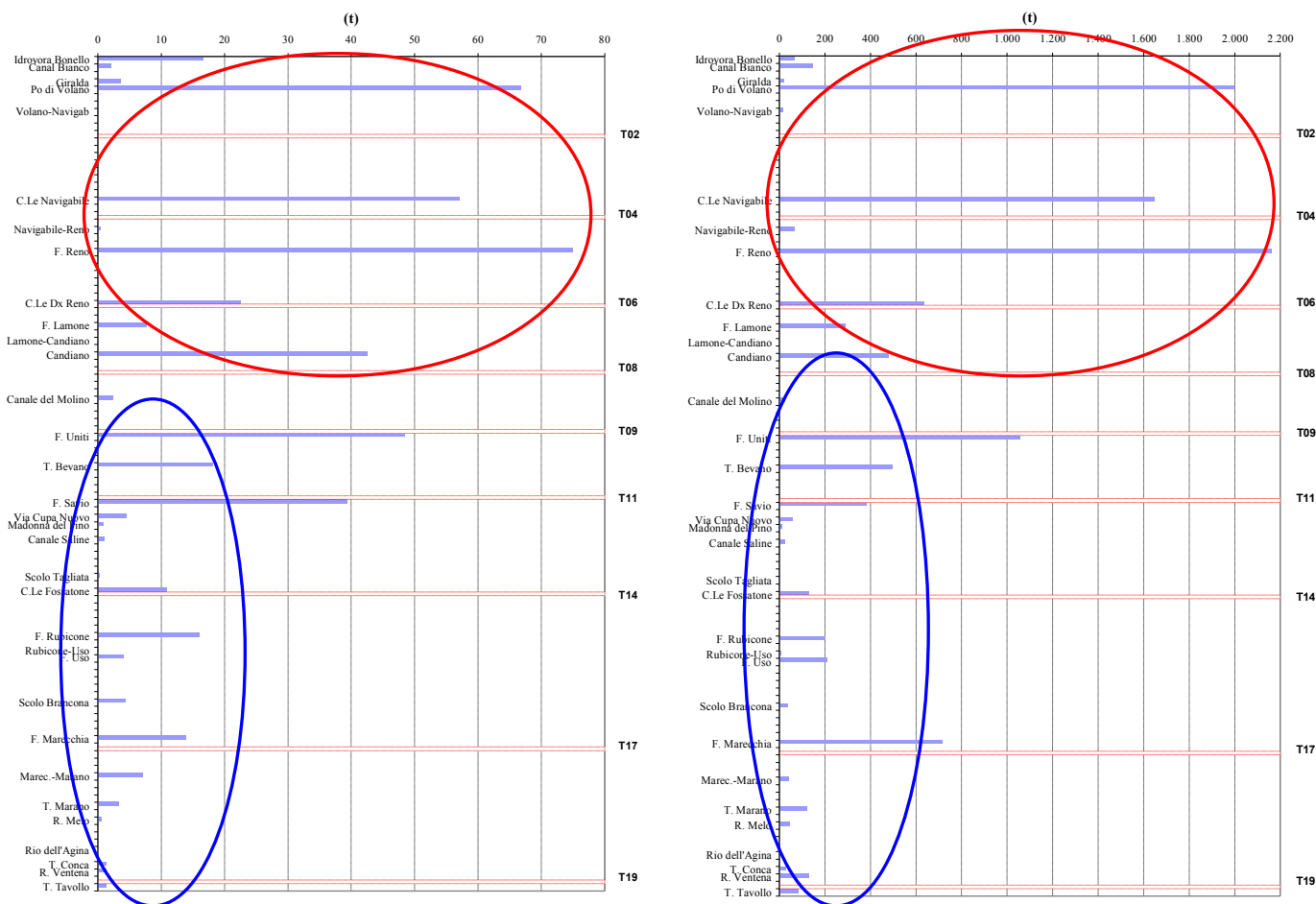
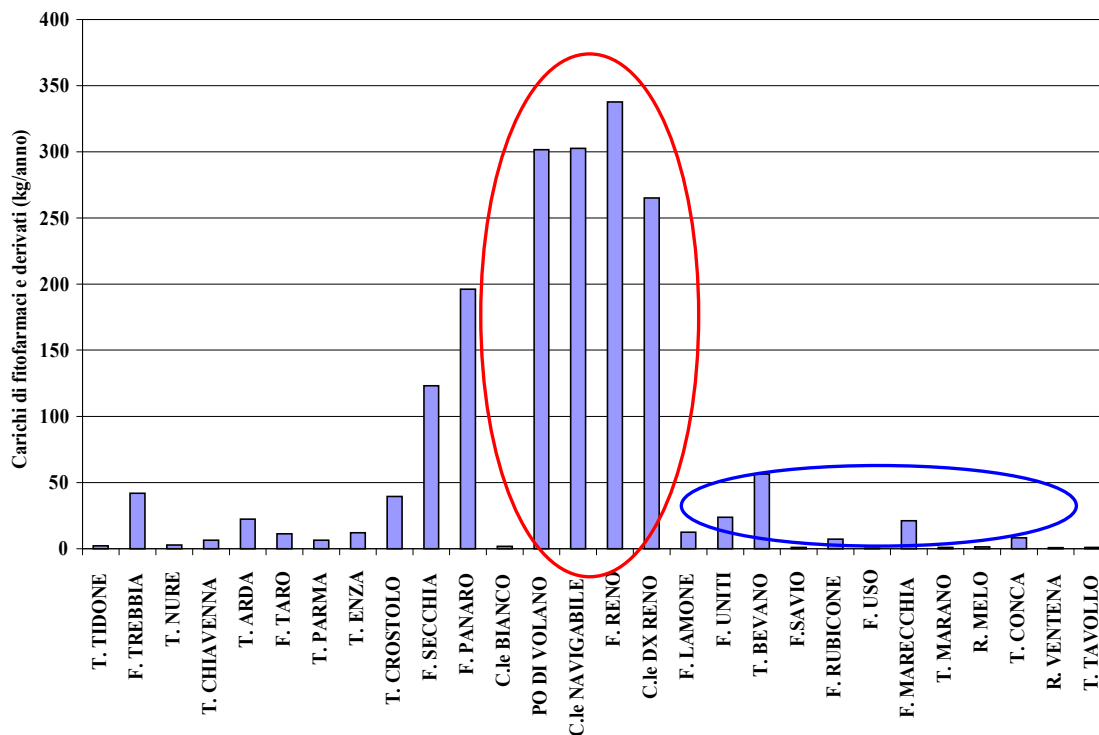


Tabella 2.3 Carichi di azoto e fosforo espressi come Ton/anno sversati in Adriatico, suddivisi in 3 zone costiere (Goro-Cattolica, l'intera fascia costiera dell'Emilia-Romagna, Goro-Ravenna, Ravenna-Cattolica) nelle due stagionalità (estate ed inverno) e annuale. Gli stessi carichi sono espressi in percentuale delle 2 subzone rispetto al totale costiero.

| Tratto costiero | N estate (t/y) | N inverno (t/y) | N totale (t/y) | P estate (t/y) | P inverno (t/y) | P totale (t/y) |
|---------------------|-------------------|--------------------|-------------------|-------------------|--------------------|-------------------|
| Goro-Cattolica | 2327.6 | 8980 | 11307.6 | 128.4 | 344.6 | 472.9 |
| Goro-Ravenna | 1658.3 | 5860.2 | 7518.5 | 91.5 | 202.7 | 294 |
| Ravenna-Cattolica | 669.2 | 3119.5 | 3789.2 | 36.6 | 142 | 179.1 |
| Goro-Ravenna % | 71.2 | 65.3 | 66.5 | 71.3 | 58.8 | 62.2 |
| Ravenna-Cattolica % | 28.8 | 34.7 | 33.5 | 28.5 | 41.2 | 37.9 |

Figura 2.7 Carichi stimati di fitofarmaci e loro metaboliti sversati in Po e Adriatico dai principali bacini regionali. Elementi estratti dalla Linea progettuale LP3 - Apporti di carico alle acque di transizione e costiere, redatto da Ingegneria Ambientale

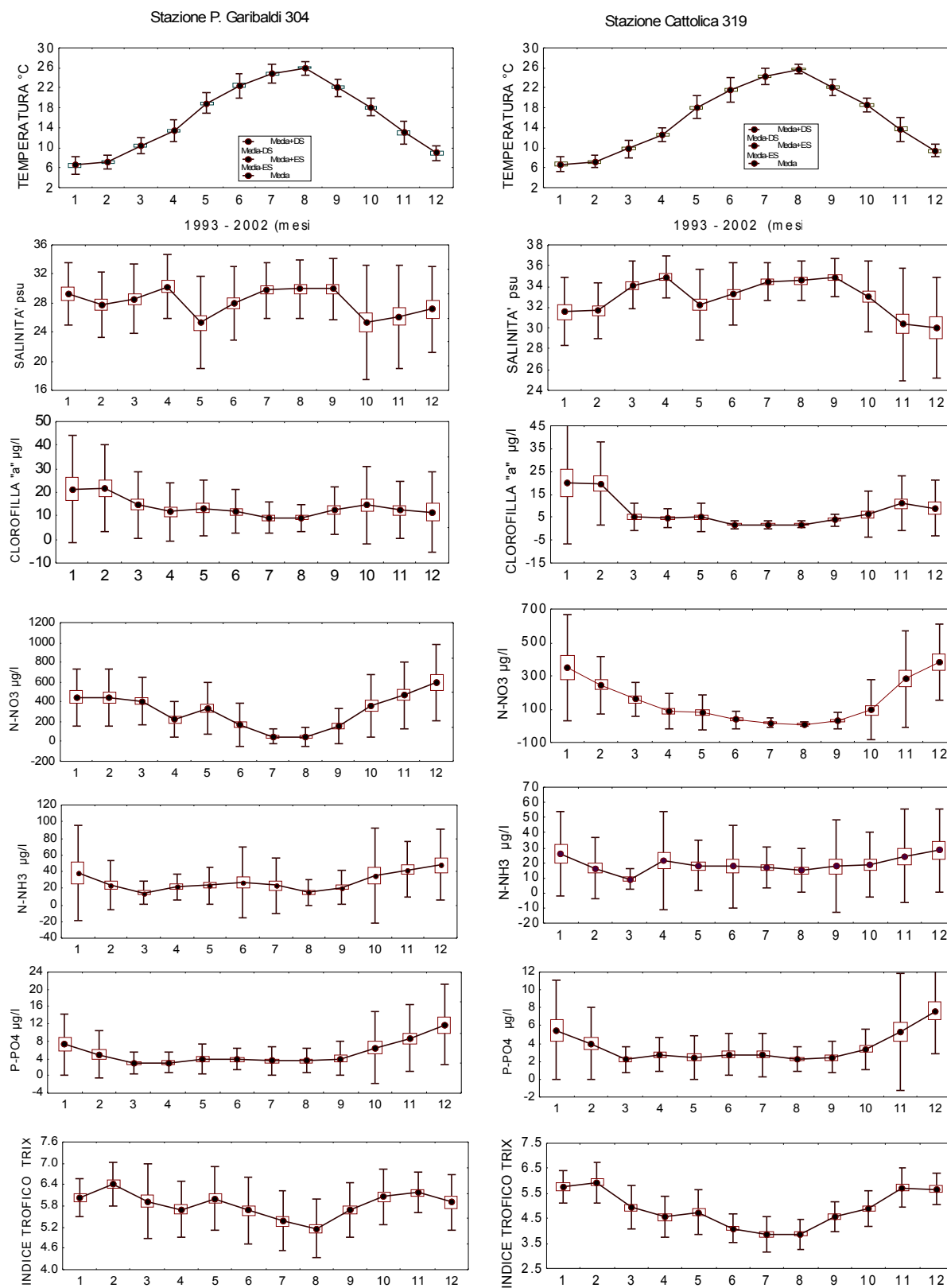


2.2.2 Differenze dello stato di qualità

La valutazione dello stato qualitativo delle acque costiere ed il suo andamento spazio-temporale rappresenta il fattore fondamentale nella individuazione dei corpi idrici. Le attività di monitoraggio attuate a frequenza settimanale dal 1980 ha consentito di delineare la distribuzione lungo la costa degli elementi eutrofizzanti e degli effetti distrofici conseguenti discriminando le aree maggiormente interessate dai processi eutrofici anossici e ipossici che, come evidenziato nelle Figura 2.8, Figura 2.9, mostrano una grande variabilità stagionale.

A titolo di esempio si riportano le medie climatologiche dei principali parametri trofici calcolati per le 2 stazioni a 3 Km collocate nelle zone estreme della costa (P. Garibaldi-Cattolica) al fine di evidenziare le differenze delle medie mensili tra le due zone (vedi Figura 2.8).

Figura 2.8 Medie climatologiche calcolate nelle stazioni a 3 Km agli estremi della costa (Porto Garibaldi e Cattolica). Sono rappresentati i valori medi mensili e la deviazione standard delle principali variabili chimico-fisiche calcolate nel periodo 1993-2002.



| | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|-----|------|-------|-------|------|------|-----|------|-------|------|-----|------|-----|-------|-------|
| Ag | 314 | 8.26 | 26.10 | 36.16 | 6.0 | 6.1 | 5.6 | 0.4 | 4.7 | 0.2 | 6.2 | 9.3 | 1.7 | 186.7 | 14.6 |
| Se | 314 | 8.22 | 25.67 | 36.43 | 6.1 | 6.2 | 2.8 | 2.1 | 9.5 | 1.6 | 6.4 | 10.8 | 1.4 | 187.4 | 18.7 |
| Ot | 314 | 8.39 | 22.91 | 33.23 | 5.4 | 6.8 | 2.1 | 6.4 | 61.3 | 3.6 | 7.1 | 17.6 | 1.1 | 337.5 | 48.0 |
| No | 314 | 8.38 | 14.69 | 33.76 | 6.1 | 7.6 | 3.8 | 4.1 | 123.7 | 11.2 | 6.7 | 15.7 | 0.8 | 345.2 | 161.3 |
| Di | 314 | 8.35 | 10.75 | 30.38 | 7.5 | 9.1 | 5.4 | 11.7 | 356.3 | 12.7 | 4.5 | 19.9 | 3.7 | 530.6 | 182.4 |
| NP | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ge | 319 | 8.30 | 4.77 | 32.92 | 10.9 | 10.9 | 0.8 | 30.8 | 300.2 | 20.5 | 3.7 | 46.1 | 1.7 | 608.4 | 198.3 |
| Fe | 319 | 8.47 | 6.05 | 38.54 | 9.6 | 10.3 | 1.5 | 15.7 | 111.9 | 10.1 | 4.8 | 28.7 | 1.5 | 451.0 | 162.6 |
| Ma | 319 | 8.34 | 8.22 | 33.99 | 8.9 | 10.0 | 1.4 | 16.1 | 196.0 | 9.8 | 7.0 | 20.5 | 1.4 | 358.8 | 156.9 |
| Ap | 319 | 8.38 | 13.18 | 34.24 | 8.5 | 8.8 | 6.5 | 2.4 | 152.5 | 8.3 | 9.8 | 8.0 | 1.5 | 334.4 | 223.5 |
| Ma | 319 | 8.29 | 18.70 | 34.27 | 8.2 | 7.6 | 6.8 | 1.1 | 64.2 | 3.5 | 4.7 | 8.3 | 1.1 | 369.1 | 68.6 |
| Gi | 319 | 8.20 | 20.95 | 35.88 | 6.9 | 6.9 | 5.7 | 1.3 | 23.8 | 1.8 | 7.0 | 6.6 | 1.3 | 192.8 | 31.2 |
| Lu | 319 | 8.22 | 25.18 | 36.38 | 6.1 | 6.1 | 6.3 | 0.3 | 9.3 | 2.1 | 7.1 | 11.1 | 1.1 | 183.3 | 6.6 |
| Ag | 319 | 8.21 | 25.66 | 36.77 | 5.8 | 6.3 | 5.6 | 0.8 | 7.6 | 1.4 | 6.3 | 7.3 | 1.6 | 167.5 | 12.4 |
| Se | 319 | 8.24 | 20.06 | 34.87 | 5.5 | 5.3 | 3.7 | 9.8 | 33.8 | 3.2 | 5.0 | 22.1 | 2.2 | 331.9 | 33.4 |
| Ot | 319 | 8.36 | 20.05 | 34.67 | 5.5 | 5.3 | 3.7 | 9.8 | 33.4 | 3.2 | 5.0 | 22.1 | 2.2 | 334.6 | 83.4 |
| No | 319 | 8.31 | 19.66 | 35.15 | 6.4 | 6.9 | 4.6 | 2.8 | 67.8 | 7.3 | 8.1 | 12.8 | 1.0 | 248.9 | 100.4 |
| Di | 319 | 8.32 | 14.42 | 34.11 | 8.1 | 8.1 | 4.8 | 4.5 | 191.5 | 10.9 | 2.2 | 18.8 | 1.4 | 414.9 | 170.7 |

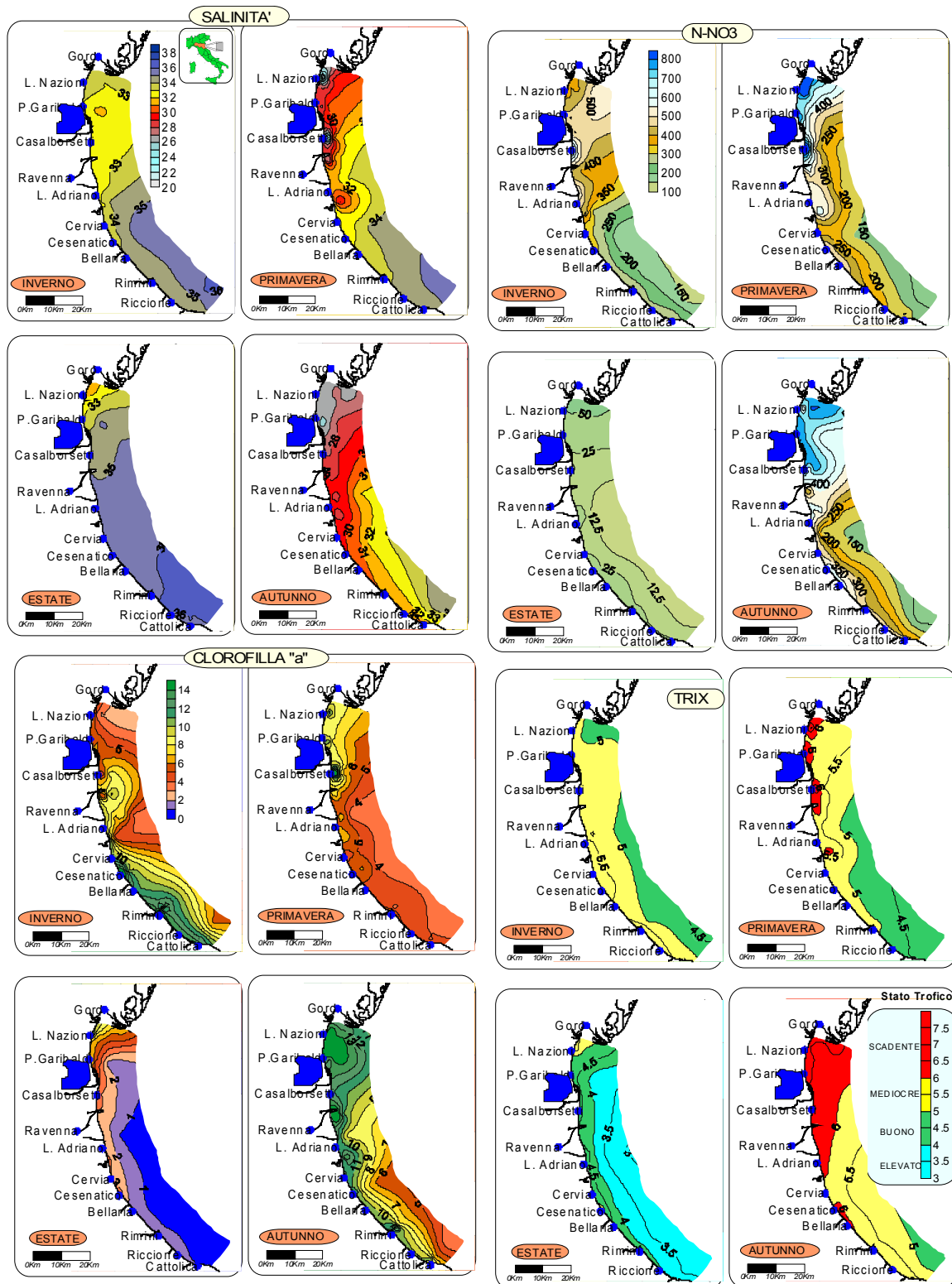
Tabella 2. Valori medi mensili climatologici dei parametri chimico-fisici ricavato da un insieme di circa 450 valori per mese rilevati dal 1993 al 2002 in 3 stazioni collocate a 3 Km dalla costa antistante Porto Garibaldi (cod. 314), Cattolica (cod. 319) e Cato

| M E S | E S T A T O | P H | T E M | S A L | O d e | O d s | D S E | C C L A | N O 3 | N O 2 | N H 3 | P T | P O 4 | N - T | NP |
|-------|-------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|
| Ge | 304 | 8.35 | 6.52 | 29.34 | 6.8 | 10.0 | 1.7 | 21.4 | 445.9 | 23.9 | 38.6 | 22.7 | 7.3 | 707.2 | 120.0 |
| Fe | 304 | 8.53 | 7.07 | 27.79 | 6.7 | 11.0 | 1.4 | 21.9 | 444.7 | 18.9 | 23.9 | 25.2 | 5.0 | 779.4 | 154.1 |
| Ma | 304 | 8.48 | 10.51 | 28.56 | 6.2 | 10.3 | 1.7 | 14.7 | 410.1 | 14.7 | 14.6 | 22.5 | 2.9 | 675.6 | 370.4 |
| Ap | 304 | 8.41 | 13.45 | 30.30 | 7.0 | 9.2 | 1.6 | 11.8 | 224.5 | 10.9 | 21.8 | 21.0 | 3.1 | 502.4 | 139.9 |
| Ma | 304 | 8.43 | 18.91 | 25.32 | 6.0 | 8.9 | 2.1 | 13.3 | 335.0 | 13.3 | 23.4 | 26.2 | 3.9 | 698.4 | 132.5 |
| Gi | 304 | 8.42 | 22.43 | 28.03 | 4.4 | 8.3 | 2.3 | 11.8 | 171.4 | 9.5 | 27.4 | 23.0 | 3.8 | 492.2 | 61.4 |
| Lu | 304 | 8.40 | 24.82 | 29.79 | 3.5 | 8.1 | 2.0 | 9.2 | 51.4 | 5.8 | 23.1 | 26.6 | 3.5 | 407.9 | 38.5 |
| Ag | 304 | 8.41 | 26.04 | 29.96 | 2.3 | 7.4 | 2.3 | 9.2 | 42.9 | 3.6 | 14.9 | 30.4 | 3.5 | 381.4 | 27.8 |
| Se | 304 | 8.35 | 22.01 | 29.98 | 3.5 | 7.9 | 1.9 | 12.4 | 156.2 | 8.5 | 21.3 | 23.7 | 4.0 | 462.1 | 83.1 |
| Ot | 304 | 8.38 | 18.12 | 25.31 | 2.8 | 8.6 | 2.0 | 14.6 | 365.8 | 12.9 | 35.3 | 27.7 | 6.5 | 638.2 | 141.0 |
| No | 304 | 8.30 | 13.09 | 26.17 | 3.8 | 8.6 | 2.1 | 12.4 | 469.7 | 17.8 | 41.9 | 28.0 | 8.7 | 759.3 | 93.7 |
| Di | 304 | 8.28 | 8.96 | 27.16 | 4.7 | 9.2 | 2.2 | 11.6 | 597.2 | 24.6 | 47.8 | 26.7 | 11.8 | 814.8 | 93.6 |
| Ge | 314 | 8.42 | 6.39 | 29.96 | 7.7 | 10.7 | 1.5 | 25.7 | 429.0 | 22.5 | 32.3 | 22.6 | 8.1 | 695.6 | 110.2 |
| Fe | 314 | 8.53 | 6.99 | 30.62 | 7.4 | 11.1 | 1.8 | 23.8 | 282.5 | 17.5 | 14.6 | 18.6 | 4.6 | 535.3 | 105.9 |
| Ma | 314 | 8.47 | 10.12 | 32.65 | 7.1 | 9.3 | 2.4 | 8.9 | 210.1 | 10.7 | 14.1 | 14.6 | 3.5 | 399.8 | 116.1 |
| Ap | 314 | 8.40 | 13.21 | 33.59 | 7.1 | 8.6 | 2.6 | 7.5 | 110.6 | 7.5 | 20.8 | 14.0 | 3.2 | 308.0 | 66.2 |
| Ma | 314 | 8.44 | 18.75 | 30.38 | 6.3 | 8.2 | 3.2 | 7.9 | 116.5 | 7.3 | 20.0 | 16.0 | 3.2 | 390.4 | 89.0 |
| Gi | 314 | 8.35 | 22.33 | 32.52 | 5.7 | 7.3 | 5.0 | 3.0 | 53.9 | 3.9 | 20.7 | 15.9 | 4.4 | 304.2 | 31.7 |
| Lu | 314 | 8.31 | 24.68 | 33.56 | 4.6 | 6.9 | 5.0 | 2.2 | 21.2 | 2.7 | 16.3 | 12.4 | 2.7 | 265.8 | 17.9 |
| Ag | 314 | 8.33 | 25.99 | 33.62 | 3.7 | 6.5 | 3.9 | 4.1 | 15.0 | 2.8 | 26.1 | 13.7 | 2.8 | 256.7 | 28.7 |
| Se | 314 | 8.29 | 22.07 | 33.74 | 5.1 | 7.3 | 2.4 | 5.4 | 43.9 | 4.5 | 16.1 | 15.5 | 2.6 | 272.4 | 37.6 |
| Ot | 314 | 8.35 | 18.49 | 31.02 | 4.0 | 7.7 | 2.9 | 9.3 | 149.3 | 9.1 | 19.7 | 15.9 | 3.3 | 400.3 | 70.4 |
| No | 314 | 8.31 | 13.23 | 29.20 | 5.5 | 8.5 | 2.3 | 11.0 | 309.3 | 14.3 | 25.3 | 19.5 | 7.0 | 578.9 | 79.1 |
| Di | 314 | 8.32 | 8.73 | 28.94 | 5.9 | 9.3 | 2.2 | 13.6 | 405.6 | 19.8 | 28.7 | 23.4 | 9.3 | 670.8 | 90.8 |
| Ge | 319 | 8.37 | 6.74 | 31.56 | 8.3 | 10.0 | 2.0 | 20.2 | 348.9 | 21.6 | 25.8 | 16.4 | 5.5 | 556.8 | 181.2 |
| Fe | 319 | 8.50 | 7.22 | 31.68 | 8.9 | 10.6 | 2.0 | 19.8 | 246.5 | 15.1 | 16.4 | 21.3 | 4.0 | 476.0 | 95.1 |
| Ma | 319 | 8.41 | 9.79 | 34.13 | 8.0 | 9.2 | 3.3 | 5.3 | 158.5 | 8.4 | 9.1 | 11.7 | 2.2 | 342.9 | 109.0 |
| Ap | 319 | 8.36 | 12.66 | 34.91 | 7.2 | 8.4 | 3.4 | 4.5 | 89.6 | 5.7 | 21.7 | 11.8 | 2.7 | 287.1 | 56.5 |
| Ma | 319 | 8.39 | 18.09 | 32.27 | 6.5 | 8.0 | 4.1 | 5.0 | 80.2 | 5.2 | 18.2 | 11.9 | 2.5 | 312.0 | 69.6 |
| Gi | 319 | 8.33 | 21.61 | 33.29 | 6.0 | 7.2 | 6.6 | 1.9 | 35.9 | 2.7 | 17.7 | 9.8 | 2.8 | 222.2 | 28.9 |
| Lu | 319 | 8.29 | 24.31 | 34.44 | 5.5 | 6.9 | 6.7 | 1.8 | 17.6 | 2.4 | 16.9 | 10.2 | 2.7 | 232.0 | 21.8 |
| Ag | 319 | 8.33 | 25.76 | 34.54 | 4.4 | 6.4 | 6.1 | 1.8 | 10.4 | 2.0 | 15.0 | 9.2 | 2.3 | 219.2 | 18.1 |
| Se | 319 | 8.27 | 22.04 | 34.86 | 5.3 | 6.9 | 3.5 | 4.0 | 33.9 | 4.1 | 17.6 | 12.5 | 2.5 | 248.2 | 29.3 |
| Ot | 319 | 8.32 | 18.66 | 33.08 | 5.0 | 7.4 | 3.7 | 6.3 | 94.9 | 8.3 | 18.7 | 13.2 | 3.4 | 306.4 | 44.5 |
| No | 319 | 8.30 | 13.72 | 30.41 | 6.0 | 8.2 | 2.3 | 11.0 | 281.3 | 14.7 | 24.3 | 18.2 | 5.3 | 508.2 | 97.6 |
| Di | 319 | 8.25 | 9.44 | 30.01 | 6.6 | 8.7 | 2.2 | 9.1 | 380.8 | 21.5 | 28.5 | 18.6 | 7.6 | 578.2 | 95.5 |

Le mappe di distribuzione spaziale di Salinità, Nitrati, considerati come traccianti, e di Clorofilla "a", e indice trofico TRIx quali indicatori rispettivamente di biomassa microalgale e di stato trofico, da costa fino a 10 Km verso il largo lungo la costa emiliano romagnola nel 2005 mette in evidenza che, particolarmente nelle stagioni di autunno, inverno e primavera la fascia costiera risulta divisa in due parti. La prima settentrionale dove le concentrazioni di nutrienti assumono valori più elevati rispetto alla zona centro-meridionale; la seconda che si estende da circa Ravenna a Cattolica dove le condizioni di stato ambientale tendono ad uniformarsi riferite agli indicatori di stato trofico e contestualmente si riducono rispetto alla zona settentrionale.

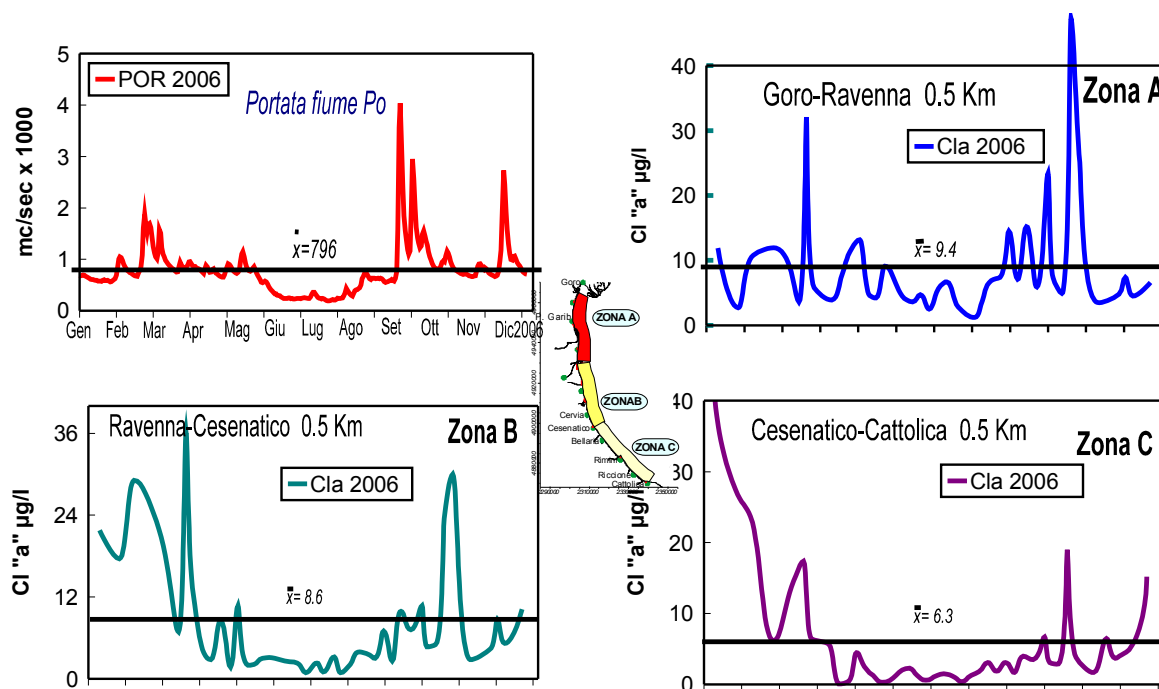
Nel periodo estivo, con la riduzione degli apporti dal bacino padano ed in seguito alla modificazione della circolazione delle masse d'acqua, il miglioramento dello stato qualitativo ambientale interessa anche le zone del ferrarese, mentre i processi eutrofici si localizzano nella zona a ridosso del delta padano (vedi come esempio la Figura 2.9).

Figura 2.9 Mappe di distribuzione di Salinità, N-NO_3 , Nitrati, Clorofilla "a" e indice trofico TRIX lungo la costa emiliano romagnola da costa fino 10 Km al largo nel 2005: medie stagionali.



Lo stesso concetto viene ripreso analizzando Figura 2.10 che mostra per il 2006 la media della Clorofilla "a", espressione di biomassa microalgale, in 3 subzone della costa emiliano-romagnola. Risulta evidente la differenziazione spaziale tra la zona che va da Goro a Ravenna che presenta un valore medio annuale di Cl "a" di 9.4 $\mu\text{g/l}$ che si approssima alla condizione di eutrofizzazione, mentre le altre 2 subaree che con valori di 8.6 e 6.3 di clorofilla "a" oltre a ridursi tendono livellarsi.

Figura 2.10 Portate Po e valori medi di Clorofilla "a" nelle tre subzone: la linea nera rappresenta il valore medio annuale rilevato nel 2006.



Un altro fattore discriminante che differenzia le due zone è rappresentato dalla frequenza ed estensione delle condizioni anossiche ed ipossiche delle acque bentiche. L'area settentrionale infatti è soggetta allo sviluppo di stati anossici/ipossici nel periodo estivo/autunnale di gran lunga superiori rispetto alla restante area costiera dell'Emilia-Romagna. Infatti la formazione di anossie negli strati prossimi al fondale è in stretta correlazione con la biomassa microalgale ed alle condizioni al contorno favorevoli rappresentate da scarsa dinamicità delle masse d'acqua e da situazioni meteo-marine stabili.

In altre parole poiché nella parte settentrionale, Goro-Ravenna le manifestazioni di stato eutrofico e di fioriture microalgali sono più marcate, anche gli eventi distrofici conseguenti si manifestano più frequentemente (Figura 2.11 e Figura 2.12).

Figura 2.11 Mappe di massima distribuzione annuale delle zone anossiche delle acque di fondo dal 1999 al 2005

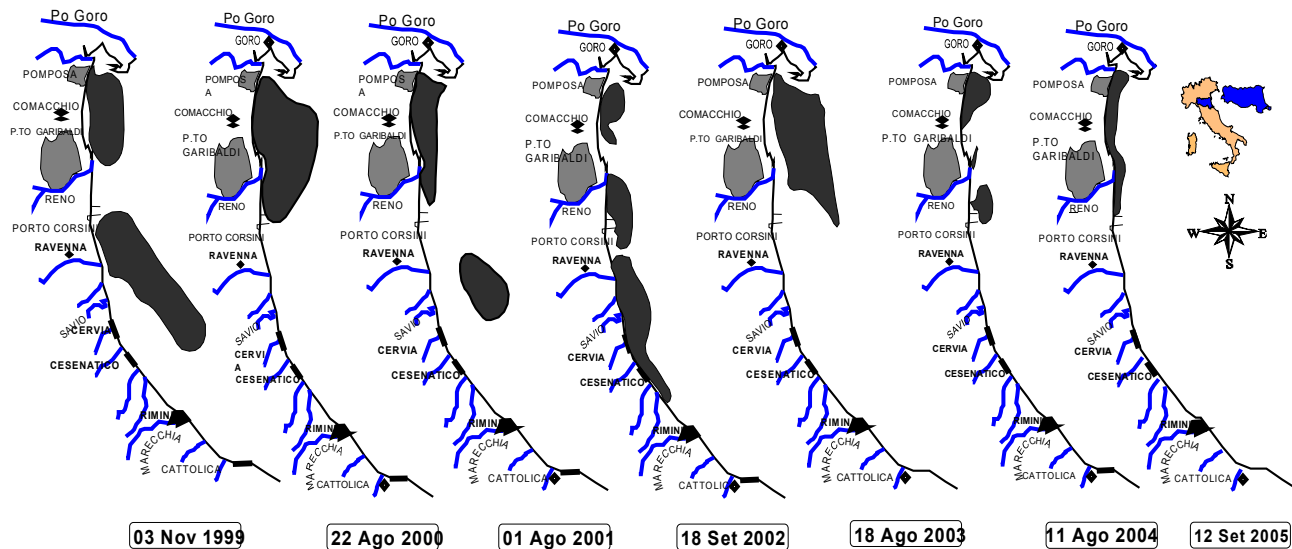
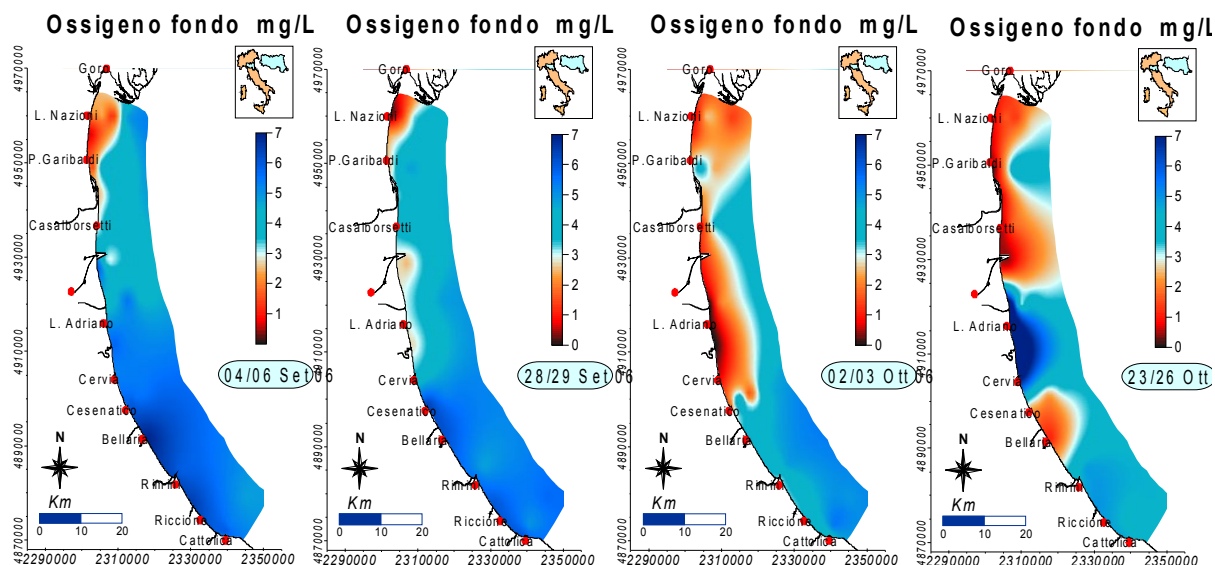


Figura 2.12 Mappe di distribuzione delle condizioni anossiche (concentrazione di ossigeno disciolto inferiore a 1 mg/l) ed ipossiche (concentrazione di ossigeno disciolto compreso tra 1 mg/l e 3 mg/l) delle acque di fondo nel 2006, dal delta del Po a Cattolica e da costa fino a 10 Km al largo



Un ulteriore elemento che sostiene la suddivisione della fascia costiera in 2 corpi idrici distinti è costituito dal valore di Indice Trofico medio annuale che si diversifica tra la zona settentrionale e quella meridionale (Figura 2.13, Figura 2.14). Sebbene questo indice, attualmente ancora utilizzato ai fini della classificazione ambientale delle acque costiere marine, presenti una accentuata variabilità temporale, considerando il valore medio annuale si evince che la zona settentrionale nel corso degli anni risulta “Mediocre/Scadente”, mentre quella meridionale si attesta nella condizione di stato ambientale “Buono”. La parte centrale della costa oscilla tra le due situazione predette in relazione allo stato di trofia ed all’andamento delle condizioni meteo-marine.

Figura 2.13 Rappresentazione grafica dello stato trofico basato sull’Indice Trofico TRIX espresso come media annuale nelle 3 subaree. Zona A(Goro-Ravenna), Zona B (Ravenna-Rimini), Zona C (Rimini-Cattolica). Al fine di evidenziare, con maggiore dettaglio lo stato trofico, i colori dei singoli gradi di trofia sono stati disaggregati in tre subzone cromatiche corrispondenti ai valori Alto, Medio, Basso, dello Stato ambientale equivalente.

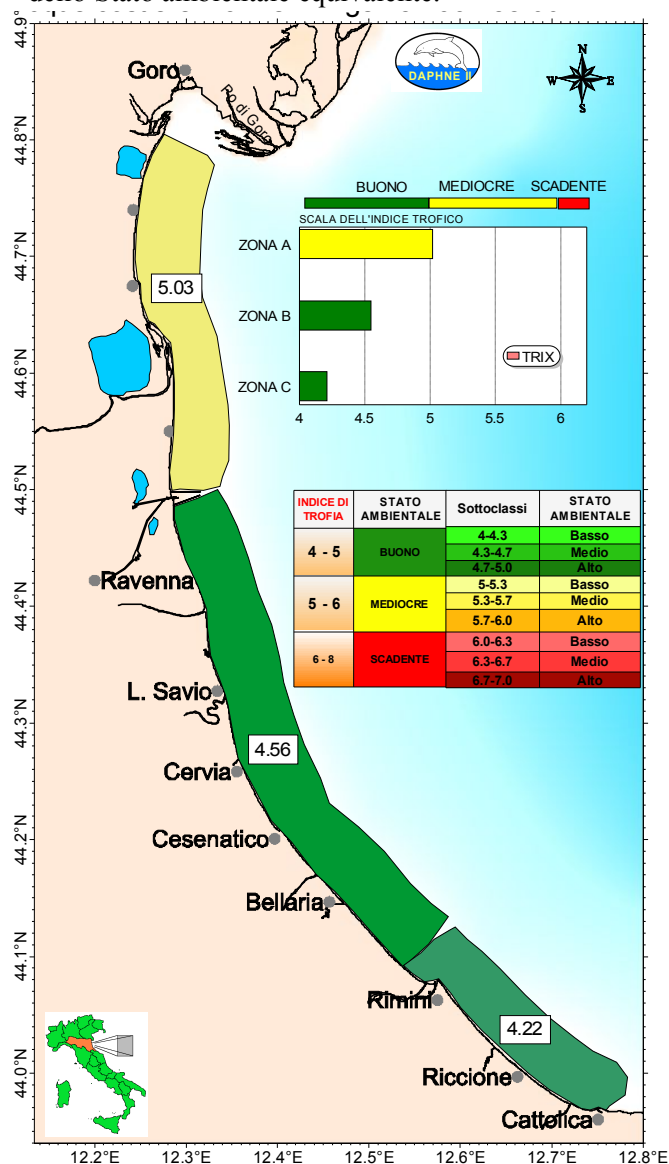
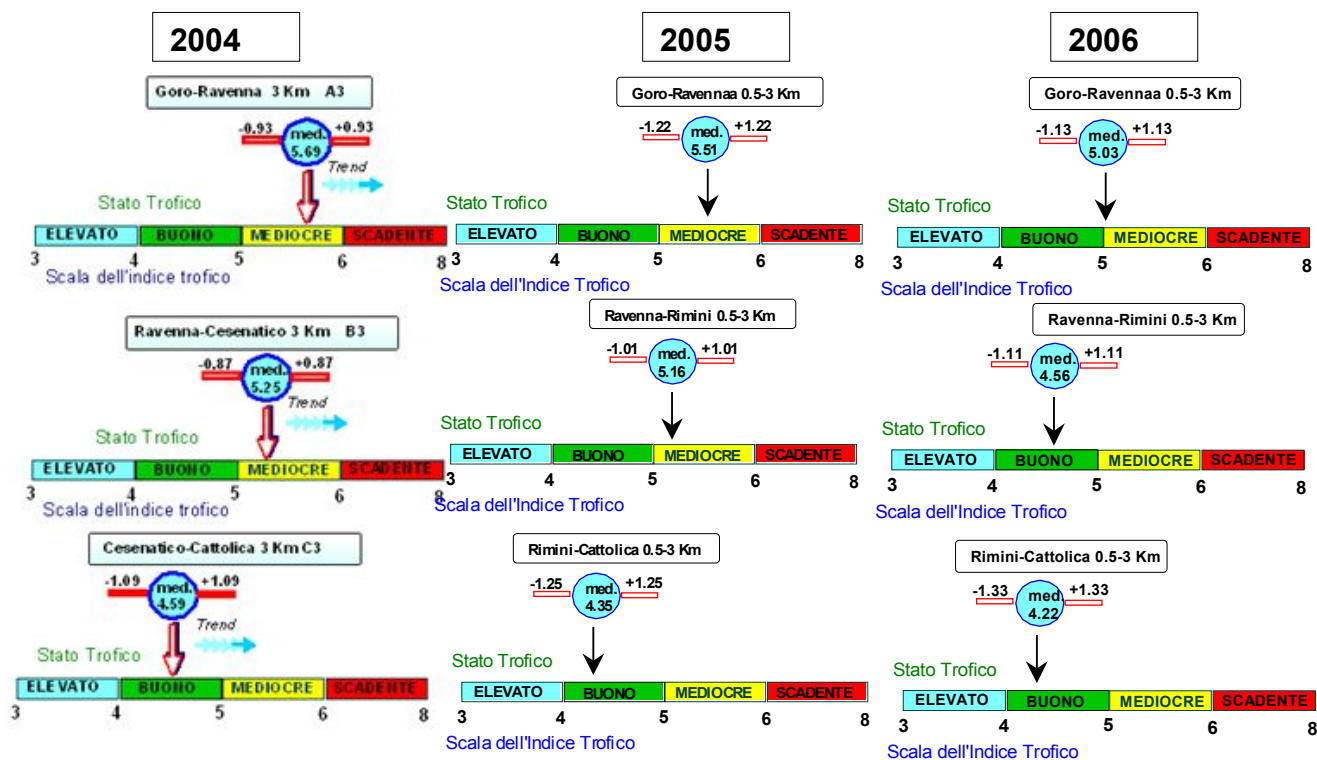
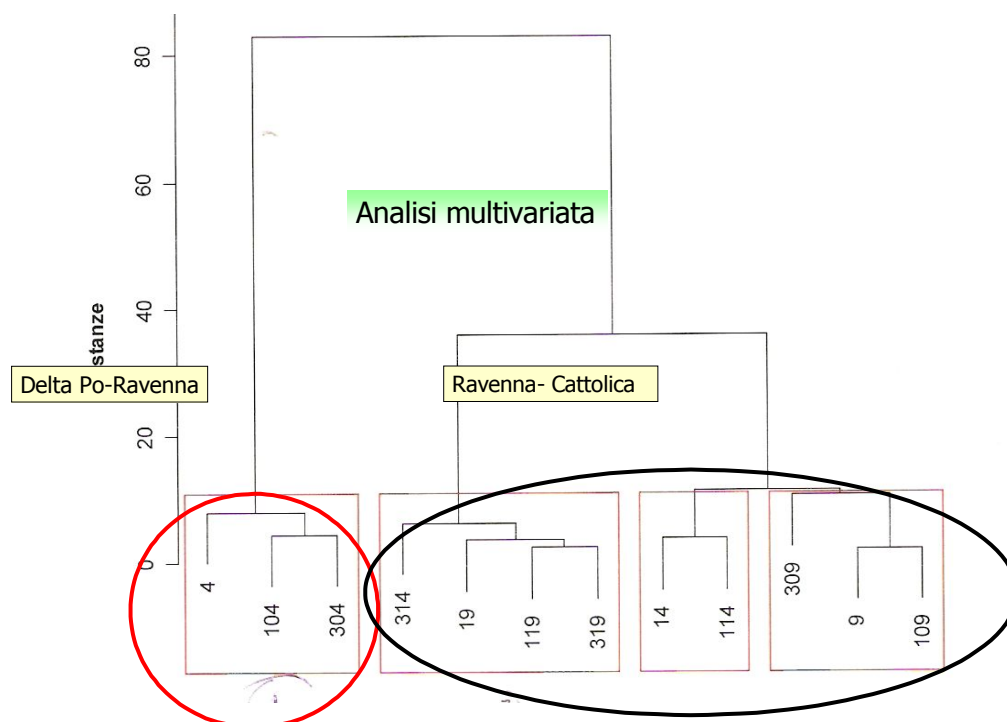


Figura 2.14 Classificazione delle acque costiere marine dell'Emilia-Romagna in base all'Indice Trofico TRIX calcolato come media per subarea nel 2004 2005 e 2006 in 3 aree (Goro-Ravenna, Ravenna-Rimini, Rimini-Cattolica). Per ciascuna area sono state calcolate la deviazione standard ed il valore medio del TRIX che è stato associato allo stato trofico, posizionato sulla scala trofica. Confronto periodo 2004-2005 con il 2006.



Applicando l'analisi multivariata e l'ordinamento per gruppi omogenei di stazioni, prendendo in considerazione le variabili chimiche, fisiche e biologiche acquisite dai programmi di monitoraggio in attuazione alla Legge 979/82, si osserva che la zona settentrionale, rappresentata dai punti di prelievo antistanti P. Garibaldi, si distingue nettamente dalla restante fascia costiera che mostra invece una certa similarità (Figura 2.15).

Figura 2.15 Analisi multivariata stazioni costiere: ordinamento per gruppi omogenei.



2.2.3 La circolazione geostrofica della fascia costiera

In una zona costiera dove l'influenza degli apporti fluviali è dominante e la stratificazione in temperatura è rilevante, l'informazione del campo di temperatura e salinità può essere tradotta in quella del campo di velocità associato alle correnti cosiddette 'geostrofiche'. La parola viene dal greco e significa 'terra che gira': infatti per ottenere una relazione tra temperatura, salinità e correnti si suppone che i gradienti di temperatura e salinità inducano un campo di velocità che risente degli effetti della rotazione terrestre. Questo bilancio impone che nell'emisfero nord la circolazione sia antioraria attorno alle zone di bassa pressione, ovvero ciclonica, mentre al contrario attorno alle zone di alta pressione la circolazione sia oraria, ovvero anticiclonica.

La struttura più importante che emerge per tutti i mesi, anche se con diversa intensità, è una separazione netta dei regimi di circolazione tra la regione a Nord e a Sud dell'area tra Ravenna e Lido Adriano. In generale si può dire che la circolazione a Nord di Ravenna è molto variabile durante l'anno e si riversa in direzione tra l'inverno e l'estate, mentre a Sud la corrente è pressoché invariata in direzione durante l'anno ed è generalmente verso Sud. Nella regione centrata attorno a Ravenna le correnti possono essere deboli e verso il largo (come nel caso di Gennaio e Dicembre) o deboli ma verso costa (come nel caso di Settembre e Ottobre).

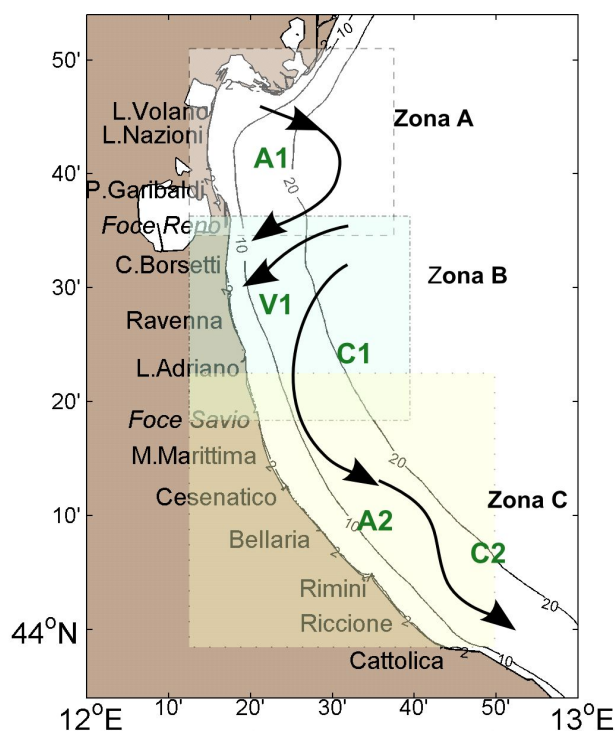
La circolazione a Nord di Ravenna è caratterizzata da un campo di velocità diretto verso il largo sotto la foce del Po (nella zona antistante il Lido di Volano e il Lido delle Nazioni) che si richiude a Nord di Ravenna con correnti verso costa. Queste due correnti opposte sono generalmente disconnesse ma ci sono mesi, quali quelli di Aprile, Maggio, Giugno, dove si può chiaramente vedere che le correnti verso il largo e verso costa si connettono, quasi chiudendosi ad anello, producendo lungo la batimetria dei dieci-venti metri una corrente verso Sud. Questo anello è comunemente chiamato vortice in oceanografia ed in particolare in questo caso, vortice anticiclonico. Questo anello o vortice non è sempre presente e la circolazione presenta dei cambiamenti repentini in direzione nei vari mesi. Tra febbraio e marzo la corrente in questa area

ha direzioni opposte, indicando ancora una volta un regime idrodinamico assai variabile ed instabile.

Data l'importanza che questo tipo di circolazione può avere per i fenomeni eutrofici della zona costiera è necessario forse concentrarsi sulla circolazione dei mesi estivi di Luglio, Agosto e Settembre. A Luglio e Settembre le correnti sono generalmente verso costa e limitano verso costa una zona di alta temperatura e bassa salinità che naturalmente può condurre a fenomeni distrofici, non rari in queste aree. Questa circolazione può essere vista come il bordo del vortice che è però così accostato che non riesce a chiudersi lungo la costa. Il vortice tende a confinare le acque calde e poco salate molto probabilmente di diretta origine fluviale. La circolazione del mese di agosto è leggermente più 'aperta' ovvero di scambio tra la costa ed il mare aperto ma persiste una condizione di confinamento delle acque di tipo fluviale e ad alta temperatura verso la costa.

Nella zona a Sud di Ravenna e Lido Adriano le correnti sono generalmente verso Sud e dell'ordine di 5-10 cm/sec tutto l'anno. E' questo un segmento della famosa corrente del Nord Adriatico, chiamata WACC che persiste tutto l'anno raggiungendo la massima intensità tra novembre e gennaio. Questo segmento di corrente è disconnesso dalla circolazione a Nord di Ravenna eccetto che nei mesi di Novembre, Settembre, Agosto, Giugno e Febbraio dove la corrente sembra formare una unica struttura a curve alternanti (o meandri), occludendo da un certo punto di vista la zona costiera dagli scambi con il mare aperto.

Figura 2.16 Schema della circolazione climatologica dell'Emilia Romagna alla superficie.



Nella stessa area a Sud di Ravenna vi sono mesi dove la componente della corrente lungo costa è decisamente molto debole (vedi Marzo e Luglio) mentre la componente perpendicolare alla costa è molto forte come nel caso di Maggio, Luglio, Agosto e Settembre. Questa circolazione è indicativa di dinamiche di 'downwelling' lungo la costa, tipiche del regime di venti di questa area. Infatti, il vento di Bora induce fenomeni di accumulo delle acque verso costa, seguiti da processi di sprofondamento e susseguente movimento verso il largo delle acque sul fondo.

In Figura 2.16 è riportato uno schema della circolazione climatologica e superficiale descritta in precedenza. In generale possiamo dire che la circolazione della zona costiera dell'Emilia-Romagna alla superficie è caratterizzata da correnti chiuse, a vortice, nella zona a Nord di Ravenna e a Sud invece da correnti lungo la costa in direzione Sud. Il vortice di Porto Garibaldi è variabile nel

tempo ma particolarmente persistente nei mesi estivi. Esso intrappola acque di origine fluviale e presenta un massimo relativo di temperatura durante i mesi estivi. Entrambe queste condizioni possono favorire fenomeni di eutrofizzazione e conseguente anossia.

Un'altra regione interessante è quella centrata attorno a Ravenna dove la circolazione è debole o diretta verso costa in particolare durante i mesi estivi. Ancora una volta, questa situazione di accumulo e sprofondamento dell'acqua vicino alla costa potrebbe creare condizioni favorevoli all'eutrofizzazione.

A Sud di Lido Adriano la circolazione è generalmente parallela alla costa con ampie ondulazioni del campo di corrente il cui asse è posizionato tra la batimetria di 10 e 20 metri di profondità.

In conclusione, lo schema riportato in Figura 2.16 mette in rilievo chiaramente che la zona costiera dell'Emilia Romagna è caratterizzata in senso oceanografico da tre aree, una a Nord di Ravenna (area A), l'altra centrata attorno a Ravenna fino a Lido Adriano (zona B) e la terza a Sud di Lido Adriano (area C). Nella zona A esiste un vortice anticiclonico (chiamato A1 nella Figura 2.16) più o meno sviluppato nei vari mesi dell'anno. Nei mesi di aprile, maggio, agosto, novembre e dicembre il vortice è ben sviluppato ed è addossato alla costa.

Questo accostamento alla linea di costa lascia evidente solo una corrente verso Sud con un meandro che rappresenta il lato orientale del vortice.

Nella zona B invece la corrente è quasi sempre diretta verso costa (regime V1 nella Figura 2.16), fatta eccezione per i mesi di Maggio, Giugno, Luglio e Agosto dove la corrente è verso il largo. Questa regione è quella di transizione tra il regime anticiclonico prevalente a Nord e quello della corrente intensificata verso Sud. L'ipotesi che emerge dall'analisi di queste distribuzioni è che il vortice anticiclonico a Nord, essendo più o meno sviluppato durante i diversi mesi dell'anno, possa creare situazioni idrodinamiche diverse che dipendono in larga parte dalla prossimità del vortice alla costa.

La zona C è invece assai più stabile dal punto di vista delle strutture.

2.2.4 Discontinuità importanti nella struttura della fascia litoranea

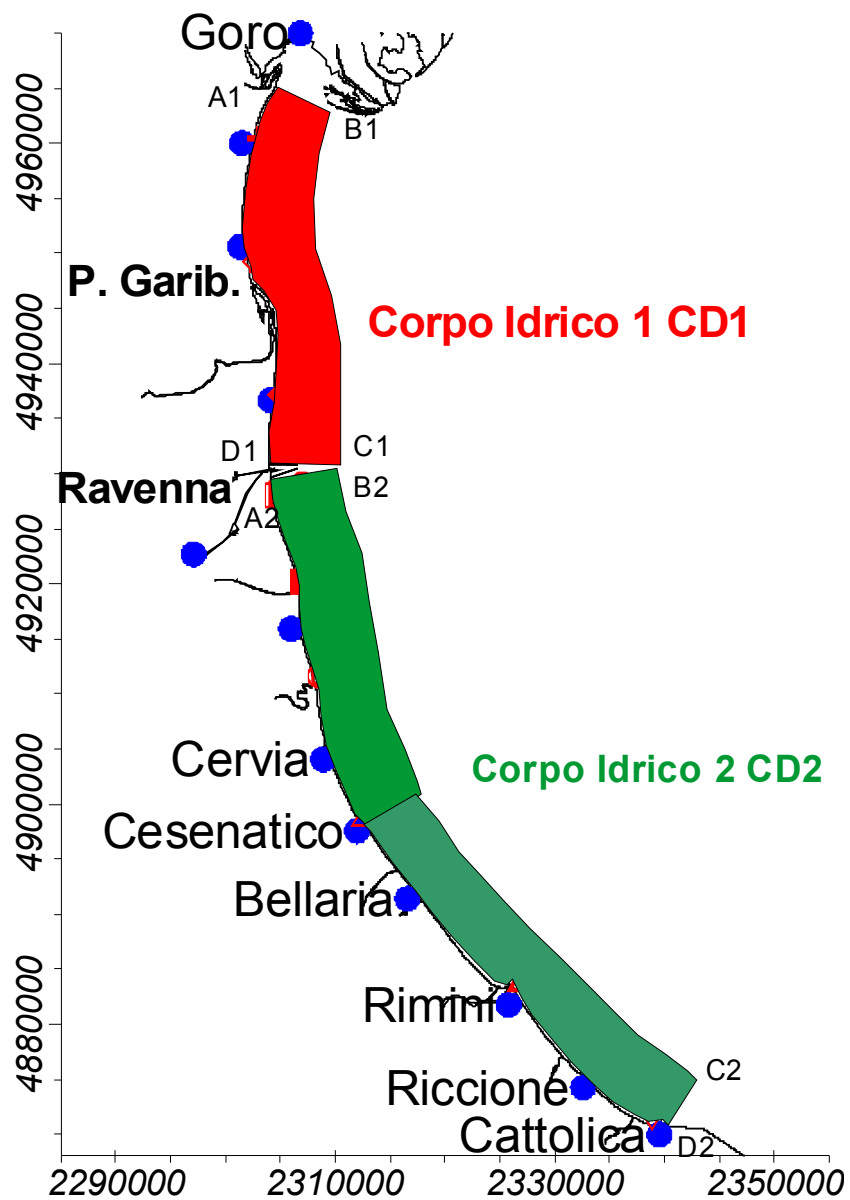
Un conclusivo elemento che deve essere preso in considerazione ai fini della individuazione dei corpi idrici è costituito dal posizionamento delle dighe foranee di Ravenna. Tali dighe che si estendono fino a 2.6 Km verso il largo perpendicolari alla costa, di fatto separano le acque costiere dell'Emilia-Romagna in due zone che, come dimostrato dallo stato ambientale e dai fattori di pressione si distinguono in due aree a nord e a sud di Ravenna (vedi Figura 2.17).

Figura 2.17 Estensione delle dighe foranee del Porto Canale di Ravenna



In definitiva dall'analisi delle pressioni tenuto conto dello stato ambientale riferito principalmente alle condizioni degli indicatori trofici ed ai conseguenti effetti sull'ecosistema bentico, considerato la peculiare circolazione delle masse d'acqua e degli elementi forzanti rappresentati in modo particolare dagli apporti di acque dolci veicolate dal fiume Po, visto che sussiste anche una barriera fisica costituita dalle dighe foranee del Porto di Ravenna che si estendono fino a 2.6 Km, lungo la fascia costiera dell'Emilia-Romagna per le acque marino-costiere si individuano 2 Corpi Idrici. Il primo che si estende da Goro (delta Po) a Ravenna con una superficie di circa 96 Km² codificato CD1 influenzato dagli apporti sversati dal bacino padano e da quello del fiume Reno e il secondo che va da Ravenna a Cattolica codificato CD2 di superficie pari a 202 Km²) che sottende il contributo dei bacini idrografici dei Fiumi Uniti/Savio e del Conca/Marecchia.

Figura 2.18 Rappresentazione cartografica della suddivisione in corpi idrici delle acque costiere marine.



Si riportano nelle Tabella 2.5 e Tabella 2.6 le coordinate geografiche dei vertici dei corpi idrici CD1 e CD2.

Tabella 2.5 Coordinate dei vertici dell'area del Corpo Idrico 1 CD1 Goro-Ravenna

| WGS84 | | | | |
|---------------------------------|--------------|----------------------|----------------------|-----------------------|
| Vertici CD1 Goro-Ravenna | Dis costa Km | Profondità fondale m | Latitudine xx°xx,xx' | Longitudine yy°yy.yy' |
| A1 | 0.5 | 2.5 | 4447.86 | 1216.37 |
| B1 | 3.0 | 4.5 | 4447.89 | 1218.67 |
| C1 | 3.0 | 8.7 | 4429.85 | 1219.24 |
| D1 | 0.5 | 3.5 | 4429.84 | 1217.05 |

Tabella 2.6 Coordinate dei vertici dell'area del Corpo Idrico 2 CD2 Ravenna-Cattolica

| Datum WGS84 | | | | |
|---|-------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|
| Vertici del Corpo Idrico 2 CD2 Ravenna-Cattolica | Distanza costa Km | Profondità fondale m | Latitudine xx°xx,xx' | Longitudine yy°yy.yy' |
| A2 | 0.5 | 2.8 | 4429.17 | 1217.11 |
| B2 | 3.0 | 8.8 | 4429.71 | 1219.22 |
| C2 | 3.0 | 10.5 | 4359.69 | 1245.85 |
| D2 | 0.5 | 3.7 | 4358.20 | 1244.94 |

La fascia costiera dell'Emilia-Romagna sulla base dell'Art 77 del D. Lgs 152/06 è dichiarata area sensibile un'area soggetta a processi di eutrofizzazione e pertanto i corpi idrici individuati sono assegnati alla categoria dei **corpi idrici a rischio** e pertanto viene applicato il monitoraggio operativo le cui finalità sono:

- *stabilire lo stato dei corpi idrici identificati “a rischio” di non soddisfare gli obiettivi ambientali dell'articolo 77 e seguenti del presente decreto legislativo;*
- *valutare qualsiasi variazione dello stato di tali corpi idrici risultante dai programmi di misure;*
- *classificare i corpi idrici.*

2.3 INDIVIDUAZIONE DELLE CONDIZIONI DI RIFERIMENTO (ANCHE DERIVANTI DA MODELLISTICA E/O GIUDIZIO DI ESPERTI), SULLA BASE DELLE LINEE GUIDA NAZIONALI IN ATTESA DI EMANAZIONE

Le condizioni di riferimento tenuto conto dei siti di riferimento individuate dalle Regioni sono stabilite con decreto del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, da emanarsi ai sensi dell'art. 75, comma 3, del presente decreto legislativo.

Tali condizioni di riferimento, per ogni tipo individuato, nelle varie categorie di corpi idrici, sono identificati, dal MATTM con il supporto dell'ISPRA e degli altri istituti scientifici, per la costituzione di una rete di controllo, che costituisce parte integrante della rete nucleo di cui al punto A.3.2.4. dell'Allegato 1 al presente decreto legislativo, per lo studio della variazioni, nel tempo, dei valori delle condizioni di riferimento per i diversi tipi.

Poiché la tipizzazione relativa alla fascia costiera dell'Emilia-Romagna è la stessa di buona parte del territorio di altre Regioni del Nord Adriatico e a livello di Ecoregione Mediterranea è una unica tipologia, ed essendo le condizioni di riferimento tipo-specifiche, il Ministero individua per il Nord Adriatico i valori degli elementi di qualità biologica da utilizzare per il calcolo dell'RQE.

L'individuazione delle condizioni di riferimento consente di calcolare, sulla base dei risultati del monitoraggio biologico per ciascun elemento di qualità, il “rapporto di qualità ecologica” (RQE). L'RQE viene espresso come un valore numerico che varia tra 0 e 1, dove lo stato elevato è

rappresentato dai valori vicino ad 1, mentre lo stato pessimo è rappresentato da valori numerici vicino allo 0.

L'RQE mette in relazione i valori dei parametri biologici osservati in un dato corpo idrico e il valore per quegli stessi parametri riferiti alle condizioni di riferimento applicabili al corrispondente tipo di corpo idrico e serve a quantificare lo scostamento dei valori degli elementi di qualità biologica, osservati in un dato sito, dalle condizioni biologiche di riferimento applicabili al corrispondente tipo di corpo idrico. L'entità di tale scostamento concorre ad effettuare la classificazione dello stato ecologico di un corpo idrico secondo lo schema a 5 classi di cui Allegato 1 punto A2 del decreto legislativo.

Una prima proposta dell'individuazione delle condizioni di riferimento per le acque marino costiere della regione sarà eseguita non appena saranno disponibili le linee guida nazionali.

2.4 INDIVIDUAZIONE DEI CORPI IDRICI DA CONFRONTARE CON L'OBIETTIVO DI QUALITÀ, SULLA BASE DELLA TIPOLOGIA, DEGLI ELEMENTI IDROMORFOLOGICI, DELLE PRESSIONI E DELLO STATO

Un primo passo nel processo di identificazione dei siti di riferimento è l'individuazione di tratti costieri caratterizzati da impatto antropico nullo o trascurabile utilizzando il criterio delle pressioni. Risulta però evidente come per le acque costiere l'analisi delle pressioni non possa da sola guidare nella definizione dello stato elevato. A differenza dei laghi, per i quali è possibile definire un limite per i carichi cosiddetti "sostenibili" (ad esempio carico accettabile di fosforo, sulla base dei modelli previsionali di Vollenweider. OECD, 1982), l'ambiente marino-costiero rappresenta un sistema non confinato, caratterizzato da un quadro correntometrico dinamico e molto variabile, difficilmente riconducibile al concetto di sistema chiuso o di "reattore continuamente rimescolato", su cui invece è basato l'approccio valido per i laghi. La procedura di analisi delle pressioni è comunque, anche per le acque costiere, un utile punto di partenza per una prima valutazione dei siti che andranno a costituire la rete di riferimento per lo stato elevato.

Di seguito si riporta il percorso metodologico da applicare per l'identificazione di siti di riferimento, distinto in fase I – screening preliminare, fase II - identificazione dei siti di riferimento con il criterio delle pressioni e fase III – validazione dei siti di riferimento con il criterio biologico.

2.4.1 Percorso metodologico

2.4.1.1 Fase I – Screening preliminare

Nel processo di selezione delle aree/ambienti per i siti di riferimento devono essere considerate prioritariamente le aree marine soggette a protezione ai sensi della Legge Quadro sulle aree protette del 6 dicembre 1991, n. 394 e della Legge del 31 dicembre 1982, n. 979 recante disposizioni per la difesa del mare.

La procedura di identificazione delle aree dovrà tenere in considerazione le eventuali infrastrutture che insistono nel tratto costiero in esame, ad esempio la presenza di aree urbanizzate, porti, barriere artificiali, nonché altre alterazioni di tipo morfologico quali dragaggi, ripascimenti, estrazione di gas, ecc. Pertanto non devono essere considerate, nel processo di selezione, le aree che presentano le attività antropiche di cui sopra.

Dovranno comunque essere escluse dalla selezione dei siti le aree che, sulla base dei risultati del monitoraggio marino-costiero effettuato dalle Regioni ai sensi della Legge n. 979/82, non siano risultate di qualità alta.

Per le aree da considerare nel processo di selezione deve essere raccolta ogni utile informazione che assicuri che i siti non siano soggetti ad uno sfruttamento eccessivo delle risorse ittiche, tale da rappresentare una forma di pressione non trascurabile, né che siano stati segnalati eventi di fioriture algali tossiche o nocive.

2.4.1.2 Fase II - Identificazione dei siti di riferimento con il criterio delle pressioni

Sulla base del risultato della fase propedeutica si procede, per ciascun tipo, alla selezione di aree costiere che non presentano impatti da attività antropica o che comunque sono soggette ad un impatto di scarsa entità, tale da non influenzare in maniera consistente l'ecosistema acquatico. In tale fase le attività antropiche da considerare non sono solo quelle direttamente incidenti sull'area costiera in esame ma anche quelle del bacino afferente al tratto costiero stesso.

Una prima verifica concernente il bacino tributario, riguarda la rispondenza complessiva del sistema di depurazione a quanto prescritto dalla Direttiva 271/91 CEE "Aree sensibili". In particolare i requisiti per gli scarichi provenienti dagli impianti di trattamento delle acque reflue urbane dovranno essere in accordo con quanto previsto dagli articoli 4 e 5 della citata direttiva. Tabella 1 – All. I), relativamente alle concentrazioni di BOD, COD e Solidi Sospesi, in uscita dagli impianti, o alla percentuale minima di riduzione dei carichi in ingresso. Per quanto riguarda i nutrienti Azoto totale e Fosforo totale, i requisiti dovranno essere quelli previsti per gli scarichi recapitati in aree sensibili soggette ad Eutrofizzazione. I valori limite di concentrazione allo scarico o quelli della percentuale di riduzione (Cfr. Tab. 2, All. I della Direttiva 271/91 CEE), dovranno essere applicati ad entrambi i nutrienti.

Per ciascuna area costiera in esame, si procede poi al calcolo del carico inquinante proveniente dal bacino drenante, considerando le varie fonti d'inquinamento significative.

La quantificazione del *carico generato* verrà effettuata sulla base dei dati relativi allo stato di fatto delle opere fognarie e di depurazione, alla tipologia dei suoli e degli allevamenti zootecnici.

Il *carico liberato* verrà stimato mediante l'individuazione di tutte le frazioni del carico generato non intercettate, quali il contributo dai suoli, gli scarichi fognari liberi, gli effluenti degli impianti di depurazione e le precipitazioni atmosferiche. Il carico inquinante dovrà sicuramente essere valutato per i principali parametri delle acque di scarico: carico organico (BOD, COD) e nutrienti (azoto totale e fosforo totale).

Particolare importanza rivestono le sorgenti diffuse di inquinamento. Pertanto nel calcolo del carico liberato, espresso in T/anno, devono essere considerati non solo i carichi provenienti da sorgenti puntiformi, ma anche quelli generati da sorgenti diffuse connesse con l'uso antropico del territorio e con i processi naturali (dilavamento dei suoli, zootecnia e apporti atmosferici).

Per le procedure di quantificazione dei carichi, si può fare riferimento a: *"Piano delle direttive e degli interventi urgenti per la lotta all'Eutrofizzazione delle acque interne e del mare Adriatico"*, redatto dalla segreteria tecnica dell'Autorità di bacino del fiume Po, (Ottobre 1998).

Nella valutazione del grado di impatto delle attività antropiche, verranno presi in considerazione i carichi di Azoto e di Fosforo espressi come carichi areali specifici. Nella Tabella 2.7 sono riportati i valori minimi di riferimento previsti per dimostrare il basso e/o trascurabile impatto delle attività antropiche sull'area costiera in esame.

Tabella 2.7 Valori di accettabilità dei carichi di N e P

| Sorgenti puntuali | | Comparto Civile e Industriale |
|---|--|--------------------------------------|
| Carico areale specifico relativo all'intera superficie del bacino: | | |
| -Azoto totale | | < 2500 Kg N/ Km ² . anno |
| -Fosforo totale | | < 150 Kg P/ Km ² . anno |
| Sorgenti diffuse | | Comparto agro-zootecnico |
| Carico areale specifico relativo alla Superficie Agraria Utilizzata | | |
| -Azoto totale | | <20 Kg N/ ha . anno di S.A.U. |
| -Fosforo totale | | <0,5 Kg P/ ha . anno di S.A.U. |

2.4.1.3 Fase III – Validazione dei siti di riferimento con il criterio biologico

I siti di riferimento individuati in Fase II con il criterio delle pressioni potranno essere confermati o meno a seguito dell'analisi degli elementi di qualità biologica. Tale validazione verrà effettuata attraverso una verifica su campo che le condizioni dell'elemento di qualità biologica per cui si sta identificando il sito di riferimento corrispondano effettivamente ad uno stato elevato.

Le condizioni di riferimento biologiche sono riferite, per le acque costiere, a fitoplancton, macroalghe, angiosperme e macroinvertebrati bentonici.

La Tabella 2.8 di seguito riportata descrive lo stato elevato per i diversi elementi di qualità biologica.

Tabella 2.8 Descrizione degli elementi di qualità biologica in stato elevato (condizioni di riferimento) per le acque costiere.

| Elementi | Stato Elevato |
|--------------------------------------|--|
| ELEMENTI DI QUALITÀ BIOLOGICA | |
| Fitoplancton | <i>Composizione e abbondanza dei taxa di fitoplancton conformi alle condizioni inalterate. Biomassa media del fitoplancton conforme alle condizioni fisico-chimiche tipiche specifiche e non tale da alterare significativamente le condizioni di trasparenza tipiche specifiche. Fioriture di fitoplancton con frequenza e intensità conformi alle condizioni fisico-chimiche specifiche.</i> |
| Macroalghe e Angiosperme | <i>Presenza di tutti i taxa di macroalghe e di angiosperme sensibili alle alterazioni associate alle condizioni inalterate. Livelli di copertura delle macroalghe e di abbondanza delle angiosperme conformi alle condizioni inalterate.</i> |
| Macroinvertebrati Bentonici | <i>Livelli di diversità e di abbondanza dei taxa di invertebrati bentonici entro l'intervallo di variazione di norma associato alle condizioni inalterate. Presenza di tutti i taxa sensibili alle alterazioni associati alle condizioni inalterate.</i> |

La metodologia usata deve garantire ai risultati prodotti un livello di confidenza statisticamente accettabile, in grado di rappresentare la variabilità naturale del sistema (Allegato II, paragrafo 1.3 della Direttiva). Nel formulare le condizioni di riferimento, è pertanto importante esprimere la variabilità stagionale associata ad un particolare elemento. Ad esempio nel caso del fitoplancton, dovrà essere indicato l'intervallo di variazione stagionale della biomassa, dai minimi invernali ai massimi della stagione primaverile (o estiva).

Seppure la condizione di riferimento rappresenta una descrizione dei soli elementi di qualità biologica, il concetto di 'stato ecologico elevato' incorpora invero anche gli elementi di qualità idromorfologica e chimico-fisica. E' necessario pertanto assicurarsi che anche questi ulteriori elementi di qualità si trovino in stato elevato, a supporto degli elementi di qualità biologica (Tabella 2.9).

Tabella 2.9 Descrizione degli elementi di qualità idromorfologica e fisico-chimica in stato elevato per le acque costiere.

| <i>ELEMENTI DI QUALITÀ IDROMORFOLOGICA</i> | |
|--|--|
| <i>Elemento</i> | <i>Stato elevato</i> |
| <i>Condizioni morfologiche</i> | <i>Variazioni di profondità, struttura e substrato del fondo costiero nonché struttura e condizioni della zona intertidale che corrispondono totalmente o quasi alle condizioni inalterate.</i> |
| <i>ELEMENTI DI QUALITÀ FISICO-CHIMICA</i> | |
| <i>Elemento</i> | <i>Stato elevato</i> |
| <i>Condizioni generali</i> | <i>Elementi fisico-chimici che corrispondono totalmente o quasi alle condizioni inalterate. Concentrazioni di nutrienti entro l'intervallo di variazione di norma associato alle condizioni inalterate. Temperatura, bilancio dell'ossigeno e trasparenza che non presentano segni di alterazione di origine antropica e restano nei limiti di norma associati alle condizioni inalterate.</i> |
| <i>Inquinanti sintetici specifici</i> | <i>Concentrazioni prossime allo zero o almeno inferiori ai limiti di rilevazione delle più avanzate tecniche di analisi di impiego generale.</i> |
| <i>Inquinanti non sintetici specifici</i> | <i>Concentrazione entro l'intervallo di variazione di norma associato alle condizioni inalterate (livelli di fondo naturale).</i> |

Lungo la fascia costiera dell'Emilia-Romagna, dichiarata area sensibile, è problematico individuare un'area/sito coerente con i criteri sopra indicati. In ogni caso da una preliminare analisi dei dati delle condizioni di stato considerando le diverse matrici e delle pressioni, l'area più meridionale della costa rappresentata dalla stazione codificata 319 (3 Km al largo di Cattolica) risulta la zona che più si avvicina alle caratteristiche ed ai criteri che identificano i siti di riferimento.

2.5 BIBLIOGRAFIA DEL CAPITOLO

Annuario regionale dei dati ambientali ARPA Emilia-Romagna, Edizioni 2005, 2006, 2007.

Decreto Legislativo n. 152 del 3 aprile 2006, Supplemento ordinario alla GazzettaUfficiale n. 88 del 14 aprile 2006.

Decreto n. 131 del 16 giugno 2008, Gazzetta Ufficiale n. 187 del 11 agosto 2008 – Suppl. Ordinario n. 189.

Direttiva 2000/60CE del 23 ottobre 2000.

Regione Emilia-Romagna, 1981 – 2006. Eutrofizzazione delle acque costiere dell'Emilia-Romagna. Rapporti annuali a cura di Arpa Struttura Oceanografica Daphne.

3. ACQUE DI TRANSIZIONE

3.1 ANALISI CONDOTTE PER LA TIPIZZAZIONE DEI CORPI IDRICI DI TRANSIZIONE IN COLLABORAZIONE CON LA RER E LE AUTORITÀ DI BACINO COMPETENTI SUL TERRITORIO

3.1.1 Definizione acque di transizione

Le acque di transizione in Emilia-Romagna rappresentano una vasta ed importante realtà che partendo dal delta del fiume Po abbraccia il territorio costiero delle provincie di Ferrara e Ravenna. Gli ambienti di transizione comprendono tutte le aree in cui è presente una interazione tra terra e mare ed il mescolamento delle acque dolci con quelle salate. E' questa la sede in cui sono presenti complesse interazioni e continui scambi di energia fra i due ambienti che, nel tempo, danno vita ad un mosaico di habitat diversi che, soprattutto nelle nostre latitudini, sono popolate da una sorprendente varietà di forme di vita, che li rendono classificabili tra gli ecosistemi a massima diversità. Sono ambienti delicati, estremamente instabili, e soggetti a frequenti modificazioni dovute a fattori sia naturali (deposizioni sedimentarie, variazioni di salinità e di temperatura, ecc..) che antropici (sbarramenti, canalizzazioni, turismo, acquicoltura, ecc..).

Preso atto che gli ecosistemi acquatici di transizione presentano caratteristiche peculiari ed una intrinseca eterogeneità, da una definizione delle stesse riportata nell'Art. 54 D.Lgs 152/06 in recepimento della definizione riportata nella Direttiva 2000/60/CE all'art. 2 definisce acque di transizione "i corpi idrici superficiali in prossimità di una foce di un fiume, che sono parzialmente di natura salina a causa della loro vicinanza alle acque costiere, ma sostanzialmente influenzati dai flussi di acqua dolce", si integra la definizione riportata al Paragrafo A.4.1 della Sezione A del Decreto n. 131 del 16/06/08 di modifica delle norme tecniche del DLgs 152/06. Tale paragrafo precisa che per "una più precisa ed univoca individuazione dei corpi idrici appartenenti alla categoria delle acque di transizione si rende necessario introdurre una definizione delle medesime" definendola "operazionale" dato che tale definizione è di tipo convenzionale ed ha un taglio prevalentemente applicativo. In pratica all'interno del territorio nazionale sono attribuiti alla categoria - acque di transizione - (Paragrafo A.4.1 D. 131/08) *"i corpi idrici di superficie maggiore di 0,5 Km² conformi all'art. 2 della Direttiva, delimitati verso monte (fiume) dalla zona ove arriva il cuneo salino (definito come la sezione dell'asta fluviale nella quale tutti i punti monitorati sulla colonna d'acqua hanno il valore di salinità superiore a 0.5 psu) in bassa marea e condizioni di magra idrologica e verso valle (mare) da elementi fisici quali scanni, cordoni litoranei e/o barriere artificiali, o più in generale dalla linea di costa"*.

Sono attribuiti alla categoria "acque di transizione" anche gli *stagni costieri* che, a causa di intensa e prevalente evaporazione, assumono valori di salinità superiori a quelli del mare antistante.

Oltre alle foci fluviali direttamente sversanti in mare, saranno classificati come "acque di transizione", ma tipologicamente distinti dalle lagune in quanto foci fluviali, *"quei tratti di corsi d'acqua che, pur sfociando in una laguna, presentano dimensioni non inferiori a 0.5 km²"*.

3.1.2 Applicazione del sistema nazionale di tipizzazione delle acque di transizione

Per quanto attiene alla tipizzazione di questi corpi idrici, nell'ambito del gruppo di lavoro comunitario MED-GIG (*Mediterranean Geographical Intercalibration Group*) è stato stabilito un approccio al problema a passaggi successivi.

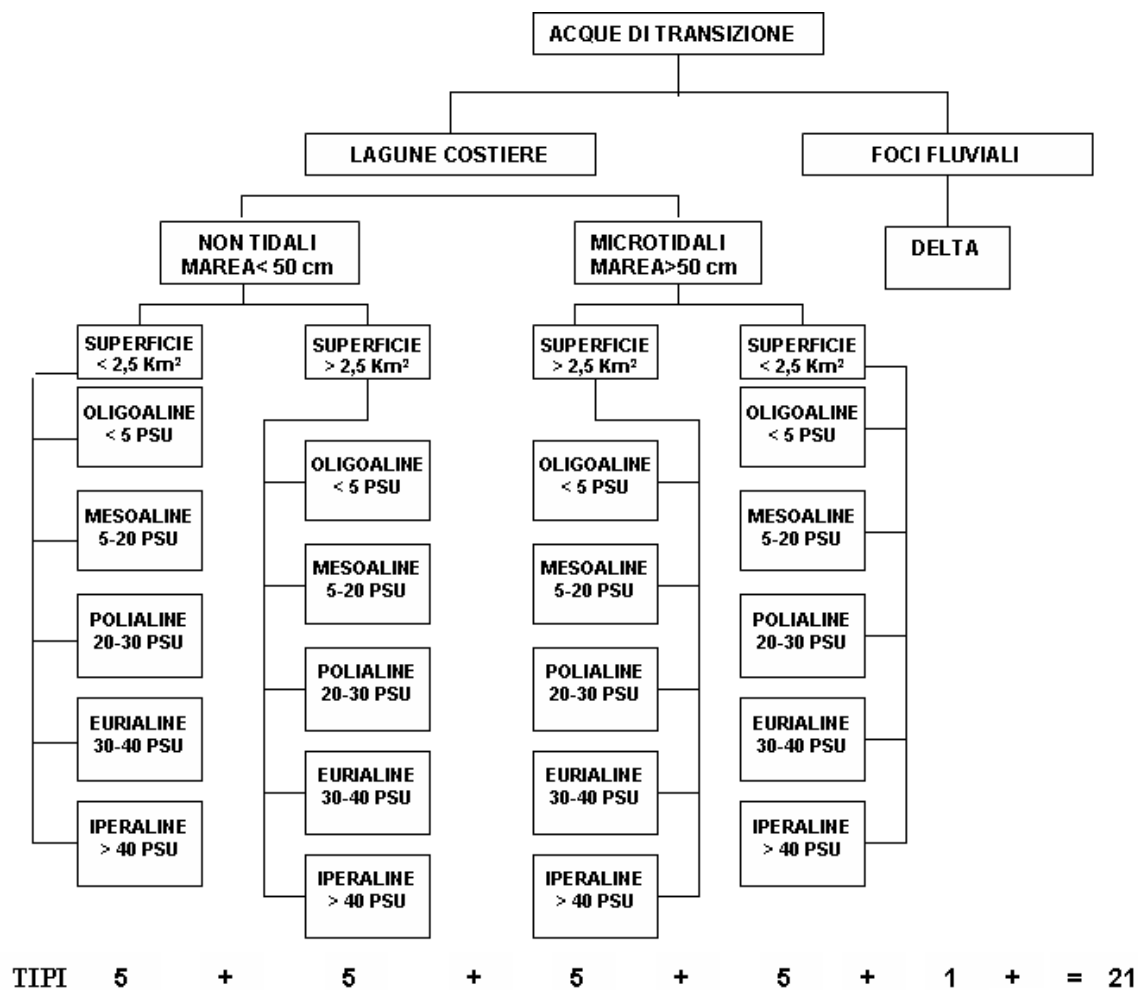
In prima istanza la tipologia delle acque di transizione deve essere definita da ciascun paese membro nella forma più semplice in accordo alle caratteristiche geomorfologiche dei corpi d'acqua (Lagune costiere o Foci fluviali). Successivamente le lagune costiere sono distinte in base all'escursione di marea in:

- micro tidali (escursione di marea > 50 cm)
- non tidali (escursione di marea < 50 cm) (*)

(*) rientrano in questa categoria i laghi costieri salmastri

Una ulteriore distinzione tipologica deve essere effettuata in base alla superficie e alla salinità. Ogni Paese Membro si attiva per implementare, attraverso attività di ricerca, la definizione tipologica delle acque di transizione al fine di ottenere una più efficace classificazione dello stato ecologico. I livelli indicati per ciascun fattore derivano, per range di marea e superficie, da una analisi preliminare dell'insieme di lagune italiane, e, per la salinità, da un adattamento della classificazione proposta dalla Direttiva 2000/60 alla realtà Mediterranea caratterizzata dalla presenza di molti ecosistemi con salinità ampiamente superiore a 40 psu.

Figura 3.19 Definizione dei tipi di acque di transizione



Ecco quindi che complessivamente vengono definite a livello nazionale 21 Tipologie (1 corrispondente a foci fluviali e 20 a lagune).

A livello regionale è possibile una successiva sottotipizzazione con i criteri riportati nella Tabella 3.10. I fattori indicati in Tabella 3.10 ed organizzati in modo gerarchico rientrano tra quelli indicati nel Sistema B della Direttiva 2000/60.

L'organizzazione gerarchica di tipizzazione consente di ottimizzare lo schema proposto a valle di un periodo di intercalibrazione del monitoraggio, con la possibilità sia di includere a livello locale ulteriori fattori significativi (vedi Tabella 3.10), sia di semplificare la classificazione riducendone l'ultimo livello.

Tabella 3.10 Criteri di sub-tipizzazione da applicare eventualmente a livello locale

| | |
|-------------------|---|
| Fattori opzionali | Profondità |
| | Velocità della corrente |
| | Esposizione alle onde |
| | Tempo di residenza |
| | Temperatura media dell'acqua |
| | Caratteristiche di mescolamento |
| | Torbidità |
| | Composizione media del substrato |
| | Configurazione (forma) |
| | Intervallo delle temperature dell'acqua |

Questa metodologia, che è stata proposta a livello nazionale, tenta di massimizzare la sinergia e la coerenza con le iniziative in atto a livello della Eco-regione Mediterranea e, al contempo, cerca di tenere in debita considerazione le eventuali particolarità di situazioni locali.

3.1.3 Caratteristiche delle acque di transizione della regione Emilia-Romagna

Le acque di transizione prese in esame sul territorio regionale sono quelle riportate nel Piano di Tutela (vedi Tabella 3.11).

Tabella 3.11 Corpi idrici significativi di transizione Regione Emilia-Romagna riportati nel Piano di Tutela (2003)

| Autorità di Bacino | Codice di Riferimento | Asta idrografica |
|--------------------------------|-----------------------|--------------------|
| del fiume Po | 991000000000 | Sacca di Goro |
| del fiume Po | 992000000000 | Valle Cantone |
| del fiume Po | 993000000000 | Valle Nuova |
| del fiume Po | 994000000000 | Lago delle Nazioni |
| del fiume Po | 995000000000 | Valli di Comacchio |
| dei Bacini Regionali Romagnoli | 996000000000 | Piallassa Baiona |
| dei Bacini Regionali Romagnoli | 997000000000 | Piallassa Piombone |
| dei Bacini Regionali Romagnoli | 998000000000 | Ortazzo-Ortazzino |

(tratto dal Piano di Tutela Acque Regione Emilia-Romagna, 2003)

Le elaborazioni riportate nella presente relazione sono basate sui dati rilevati nelle attività di monitoraggio effettuato da ARPA a partire dal 2002, i cui riferimenti normativi sono:

- DLgs 152/99, All. 1, Tab. 13 per la matrice acquosa,
- DLgs 152/99, All. 1, Tab. 14 per il biota
- DLgs 152/99, All. 1, Tab. 15 per i sedimenti.

Le acque di transizione individuate nel Piano di Tutela delle Acque della Regione Emilia-Romagna, sono le seguenti:

- Sacca di Goro
- Valle Bertuzzi (Valle Nuova e Valle Cantone)
- Lago delle Nazioni
- Valli di Comacchio
- Piallassa Baiona
- Piallassa Piomboni
- Ortazzo-Ortazzino

In base al D.Lgs 152/99 la frequenza di campionamento della matrice acqua è mensile e quindicinale nel periodo giugno-settembre, mentre la frequenza di campionamento dei sedimenti è annuale, semestrale per la matrice biota.

L'attività di campionamento ed analisi per il monitoraggio per la qualità delle acque di transizione è svolta dalle Sezioni Provinciali di ARPA di Ravenna e Ferrara ciascuna sulla base delle proprie competenze territoriali.

La Rete Regionale di monitoraggio consta di 19 punti di campionamento (Tabella 3.12).

Tabella 3.12 Numero di stazioni della attuale rete di monitoraggio dello stato ambientale delle acque di transizione (D.Lgs 152/99)

| Provincia | Nome del corpo idrico | N. stazioni |
|---------------|-----------------------|-------------|
| FE | Sacca di Goro | 4 |
| | Valle Cantone | 1 |
| | Valle Nuova | 1 |
| | Lago delle Nazioni | 1 |
| | Valli di Comacchio | 5 |
| RA | Pialassa Baiona | 5 |
| | Pialassa Piombone | 1 |
| | Ortazzo-Ortazzino | 1 |
| TOTALE | | 19 |

Nella matrice acqua sono stati monitorati i seguenti parametri di base (con * sono indicati i macrodescrittori):

- Temperatura °C
- pH Unità
- Trasparenza m
- Salinità psu
- Ortofosfato µg/L come P
- Fosforo totale* µg/L come P
- Enterococchi UFC/100mL
- Ossigeno disciolto* mg/L
- Clorofilla “a”* µg/L
- Azoto totale µg/L come N
- Azoto nitrico* µg/L come N
- Azoto ammoniacale* µg/L come N
- Azoto nitroso* µg/L come N
- Analisi quali-quantitativa del fitoplancton N° cellule/L

Mentre i parametri ricercati nei sedimenti sono i seguenti:

- Analisi granulometrica
- Idrocarburi Policiclici Aromatici – IPA

- Metalli pesanti bioaccumulabili
- Saggi biologici
- Carbonio organico
- Composti organoclorurati (PCB e pesticidi)
- Composti organostannici

Inoltre, allo scopo di individuare particolari situazioni di criticità dovute alla presenza di sostanze chimiche pericolose presenti in tracce nelle acque e di concorrere al giudizio di qualità chimica, sul biota vengono eseguite analisi di bioaccumulo, relative ai seguenti parametri:

- metalli pesanti bioaccumulabili;
- idrocarburi policiclici aromatici – IPA;
- composti organoclorurati (PCB e pesticidi).

Per la caratterizzazione dello stato degli ecosistemi, anche ai fini della formulazione del giudizio di qualità ecologica ed ambientale, sono state effettuate indagini sul fitoplancton; i restanti indicatori biologici, macroalghe, fanerogame e macroinvertebrati bentonici, dovranno essere indagati quanto prima.

3.1.3-1 Le lagune costiere

Sacca, o laguna viva, è un braccio poco profondo d'acqua salmastra compreso tra la terraferma e il mare aperto e da quest'ultimo separato da scanni. Lo scambio d'acqua e di specie ittiche tra il mare e la laguna viva è continuo e dipende dai moti di marea: la sua efficienza è legata all'efficienza delle aperture e dei canali di collegamento. Una recente progressiva riduzione degli scambi e la concomitante accentuazione del fenomeno di subsidenza, uniti ad un peggioramento della qualità delle acque e dei sedimenti hanno innescato fenomeni di eutrofizzazione. La specie vegetale dominante è la cannuccia di palude, o canneto a fragmite, che forma masse compatte e dense, dette bonelli, in cui limo e i sedimenti vengono imprigionati dall'intreccio degli apparati radicali. È possibile trovare il canneto sia in acque debolmente salmastre, sia in acque dolci e anche in condizioni terrestri. In generale, con l'aumentare della salinità, il canneto tende a diventare monospecifico, cioè dominato completamente dalla fragmite. Quando la salinità diventa eccessiva la fragmite lascia posto a specie decisamente alofile, come il limonio e il gramignone marittimo. Nelle aree salmastre più profonde, dove è maggiore il disturbo delle onde e delle correnti, si trova una vegetazione sommersa, povera di specie, ma con enormi quantità di biomassa, dove vive un elevato numero di animali planctonici e bentonici.

Sacche e lagune rappresentano la più importante fonte di reddito nel Delta, legata alla molluschicoltura, alla piscicoltura e alla pesca. Nelle sacche e lagune del Delta si trovano: la vongola verace nostrana, la vongola verace filippina (introdotta negli anni ottanta per esigenze di mercato), la cozza, l'ostrica, la scafarca (originaria dell'Indopacifico introdotta accidentalmente negli anni sessanta), il caruso (anch'esso originario dell'Indopacifico), la seppia. Oltre ai molluschi sono presenti: moltissime specie di vermi policheti, tra cui la tremolina e la meriella; crostacei, tra cui il granchio e i gamberi; pesci, tra cui i cefali, il latterino o acquadella, l'anguilla, la spigola o il branzino, l'orata, la sogliola e la passera; rettili acquatici, tra cui la tartaruga di mare. Diffusi, ma non importanti dal punto di vista economico, le bavose, i gò, i ghiozzi o paganelli.

Nel Delta sono rinvenibili anche lagune morte e valli salmastre. Sono indicate come lagune morte gli specchi d'acqua non più direttamente comunicanti con il mare aperto, poco profonde (circa 1 m), arginate artificialmente con dossi e barene costituite dall'accumulo di sedimenti causati da movimenti di terra artificiali. Il mantenimento dei livelli è assicurato dall'azione delle idrovore e dalle chiuse che regolano l'apporto di acque dolci o salmastre dai vari canali artificiali e dai rami secondari del Po. La salinità varia molto durante l'anno e dipende dall'evapotraspirazione e dalle immissioni di acque dall'esterno. Una delle attività tipiche esercitate in queste aree è l'itticoltura, di qui il nome di valli da pesca, con ricambio artificiale dell'acqua per garantire la sopravvivenza degli allevamenti. La vegetazione delle rive in queste aree è estremamente varia e dipende in larga misura dall'intervento dell'uomo, che ha adattato l'ambiente. Le valli ospitano nel periodo

invernale un gran numero di uccelli migratori e acquatici, fra cui, in particolare le folaghe, i fischioni e i mestoloni.

La **Sacca di Goro** (vedi Figura 3.20) è una laguna salmastra estesa circa 2.600 ettari. Confina a nord ovest con gli argini delle ex valli Goara e Pioppa, e con il Bosco della Mesola, a nord con aree bonificate (valli Bonello, Vallazza e Seganda) e con l'argine del Po di Goro. A sud lo Scannone delimita il confine con il mare aperto, una bocca di circa 1.500 metri tra il Lido di Volano e la punta dello Scannone, e un taglio in quest'ultimo, mettono in comunicazione la Sacca con il mare aperto. Le aree orientali sono le Valli di Gorino (1.330 ettari di zona Ramsar).

La Sacca di Goro riceve acqua dal mare con le maree, e acqua dolce dal Po di Goro (tramite la chiusa di Gorino), dal Po di Volano e dal Canal Bianco. Laguna aperta compresa tra il tratto terminale del corso del Po di Goro e la foce del Po di Volano, separata dal mare da un cordone litoraneo sabbioso, di forma ed estensione variabile nel corso degli anni, anche a seguito di ripetuti interventi di taglio operati per assicurare il ricambio delle acque, sia a salvaguardia degli allevamenti di mitili e vongole presenti sulla quasi totalità dell'area, sia dell'area portuale di Goro. Sono presenti manufatti di regolazione sulla arginatura destra del Po di Goro, per consentire immissione di acqua dolce nella sacca, dove trova recapito il Canal Bianco, importante collettore di bonifica. Anche la piccola idrovora che mantiene asciutta una parte del territorio tra Goro e Gorino scarica in sacca. L'emissario dell'idrovora della Giralda, in località Taglio della Falce, immette a sua volta le acque della bonifica delle ex valli Giralda, Gaffaro e Falce, che, assieme alla modesta portata del Po di Volano, per l'azione congiunta delle correnti lungo costa e delle maree, si miscelano con quelle della parte meridionale della sacca.

Figura 3.20 Immagine della Sacca di Goro con posizionate le attuali stazioni di monitoraggio.

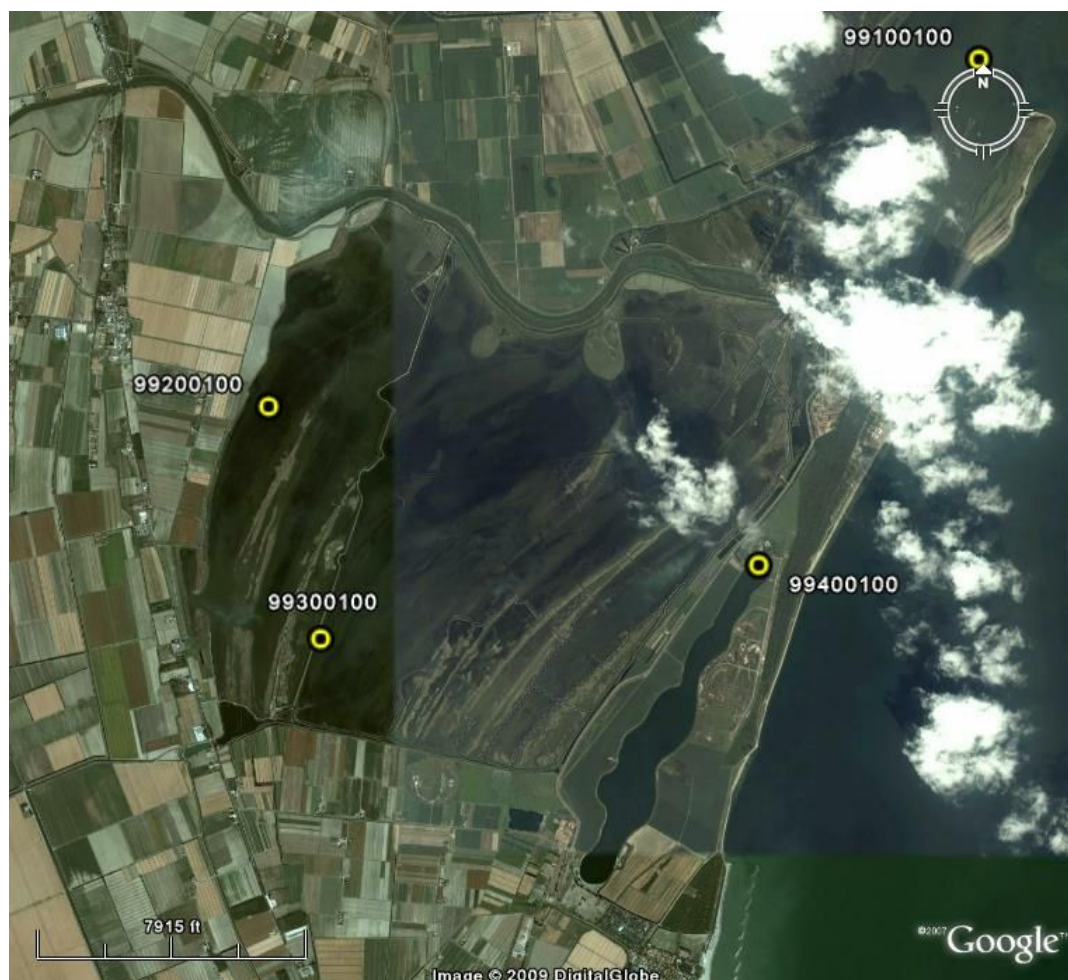


La **Valle Bertuzzi** (vedi Figura 3.21) è composta da due bacini di acqua salmastra Valle Nuova (circa 1.400 ettari) e Valle Cantone (circa 600 ettari). Dopo la sistemazione dell'argine di Val Cantone (1998/99) il complesso è stato idraulicamente separato in due bacini: Valle Cantone e Valle Nuova. Si estende immediatamente a sud del Po di Volano, tra Vaccolino, Lido di Volano, il Lago delle Nazioni e le Valli bonificate di San Giuseppe. Il complesso di Valle Bertuzzi era, fino al 1998, di proprietà della Società per la Bonifica dei Terreni Ferraresi ed è stato venduto a due aziende private le quali hanno una gestione indipendente finalizzata alla pesca estensiva e, in piccola parte, alla caccia. Valle Cantone, stagno salmastro che risulta essere la parte occidentale delle cosiddette "Valli Bertuzzi", separata da Valle Nuova da una arginatura artificiale impostata su un preesistente cordone dunoso fossile. Viene utilizzata per attività di acquicoltura, con immissione di novellame, e pesca per mezzo del sistema tradizionale del "lavoriero". In anni recenti, è stata riattivata la rete di canali circondariali e sublagunari per adeguarla alle mutate condizioni gestionali, conseguenti alla separazione dei due specchi d'acqua. Il prelievo di acqua dolce avviene dal Po di Volano mediante un sifone situato a cavaliere dell'argine destro, a monte di un cavedone che ha lo scopo di interdire la risalita del cuneo salino. Lo scarico delle acque di valle ed il prelievo di acqua salata avvengono mediante pompa idrovora a valle del citato cavedone.

Fino al 1998 l'unico lavoriero in funzione era quello di Valle Nuova, per questo l'intero complesso era chiamato Valle Bertuzzi, dal bacino di maggiori dimensioni, o Valle Nuova dal bacino in cui era presente il lavoriero. La profondità media è di circa 50 cm, ma sono presenti anche zone di 1,5-2 metri in corrispondenza dei canali sub lagunari.

Valle Nuova (vedi Figura 3.21), stagno salmastro che costituisce la parte orientale delle cosiddette "valli Bertuzzi", dopo il loro smembramento in due distinti bacini. E' caratterizzata dalla presenza di ambienti ad acque basse nella porzione meridionale, arricchita di un allineamento subparallelo di dossi, residuo di un ventaglio di dune fossili; anche i due isolotti allungati del Boschetto Bertuzzi e dell'Alto del Diavolo hanno la medesima origine. Gli specchi d'acqua vengono utilizzati per attività itticolture, mediante immissione primaverile di novellame e pesca autunnale-invernale col metodo tradizionale del lavoriero. Proprio per adeguare il sito alle esigenze dell'itticoltura, negli ultimi anni, sono stati scavati canali sublagunari e canali perimetrali per facilitare il ricambio delle acque, che vengono prelevate da un sifone e scaricate con un'idrovora posizionati a cavaliere dell'argine destro del Po di Volano.

Figura 3.21 Immagine della Valle Bertuzzi e Lago delle Nazioni con posizionate le attuali stazioni di monitoraggio



Il **Lago delle Nazioni** (vedi Figura 3.21) è uno stagno salmastro situato tra Valle Nuova, la pineta demaniale e le spiagge di Volano e di Lido delle Nazioni. Ha una superficie di circa 90 ettari ai quali vanno aggiunti, al fine di delimitare l'esatto comparto naturalistico, i 70 ettari circa del contiguo allevamento brado di tori e cavalli Camargue-Delta. Il lago è un bacino semiartificiale, ricavato da scavi e lavori condotti nell'ex valle di Volano. La valle, originatasi per ripetuti episodi di ingressione di acque marine, ha cambiato più volte forma seguendo l'accrescimento del litorale, ed è stata in diretto contatto con il mare fino ad alcuni decenni fa attraverso Bocca del Bianco. Attualmente il ricambio idrico è assicurato da un canale regolato per mezzo di un sifone ed un'idrovora connessi con il tratto terminale della foce del Po di Volano.

Lago delle Nazioni, dopo la trasformazione delle sue sponde meridionali per adeguarle alle esigenze dell'attività nautica, particolarmente attiva nel periodo turistico. In autunno-inverno viene

esercitata anche una modesta attività di pesca di mestiere. Il ricambio delle acque è assicurato da un emissario governato da un modesto impianto idrovoro in località Volano, che scarica (oppure preleva, a seconda del bisogno) in destra del Po di Volano.

Le **Valli di Comacchio** costituiscono un sistema seminaturale la cui evoluzione è stata corretta dall'intervento antropico di regolazione idraulica e di bonifica terminata negli anni '60. Esse sono delimitate a sud dall'argine del fiume Reno e separate dal mare dal cordone litoraneo di Spina, di circa 2,5 km di larghezza. Possono comunicare col mare attraverso il Canale di Porto Garibaldi, il canale Logonovo ed il Gobbino, questo oramai interrotto nella sua bocca a mare.

Le Valli hanno una profondità media di circa 60 cm con massimi di 1,5 - 2 m. Sono attualmente divise in quattro bacini principali: Valle Fossa di Porto (2.980 ettari), Valle Magnavacca (6.160 ettari), parzialmente separate dal cordone dunale di Boscoforte, Valle Campo (1.670 ettari), completamente arginata e Valle Fattibello (730 ettari), separata dal resto del sistema dall'argine del canale Fosse-Foce in diretta connessione con il mare e su cui si affaccia l'abitato di Comacchio. A questi se ne aggiungono alcuni di minor estensione quali le Valli Smarlacca, Scorticata, Lavadena (frutto della separazione di Valle Magnavacca mediante argini di nuova costruzione) e la Salina e, nelle immediate vicinanze, relitti di valli non in comunicazione con le precedenti: Valle Molino, Valle Zavelea (detta anche Oasi Fossa di Porto), Vene di Bellocchio e Sacca di Bellocchio.

Le Valli di Comacchio si sono formate intorno al X secolo a causa della subsidenza. Costituiscono un sistema sostanzialmente chiuso, con ridotti scambi idrici regolati dall'uomo, e caratterizzato da forti escursioni di temperatura e salinità.

Il controllo della salinità veniva affidato agli attingimenti di acqua dolce dal Po di Volano e dal fiume Reno rispettivamente sul lato Nord e sul lato Sud delle Valli. Con la bonifica è venuto a mancare il collegamento col Volano, mentre l'utilizzo delle acque del Reno, negli scorsi decenni compromesso da derivazioni a scopi irrigui ed industriali, è migliorato mediante la costituzione di 2 coppie di sifoni ed il ripristino di alcuni degli storici manufatti di derivazione. Le Valli di Comacchio costituiscono il sistema di acque di transizione maggiormente esteso del territorio regionale e il terzo a livello nazionale dopo la Laguna di Venezia e Grado Marano. Dopo alterne vicende che hanno visto affiancarsi alla tradizionale acquacoltura estensiva esperienze di acquacoltura intensiva, anche a seguito dell'acquisizione da parte del Consorzio per il Parco regionale del delta del Po, la destinazione dell'area è prevalentemente a fini di tutela ambientale; l'attività itticulturale è limitata a Valle Campo, uno stagno salmastro, dove opera un consorzio di pescatori comacchiesi. Le aree vallive situate in provincia di Ravenna, appartenenti a privati, prelevano acqua dal fiume Reno, mediante sifoni a cavaliere dell'argine sinistro. Il sistema di stagni salmastri Valle Fossa di Porto – Valle di Lido Magnavacca (di proprietà pubblica) è separato dall'esterno ed il regime delle acque è dominato da manufatti idraulici le cui manovre permettono il ricambio delle acque ed il controllo della salinità, che in estate – a causa dell'evaporazione – può anche superare quella delle acque marine. La connessione con il mare, attraverso alcuni canali, è regolata da manufatti posti alle stazioni di pesca di Foce, Confina e Bellocchio; l'immissione di acque dolci, attraverso i soliti sifoni, può avvenire – a seconda dei casi – a nord dal canale Fosse – Foce che raccoglie le acque di sgrondo della bonifica del Mezzano, oppure a sud dal fiume Reno a monte della traversa di Volta Scirocco. In ambedue i casi i sifoni recapitano in canali sublagunari che hanno lo scopo di facilitare la diffusione delle acque verso le parti centrali degli specchi vallivi e migliorare la circolazione idraulica.

La Salina di Comacchio si estende su una superficie di circa 600 ettari, situata nella porzione Nord Est del distretto delle Valli di Comacchio. L'area delle saline è un bacino infradunale, il cui limite orientale corrisponde al cordone dunoso di epoca tardoromana sul quale corre l'attuale strada Romea. Confina a Nord col Canale Torre Rossa (Canale Fosse Foce), ad Est col canale Bayon e a Sud Est con la Valle Campo. Anticamente i bacini erano alimentati dall'apporto idraulico della marea e le quote positive dei fondali ne permettevano un'evaporazione particolarmente intensa; oggi che i bacini sono a quote inferiori al livello del mare, l'acqua viene presa dal Canale Logonovo e distribuita all'interno grazie a pompe idrovore.

Figura 3.22 Immagine delle Valli di Comacchio con posizionate le attuali stazioni di monitoraggio



La **Piallassa Baiona** e la **Piallassa Piomboni** (vedi Figura 3.23), comprendono circa 1.500 ettari (di cui circa 1.200 ascrivibile alla sola Baiona) collegate al mare con un unico sbocco rappresentato dal canale Candiano e dalla bocca di porto; il Candiano separa l'area in due distinti spazi lagunari, la Piallassa Baiona a nord e quella del Piomboni a sud. La Baiona, in particolare, è delimitata da due serie di cordoni sabbiosi che si sviluppano parallelamente a costa, mentre il limite settentrionale e meridionale sono definiti da opere artificiali; a sud del cavo portuale e a nord dell'inallveamento del tratto terminale del fiume Lamone.

Nel suo insieme il sistema delle piallasse ravennati è oggi caratterizzato da aree bacinali semisommerse e poco profonde, chiamate "chiari", interrotti da dossi e barene. I chiari, delimitati da argini artificiali, sono alimentati e suddivisi da canali principali e secondari ad andamento rettilineo ed organizzati secondo una prevalente geometria a ventaglio al fine di costituire un bacino di ripulsa a servizio dell'ufficiosità della bocca di porto del canale candiano. I principali tra questi, portano verso la Baiona le acque dolci di drenaggio dei diversi bacini scolanti oltre ad una parte delle acque del fiume Lamone che hanno alimentato il bosco allagato di Ponte Alberete.

L'afflusso idraulico delle piallasse è strettamente controllato, oltre che dal flusso e deflusso mareale, avviene anche attraverso diverse immissioni di acque dolci e controllato dalla presenza di numerose paratoie, saracinesche, dispositivi di troppo pieno, ecc. Le correnti di marea giungono in piallassa attraverso la sola imboccatura connessa al canale portuale e le sue acque ricevono per due volte al giorno acqua marina durante l'alta marea e altrettante volte la restituiscono in bassa marea.

Figura 3.23 Immagine delle Piallasse Baiona e Piomboni con posizionate le attuali stazioni di monitoraggio



Ortazzo è un sito costiero ad elevata diversità ambientale che si estende per circa 300 ettari ed è collocato attorno alla foce Bevano, ultima foce estuariare meandriforme dell'Alto Adriatico libera di evolvere naturalmente. La foce del Bevano è un'importante area di circa 40 ettari, che testimonia, con la sua foce naturale, le dune costiere e le lagune retrodunali, come doveva essere l'intera fascia costiera regionale prima dei massicci interventi antropici.

L'area a sud-ovest della foce è detta **Ortazzino** e comprende i meandri fossili del Bevano, parte delle dune costiere, i retrostanti prati umidi salmastri con falda affiorante e prati aridi con arbusteti termos di precedenti risaie. E' attualmente soggetto agli influssi salmastri della falda, come testimoniato dalla presenza di giuncheti marittimi e si caratterizza come un ampio stagno costiero.

L'Ortazzo – Ortazzino durante il periodo estivo presenta condizioni di secca.

Figura 3.24 Immagine di Ortazzo, foce Bevano con posizionate le attuali stazioni di monitoraggio



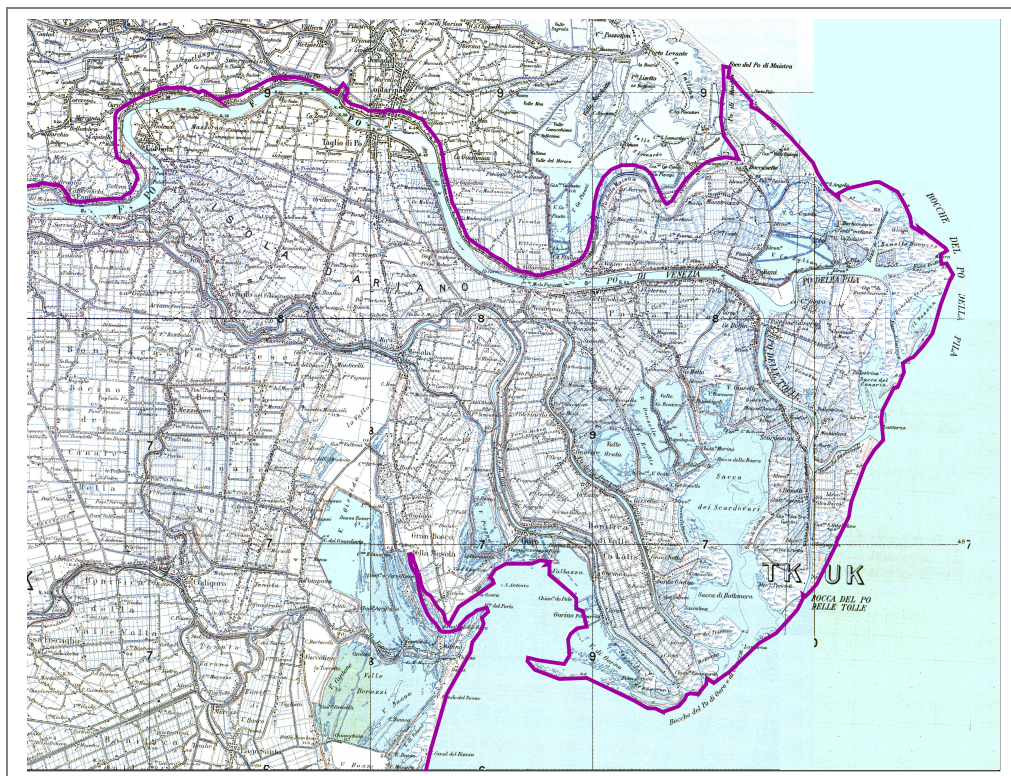
3.1.3.2 Le foci fluviali – Delta

Dalla definizione a livello nazionale dei diversi tipi di acque di transizione (vedi Figura 3.19) emerge la tipologia “Foci fluviali – Delta, ad esso il delta del fiume Po.

Il fiume Po presenta un estuario a delta alquanto esteso e articolato, soggetto a continue variazioni, sia nella forma sia nella dimensione.

Il territorio del Delta del Po, compreso tra l’asta fluviale del Po a valle di Ferrara ed i rami di Volano, Levante, Maistra, Pila, Tolle, Gnocca e Goro, si presenta come un ambiente particolare per la sua vastità e le sue caratteristiche eterogenee, sia per l’origine geologica e le forme della presenza umana, che per la destinazione d’uso (Figura 3.25).

Figura 3.25 Delimitazione territoriale del Delta del Po



Il Po di Volano è un ramo del Po con caratteristiche molto differenti rispetto agli altri rami deltizi: si presenta pressochè privo di aree golenali, scorre nella campagna ad est di Ferrara con ampi meandri, alcuni dei quali connessi con lunghi drizzagni. La maggior parte del corso di questo ramo del Po è caratterizzata dalla monotonia di strette fasce di canneto. Povero di vegetazione ripariale, si arricchisce di ampie fasce di canneti nel tratto a valle del ponte della s.s. Romea. L'insediamento umano in questo territorio è antichissimo, ed anche le bonifiche risalgono alla seconda metà del secolo scorso.

Inoltre lungo l'asta fluviale sono collocati gli abitati di Migliarino, Migliaro, Massafiscaglia e Codigoro, i cui edifici sorgono in molti casi proprio sulle sponde del corso d'acqua.

Il valore di naturalità della fascia fluviale è medio-basso.

In ambito dell'Autorità di Bacino del Po, nel gruppo di lavoro composto da referenti sia dell'Autorità che delle ARPA Veneto e Emilia-Romagna si è cercato di individuare una metodologia comune al fine di delimitare al meglio la tipizzazione di tali ambienti. Solo un ramo del delta del Po ricade nel territorio emiliano romagnolo, quello di Goro (Figura 3.25), i restanti nella regione Veneto.

In tali aree inoltre non sono stati effettuati analoghi monitoraggi come per le acque di transizione sopra riportati, e quindi si è ipotizzato una delimitazione dei confini tra la categoria acque interne e transizione, sulla base della definizione di acque di transizione (vedi Paragrafo 3.1.1), effettuata in collaborazione con ARPA SIMC (vedi Paragrafo 3.1.4).

Dal punto di vista geografico il Delta si estende a nord fino al fiume Adige e a sud fino al Reno, in un territorio completamente al di sotto del livello del mare, fatta eccezione per gli argini, le coste e le dune fossili interne.

La parte interessata dai rami attivi del Po (da nord a sud si incontrano il Po di Maistra, il Po Grande o di Venezia, di Tolle, di Gnocca, di Goro), definita come "Delta attivo", si protende nell'Adriatico per molti chilometri.

Come tutti i tratti deltizi scorre tra alti argini che, anche negli attraversamenti, lo isolano dagli abitati. Il primo tratto è ricco di meandri, anche se non particolarmente marcati, con vegetazione riparia pressoché integra. Le golene, anche ampie, sono spesso coltivate a pioppeto. Questo ramo deltizio è uno dei pochi ad avere isole fluviali abbastanza estese, ricche di vegetazione arbustiva ed anche arborea, ben strutturata. Il tratto a valle del ponte della s.s. Romea è quello che presenta la maggiore naturalità, con un massimo in corrispondenza di Valle Dindona e nel tratto in fregio alla Sacca di Goro.

Il valore naturalistico si mantiene medio alto, pressoché lungo tutto il corso, con le sole eccezioni dei tratti interessati dalla vicinanza di centri abitati.

Il Po di Goro costituisce il ramo più a sud; tutta la vasta area compresa tra tale ramo e la sponda del fiume Reno, nota come "Delta fossile", presenta ancora vaste zone umide (le Valli di Comacchio, la Valle Bertuzzi e altre valli minori), testimonianza degli antichi rami non più attivi, tra cui il Po di Volano, che mantiene oggi la funzione dorsale principale a cui è collegato il reticolo idrografico di bonifica che drena l'intera area compresa tra gli argini di Po e quelli del Reno.

Negli ultimi secoli è stato stimato un allungamento medio di 65 m/anno; la completa regimazione del corso d'acqua, operata con i successivi lavori di sistemazione e bonifica, ha modificato in modo significativo il regime di deflusso rispetto alle condizioni tipiche dei secoli passati, molto più prossime ad un assetto naturale, rendendo non più significativa l'estrapolazione al futuro degli andamenti medi riscontrati su base storica.

Le ramificazioni costituenti il Delta hanno inizio all'altezza di Papozze (Rovigo), al km 625 della progressiva lungo l'asse del Po, dove il corso principale devia verso nord per riprendere successivamente la direzione ovest-est.

Dal ramo principale si dipartono in destra il Po di Goro, diretto verso sud - est, e il Po della Gnocca, al km 656, con un percorso parallelo al Po di Goro; in sinistra il Po di Maistra al km 659.

Le ampie insenature formate dal protendersi nel mare di questi rami prendono il nome di sacche o lagune, direttamente collegate con il mare con una o più bocche; quando queste vengono isolate dal mare diventano valli, con acqua più o meno salmastra, essenzialmente sfruttate per la piscicoltura.

Gli ambienti di transizione dell'Emilia-Romagna presentano inoltre profondità dei fondali che oscillano da un minimo di circa 50 cm fino a valori di 4 metri.

3.1.4 Individuazione del limite delle acque di transizione per il delta del fiume Po

Come già riportato nel Paragrafo 3.1.1 le acque di transizione sono definite dalla Direttiva 60/2000 come corpi idrici superficiali in prossimità di una foce di un fiume, che sono parzialmente di natura salina a causa della loro vicinanza alle acque costiere, ma sostanzialmente influenzati dai flussi di acqua dolce. All'interno del territorio nazionale (convenzionalmente) sono attribuiti alla categoria "Acque di transizione" i corpi idrici, delimitati verso monte (fiume) dalla zona ove arriva il cuneo salino (definito come la sezione dell'asta fluviale nella quale per tutta la colonna d'acqua il valore della salinità è superiore a 0.5 psu) in bassa marea e condizioni di magra e verso valle (mare) da elementi fisici quali scanni, cordoni litoranei e/o barriere artificiali, o più in generale dalla linea di costa. Inoltre, tali corpi idrici sono caratterizzati da una superficie maggiore di 0.5 km².

Purtroppo, per quanto riguarda le acque di transizione non è stato indicato uno specifico metodo per la loro individuazione, risultando tra l'altro non univocamente definibili alcuni concetti, quali ad esempio la condizione di magra fluviale. Pertanto, viene qui descritta una metodologia applicata al delta del fiume Po al fine dell'individuazione delle acque di transizione mediante opportune tecniche di monitoraggio e modellistica numerica, che in modo oggettivo definiscono i suddetti corpi idrici, dove l'oggettività risiede nella condivisione del metodo.

In particolare, la metodologia si articola nelle seguenti attività: applicazione di un modello numerico idrodinamico per la definizione della ripartizione della portata tra i rami del delta; applicazione di un modello a stati permanenti per la stima della massima risalita del cuneo salino nelle diverse condizioni di marea; campagne di misure di portata e di campionamento del cuneo salino per la taratura dei suddetti modelli numerici; applicazione di un modello stocastico per la stima della magra ordinaria del fiume Po; applicazione degli strumenti di calcolo di cui ai punti precedenti per l'individuazione delle acque di transizione nel delta padano.

Nei paragrafi successivi si riporta la descrizione di ciascuna attività, oltre ad una sintesi dei risultati ottenuti.

3.1.4.1 Ripartizione della portata nei rami del delta del fiume Po

Per la costruzione del modello idraulico si è utilizzato un codice di calcolo monodimensionale alle differenze finite sviluppato da Delft Hydraulics denominato Sobek.

Sobek risolve le equazioni del De Saint Venant nella seguente forma:

$$\frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{\partial A}{\partial t} = q_l \quad \text{Equazione di continuità} \quad (1)$$

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{Q^2}{A} \right) + gA \frac{\partial H}{\partial x} + \frac{gQ|Q|}{C^2 AR} - B \frac{\tau_w}{\rho} = 0 \quad \text{Equazione di conservazione}$$

della quantità di moto

in cui:

A: area della sezione bagnata (m²);

C: coefficiente di attrito di Chezy (m^{1/2}/s);

H= z₀+y: altezza del pelo libero rispetto ad un livello di riferimento orizzontale (m);

Q: portata (m³/s);

R= A/P: raggio idraulico (m);

q: portata laterale (m²/s).

B : larghezza dello specchio liquido;

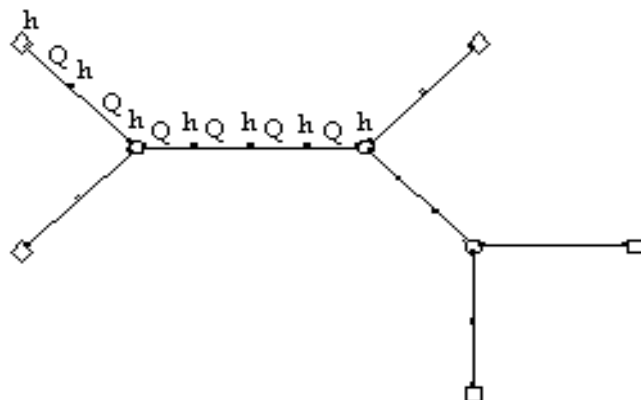
τ_w : sforzo tangenziale dovuto al vento;

ρ : densità dell'acqua dolce

La soluzione del sistema di equazioni per ogni passo temporale è ottenuta su una griglia computazionale costituita da un'alternanza di "Q-points" ed "h-points", cioè da punti in cui viene calcolata rispettivamente la portata ed il carico piezometrico. Questo tipo di schema è definito in letteratura *Delft-scheme*.

In particolare, all'interno della griglia i punti h (livello idrico) sono definiti in corrispondenza di nodi di connessione e di nodi di calcolo, mentre i punti Q (portata) sono posizionati sempre a metà tra due punti h vicini.

Figura 3.26 Schema numerico “Delft-scheme” per la risoluzione delle equazioni di De Saint Venant.



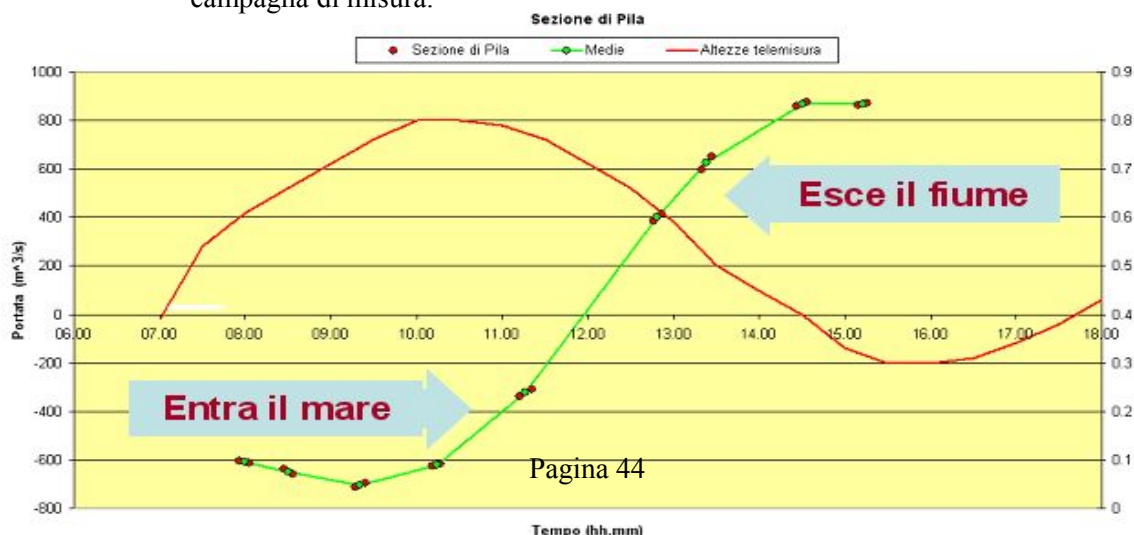
La realizzazione del modello trae avvio da un'analisi specifica sulla ripartizione delle portate tra i vari rami del delta. Tale esigenza nasce dalla considerazione del fatto che 'l'assetto geomorfologico della rete idrografica costituita dai canali principali, dalle rispettive golene e dal corpo idrico ricettore, il mare, condiziona infatti la distribuzione delle portate nei diversi rami' (Fiorotto et al., 2002).

A tal riguardo, la prima serie completa di ricerche idrografiche nel delta del Po risale ai primi anni del secolo scorso ad opera dell'Ufficio Idrografico di Parma, subito dopo la famosa piena del novembre 1926. Una preziosa opera di Visentini del 1940 raccoglie la sintesi di queste ricerche relative alla salinità e temperatura dell'acqua, al trasporto solido, alla climatologia del delta, alla ripartizione delle portate e alla variazione delle spiagge.

Stante l'odierna necessità di aggiornare i rilievi idrografici del delta del Po, nel 2007 ARPA Emilia-Romagna, in collaborazione con ARPA Veneto, ARNI, Provincia di Ferrara, Consorzio di Bonifica Delta Po Adige e il Consorzio I circondario polesine di Ferrara, ha effettuato il monitoraggio della ripartizione delle portate e della massima estensione della risalita del cuneo salino durante un ciclo di marea.

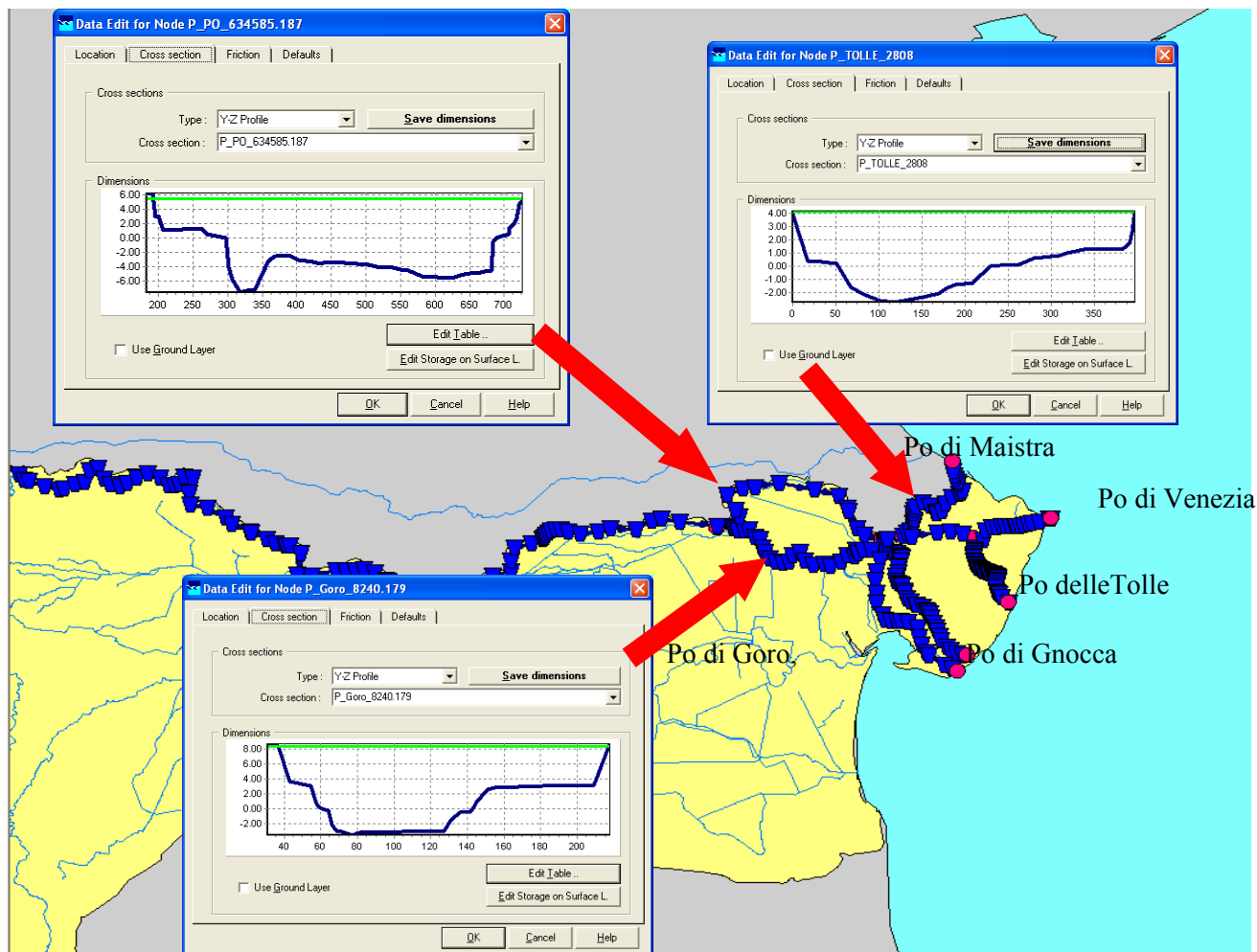
Le caratteristiche idrografiche dei rami del delta dipendono sia dalla portata del Po che dalla marea. Per conoscere esattamente le variazioni di portata durante una giornata, la campagna di monitoraggio avrebbe dovuto estendersi per almeno 24 ore, ma per ridurre il notevole impiego di personale si è preferito effettuare lo studio durante un emiciclo di marea, quindi per 12 ore. I rilievi idrometrici sono stati eseguiti con strumentazione doppler ad ogni ora, operando da natante contemporaneamente sui cinque rami del delta. Le imbarcazioni sono state posizionate in punti dove era presente una stazione strumentata con teleidrometro ad ultrasuoni, che permetteva di leggere il livello del pelo libero del fiume per ogni misura di portata eseguita.

Figura 3.27 Andamento delle portate e dei livelli idrometrici alla sezione di Pila durante la campagna di misura.



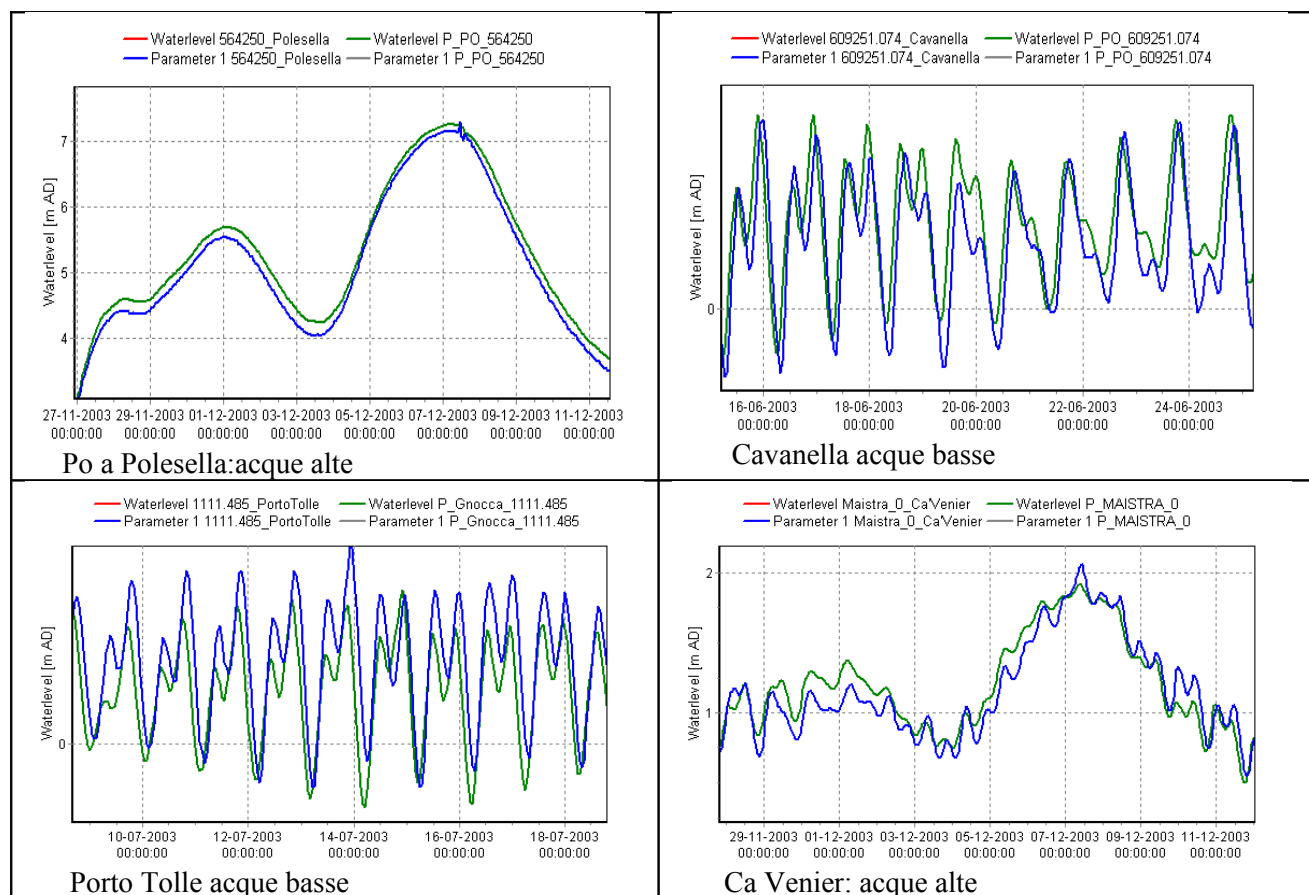
La geometria del modello idrodinamico è stata costruita sulla base di recenti rilievi topografici.

Figura 3.28 Esemplificazione di alcune sezioni trasversali utilizzate per la costruzione della geometria del modello Sobek applicato al delta del fiume Po



La taratura del modello è stata effettuata utilizzando le osservazioni idrometriche disponibili per le cinque stazioni di monitoraggio, una per ciascun ramo del delta, e sulla base dei risultati della campagna di misure di portata sopra descritta.

Figura 3.29 Alcuni esempi di calibrazione del modello idrodinamico del delta del Po.

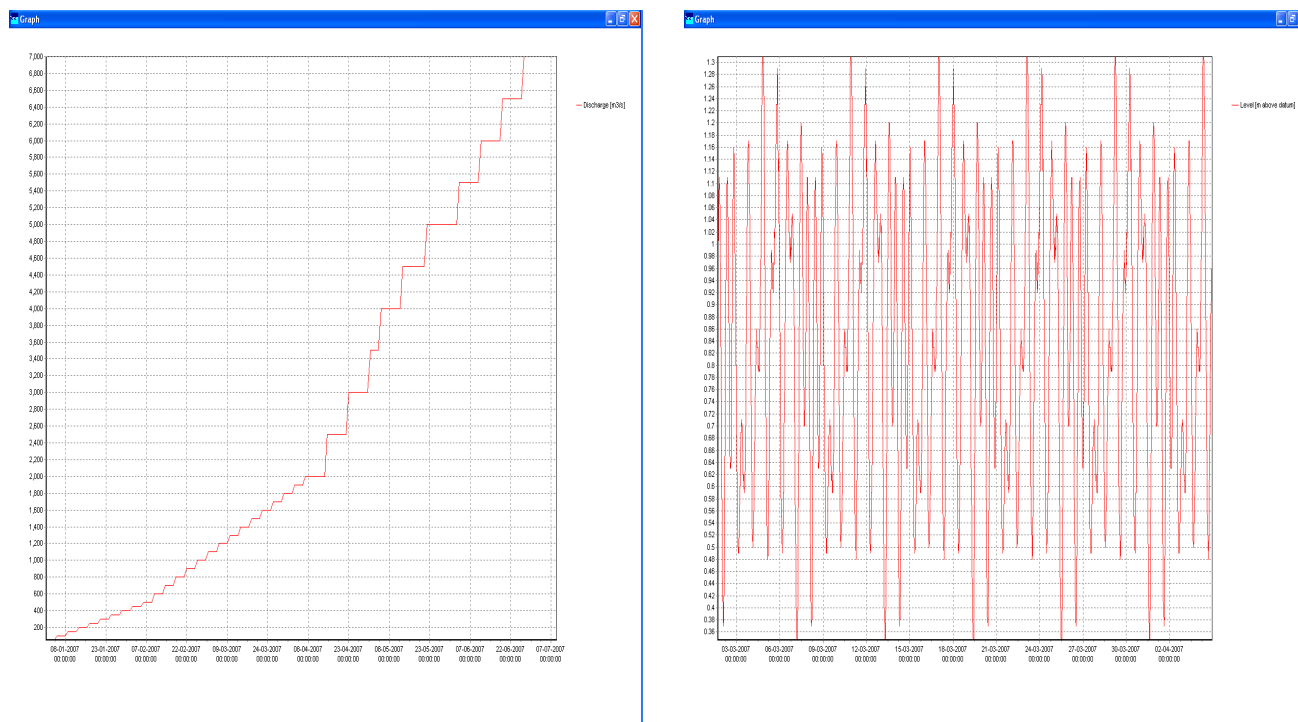


Successivamente, sono state condotte alcune simulazioni numeriche per determinare la ripartizione delle portate tra i rami del delta. A tal riguardo, si è fatto riferimento alla classificazione di acque basse, medie e alte, a secondo del valore della portata del Po a Pontelagoscuro, rispettivamente $Q < 1000 \text{ m}^3/\text{s}$, $1000 \text{ m}^3/\text{s} < Q < 3000 \text{ m}^3/\text{s}$ e $Q > 3000 \text{ m}^3/\text{s}$.

Pertanto, si è considerato per la condizione di monte (sezione di Pontelagoscuro) un idrogramma sintetico a step successivi da un min di $50 \text{ m}^3/\text{s}$ ad un max di $7000 \text{ m}^3/\text{s}$, mentre per la condizione di valle (ossia in corrispondenza delle sezioni terminali di ciascuno dei rami) un ciclo di marea osservato.

La scelta della caratteristica “funzione a gradini” per la condizione di monte (vedi Figura 3.30), è dettata dalla necessità di riprodurre, in corrispondenza della stazione di Pontelagoscuro, uno stato permanente mantenuto per un tempo sufficiente a consentire l’instaurarsi del medesimo stato in ogni ramo. In tal modo, per assegnata portata a Pontelagoscuro, è possibile individuare secondo quale percentuale tale portata si ripartisca tra i rami.

Figura 3.30 Condizione al contorno di monte (grafico a sinistra) e condizione al contorno di valle (grafico a destra) del modello idrodinamico applicato al delta del Po



Per ciascun ramo è stata individuata una stazione di output in corrispondenza della quale evidenziare i valori di tirante idrico e corrispondente portata defluente. In particolare, sono state scelte le sezioni di Ariano per il Po di Goro, Porto Tolle per il Po di Gnocca, Ca' Venier per il Po di Maistra, Ca' Dolfin per il Po di Tolle e infine la sezione di Po di Pila.

La successiva post-elaborazione dei risultati ottenuti ha condotto alla definizione di una serie di equazioni (una per ciascun ramo) in base alle quali determinare, nota la portata a Pontelagoscuro, la ripartizione di portata, in termini percentuali, per ciascun ramo.

$$\text{GORO} \quad y = 2 \cdot 10^{-7} x^2 - 0.0006x + 9.8206$$

$$\text{GNOCCA} \quad y = 0.0003x + 16.694$$

$$\text{MAISTRA} \quad y = 0.0001x + 4.0104$$

$$\text{TOLLE} \quad y = -3 \cdot 10^{-7} x^2 + 0.002x + 11.218$$

$$\text{PILA} \quad y = 1 \cdot 10^{-7} x^2 - 0.0018x + 58.257$$

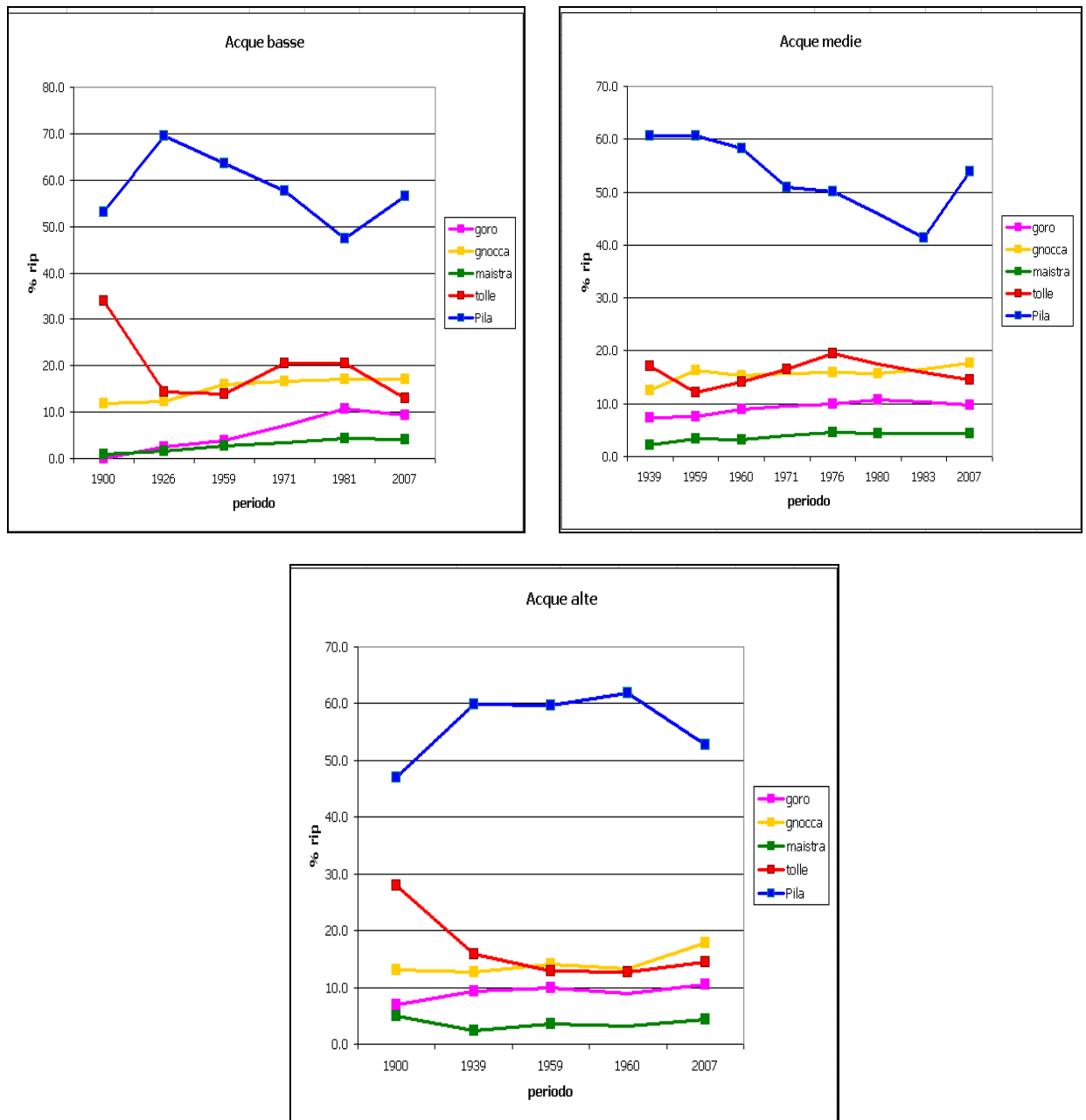
dove:

x : portata a Pontelagoscuro

y : % di portata - rispetto a Pontelagoscuro - per il ramo i -esimo

Inoltre, dall'analisi dei coefficienti di ripartizione della portata del Po dall'inizio del secolo ai giorni nostri è possibile effettuare valutazioni sull'incremento o sulla riduzione dell'officiosità idraulica di ciascun ramo.

Figura 3.31 Evoluzione della ripartizione percentuale di portata tra i rami del Delta dal 1900 ad oggi per acque basse, medie e alte.



3.1.5 Risalita del cuneo salino nei rami del delta del fiume Po

Savenije (2005, p.144) ha dimostrato che le condizioni di alta e bassa marea, rispettivamente HWS (High Water Slack) e LWS (Low Water Slack), nonché quella di marea media TA (Tidal Average), possono essere esaurientemente descritte a mezzo di una equazione di bilancio di concentrazione salina a stati permanenti:

$$S_i - S_f = c_i \frac{dS_i}{dx} \quad (4)$$

in cui:

$i = 1, 2, 3$ indica i tre differenti stati di HWS, LWS e TA;

S_i è la concentrazione salina in condizione di moto permanente;

S_f è la concentrazione salina in acqua dolce.

Il coefficiente c_i , funzione dell'ascissa, viene descritto mediante:

$$c_i(x) = \frac{A}{Q_f} D_i \quad (5)$$

n cui:

D_i : coefficiente di dispersione per ciascuno degli stati i -esimi $[L^2 T^{-1}]$;

Q_f : portata fluviale $[m^3 s^{-1}]$ di segno negativo essendo lo zero dell'asse delle ascisse fissato a foce estuario;

A : area media della sezione di marea $[L^2]$.

La relazione tra la salinità e il coefficiente di dispersione, basata su ricerche di Van der Burgh (1972), è definita da:

$$\frac{dD_i}{dx} = K \frac{Q_f}{A} \quad (6)$$

con:

K : coefficiente di Van der Burgh (adimensionale) con valore compreso tra 0 e 1.

Questa equazione può essere integrata rispetto all'area della sezione, variabile esponenzialmente secondo l'equazione (6), per arrivare all'espressione della dispersione lungo un ramo:

$$\frac{D_i}{D_{0i}} = 1 - \beta_i \left(\exp\left(\frac{x}{a}\right) - 1 \right) \quad (7)$$

dove:

$$\beta_i = - \frac{K_a Q_f}{D_{0i} A_0} = \frac{K_a}{\alpha_{0i} A_0}$$

$$\alpha_{0i} = - \frac{D_{0i}}{Q_f}$$

in cui:

D_{0i} : condizione al contorno in corrispondenza della foce del ramo ($x=0$) per HWS, LWS o TA $[L^2 T^{-1}]$;

A_0 : area della sezione soggetta alla marea media in corrispondenza della foce del ramo $[L^2]$;

a : lunghezza di convergenza dell'area della sezione $[L]$;

α_{0i} : coefficiente di miscelazione in corrispondenza della foce del ramo $[L^{-1}]$.

Il valore di K e di α_{0i} può ottenersi mediante calibrazione, rispetto al valore osservato, della distribuzione longitudinale di salinità in corrispondenza degli stati di alta e bassa marea (HWS e LWS).

La variazione longitudinale di salinità può essere calcolata mediante combinazione delle equazioni (4), (5) e (6):

$$\frac{S_i - S_f}{S_{0i} - S_f} = \left(\frac{D_i}{D_{0i}} \right)^{1/K} \quad (8)$$

dove:

S_{0i} : valore di concentrazione salina a foce ramo per le condizioni di alta, bassa e media marea

S_f : valore di concentrazione salina (condizione al contorno) all'incile del ramo

La curva di intrusione salina derivata per la condizione di marea media – che rappresenta la variazione longitudinale di salinità in condizioni di marea media – può essere utilizzata, allo stesso tempo, anche per i casi di HWS ed LWS traslando la curva a monte o a valle per metà dell'escursione E di marea.

La lunghezza di intrusione salina L_i può essere ricavata ponendo $S_i = S_f$ nelle equazioni (7) e (8), ottenendo in tal modo:

$$L_i = a \ln \left(\frac{1}{\beta_i} + 1 \right) \quad (9)$$

in cui:

L_i : lunghezza di intrusione salina nelle condizioni di HWS, LWS, TA $[L]$.

Dal momento che il metodo è stato applicato in più di 17 differenti casi in tutto il mondo, in special modo per le condizioni di HWS, è stato possibile derivare anche due equazioni predittive per K e D_0^{HWS} (Savenije, 1993).

L'assunzione a base dell'eq.(4) per giungere all'equazione di conservazione della massa in condizioni di moto permanente, richiede che, all'interno di ciascun ramo, venga raggiunta una condizione di equilibrio tra il trasporto avvevativo della salinità da un lato e i processi di dispersione dall'altro.

Al fine di investigare quanto rapidamente si raggiunge una nuova configurazione di equilibrio rispetto ad una variazione intercorsa, Savenije (2005, p.152) ha proposto un'espressione derivata dal tempo di risposta del sistema valutato come una funzione della distribuzione di salinità in condizioni di moto permanente.

Se il tempo richiesto dal sistema per raggiungere una nuova configurazione di equilibrio non è eccessivo rispetto alla variazione delle condizioni al contorno, può essere impiegato un modello di moto permanente.

L'espressione usata è la seguente:

$$T_s \approx - \frac{1}{Q_f S(L/2)} \int_{L/2}^L A S dx \quad (10)$$

con:

- T_s : il tempo di risposta del sistema che rappresenta il tempo richiesto dal sistema per passare da uno stato di moto permanente ad un altro $[T]$
 S : salinità in condizioni di marea media $[-]$
 L : lunghezza di intrusione salina in condizioni di marea media $[L]$
 A : area della sezione in condizioni di marea media $[L^2]$

La morfologia dei rami può essere rappresentata a mezzo di funzioni esponenziali del tipo:

$$A = A_0 \exp\left(-\frac{x}{a}\right) \quad (11)$$

$$B = B_0 \exp\left(-\frac{x}{b}\right) \quad (12)$$

$$h = h_0 \exp\left(-\frac{x}{d}\right) \quad (13)$$

in cui:

- A, B, h sono rispettivamente l'area della sezione, la larghezza liquida e la profondità a distanza x (km) dall'incile del ramo;
 A_0, B_0, h_0 sono l'area della sezione, la larghezza liquida e la profondità all'incile del ramo;
 a, b, d sono le lunghezze di convergenza dell'area, della larghezza liquida e della profondità.

Ne consegue che:

$$d = ab/(b - a)$$

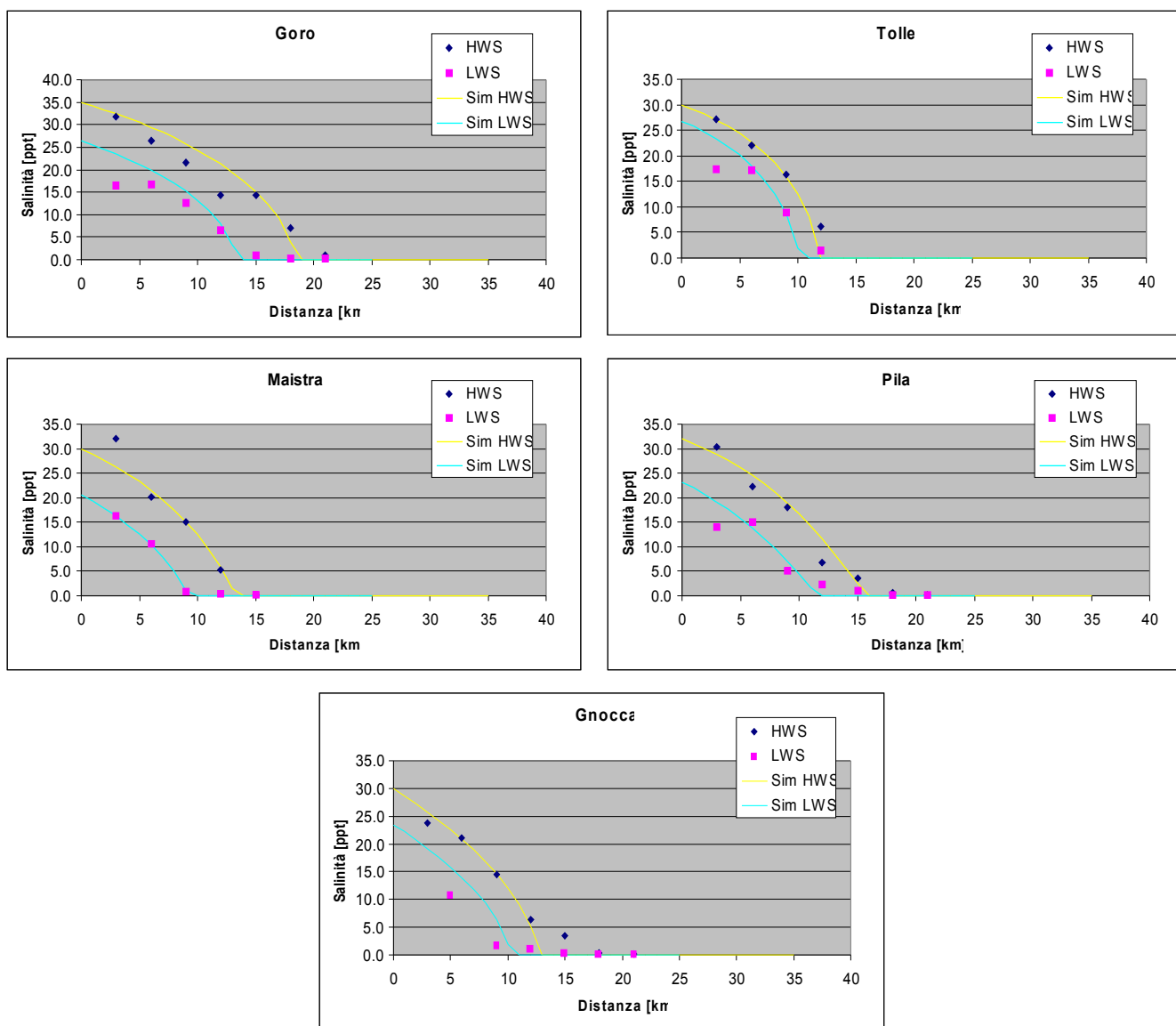
L'area della sezione e la larghezza liquida provengono dai dati osservati valutati in corrispondenza dell'altezza media di marea (all'incirca pari al livello medio del mare).

La lunghezza di convergenza, che è la scala di lunghezza della funzione esponenziale, è ottenuta mediante calibrazione delle equazioni (11), (12) e (13) rispetto ai dati misurati.

Per quanto riguarda il monitoraggio della risalita del cuneo salino è stata applicata una tecnica innovativa detta "moving boat", impiegando una sonda multiparametrica e un'imbarcazione veloce per ciascun ramo del delta del Po. In particolare, la tecnica prevede di effettuare misure di salinità nell'istante di alta marea, muovendosi alla velocità dell'onda di marea stessa. In questo modo, durante una giornata l'intrusione salina può essere monitorata in alta e bassa marea, a seconda della distanza di intrusione del cuneo. Mentre ci si muove alla velocità dell'onda di marea, vengono effettuate misure di salinità a distanze predeterminate, intervallate ogni 3 km. Ciascuna misura viene effettuata all'istante di massimo o minimo di marea, lungo una verticale in continuo e in punto rappresentativo della sezione. Nella campagna di misura del 3/8/2007, con una portata a Pontelagoscuro di 330 m³/s, si è valutata un'ingressione del cuneo salino fino a circa 12 km dalla foce, in bassa marea, e 15 km dalla foce in alta marea.

La campagna di misura di ripartizione delle portate e di intrusione del cuneo salino, unitamente alle recenti sezioni topografiche dei rami del delta, sono state utilmente impiegate per tarare il modello di simulazione di risalita del cuneo.

Figura 3.32 Calibrazione del modello di risalita del cuneo salino in alcune sezioni caratteristiche



L'applicazione del modello, una volta calibrato, consente di definire la massima estensione della propagazione del cuneo salino lungo i rami del delta, nota la portata in ingresso di ciascun ramo.

3.1.5.1 Stima della portata di magra ordinaria

Le numerose pubblicazioni di idrologia, che il Servizio idrografico italiano si è trovato a dover studiare ed effettuare per la soluzione di importanti problemi afferenti a diversi campi della tecnica idraulica, hanno messo in evidenza la necessità di definire in modo esente da ambiguità una terminologia fondamentale. Gli elementi considerati nella terminologia del Servizio idrografico italiano appartengono a due categorie, così come riportate nella pubblicazione nr. 2, volume V anno 1927: in parte hanno carattere prettamente idrologico o meteorologico (precipitazioni, livelli e portate dei corsi d'acqua o di falde freatiche, regime dei bacini imbriferi) e in parte si riferiscono, invece, ai problemi della utilizzazione tecnica delle acque naturali, a scopo irriguo o per generare energia meccanica. Le definizioni della seconda categoria interessano quindi essenzialmente le applicazioni tecniche dell'idrologia, particolarmente nel campo dell'ingegneria e dell'agricoltura.

Tra le definizioni di alcuni termini usati dal Servizio idrografico italiano, precisamente tra gli elementi relativi ai corsi d'acqua, si annovera l'altezza di magra ordinaria in una sezione fornita di idrometro e per un lungo periodo di osservazione (parecchie decine di anni), definita come il livello che supera o uguaglia le minime altezze annuali verificate nella sezione in 3/4 degli anni di osservazione.

Tuttavia, il confronto delle altezze minime con quelle figuranti nelle serie di lungo periodo riesce incerta per effetto delle oscillazioni dell'alveo che tendono a mascherare le effettive variazioni dei deflussi. A tal riguardo, si precisa che le variazioni progressive di una scala delle portate in una data stazione per i valori di magra denunciano chiaramente fenomeni di variazione d'alveo meglio di quanto siano resi dai minimi idrometrici, utili per le stazioni prive di misure di portata. E' opportuno notare che l'alveo del fiume Po compreso tra la Becca e Pontelagoscuro ha subito nel tempo delle forti variazioni morfologiche ed evolutive. In particolare, una debole tendenza all'innalzamento del fondo del Po, tra il 1873 e il 1954, è stata sostituita, nel trentennio 1954-1984, da una forte tendenza all'abbassamento.

La definizione di altezza di magra ordinaria contempla la misura del livello in quanto misura più semplice e diffusa che non quella di portata. Tuttavia, la misura di portata risulta più consona allo spirito e allo scopo per cui è stata creata la definizione, consentendo, proprio nel caso delle sezioni idrometriche del fiume Po, di evitare sia il confronto tra livelli idrometrici che si riferiscono a condizioni di alveo fortemente modificate sia il calcolo di livelli che non corrispondono alle altezze di magra ordinaria in quanto potrebbero superare, attualmente, le minime altezze annuali un numero di volte superiore al 75% dei casi.

Per tale motivo il calcolo della magra ordinaria sarà definita in base all'elaborazione dei valori di portata.

La stima della portata di magra ordinaria fa riferimento ad una tipica applicazione della statistica, disciplina che studia quantitativamente i fenomeni collettivi, ossia i fenomeni che si possono percepire solo tramite una pluralità di osservazioni. In modo molto schematico, si può dire che con la teoria della probabilità si risolve il problema diretto: dalla conoscenza della struttura della popolazione si deduce la probabile struttura del campione; con l'inferenza statistica, invece, si risolve il problema inverso, si descrive la struttura della popolazione a partire dal campione osservato. Nel caso della portata di magra ordinaria risulta fondamentale un lungo periodo di osservazione, indicato con parecchie decine di anni. Tuttavia, nonostante il lungo periodo di osservazione che costituisce il campione, appare opportuno indagare la possibilità di un difetto di campionatura, stimando il quantile corrispondente all'altezza di magra ordinaria mediante l'applicazione del modello probabilistico di Weibull, che ha fornito un migliore adattamento alle serie storiche esaminate.

La distribuzione di Weibull è una distribuzione di probabilità abbastanza popolare in ingegneria sin dalla sua prima introduzione (Weibull, 1939; 1951). Tra gli anni 1960 e 1970 sono stati pubblicati in letteratura molti articoli che riguardano la stima dei parametri della distribuzione di Weibull basata su campioni completi o parziali. Cohen (1965) ha descritto il metodo di stima della massima verosimiglianza e ha derivato la matrice varianza-covarianza dei parametri per una distribuzione di Weibull a due parametri. Allo stesso modo, Harter e Moore (1965) hanno sviluppato una procedura iterativa per trovare la stima della massima verosimiglianza per una distribuzione di Weibull a tre parametri e ha illustrato alcuni esempi numerici per il modello di Weibull a uno, due e tre

parametri. Tra gli altri, Thomas e Bain (1969) hanno derivato i limiti di confidenza dei parametri per una distribuzione di Weibull a due parametri, mentre Greenwood e al. (1979) hanno introdotto il metodo dei momenti pesati in probabilità per il modello di Weibull.

La distribuzione di Weibull è stata ampiamente applicata in idrologia per interpretare anche la distribuzione di frequenza degli eventi di magra dei corsi d'acqua. Ad esempio, Matalas (1963) ha trovato la distribuzione di Weibull particolarmente adatta per l'analisi delle portate di magra e Kite (1988) ha elencato molte tecniche di stima per questo modello di probabilità.

Pecora e Allodi (2001 e 2003) hanno analizzato alcuni eventi di magra del fiume Po proprio utilizzando la distribuzione di Weibull a tre parametri, evidenziando il buon adattamento alle osservazioni sperimentali.

La funzione di distribuzione cumulata (cdf) e la funzione di densità di probabilità (pdf) del modello di Weibull a tre parametri sono definite rispettivamente come

$$F(x) = 1 - \exp\left[-\left(\frac{x - \zeta}{\alpha}\right)^\beta\right], \quad x \geq \zeta$$

$$f(x) = \frac{\beta}{\alpha} \left(\frac{x - \zeta}{\alpha}\right)^{\beta-1} \exp\left[-\left(\frac{x - \zeta}{\alpha}\right)^\beta\right], \quad x \geq \zeta$$

dove $\alpha > 0$ è il parametro di scala, $\beta > 0$ è il parametro di forma e ζ è il parametro di posizione.

La distribuzione di Weibull a tre parametri è legata alla distribuzione GEV-3 (NERC, 1975). Se la variabile X è distribuita secondo la GEV-3 con parametro di posizione ζ' , parametro di scala α' e parametro di forma β' , allora $-X$ è distribuita secondo una Weibull con parametri $\beta = 1/\beta'$, $\alpha = \alpha'/\beta'$ e $\zeta = -\zeta' - \alpha'/\beta'$. Inoltre $\zeta = 0$ per la distribuzione di Weibull a due parametri.

Lo stimatore dei quantili X_T di una distribuzione di Weibull si può ottenere dalla cdf sostituendo $F(x)$ con $1 - 1/T$ e risolvendo rispetto ad x . Il procedimento porge

$$\hat{X}_T = \hat{\zeta} + \hat{\alpha} \left[-\ln(1/T)\right]^{1/\hat{\beta}}$$

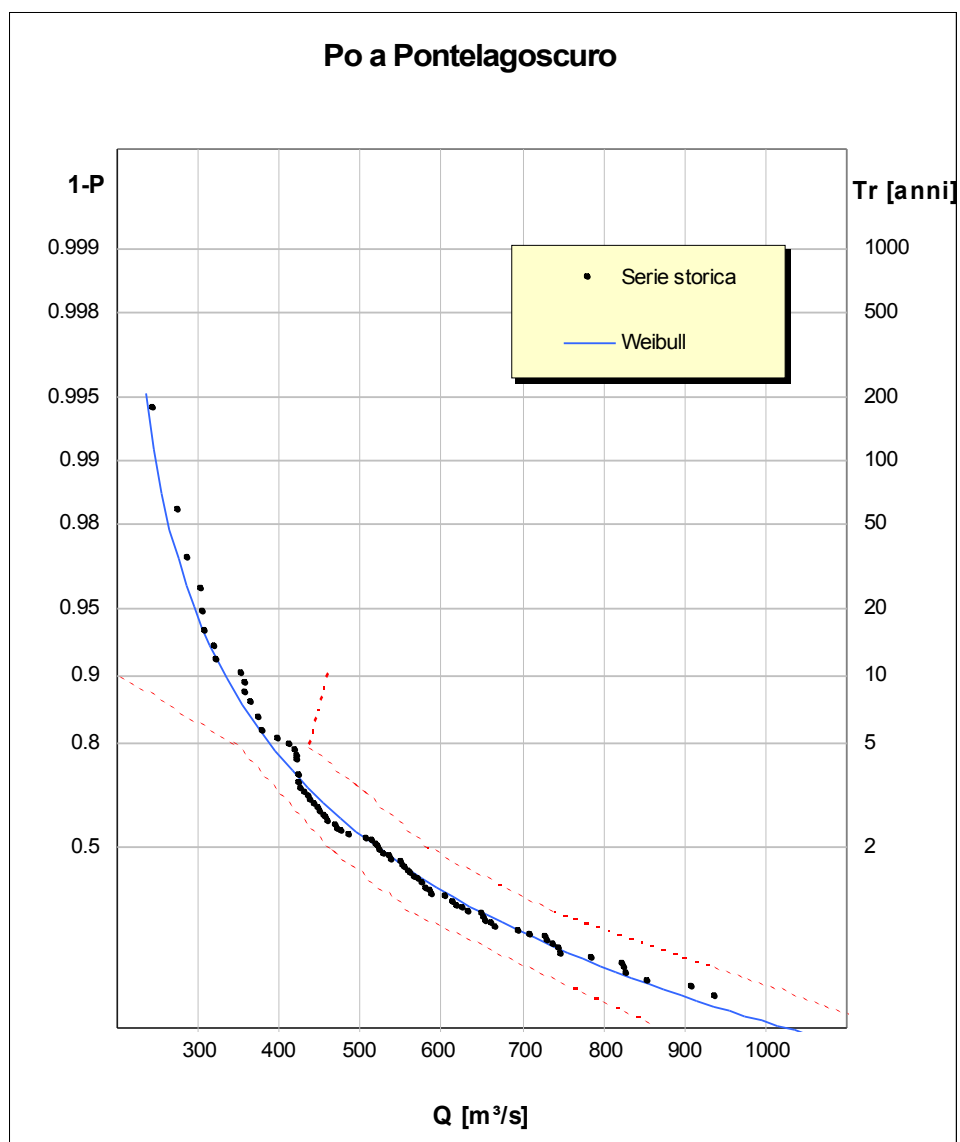
dove $\hat{\zeta}$, $\hat{\alpha}$ e $\hat{\beta}$ sono le stime dei parametri e T è il periodo di ritorno, definito qui come $1/p$ con p uguale alla probabilità di superamento.

Nel presente studio è stato adottato il metodo dei momenti, seguendo la procedura suggerita da Gumbel, che utilizza, oltre la media e la varianza, la media del minimo valore in un campione, assunta pari al minimo valore effettivamente osservato. Questo procedimento permette di attribuire

a $\hat{\zeta}$ un valore inferiore al minimo valore osservato e dello stesso ordine di grandezza.

La distribuzione di probabilità di Weibull è stata così applicata alla serie storica delle portate minime annuali del Po a Pontelagoscuro, calcolando il quantile corrispondente ad una probabilità di non superamento pari a 0.75. La figura successiva evidenzia il buon adattamento della distribuzione di Weibull alla serie storica di Pontelagoscuro, ottenendo un valore di 650 m³/s per la portata di magra ordinaria.

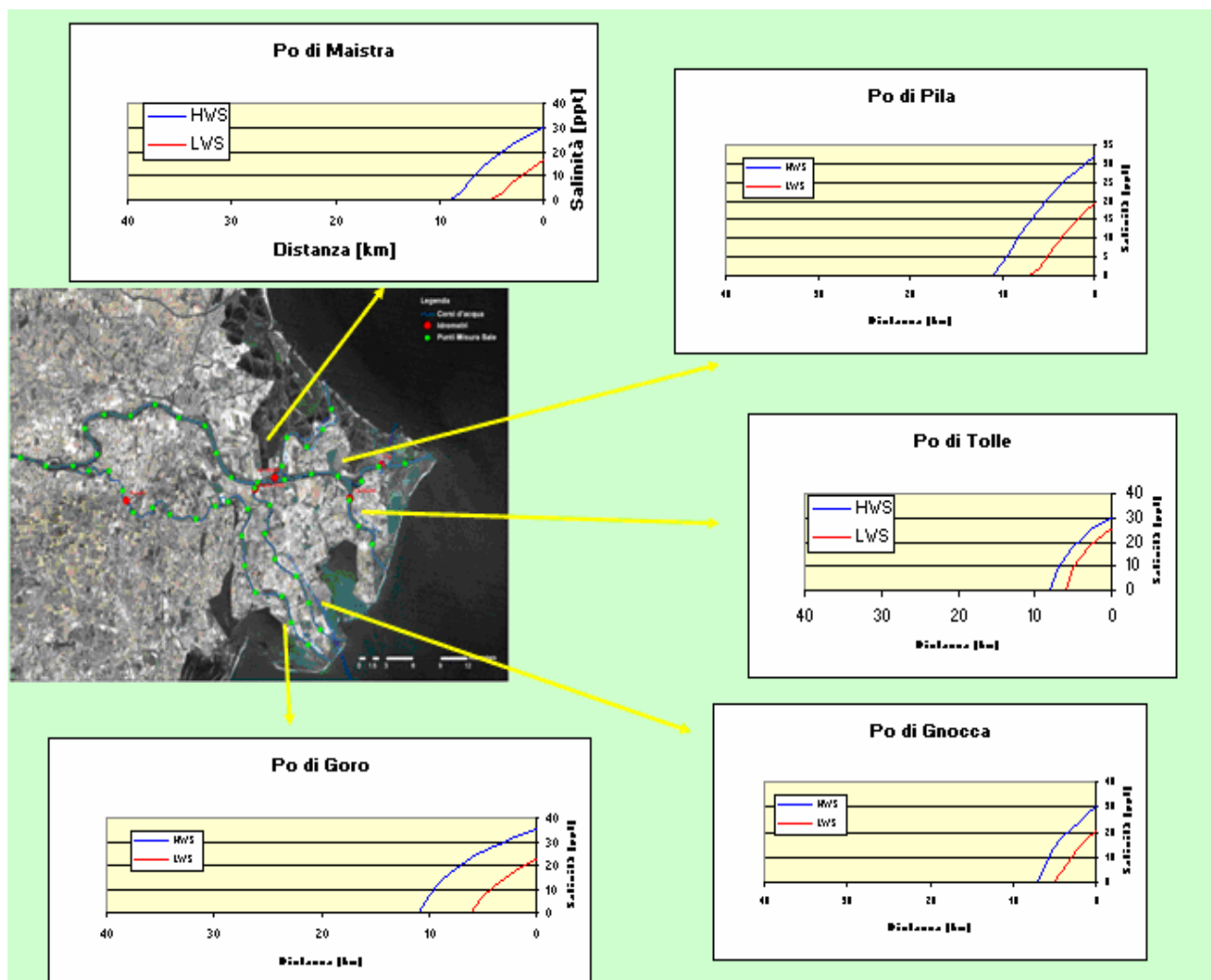
Figura 3.33 Distribuzione di Weibull del Po a Pontelagoscuro



3.1.5.2 Individuazione delle acque di transizione nel delta del fiume Po

Nel paragrafo riguardante la risalita del cuneo salino è stato descritto un metodo speditivo per la determinazione della massima risalita del cuneo mediante un approccio analitico a stati permanenti di equilibrio tra il mare e il fiume. Il metodo consente di valutare, con assegnata portata fluviale, la massima estensione in km del cuneo salino in condizioni di bassa e alta marea.

Figura 3.34 Esempio di applicazione del metodo speditivo per la massima risalita del cuneo salino



Pertanto, se si assegna una portata di $650 \text{ m}^3/\text{s}$ a Pontelagoscuro, pari alla portata di magra ordinaria, e una salinit  minima di 0.5 psu, si ottengono i risultati della massima risalita del cuneo riportati nella Tabella 3.13.

Tabella 3.13 Massima risalita del cuneo salino

| Nome ramo delta | Portata ripartita (m^3/s) | Alta Marea (Km) | Bassa Marea (Km) |
|-----------------|---|-----------------|------------------|
| Gnocca | 109.8 | 6.9 | 4.4 |
| Goro | 61.8 | 10.6 | 5.6 |
| Tolle | 80.5 | 7.7 | 5.9 |
| Maistra | 26.5 | 8.4 | 4.4 |
| Pila | 371.3 | 10.8 | 6.6 |

La suddetta applicazione del metodo trova un'utile collocazione proprio nella definizione delle acque di transizione ai sensi della Direttiva Quadro sulle acque 2000/60/CE.

3.2 INDIVIDUAZIONE DEI “CORPI IDRICI” ACQUE TRANSIZIONE E DEFINIZIONE DEI CONFINI TRA DIVERSI DISTRETTI IDROGRAFICI NELLA REGIONE EMILIA-ROMAGNA

Nel Paragrafo 3.1.3 sono state descritte le caratteristiche delle acque di transizione contenute nel Piano di Tutela sulla base delle conoscenze emerse dalle attività di monitoraggio effettuate in base al D.Lgs 152/99.

I decreti, D.Lgs 152/06 e DM 131/08, definiscono la metodologia che le Regioni, sentite le Autorità di Bacino, applicano per l'individuazione delle acque superficiali alle diverse categorie di fiume, lago, acqua marino costiere e acqua di transizione, definendone i tipi, sulla base dei criteri tecnici di cui all'All. 1, sez. A.

Applicando quanto riportato nel D.Lgs 152/06 (Art. 54) e nel DM 131/08 (vedi Paragrafo 3.1.1), per il territorio nazionale viene data una “Definizione operativa di acque di transizione”; sono attribuiti alla categoria - **acque di transizione** – (Paragrafo A.4.1) *“i corpi idrici di superficie maggiore di 0,5 Km² conformi all'art. 2 della Direttiva, delimitati verso monte (fiume) dalla zona ove arriva il cuneo salino (definito come la sezione dell'asta fluviale nella quale tutti i punti monitorati sulla colonna d'acqua hanno il valore di salinità superiore a 0.5 psu) in bassa marea e condizioni di magra idrologica e verso valle (mare) da elementi fisici quali scanni, cordoni litoranei e/o barriere artificiali, o più in generale dalla linea di costa”*.

Tale definizione, applicata agli ambienti di transizione emiliano-romagnoli, sulla base delle rilevazioni emerse dalle attività di monitoraggio e conoscenza del territorio permettono di definire nella categoria acque di transizione i corpi idrici contenuti nella Tabella 3.14, perché presentano una dimensione maggiore di 0.5 km², sono in collegamento a monte e a valle rispettivamente da un fiume e dal mare, geomorfologicamente si possono definire “Lagune”.

Solo la **Valle di Comacchio**, sempre inserita nella categoria acque di transizione, seguendo quanto riportato sempre nel DM 131/08, potrebbe rientrare nella definizione di “**stagno costiero**”, proprio perché è un ambiente confinato e a causa di intensa e prevalente evaporazione, assume valori di salinità superiori a quelli del mare antistante.

Per quanto riguarda i confini della tipologia Foci fluviali Delta Ramo delta Po di Goro si rimanda al Paragrafo 3.1.4.

La zona umida dell'Ortazzo invece non può essere inserita nella categoria acqua di transizione. Infatti l'Ortazzo, di proprietà privata, è una estensione di suolo che comprende anche una ex-risaia, il tutto inserito all'interno di una lottizzazione abortita, negli anni '60 infatti fu realizzato un reticolo viario regolare poi totalmente abbandonato ed oggi ricoperto da vegetazione spontanea selvatica. La ex risaia è alimentata da Sud mediante una piccola paratoia regolata manualmente che immette periodicamente acqua dolce dal canale Acquara (acque irrigue e di scolo).

Presenta una paratoia permanentemente chiusa verso il canale di bonifica Fosso Ghiaia, e deve la sua debole salinità alla risalita del cuneo salino attraverso la falda freatica. Le comunità che si ritrovano sono prevalentemente tipiche di acque dolci. Nella stagione estiva in gran parte va in secca. Non si tratta quindi di una vera laguna, e nemmeno di una laguna chiusa e/o relitta; a meno della sua collocazione geografica.

Alla luce della descrizione sopra riportata la zona umida Ortazzo non rientra nella definizione di acque di transizione per i seguenti motivi:

- non è delimitata a monte da un fiume;
- a valle non è in collegamento con il mare;
- presenta valori di salinità bassi attribuibili ad ambienti di acqua dolce, con innalzamenti repentini solo in coincidenza di una ingressione salina da falda;
- le lievi pressioni sulla qualità dell'acqua sono attribuibili esclusivamente agli apporti dal canale Acquara (regolati da paratoia) che raccoglie le acque di drenaggio dei terreni agricoli circostanti.

Oltre a non essere attribuibile alla categoria acque di transizione sarebbe anche estremamente difficile individuare per Ortazzo una Tipologia alla luce di quanto riportato nel successivo Paragrafo 3.3 (Definizione delle tipologie) per i seguenti motivi:

- non è attribuibile geomorfologicamente l'identificazione di “Laguna” o “Delta”;
- di conseguenza, non avendo nessun collegamento con il mare, non presenta alcuna escursione di marea.

Ecco quindi che, per quanto riguarda **Ortazzo**, per le considerazioni sopra riportate, **non è da considerare come “acque di transizione”**, né tanto meno è possibile identificarne una sua Tipologia con conseguente classificazione ambientale.

E' comunque importante precisare che la zona umida Ortazzo, per l'elevata valenza naturalistica che presenta, è classificata come zona SIC, ZPS e Ramsar, inserita nella rete del Parco del Delta del Po, e proprio per tali peculiarità deve essere monitorata, salvaguardata e tutelata ai fini della conservazione di habitat prioritari, in applicazione delle norme vigenti.

In Figura 3.35 sono rappresentate le acque di transizione individuate per la regione Emilia-Romagna alla luce del D.Lgs 152/06 e DM 131/08.

In riferimento alle Autorità di Bacino si considera quanto riportato nel DLgs 125/06 art 64: Distretto idrografico padano dal delta del Po al Reno, Appennino Settentrionale tutte le acque di transizione poste nella parte meridionale della regione. Alla luce di quanto richiesto dal DM 131 del 16/06/2008 sono riportati nella Tabella 3.14 gli 8 corpi idrici individuati.

Una eventuale individuazione più dettagliata di corpi idrici verrà effettuata alla luce delle conoscenze che emergeranno con l'applicazione delle attività di monitoraggio richieste dalla normativa vigente e/o in fase di emanazione.

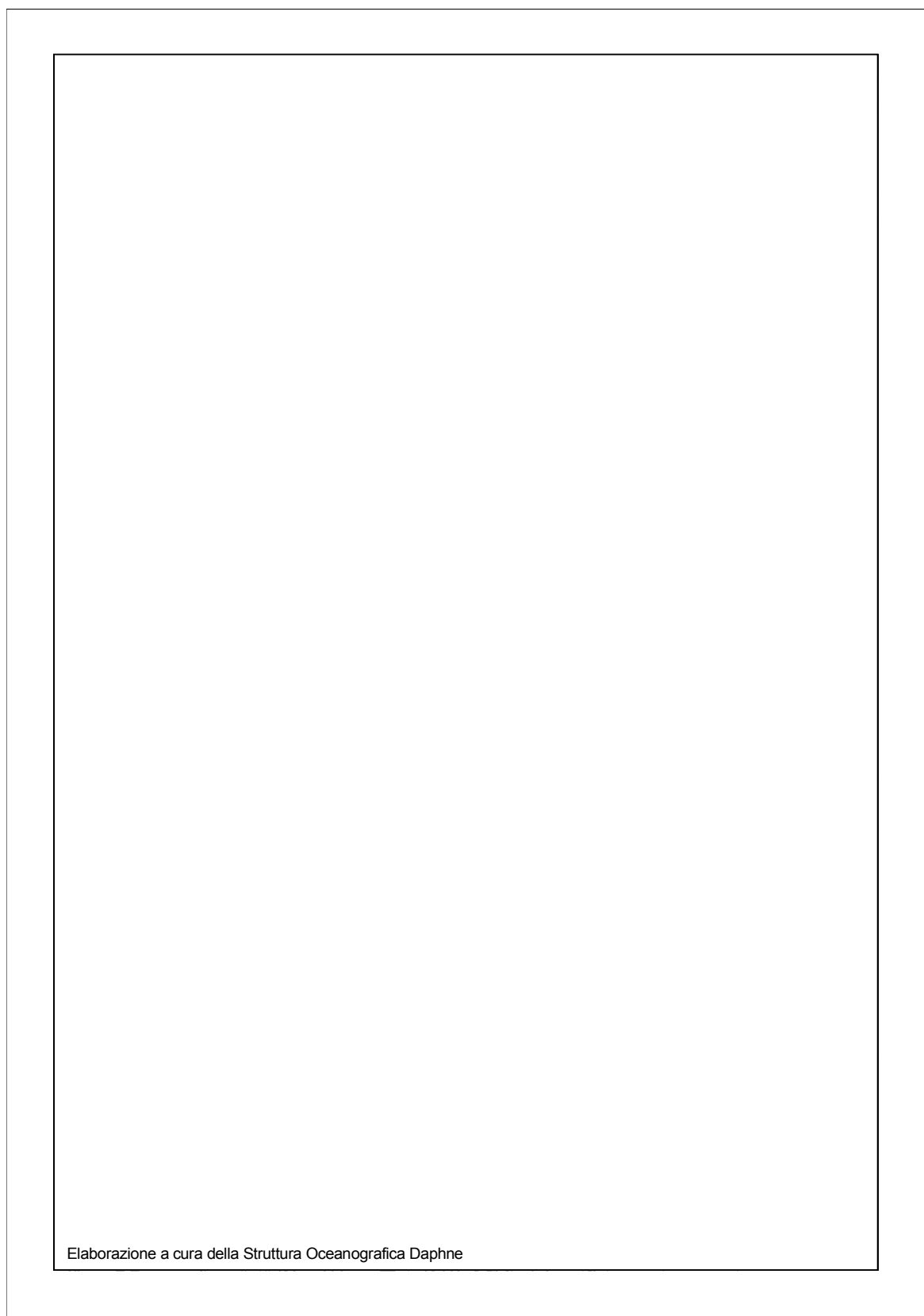
Tabella 3.14 Corpi idrici acque transizione regione Emilia-Romagna DM 131/08.

| Autorità di Bacino | Codice di Riferimento | Corpo idrico |
|--------------------------------|-----------------------|--------------------|
| del fiume Po | 990500000000 1 IR | Delta – Po di Goro |
| del fiume Po | 991000000000 1 ER | Sacca di Goro |
| del fiume Po | 992000000000 1 ER | Valle Cantone |
| del fiume Po | 993000000000 1 ER | Valle Nuova |
| del fiume Po | 994000000000 1 ER | Lago delle Nazioni |
| del fiume Po | 995000000000 1 ER | Valli di Comacchio |
| dei Bacini Regionali Romagnoli | 996000000000 1 ER | Piallassa Baiona |
| dei Bacini Regionali Romagnoli | 997000000000 1 ER | Piallassa Piombone |

Tabella 3.15 Posizionamento tra diversi Distretti idrografici

| Distretto idrografico | Codice di Riferimento | Corpo idrico |
|--------------------------|-----------------------|--------------------|
| Pianura Padana | 06990500000000 1 IR | Delta – Po di Goro |
| Pianura Padana | 06991000000000 1 ER | Sacca di Goro |
| Pianura Padana | 06992000000000 1 ER | Valle Cantone |
| Pianura Padana | 06993000000000 1 ER | Valle Nuova |
| Pianura Padana | 06940000000000 1 ER | Lago delle Nazioni |
| Pianura Padana | 06995000000000 1 ER | Valli di Comacchio |
| Appennino Settentrionale | 10996000000000 1 ER | Piallassa Baiona |
| Appennino Settentrionale | 10997000000000 1 ER | Piallassa Piombone |

Figura 3.35 Rappresentazione cartografica delle acque di transizione alla luce del D.Lgs 152/06 e D. 131/08.



3.3 DEFINIZIONE DEI TIPI DI ACQUE DI TRANSIZIONE DELLA REGIONE EMILIA-ROMAGNA

La caratterizzazione delle acque di transizione deve essere effettuata sulla base dei descrittori di cui alla Tabella 3.16.

Come Localizzazione geografica si rientra nella Ecoregione mediterranea.

A seguire, l'organizzazione gerarchica dei fattori di tipizzazione richiede:

- geomorfologia: suddivisione tra “lagune costiere e foci fluviali”;
- escursione di marea;
- superficie (S);
- salinità.

Tabella 3.16 Descrittori per la suddivisione delle acque di transizione in diversi tipi

| Localizzazione geografica | Ecoregione Mediterranea |
|----------------------------|---|
| Geomorfologia | Lagune costiere o foci fluviali |
| Escursione di marea | > 50 cm < 50 cm |
| Superficie (S) | > 2,5 km ² 0,5 < S < 2,5 km ² |
| Salinità | Oligoaline <5 psu Mesoaline 5-20 psu Polialine 20-30 psu Eurialine 30-40 psu Iperaline > 40 psu |

3.3.1 Caratteristiche geomorfologiche: suddivisione tra “lagune costiere” e “foci fluviali”

Sulla base della definizione di “acque di transizione” riportata nel Paragrafo 3.1.1 e sullo schema riportato in Figura 3.19, si riporta a titolo semplificativo quanto riportato nei paragrafi precedenti in cui per la regione Emilia-Romagna emerge che sono presenti 7 tipi “lagune costiere” e 1 tipo “Foci fluviali – Delta”:

Lagune costiere:

1. Sacca di Goro
2. Valle Cantone
3. Valle Nuova
4. Lago delle Nazioni
5. Valli di Comacchio (stagno costiero)
6. Pialassa Baiona
7. Pialassa Piomboni

Foci fluviali – Delta:

1. Ramo delta Po di Goro.

3.3.1.1 Escursione di marea

L'escursione di marea è distinta in:

- a) microtidali (escursione di marea > 50 cm);
- b) non tidali (escursione di marea < 50 cm);

Applicando tali requisiti alle acque di transizione dell'Emilia-Romagna emerge il seguente quadro riassuntivo:

Microtidali:

- 1. Sacca di Goro;
- 2. Pialassa Piombone.
- 3. Pialassa Baiona.

Non tidali:

- 1. Lago delle Nazioni;
- 2. Valle Cantone;
- 3. Valle Nuova;
- 4. Valli Comacchio.

Sono stati inoltre indicati due parametri prioritari da tenere in considerazione per una definizione più accurata delle tipologie delle acque di transizione da tenere in conto nella scelta degli ecosistemi di riferimento: superficie e salinità.

3.3.1.2 Superficie

Tutte le acque di transizione elencate presentano superfici > di 0,5 Km²; Lago delle Nazioni hanno una superficie inferiore a 2,5 Km² mentre tutte le restanti una superficie maggiore di 2,5 Km² (vedi Tabella 3.17).

Per quanto riguarda il delta del Po – Po di Goro la superficie di nostro interesse risultante dalla metodologia adottata nella presente relazione (vedi Par. 3.1.5 e riportata in Tabella 3.13) è di 0.87 km². Il calcolo è riferito all'intera asta (da sponda veneta a sponda emiliano-romagnola) essendo il corpo idrico posizionato nel confine tra le regioni Emilia-Romagna e Veneto.

Tabella 3.17 Superficie (S) delle acque di transizione in Emilia-Romagna.

| Acque di transizione | S (Km ²) |
|----------------------|----------------------|
| Delta del Po | 0.87* |
| Sacca di Goro | 37.07 |
| Valle Cantone | 5.55 |
| Valle Nuova | 14.06 |
| Lago delle Nazioni | 0.97 |
| Valli di Comacchio | 117.68 |
| Pialassa Baiona | 11.80 |
| Pialassa Piomboni | 3.04 |

* questa superficie è riferita all'intero corpo idrico posizionato nel confine tra le regioni Veneto ed Emilia-Romagna

3.3.1.3 Salinità.

Negli ambienti di transizione i valori di salinità dipendono dal regime idraulico, dalle diverse situazioni di deflusso, dalla situazione mareale. Rapide variazioni di salinità si registrano a seguito del moto ondoso che omogeneizza la colonna d'acqua o in particolari condizioni idrodinamiche quali fenomeni di *upwelling*. I processi fondamentali che regolano la variazione di salinità sono: l'evaporazione, le precipitazioni ed il rimescolamento.

Per sintetizzare, le informazioni richieste dagli allegati tecnici del D.Lgs 152/06, si riferiscono ai valori medi annuali, ma ovviamente, alla luce di quanto sopra esposto sono sicuramente riduttivi e non evidenziano le ampie escursioni sia spaziali che temporali.

In Tabella 3.18 si riportano alcune elaborazioni statistiche (valori medi, massimi, minimi e Deviazione Standard) desunte dai dati rilevati nel periodo 2002 – 2007 dei corpi idrici monitorati fino ad oggi.

Tabella 3.18 Salinità (S): elaborazioni statistiche.

| Statistica: Salinità (psu) | | | | | | | | |
|----------------------------|---------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---------------------------|
| STAZIONE | Funzione statistica | ANNO | | | | | | Valori medi lungo periodo |
| | | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | |
| SGOR1 | Media | 18.02 | 18.51 | 15.98 | 18.56 | 23.59 | 21.38 | 19.34 |
| | Max | 26.70 | 30.10 | 25.10 | 29.90 | 30.90 | 32.90 | 29.27 |
| | Min | 8.30 | 8.00 | 5.90 | 9.30 | 15.80 | 11.50 | 9.80 |
| | D.S. | 6.06 | 7.31 | 7.41 | 5.69 | 4.47 | 6.31 | 6.21 |
| | n. valori | 14 | 15 | 16 | 16 | 14 | 13 | |
| SGOR2 | Media | 21.96 | 23.67 | 21.85 | 23.03 | 25.31 | 25.32 | 23.52 |
| | Max | 25.80 | 31.30 | 29.00 | 30.20 | 30.10 | 32.50 | 29.82 |
| | Min | 17.00 | 10.40 | 12.10 | 16.40 | 21.10 | 19.80 | 16.13 |
| | D.S. | 2.82 | 5.12 | 5.25 | 3.81 | 2.51 | 3.51 | 3.84 |
| | n. valori | 14 | 15 | 16 | 16 | 14 | 13 | |
| SGOR3 | Media | 21.29 | 23.75 | 21.76 | 23.64 | 25.84 | 24.61 | 23.48 |
| | Max | 27.00 | 29.80 | 28.60 | 30.30 | 28.70 | 31.20 | 29.27 |
| | Min | 17.60 | 14.60 | 12.20 | 14.80 | 20.90 | 18.90 | 16.50 |
| | D.S. | 2.71 | 4.74 | 5.21 | 4.75 | 2.16 | 3.94 | 3.92 |
| | n. valori | 16 | 15 | 16 | 16 | 14 | 13 | |
| SGOR4 | Media | 20.61 | 24.41 | 21.46 | 22.90 | 24.69 | 24.30 | 23.06 |
| | Max | 26.20 | 30.50 | 29.70 | 29.00 | 28.30 | 31.60 | 29.22 |
| | Min | 13.00 | 12.10 | 13.10 | 16.00 | 19.90 | 19.00 | 15.52 |
| | D.S. | 3.69 | 4.45 | 5.25 | 3.64 | 2.73 | 3.42 | 3.86 |
| | n. valori | 15 | 15 | 16 | 16 | 14 | 13 | |
| VCAN1 | Media | 16.44 | 17.79 | 13.26 | 15.44 | 16.30 | 21.89 | 16.85 |
| | Max | 18.80 | 22.80 | 17.20 | 19.40 | 25.80 | 25.60 | 21.60 |
| | Min | 13.60 | 11.20 | 7.10 | 11.00 | 9.70 | 17.90 | 11.75 |
| | D.S. | 1.80 | 3.85 | 3.01 | 2.96 | 3.69 | 2.56 | 2.98 |
| | n. valori | 16 | 14 | 16 | 16 | 16 | 14 | |
| VNUO1 | Media | 19.27 | 25.45 | 18.14 | 20.33 | 27.31 | 31.96 | 23.74 |
| | Max | 23.70 | 36.40 | 21.70 | 25.00 | 38.80 | 41.70 | 31.22 |
| | Min | 4.70 | 17.10 | 13.80 | 13.80 | 19.40 | 23.20 | 15.33 |
| | D.S. | 4.66 | 6.70 | 2.45 | 3.08 | 5.85 | 7.17 | 4.99 |
| | n. valori | 16 | 13 | 14 | 14 | 15 | 13 | |
| LNAZ1 | Media | 26.26 | 26.29 | 25.31 | 25.03 | 25.76 | 27.30 | 25.99 |
| | Max | 28.00 | 27.70 | 29.00 | 30.00 | 26.70 | 28.50 | 28.32 |
| | Min | 19.30 | 24.10 | 21.70 | 16.80 | 24.20 | 26.10 | 22.03 |
| | D.S. | 1.96 | 1.12 | 1.56 | 2.57 | 0.87 | 0.80 | 1.48 |
| | n. valori | 16 | 14 | 16 | 16 | 16 | 14 | |
| VCOM1 | Media | 32.84 | 33.66 | 32.32 | 32.34 | 32.10 | 37.61 | 33.48 |
| | Max | 35.10 | 42.30 | 38.30 | 37.90 | 38.40 | 48.00 | 40.00 |
| | Min | 28.20 | 24.50 | 25.80 | 26.60 | 25.20 | 31.00 | 26.88 |
| | D.S. | 2.32 | 6.36 | 4.12 | 3.79 | 4.79 | 5.85 | 4.54 |
| | n. valori | 16 | 16 | 14 | 13 | 14 | 11 | |
| VCOM2 | Media | 31.93 | 33.04 | 31.86 | 31.72 | 31.63 | 36.75 | 32.82 |
| | Max | 34.50 | 40.50 | 37.70 | 37.00 | 37.00 | 46.90 | 38.93 |
| | Min | 28.70 | 24.40 | 25.90 | 27.10 | 24.90 | 31.00 | 27.00 |
| | D.S. | 1.60 | 5.67 | 3.65 | 3.25 | 4.18 | 5.59 | 3.99 |
| | n. valori | 15 | 16 | 14 | 15 | 14 | 11 | |
| VCOM3 | Media | 32.26 | 31.01 | 32.01 | 32.15 | 32.29 | 35.64 | 32.56 |
| | Max | 36.00 | 42.10 | 39.10 | 39.00 | 39.70 | 48.00 | 40.65 |
| | Min | 26.60 | 9.00 | 25.50 | 24.50 | 24.90 | 25.70 | 22.70 |

| Statistica: Salinità (psu) | | | | | | | | |
|----------------------------|---------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---------------------------|
| STAZIONE | Funzione statistica | ANNO | | | | | | Valori medi lungo periodo |
| | | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | |
| | D.S. | 2.81 | 9.78 | 4.78 | 4.25 | 4.98 | 6.90 | 5.58 |
| | n. valori | 15 | 16 | 14 | 13 | 14 | 11 | |
| VCOM4 | Media | 33.03 | 33.01 | 32.14 | 31.97 | 32.50 | 36.22 | 33.14 |
| | Max | 35.60 | 41.70 | 38.20 | 38.00 | 38.60 | 48.00 | 40.02 |
| | Min | 29.10 | 21.00 | 25.80 | 27.10 | 25.30 | 29.90 | 26.37 |
| | D.S. | 2.22 | 6.61 | 4.15 | 3.76 | 4.48 | 6.10 | 4.55 |
| | n. valori | 15 | 16 | 14 | 14 | 15 | 11 | |
| VCOM5 | Media | | | | | 35.59 | 39.07 | 37.33 |
| | Max | | | | | 41.40 | 46.00 | 43.70 |
| | Min | | | | | 30.00 | 33.80 | 31.90 |
| | D.S. | | | | | 3.18 | 4.59 | 3.88 |
| | n. valori | | | | | 14 | 9 | |
| PBAI1 | Media | 31.90 | 32.80 | 32.50 | 30.84 | 32.31 | 33.68 | 32.34 |
| | Max | 34.90 | 36.60 | 35.70 | 35.70 | 35.70 | 36.90 | 35.92 |
| | Min | 29.70 | 26.90 | 28.90 | 14.10 | 19.00 | 27.40 | 24.33 |
| | D.S. | 1.53 | 2.89 | 1.83 | 5.58 | 3.87 | 2.24 | 2.99 |
| | n. valori | 12 | 16 | 16 | 14 | 15 | 16 | |
| PBAI2 | Media | 31.55 | 33.69 | 32.79 | 32.05 | 33.25 | 34.07 | 32.90 |
| | Max | 35.70 | 37.40 | 36.00 | 35.70 | 35.70 | 37.40 | 36.32 |
| | Min | 21.20 | 27.10 | 29.10 | 22.00 | 27.80 | 30.50 | 26.28 |
| | D.S. | 3.52 | 2.93 | 1.90 | 3.52 | 2.13 | 1.88 | 2.65 |
| | n. valori | 13 | 15 | 16 | 13 | 15 | 16 | |
| PBAI3 | Media | 29.86 | 28.55 | 30.76 | 30.19 | 30.78 | 32.03 | 30.36 |
| | Max | 36.00 | 35.60 | 34.10 | 35.10 | 35.20 | 36.30 | 35.38 |
| | Min | 18.50 | 17.60 | 22.90 | 21.50 | 16.10 | 26.60 | 20.53 |
| | D.S. | 5.22 | 5.18 | 2.58 | 3.60 | 4.74 | 2.62 | 3.99 |
| | n. valori | 13 | 15 | 16 | 13 | 15 | 16 | |
| PBAI4 | Media | 31.77 | 33.81 | 33.26 | 32.50 | 33.45 | 34.04 | 33.14 |
| | Max | 36.30 | 37.40 | 36.10 | 35.90 | 36.20 | 37.50 | 36.57 |
| | Min | 22.30 | 26.20 | 30.60 | 24.90 | 30.60 | 30.30 | 27.48 |
| | D.S. | 3.45 | 3.23 | 1.59 | 2.79 | 1.69 | 2.02 | 2.46 |
| | n. valori | 13 | 16 | 16 | 14 | 15 | 16 | |
| PBAI5 | Media | 32.11 | 33.31 | 32.59 | 32.51 | 33.38 | 34.08 | 33.00 |
| | Max | 36.40 | 37.50 | 36.20 | 35.80 | 36.20 | 37.80 | 36.65 |
| | Min | 22.40 | 25.30 | 21.50 | 25.30 | 29.70 | 30.40 | 25.77 |
| | D.S. | 3.40 | 3.92 | 3.42 | 2.68 | 1.91 | 2.02 | 2.89 |
| | n. valori | 13 | 16 | 16 | 14 | 15 | 16 | |
| PPIO1 | Media | 29.08 | 26.77 | 31.18 | 30.43 | 27.17 | 28.27 | 28.82 |
| | Max | 34.90 | 35.90 | 34.10 | 35.10 | 33.80 | 33.80 | 34.60 |
| | Min | 5.30 | 2.20 | 25.80 | 23.40 | 22.50 | 23.40 | 17.10 |
| | D.S. | 7.17 | 13.52 | 2.42 | 2.47 | 3.72 | 3.45 | 5.46 |
| | n. valori | 16 | 15 | 16 | 16 | 16 | 16 | |
| OORT1 | Media | 15.88 | 16.40 | 13.04 | 8.56 | 6.15 | 7.61 | 11.27 |
| | Max | 21.70 | 24.20 | 22.90 | 18.00 | 10.30 | 10.60 | 17.95 |
| | Min | 5.30 | 13.00 | 6.30 | 1.94 | 4.12 | 3.50 | 5.69 |
| | D.S. | 4.63 | 3.94 | 4.61 | 3.96 | 1.88 | 1.98 | 3.50 |
| | n. valori | 12 | 10 | 10 | 12 | 11 | 12 | |

Dai valori riportati nella Tabella 3.18 è evidente l'alta variabilità del parametro; la prima evidenza è rappresentata dai valori di Deviazione Standard che oscillano da un minimo di 0,8 per Lago delle Nazioni per gli anni 2006 e 2007 a un massimo di 7,17 nel 2007 di Valle Nuova a tutte le stazioni di Valli di Comacchio.

Elaborando i dati delle 4 stazioni della Sacca di Goro per il lungo periodo (2002 – 2007) emerge un valore di salinità di 22,35 psu. La variabilità del parametro è evidente sia tra le stazioni e sia tra le diverse annualità, infatti si osservano per ciascuna stazione valori medi nel lungo periodo di 19.34, 23.52, 23.48, 23.06 psu, e valori medi annuali per esempio della stazione SGOR1 posizionata nei pressi della foce del Po di Volano di valori nel 2004 e 2006 rispettivamente di 15.98 e 23.59 psu con valori minimi sempre per gli stessi anni rispettivamente di 7.41 e 15.80 psu.

Esposto brevemente il quadro di variabilità con l'esempio di una stazione non ci dilunghiamo ulteriormente sul tema, ci limitiamo da definire a grandi linee le condizioni saline di ciascun ambiente di transizione rimandando nella successiva definizione di eventuali sub-tipologie

l'ulteriore suddivisione, anche alla luce delle condizioni ecologiche che emergono dall'ulteriore elaborazione.

Tale scenario sarà sicuramente rielaborato alla luce della definizione dei diversi corpi idrici.

Riassumendo si può schematizzare in Tabella 3.19:

Tabella 3.19 Valori di salinità (S)

| Valori medi periodo 2002 - 2007 | |
|---------------------------------|------------------|
| | Salinità (S) psu |
| Sacca di Goro | 22.35 |
| Valle Cantone | 16.85 |
| Valle Nuova | 23.74 |
| Lago delle Nazioni | 25.99 |
| Valli Comacchio | 33.9 |
| Pialassa Baiona | 32.35 |
| Pialassa Piomboni | 28.82 |

Riportando i valori alla seguente classificazione:

Oligoaline <5 psu

Mesoaline 5-20 psu

Polialine 20-30 psu

Eurialine 30-40 psu

Iperaline > 40 psu

si ottiene:

| | |
|----------------------------|------------------|
| Sacca di Goro: | Polialina |
| Valle Cantone: | Mesoalina |
| Valle Nuova: | Polialina |
| Lago delle Nazioni: | Polialina |
| Valli Comacchio: | Eurialina |
| Pialassa Baiona: | Eurialina |
| Pialassa Piomboni: | Polialina |

Applicando quindi la struttura gerarchica proposta per la definizione delle diverse tipologie delle acque di transizione come riportato nello schema in Figura 3.19 si evidenziano **7 tipologie di acque di transizione per il territorio emiliano-romagnolo, costituite da 1 Delta e 6 Lagune**, come riportato sinteticamente nella tabella seguente (Tabella 3.20):

Tabella 3.20 Tipologie acque transizione regione Emilia-Romagna

| 7 tipologie | |
|---------------------------------|---|
| | TIPOLOGIA |
| Delta del Po – Po di Goro | Delta |
| L. Nazioni | Laguna costiera non tidale polialina (sup. < 0.5 km ²) |
| V. Cantone | Laguna costiera non tidale mesoalina (sup. > 0.5 km ²) |
| V. Nuova | Laguna costiera non tidale polialina (sup. > 0.5 km ²) |
| V. Comacchio | Laguna costiera non tidale eurialina (sup. > 0.5 km ²) |
| Pialassa Baiona | Laguna costiera microtidale eurialina (sup. > 0.5 km ²) |
| Sacca Goro Pialassa Piombone | Laguna costiera microtidale polialine (sup. > 0.5 km ²) |

3.3.2 Codifica dei tipi di acque di transizione

Tutte le acque di transizione appartenenti ai diversi tipi sono stati codificate come indicato nella Scheda A1 dell'Allegato A al Decreto in via di emanazione. Tale Decreto è finalizzato all'individuazione delle informazioni territoriali relative alla caratterizzazione, monitoraggio e classificazione delle acque superficiali e sotterranee e delle modalità per lo scambio delle stesse attraverso il sistema WISE.

In particolare la codifica alfanumerica è la seguente:

- codice HER ("06" per la "Pianura Padana", "10" per l'"Appennino Settentrionale").
- codice dell'ambiente di transizione (per la regione Emilia-Romagna 99);
- toponimo (quello individuato dal Piano di Tutela – nome esteso corpo idrico);
- codice corpo idrico (codice ambiente transizione + un progressivo numerico xxxxxxxxxx + 1 + la sigla della regione, es. 99xxxxxxxxxx 1 ER); il corpo idrico Delta del Po – Po di Goro essendo in area di confine tra le Regioni Emilia-Romagna e Veneto, è un corpo idrico interregionale per cui la sigla che identifica la regione di appartenenza è IR;
- codice del tipo (vedi Tabella 3.21).

Per le tipologie vale quanto indicato nella Tabella 3.21.

Tabella 3.21 Elenco dei codici dei tipi acque transizione e denominazione.

| Codice tipo | Tipo |
|-------------|--|
| AT03 | Lagune costiere non tidali di piccola dimensione/Polialine |
| AT07 | Lagune costiere non tidali di media dimensione/Mesoaline |
| AT08 | Lagune costiere non tidali di media dimensione/Polialine |
| AT09 | Lagune costiere non tidali di media dimensione/Eurialine |
| AT18 | Lagune costiere microtidali di media dimensione/Polialine |
| AT19 | Lagune costiere microtidali di media dimensione/Eurialine |
| AT21 | Foci fluviali a delta |

In Tabella 3.22 sono riportati i codici dei tipi per ciascuna area di transizione emiliano romagnola.

Tabella 3.22 Codifica tipi acque transizione emiliano romagnole

| Codice | | TIPOLOGIA |
|-------------------|--------------------------|---|
| AT21 | Delta del Po- Po di Goro | Delta |
| AT03 ¹ | L. Nazioni | Laguna costiera non tidale polialina (sup. < 0.5 km ²) |
| AT07 | V. Cantone | Laguna costiera non tidale mesoalina (sup. > 0.5 km ²) |
| AT08 | V. Nuova | Laguna costiera non tidale polialina (sup. > 0.5 km ²) |
| AT09 | V. Comacchio | Laguna costiera non tidale eurialina (sup. > 0.5 km ²) |
| AT19 | Pialassa Baiona | Laguna costiera microtidale eurialina (sup. > 0.5 km ²) |
| AT18 | Sacca Goro | Laguna costiera microtidale polialine (sup. > 0.5 km ²) |
| AT18 | P. Piombone | Laguna costiera microtidale polialine (sup. > 0.5 km ²) |

3.4 FASE DI APPLICAZIONE SPERIMENTALE DEL SISTEMA DI TIPIZZAZIONE E CLASSIFICAZIONE DELLE ACQUE DI TRANSIZIONE EMILIANO ROMAGNOLE - MACROTIPIZZAZIONE

Alla luce delle prime fasi di attività del progetto finanziato dalla RER “Validazione sperimentale delle metodiche di campionamento e analisi degli elementi di qualità biologica per fiumi e acque di transizione ai sensi della Direttiva 2000/60/CE” 2009 – 2010, e delle criticità elencate in questa relazione per le acque di transizione soprattutto per la definizione delle condizioni di riferimento sito specifiche riportate nel Paragrafo 3.5, si sta ipotizzando di raggruppare i tipi di corpi idrici definiti nel DM 131/2008 ai fini della definizione delle condizioni di riferimento per gli elementi di qualità biologica in 2 macroraggruppamenti.

Considerate quindi le caratteristiche geomorfologiche e le condizioni fisiche e chimico-fisiche e la loro intrinseca variabilità viene proposto di accorpare i sistemi acquatici considerati in 2 tipologie: confinati e non confinati (collegate direttamente a mare o no).

In particolare si propone quanto riportato nella Tabella 3.23.

Tabella 3.23 Raggruppamento per 2 macrotipi

| Geomorfologia | Escursion e marea | Superficie | Salinità | Grado di confinamento | Macrotipo |
|-----------------|----------------------|---|---------------------|--------------------------|-----------|
| Laguna costiera | > 50 cm < 50 cm | > 2,5 km ² 0,5 < S < 2,5 km ² | Oligoaline <5 psu | confinato | TW1 |
| | | | Mesoaline 5-20 psu | | |
| | | | Polialine 20-30 psu | non confinato | TW2 |
| | | | Eurialine 30-40 psu | | |
| | | | Iperaline > 40 psu | | |

Per quanto riguarda la tipologia “Delta” la situazione è ancora più complessa. Oltre a presentare peculiari caratteristiche geomorfologiche e chimico-fisiche, la sua posizione geografica è tra le regioni Veneto ed Emilia-Romagna. Un approccio particolare dovrà essere tenuto in considerazione quando si programmeranno le attività di monitoraggio. In tutti i casi l’elemento di pressione dominante resta l’ingressione del cuneo salino che dovrà essere preso in considerazione nelle misure da attuare con il Piano di Gestione di Bacino.

¹ Nel paragrafo successivo 2.3 si propone di identificare il Lago delle Nazioni come corpo idrico artificiale.

Tabella 3.24 Macrotipizzazione acque transizione Emilia-Romagna

| Codice tipo | | Geomorfologia | Grado di confinamento | Macrotipo |
|-------------------|-----------------|-----------------|-----------------------|-----------|
| AT03 ¹ | L. Nazioni | Laguna costiera | Confinato | TW1 |
| AT07 | V. Cantone | | | |
| AT08 | V. Nuova | | | |
| AT09 | V. Comacchio | | | |
| AT19 | Pialassa Baiona | | Non confinato | TW2 |
| AT18 | Sacca Goro | | | |
| AT18 | P. Piombone | | | |
| AT21 | Po di Goro | Delta | | |

3.5 INDIVIDUAZIONE DELLE CONDIZIONI DI RIFERIMENTO (ANCHE DERIVANTI DA MODELLISTICA E/O GIUDIZIO DI ESPERTI) PER OGNI TIPOLOGIA, SULLA BASE DELLE LINEE GUIDA NAZIONALI IN ATTESA DI EMANAZIONE

Al momento non è possibile individuare dei siti di riferimento per le diverse tipologie non essendo al momento definiti, a livello nazionale, le condizioni di riferimento in particolare per gli elementi biologici e a livello di Ecoregione Mediterranea non sono ancora disponibili approcci condivisi per la definizione delle condizioni di riferimento degli elementi biologici di qualità per le acque di transizione.

L'allegato II della Direttiva riporta che per ciascun tipo di corpo idrico superficiale individuato devono essere fissate le condizioni di riferimento tipo specifiche per gli elementi di qualità biologica. Gli elementi di qualità biologica descrivono le condizioni di riferimento, sono sito specifiche, e concorrono con gli elementi chimico fisici e morfologici allo stato ecologico.

Per quanto riguarda gli elementi qualitativi biologici è in corso il processo di intercalibrazione a livello dei Paesi Membri della Comunità Europea che ha lo scopo di assicurare consistenza e confrontabilità dei risultati dei sistemi di monitoraggio effettuati da ciascun stato membro.

L'utilizzo delle analisi delle pressioni associato con i criteri ecologici è il modo più efficiente per effettuare le scelte preliminari dei siti di riferimento potenziali. E' evidente che, non disponendo ancora di una condizione di riferimento precisa non è possibile eseguire una classificazione accurata del corpo idrico secondo i criteri della Direttiva. Come già riportato, l'ambiente "acqua di transizione", pur avendo origine a seguito dell'evoluzione delle foci dei fiumi e della linea di costa del mare Adriatico, si può affermare che nel tempo, e soprattutto negli ultimi decenni ha assunto connotati di forte artificialità dovuta all'azione produttiva e conservativa dell'uomo. Questa tipologia di ambiente assume in generale carattere di omogeneità sotto il profilo della qualità delle acque, dell'habitat acquatico.

Per le acque di transizione si rimarca che ad oggi non sono disponibili dati/informazioni sugli elementi biologici (fitoplancton, macroalghe, fanerogame, macroinvertebrati bentonici, fauna ittica). Il D.Lgs 152/99 richiedeva come opzione facoltativa le indagini sul fitoplancton, macroalghe e fanerogame, e macroinvertebrati bentonici (Punto 3.5.2), in attesa della definizione dei criteri di classificazione ambientale di cui al Punto 2.1.2.

Ad oggi, in esecuzione di una attività progettuale finanziata dalla RER "Validazione sperimentale delle metodiche di campionamento e analisi degli elementi di qualità biologica per fiumi e acque di transizione ai sensi della Direttiva 2000/60/CE" 2009 – 2010, sono in fase di raccolta ed elaborazioni dati su tali elementi. La letteratura scientifica e l'esercizio di intercalibrazione non hanno ad oggi proposto ancora indici facilmente applicabili e sufficientemente affidabili. Per l'utilizzo di questi elementi di qualità biologica, quali indicatori dello stato ecologico, ci sono da considerare alcuni problemi quali la variabilità biologica (non solo stagionale, soprattutto per il fitoplancton) e la difficoltà di campionamento, come per esempio per la fauna ittica. Ecco quindi che risulta molto importante verificare lo "stato dell'arte", eseguire attività di monitoraggio

¹ Nel paragrafo successivo 2.3 si propone di identificare il Lago delle Nazioni come corpo idrico artificiale.

“sperimentali” che permettano di definire le linee guida/procedure da utilizzare anche alla luce del contenuto dell’Allegato II, 1.3 vi) della Direttiva 2000/60/CE che prevede *.. se non risulta possibile stabilire, per un elemento qualitativo in un dato tipo di corpo idrico superficiale, condizioni di riferimento tipiche specifiche attendibili a causa della grande variabilità naturale cui l'elemento è soggetto - non soltanto in conseguenza delle variazioni stagionali -, detto elemento può essere escluso dalla valutazione dello stato ecologico per tale tipo di acque superficiali. In questo caso, gli Stati membri specificano i motivi dell'esclusione nel piano di gestione del bacino idrografico.*

Resta comunque inteso che si dovrà al meglio applicare i principali metodi per la definizione delle condizioni di riferimento quali:

- metodo spaziale, basato sull’uso dei dati provenienti da siti di monitoraggio;
- metodo teorico basato su modelli statistici, deterministici o empirici di previsione dello stato delle condizioni naturali indisturbate;
- metodo temporale, basato sull’utilizzazione di dati di serie storiche o paleoricostruzione o una combinazione di entrambi;
- una combinazione dei precedenti approcci;

Tra i metodi citati è utilizzato prioritariamente quello spaziale. Qualora tale approccio non risulti applicabile si ricorre agli altri metodi elencati ed eventualmente al *giudizio degli esperti*, nel caso di comprovata l’impossibilità di applicare altri metodi. Il metodo spaziale si basa sui dati di monitoraggio qualora siano disponibili siti, indisturbati o solo lievemente disturbati, idonei a delineare le “condizioni di riferimento” e pertanto identificati come “siti di riferimento”. I siti di riferimento sono individuati attraverso l’applicazione dei criteri di selezione basati sull’analisi delle pressioni esistenti e dalla successiva validazione biologica.

La procedura delineata dal Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, nella bozza del DM relativo al monitoraggio e alle condizioni di riferimento (non ancora emanato), prevede che le Regioni, sentite le Autorità di bacino, individuino per ciascuna categoria e tipo di corpo idrico, i potenziali siti di riferimento sulla base dei dati e delle conoscenze relative al proprio territorio inviando le relative informazioni al MATTM.

Alle Regioni e alle Agenzie spetta dunque il compito di identificare, sulla base di dati disponibili e delle proprie conoscenze del territorio locale, i potenziali siti di riferimento per i tipi fluviali individuati, verificarli attraverso specifiche campagne di monitoraggio e inviare i dati al MATTM per l’elaborazione delle condizioni di riferimento da utilizzare per applicare l’EQR.

Le forti criticità legate all’approccio spaziale per l’individuazione delle condizioni di riferimento sono riconducibili ai seguenti fattori:

- 1) le caratteristiche morfologiche delle aree di transizione sono condizionate sensibilmente sia da interventi antropici (comprese le attività di bonifica indirizzate verso la ricerca di un assetto stabile, sicuro ed efficiente del territorio, per ragioni di sicurezza idraulica e di sfruttamento agricolo di terreni a difficile drenaggio), che dalle diverse particolari condizioni climatiche globali, condizioni geomorfologiche (subsidenza, trasporto di sedimenti, ecc..) e idrodinamiche (moto ondoso, correnti idrodinamiche, ecc..);
- 2) la ricerca di questa stabilità territoriale ha comportato un sostanziale irrigidimento dell’assetto idraulico (soprattutto nel territorio ferrarese), che ormai è costituito da un delicato sistema idraulico pressoché totalmente artificiale;
- 3) di conseguenza gli ambienti di transizione dell’Emilia-Romagna (compresi tutti quelli ricadenti nell’HER Pianura Padana) subiscono alterazioni fisiche dovute a un’attività umana; tale considerazione deriva dal fatto che se non fossero attuati periodici interventi tali ambienti, per loro natura, andrebbero progressivamente ad estinguersi;

3.6 DEFINIZIONE, IN COERENZA CON LE EVENTUALI LINEE GUIDA NAZIONALI CHE SARANNO EMANATE, DEI CRITERI PER L'INDIVIDUAZIONE DEI CORPI IDRICI ARTIFICIALI E FORTEMENTE MODIFICATI. APPLICAZIONE DEGLI STESSI SUL TERRITORIO REGIONALE PER L'IDENTIFICAZIONE DEI CORPI FORTEMENTE MODIFICATI - HMWB

3.6.1 Individuazione dei “corpi idrici fortemente modificati”

L'individuazione dei corpi idrici modificati e/o critici per le acque di transizione è basata sulla definizione data all'Art. 74 D.Lgs 152/06 “Un corpo idrico superficiale la cui natura, a seguito di alterazioni fisiche dovute a un'attività umana, è sostanzialmente modificata, come risulta dalla designazione fattane dall'autorità competente in base alle disposizioni degli Art. 118 e 120”. Ecco quindi che si dovrà valutare tale scenario per i corpi idrici regionali, alla luce dell'entità dei cambiamenti dati dall'attività antropica delle caratteristiche idromorfologiche che determinano alterazioni fisiche e/o ostacolano il raggiungimento dello stato ecologico buono.

Analizzando le fasi previste dalla documentazione della CE (Guidance document n° 4 “Identification and Designation of Heavily Modified and Artificial Water Bodies”) relativa ad una prima individuazione degli HMWB (corpi idrici fortemente modificati) si è sommariamente evidenziato che:

- occorre che vi sia un “uso” significativo in atto, che difficilmente potrà essere attenuato/eliminato;
- da esso devono conseguire modificazioni idro-morfologiche che determinano un cambiamento sostanziale nei caratteri dell'area indagata tali da compromettere il raggiungimento di un buono stato ecologico (GES);
- l'adozione delle possibili misure avrebbero conseguenze negative sull'ambiente in generale o sugli usi specifici;
- il buono stato ecologico (GES) del HMWB non può essere raggiunto con altri mezzi tecnicamente fattibili ed a costi sostenibili.

Sulla base di tali elementi, con riferimenti alle aree di transizione in Emilia-Romagna, e alla luce delle considerazioni riportate nella presenta relazione, in particolare nei Paragrafi 3.6.2 e 3.5, è possibile ipotizzare che si possano individuare per le acque di transizione corpi idrici fortemente modificati (HMWB).

Al momento però sarebbe prematuro dettagliare ulteriormente tale individuazione.

3.6.2 Individuazione corpi idrici “artificiali” ai fini della D. 2000/60/CE.

La D. 2000/60/CE all'Articolo 4 comma 3 (recepito nell'Art. 77 del D.Lgs 152/06) indica che gli Stati membri possono definire un corpo idrico artificiale o fortemente modificato quando:

a) le modifiche delle caratteristiche idromorfologiche di tale corpo, necessarie al raggiungimento di un buono stato ecologico, abbiano conseguenze negative rilevanti:

- i) sull'ambiente in senso più ampio,*
- ii) sulla navigazione, comprese le infrastrutture portuali, o il diporto;*
- iii) sulle attività per le quali l'acqua è accumulata, quali la fornitura di acqua potabile, la produzione di energia o l'irrigazione,*
- iv) sulla regolazione delle acque, la protezione dalle inondazioni o il drenaggio agricolo, o*
- v) su altre attività sostenibili di sviluppo umano ugualmente importanti;*

Entrambi poi continuano in modo pressochè analogo:

b) i vantaggi cui sono finalizzate le caratteristiche artificiali o modificate del corpo idrico non possano, per motivi di fattibilità tecnica o a causa dei costi sproporzionati, essere raggiunti con altri mezzi i quali rappresentino un'opzione significativamente migliore sul piano ambientale.

Il **Lago delle Nazioni** è uno stagno salmastro di origine artificiale, è ubicato nel [comune di Comacchio](#), in [provincia di Ferrara](#); si estende tra la Pineta di [Volano](#), a est, e [Valle Bertuzzi](#), a ovest. Il bacino fu ricavato per scopi turistici e sportivi nella metà degli anni '60, congiuntamente alla sistemazione della preesistente Valle di Volano, una valle salmastra formata sin dal basso [Medioevo](#) e nel Rinascimento. La valle, generatasi soprattutto per ingressione di acque marine, ha cambiato più volte forma a causa della retrocessione del litorale conseguente la crisi del Po di Volano (dopo la Rotta di Ficarolo del XII secolo) e rimase a lungo in diretto contatto con il mare attraverso la cosiddetta Bocca del Bianco ostruita nel 1909. Si tratta di un bacino salmastro ove si pratica la pesca estensiva alle anguille e ai cefali. In estate è utilizzato per sport veloci e remieri. Negli anni '60 la Società Generale Immobiliare SOGENE spa di Roma ha urbanizzato gran parte del Lido delle Nazioni ed ha proceduto allo scavo del Lago delle Nazioni, utilizzando il terreno per bonificare la valle circostante. Durante i lavori è stata creata anche una pista per un piccolo aeroporto, di cui oggi rimane solo un hangar per il deposito dei veicoli, tali lavori avevano l'obiettivo di adibire l'area ad attività sportive e turistiche. In due anni di lavori fu escavato il fondo (in alcuni punti fino a 6 m) e sistemato il perimetro con la costruzione, nell'area meridionale, di un banchina in cemento. Il ricambio delle acque avviene per mezzo di un canale munito di idrovore alla foce del Po di Volano in località Taglio della Madonnina (Bondesan in Corbetta 1990, Vianelli 1988).

In relazione a tali elementi di artificiazione che interessano i punti i), v) del Comma 3, art. 4 della D. 60/2000/CE, **si ritiene di considerare il Lago delle Nazioni come corpo idrico artificiale**. Tale considerazione deriva dalle osservazioni sopra riportate che rispondono al Comma 8 dell'Art. 2 della D. 60/2000/CE e dal fatto che la "tipizzazione" porterebbe a raffronti con altri bacini analoghi dell'idroecoregione Pianura Padana e dovrebbero comunque essere paragonati, per l'attribuzione dello stato, ai corpi artificiali.

3.7 INDIVIDUAZIONE DEI CORPI IDRICI "A RISCHIO"

Una eventuale suddivisione verrà eseguita a breve, alla luce delle valutazioni integrate dello stato ambientale (chimico e/o biologico), delle pressioni e delle aree di particolare rilevanza naturalistica, condizioni che permetteranno di evidenziare all'interno dei corpi idrici porzioni significative di territorio che saranno in posizione critica nella valutazione dallo stato moderato allo stato buono.

I criteri per l'individuazione dei corpi idrici tengono conto principalmente:

- delle differenze dello stato di qualità,
- delle pressioni esistenti sul territorio;
- dell'estensione delle aree protette.

Essendo i corpi idrici le unità a cui fare riferimento per riportare ed accertare la conformità con gli obiettivi ambientali richiesti dal D.Lgs 152/06 e integrazioni D. 131/08 Sez. B, una corretta identificazione degli stessi diventa molto importante per la definizione degli obiettivi ambientali e le misure da mettere in campo necessarie per il loro raggiungimento.

Vengono individuati quali corpi idrici di transizione quei corpi idrici aventi superficie superiore agli 0,5 km². Possono, tuttavia, essere considerati corpi idrici di transizione anche corpi idrici di dimensioni inferiori a 0,5 km², qualora sussistano motivazioni rilevanti ai fini della conservazione di habitat prioritari, eventualmente già tradotte in idonei strumenti di tutela, in applicazione di direttive Europee o disposizioni nazionali o regionali, o qualora sussistano altri motivi rilevanti che giustificano questa scelta, fra cui possono essere citati:

- l'appartenenza totale o parziale ad aree protette;
- la specifica valenza ecologica;
- la presenza di aree considerabili come siti di riferimento;
- la rilevanza socio-economica;
- l'esistenza di elementi di pressione specifici e distinti;
- l'elevata influenza sui corpi idrici circostanti.

Le informazioni acquisite devono permettere alla Regione, sentita l'Autorità di Bacino competente, di identificare i corpi idrici "a rischio", "non a rischio" e "probabilmente a rischio".

Le definizioni riportate nel D.131/08 per la identificazione dei "**corpi a rischio**" che possono essere identificate per gli ambiti di transizione nella Regione Emilia-Romagna sono:

1. **acque a specifica destinazione funzionale** (Piallassa Baiona, Sacca di Goro);
2. **aree sensibili** ai sensi dell'Art. 91 del D.Lg 152/06:
 - aree lagunari di Ravenna, Piallassa Baiona, Valli di Comacchio e il delta del Po;
 - le zone umide individuate ai sensi della Convenzione di Ramsar 1971 (vedi Tabella 3.25);
 - le aree costiere dell'Adriatico settentrionale per un tratto di costa di 10 chilometri dalla linea di costa (in pratica tutti gli ambienti di transizione emiliano-romagnoli);
3. corpi idrici ubicati in **aree vulnerabili da nitrati di origine agricola**; come riportato dal Piano di Tutela (Figura 3.36) nelle zone vulnerabili da nitrati di origine agricola è stato ricompreso l'intero territorio della provincia di Ferrara (area ad elevato rischio di crisi ambientale del bacino Burana-Po di Volano), quindi di conseguenza tutti gli ambienti di transizione presenti nel territorio citato;
4. corpi idrici che sulla base delle caratteristiche emerse presentano gli indici di qualità e i parametri correlati **non conformi** con gli obiettivi di qualità.

Una particolare attenzione va posta ai corpi idrici Valle Nuova e Valle Cantone; tale area di proprietà privata viene utilizzata per attività di itticultura, mediante immissione primaverile di novellame e pesca autunnale-invernale col metodo tradizionale del lavoriero. Proprio per adeguare il sito alle esigenze dell'itticultura, negli ultimi anni, sono stati scavati canali sublagunari e canali perimetrali per facilitare il ricambio delle acque, che vengono prelevate da un sifone e scaricate con un'idrovora posizionati a cavaliere dell'argine destro del Po di Volano.

Come già citato più volte gli ambienti di transizione hanno un grande valore naturalistico. Dal punto di vista ecologico queste aree ricoprono un ruolo primario per la conservazione di importanti specie flogistiche e faunistiche, nonché di cenosi vegetazionali riconosciute di particolare interesse su scala comunitaria, nazionale e regionale. Tutte le superfici delle aree di transizione in Emilia-Romagna sono sottoposte a protezione, le varie tipologie vincolistiche sono a loro volta sovrapposte ed una stessa area è tutelata secondo più criteri. Un maggior dettaglio di tale tematiche verrà sviluppata in attuazione di un progetto finanziato dalla RER "Predisposizione del Registro delle aree protette di cui all'articolo 6 della D. 60/2000/CE", nella presente relazione si riportano sinteticamente la distribuzione delle superfici delle acque di transizione sottoposte a tutela (Tabella 3.25) e la cartografia della distribuzione dei diversi habitat nelle aree di transizione (Allegato 1).

Ramsar: la Convenzione di Ramsar, è un accordo internazionale emanato a Ramsar (Iran) il 02/02/1971 e recepito in Italia nel 1976 con D.P.R. del 13/03/1976, Legge n. 448, sottolinea l'importanza della tutela delle zone umide, riconoscendone il valore in campo economico, culturale, scientifico, ricreativo. Un argomento trattato è la salvaguardia degli habitat della flora e della fauna, con particolare attenzione all'avifauna acquatica in quanto ecologicamente dipendente dalle zone umide.

La Delibera del Ministero dell'Ambiente del 02/12/96 contiene elenco dei siti di importanza comunitaria (**SIC**) e delle zone di protezione speciale (**ZPS**) per la conservazione degli habitat naturali e seminaturali, della flora e della fauna selvatica e degli uccelli selvatici individuati ai sensi delle direttive 92/43/CE e 79/409/CE.

Tabella 3.25 Distribuzione delle superfici delle acque di transizione in Emilia-Romagna e le corrispettive aree di tutela SIC, ZPS, Ramsar.

| Corpo Idrico | Superficie (km ²) | | | |
|---------------------------|-------------------------------|--------|--------|--------|
| | Corpo idrico | SIC | ZPS | Ramsar |
| Delta del Po – Po di Goro | 0.87 | *0.42 | *0.42 | 0.00 |
| Sacca di Goro | 37.06 | 37.06 | 37.06 | 17.74 |
| Valle Cantone | 5.55 | 5.55 | 5.55 | 5.55 |
| Valle Nuova | 14.06 | 14.06 | 14.06 | 14.06 |
| Lago delle Nazioni | 0.97 | 0.97 | 0.97 | 0.97 |
| Valli di Comacchio | 117.68 | 117.68 | 117.68 | 117.68 |
| Piallassa Baiona | 11.80 | 11.80 | 11.80 | 11.80 |
| Piallassa Piomboni | 3.04 | 1.89 | 0.00 | 0.00 |

Tutti gli ambienti di transizione sono nel territorio del Parco del Delta del Po

Figura 3.36 Zone vulnerabili da nitrati di origine agricola (tratta dal Piano di Tutela Acque RER, 2003)

Figura 1-9 Zone vulnerabili da nitrati di origine agricola

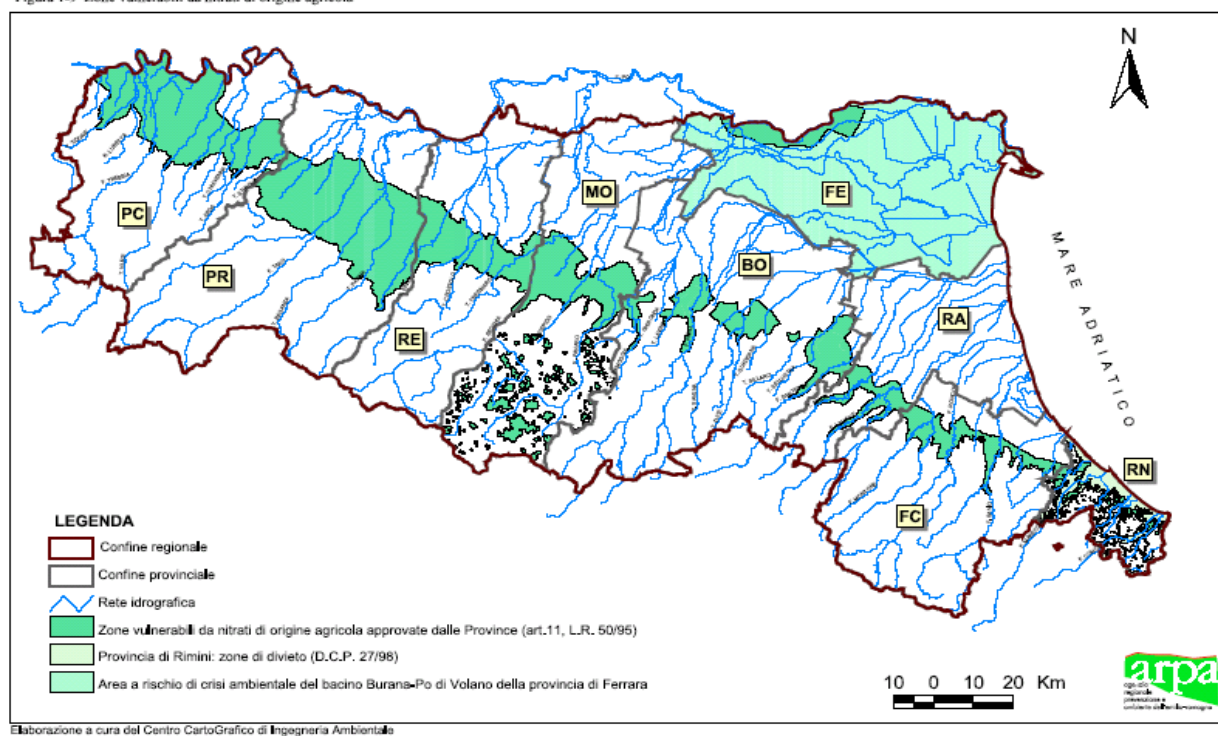


Tabella 3.26 Corpi idrici a rischio

| Ambiente di transizione | Acque destinazione funzionale molluschicoltura | Aree sensibili | Aree vulnerabili da nitrati |
|---------------------------|---|----------------|--------------------------------|
| Delta del Po – Po di Goro | | X | |
| Sacca di Goro | X | X | X |
| Valle Cantone | (presente attività ittiocoltura) | X | X |
| Valle Nuova | (presente attività ittiocoltura) | X | X |
| Lago delle Nazioni | | X | X |
| Valli di Comacchio | | X | X |
| Piallassa Baiona | X | X | |
| Piallassa Piomboni | | X | |

Alla luce quindi delle definizioni riportate nei punti sopraelencati **si propone che tutti i corpi idrici delle acque di transizione regionali siano “Corpi idrici a rischio”**, una sintesi è riportata nella Tabella 3.26.

Evidenziato che tutti gli ambienti di transizione regionali sono “Corpi idrici a rischio”, l’eventuale suddivisione e identificazione in corpi idrici e/o piccoli elementi deve essere a breve analizzata, ciò alla luce sia della definizione che il corpo idrico deve essere identificato in base alla propria “distinguibilità e significatività” nel contesto delle finalità, degli obiettivi e delle disposizioni del D.Lgs 152/06, ma anche alla luce della programmazione della rete di monitoraggio per l’esecuzione del monitoraggio operativo richiesto per i corpi idrici a rischio e la relativa gestione integrata.

Alla luce di ciò si propone, analogamente a quanto riportato nel Paragrafo B3.4.1 Sezione B Decreto 131/08 che per la delineaione dei corpi idrici delle acque marino costiere non devono essere considerate le acque di porto essendo le aree portuali da considerarsi come sorgenti di inquinamento, anche per la Sacca di Goro l’ambito attiguo all’area portuale di Goro non deve essere valutata.

L’identificazione dei corpi idrici segue 5 fasi:

1. Delimitazione categorie e tipi;
2. Criteri dimensionali
3. Caratteristiche fisiche
4. Stato delle acque e relative pressioni
5. Altri criteri.

Le fasi 1, 2 e 3 sono state discusse nel paragrafo precedente. Per le fasi 2, 4 e 5, gli ambienti di transizione tipizzati sono stati definiti come corpi idrici a rischio riportando i criteri sintetizzati nella Tabella 3.26, ma tale tematiche saranno ulteriormente approfondite in attività progettuali in fase di esecuzione da parte di ARPA in particolare nel progetto di definizione del registro delle aree protette di cui all’Art. 117 comma 3 del D.Lgs 152/06.

Considerando che i criteri per l’identificazione dei corpi idrici devono tenere conto principalmente dello stato di qualità, delle pressioni esistenti e dell’estensione delle aree protette, solo a chiusura di tale attività per il registro delle aree protette sarà possibile l’identificazione dei corpi idrici per le acque di transizione.

3.8 BIBLIOGRAFIA DEL CAPITOLO ACQUE DI TRANSIZIONE

Annuario regionale dei dati ambientali ARPA Emilia-Romagna, Edizioni 2005, 2006, 2007.

Caroni C., Danese D., Fioretto V., Montani M., Zanichelli G., “Il Po di Goro. Studio sulla ripartizione delle portate all’incile”, *L’acqua* 6/2002.

Cati L., “Idrografia e idrologia del Po”, Pubblicazione n°19 dell’Ufficio Idrografico del Po, 1981.

Decreto Legislativo n. 152 del 3 aprile 2006, Supplemento ordinario alla Gazzetta Ufficiale n. 88 del 14 aprile 2006.

Decreto n. 131 del 16 giugno 2008, Gazzetta Ufficiale n. 187 del 11 agosto 2008 – Suppl. Ordinario n. 189.

Direttiva 2000/60CE del 23 ottobre 2000.

Grego G. e Mioni F., “Aspetti morfologici ed idrologici attuali del delta del Po e confronto con il passato”, Enel Centro Ricerca Idraulica e Strutturale Servizio Idrologico – Mestre, in *Nova Thalassia*, 7, Suppl.2, 27-87, 1985.

Nguyen A.D. and Savenije H. H. G., “Salt Intrusion in multi-channel estuaries: a case study in the Mekong Delta, Vietnam” in *Hydrology and Earth System Sciences*, 10, 743-754, 2006.

4. QUADRO DI SINTESI PER LE ACQUE DI TRANSIZIONE

Dalla discussione emersa nella presente relazione si può sinteticamente riassumere come segue:

4.1 TIPIZZAZIONE:

Da una prima suddivisione delle acque di transizione in Emilia – Romagna in **7 tipologie** (vedi Tabella 3.22) in base al DM 131/2008, si è successivamente deciso, supportati dal giudizio degli esperti di Arpa, Università di Parma, Ferrara e Bologna, di accorpate le Lagune costiere in 2 macroraggruppamenti, in pratica, considerate le caratteristiche geomorfologiche, fisiche e fisico-chimiche e la loro intrinseca variabilità vengono suddivise complessivamente **3 tipologie**:

- **Lagune costiere** suddivise in 2 tipologie: confinati e non confinati,
- **Delta** 1 tipologia.

Tale suddivisione potrà subire variazioni e integrazioni, alla luce sia delle risultanze che emergeranno nelle attività di monitoraggio, sia alla emanazione da parte del Ministero della normativa tecnica, ma al momento si ritiene sia l'approccio applicabile per una prima valutazione dello stato ambientale di tali ambienti alla luce della D. 60/2000.

Valle di Comacchio, sempre inserita nella categoria acque di transizione, seguendo quanto riportato sempre nel DM 131/08, potrebbe rientrare nella definizione di “**stagno costiero**”, perché è un ambiente confinato e a causa di intensa e prevalente evaporazione, assume valori di salinità superiori a quelli del mare antistante.

Tabella 4.27 Macrotipizzazione acque transizione Emilia-Romagna.

| Codice tipi | Corpo idrico | Geomorfologia | Grado di confinamento | Macrotipo |
|-------------|--|-----------------|-----------------------|--------------|
| AT03 | L. Nazioni (corpo idrico artificiale) | Laguna costiera | Confinato | TW1 |
| AT07 | V. Cantone | | | |
| AT08 | V. Nuova | | | |
| AT09 | V. Comacchio | | | |
| AT19 | Pialassa Baiona | | Non confinato | TW2 |
| AT18 | Pialassa Piomboni | | | |
| AT18 | Sacca Goro | | | |
| AT21 | Po di Goro | Delta | | DELTA |

4.2 INDIVIDUAZIONE CORPI IDRICI

Dal contenuto riportato nel Paragrafo 3.2 sono stati individuati per la categoria “acque di transizione” **8 corpi idrici: 7 regionali e 1 interregionale**, come riportati in sintesi nella Tabella 4.28.

6 corpi idrici ricadono nel bacino idrografico Pianura Padana, 2 nell'Appennino Settentrionale.

Tabella 4.28 Elenco degli 8 corpi idrici categoria acque di transizione nella regione Emilia-Romagna suddivisi per HER.

| Codice riferimento | Corpo idrico | Dimensione (km ²) | Bacino idrografico |
|---------------------|--------------------|-------------------------------|--------------------------|
| 06990500000000 1 IR | Delta – Po di Goro | 0.87 | Pianura Padana |
| 06991000000000 1 ER | Sacca di Goro | 37.07 | Pianura Padana |
| 06992000000000 1 ER | Valle Cantone | 5.55 | Pianura Padana |
| 06993000000000 1 ER | Valle Nuova | 14.06 | Pianura Padana |
| 06994000000000 1 ER | Lago delle Nazioni | 0.97 | Pianura Padana |
| 06995000000000 1 ER | Valli di Comacchio | 117.68 | Pianura Padana |
| 10996000000000 1 ER | Piallassa Baiona | 11.80 | Appennino Settentrionale |
| 10997000000000 1 ER | Piallassa Piombone | 3.04 | Appennino Settentrionale |

4.3 CORPI IDRICI FORTEMENTE MODIFICATI

Alla luce di quanto riportato nel Paragrafo 3.6.1 è possibile ipotizzare che si possano individuare corpi fortemente modificati (HMWB) tra i corpi idrici di transizione individuati in Emilia-Romagna, le attività di monitoraggio in applicazione della Direttiva permetteranno di dettagliare ulteriormente tale individuazione.

4.4 CORPI ARTIFICIALI

In relazione agli elementi di artificializzazione che interessano i punti i), v) del Comma 3, art. 4 della D. 60/2000/CE, si ritiene di considerare il **Lago delle Nazioni** come corpo idrico artificiale. Tale considerazione risponde al Comma 8 dell'Art. 2 della D. 60/2000/CE e dal fatto che la “tipizzazione” porterebbe a raffronti con altri bacini analoghi dell'idroecoregione Pianura Padana e dovrebbero comunque essere paragonati, per l'attribuzione dello stato, ai corpi artificiali.

4.5 CORPI IDRICI A RISCHIO

Alla luce quindi delle definizioni riportate nel Paragrafo 3.6 **si propone che tutti i corpi idrici delle acque di transizione regionali siano considerati come “Corpi idrici a rischio”**, una sintesi è riportata nella Tabella 3.26 e riportata di seguito:

| Ambiente di transizione | Acque destinazione funzionale | Aree sensibili | Aree vulnerabili da nitrati |
|---------------------------|----------------------------------|----------------|-----------------------------|
| Delta del Po – Po di Goro | | X | |
| Sacca di Goro | X | X | X |
| Valle Cantone | (presente attività ittiocoltura) | X | X |
| Valle Nuova | (presente attività ittiocoltura) | X | X |
| Lago delle Nazioni | | X | X |
| Valli di Comacchio | | X | X |
| Piallassa Baiona | X | X | |
| Piallassa Piomboni | | X | |

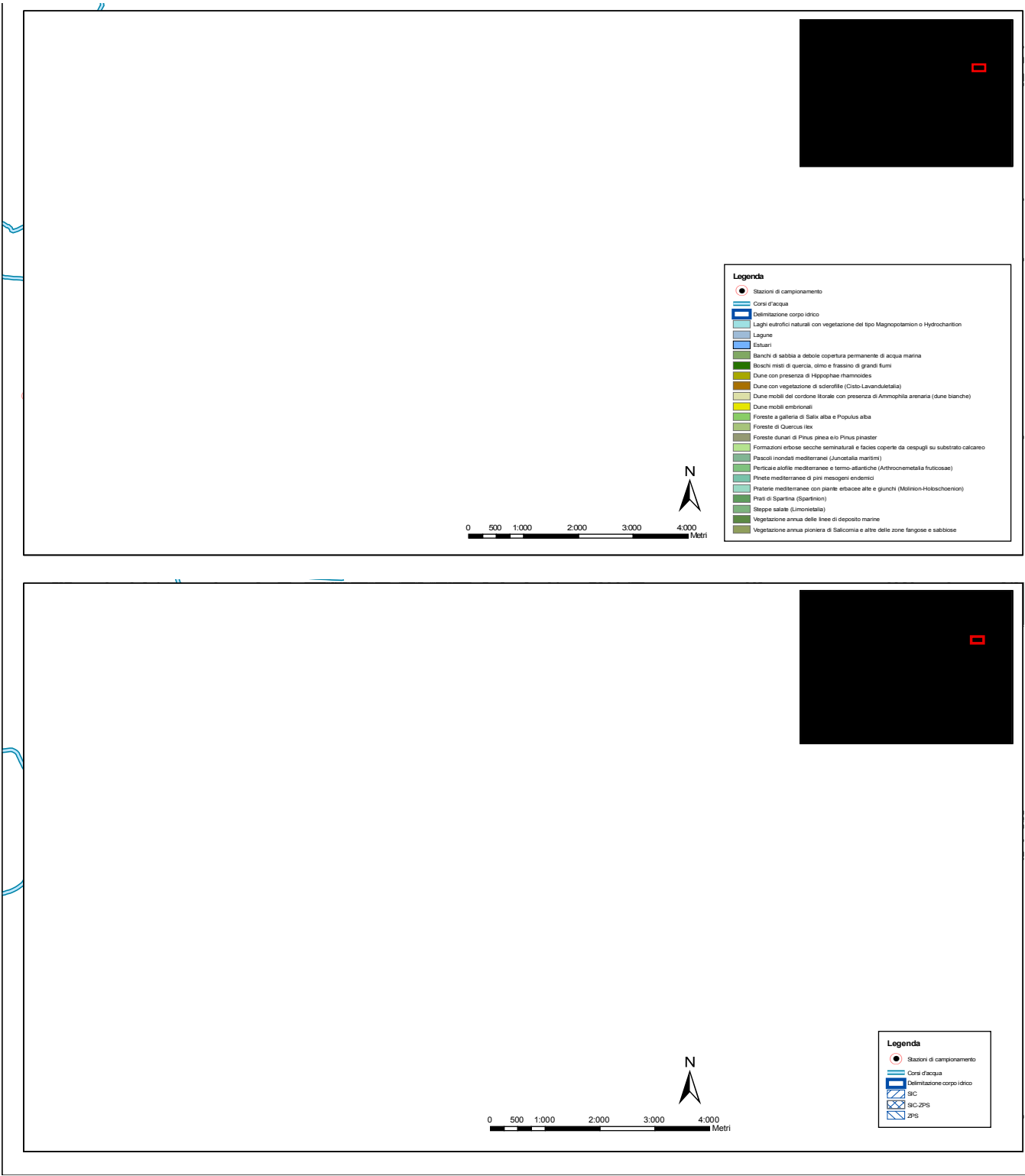
ALLEGATO 1

Si riportano le mappe relative ai diversi habitat presenti nelle aree di transizione dell'Emilia-Romagna estratti dai dati della Regione Emilia-Romagna – Rete Natura 2000 ed elaborati da Arpa. Le mappe riportate sono suddivise per ciascun corpo idrico in habitat e aree protette (SIC, ZPS). Sono state inserite anche le stazioni di campionamento relative al D.Lgs 152/99; il nuovo piano di monitoraggio è in fase di elaborazione.

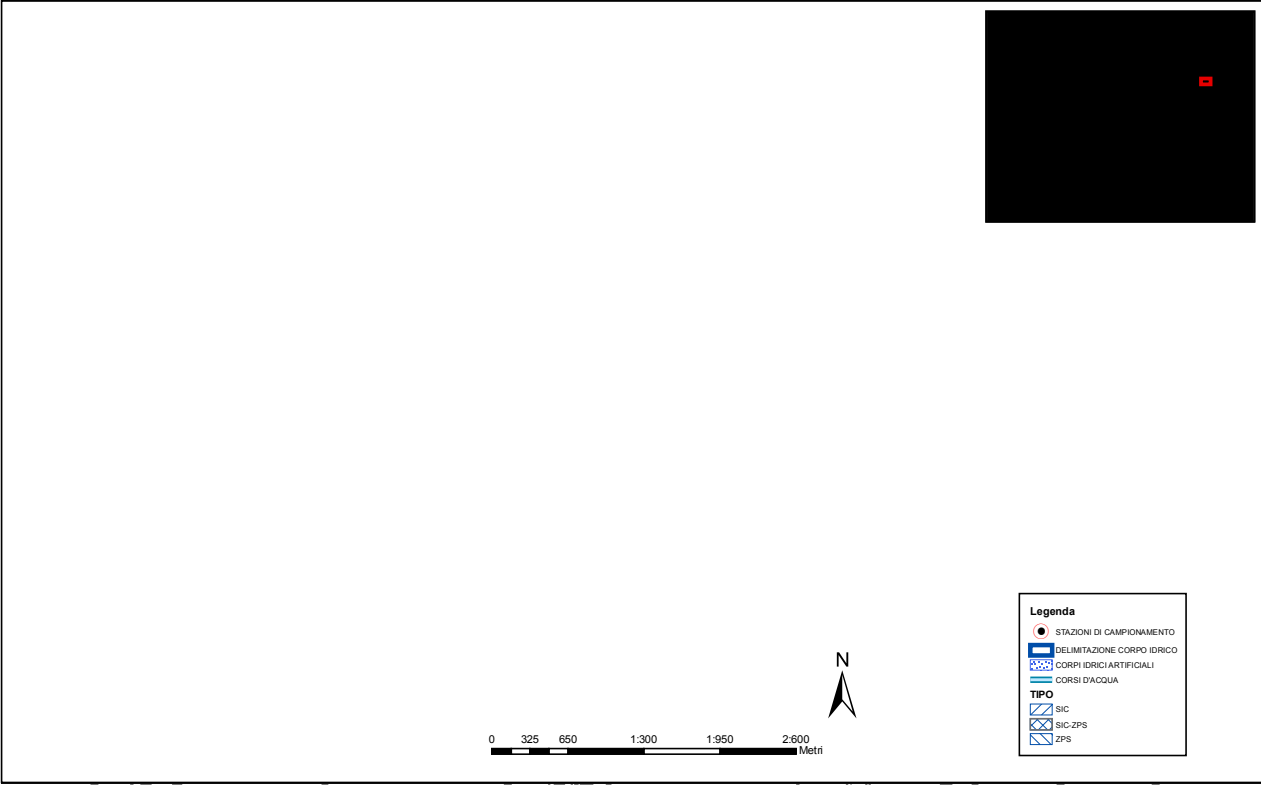
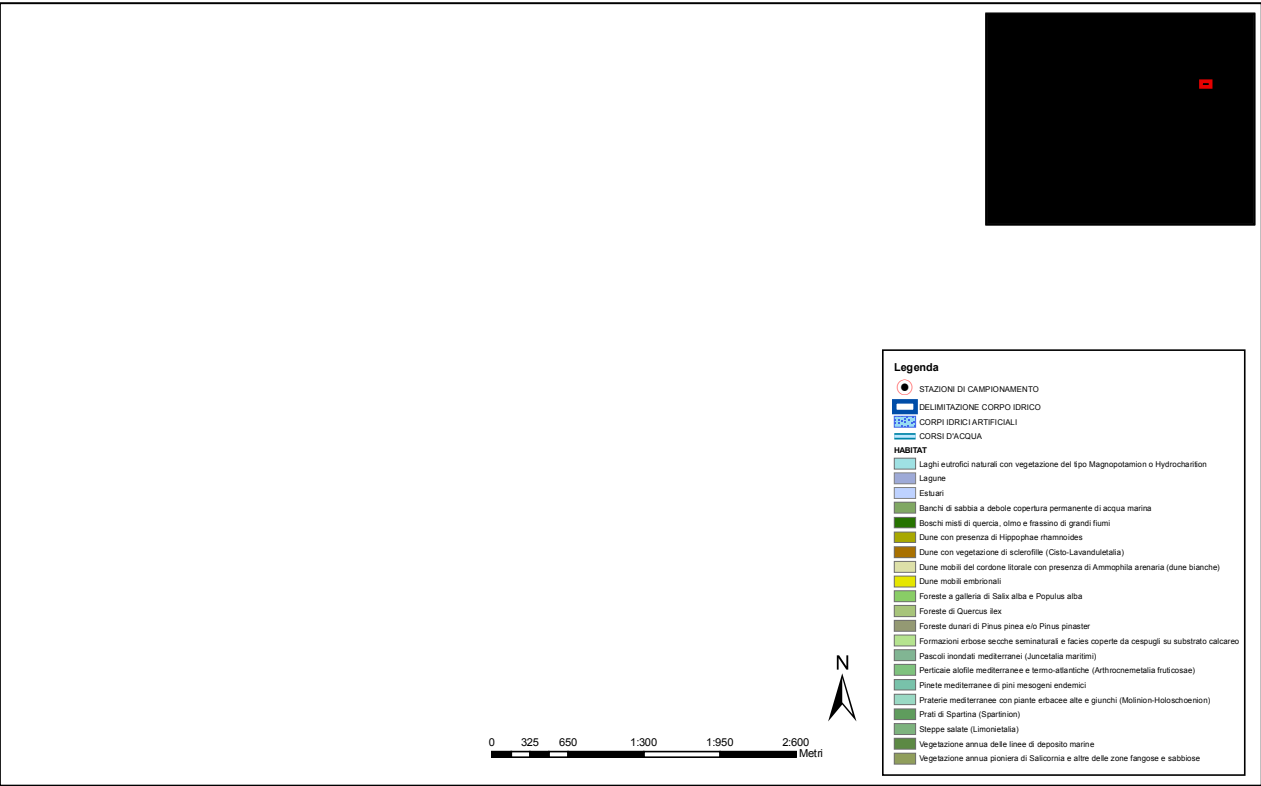
1) AREE PROTETTE DEL DELTA DEL PO DI GORO

Per la tipologia del Delta del Po di Goro si riporta solo la mappa relativa alle aree protette (SIC e ZPS). Le aree protette riprodotte sono relative al territorio emiliano-romagnolo. Non si riporta la mappa degli habitat essendo presente esclusivamente l'habitat "estuario".

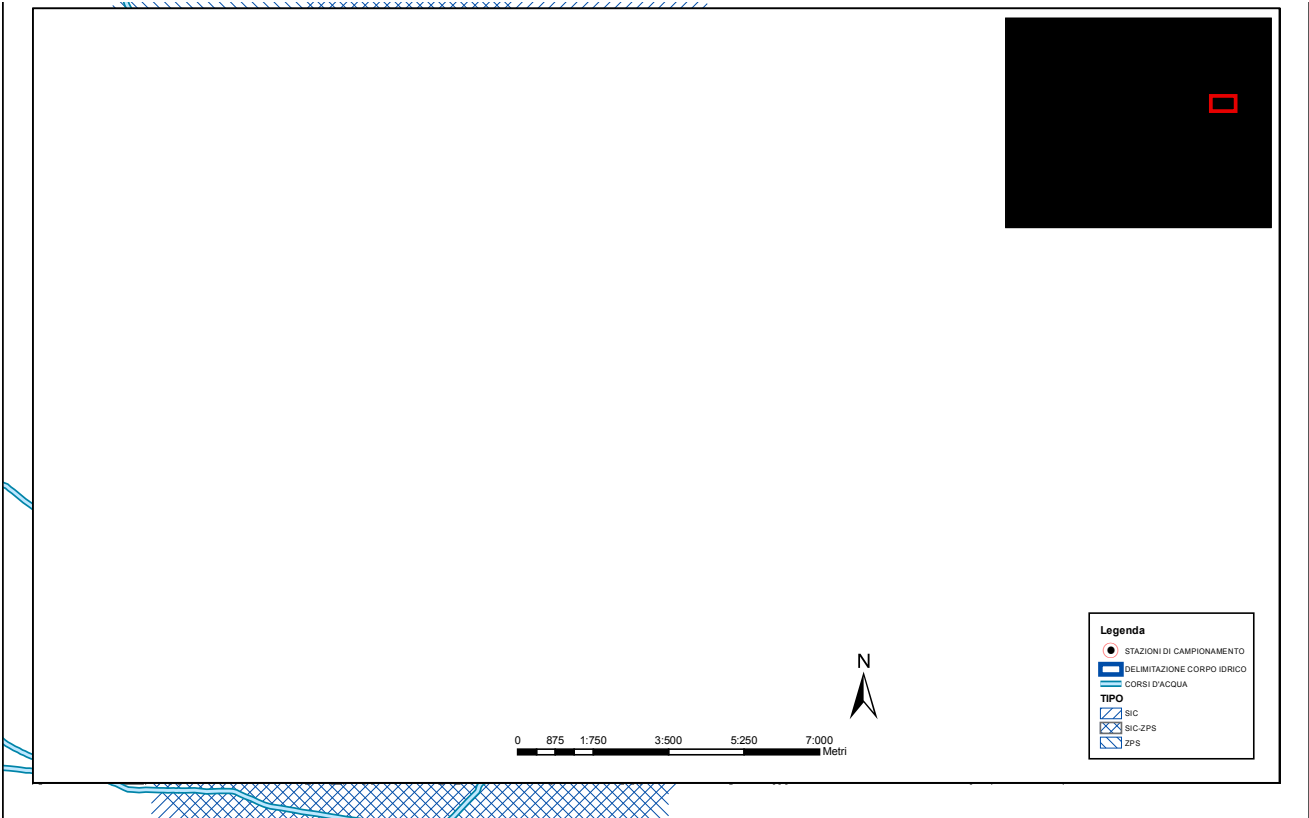
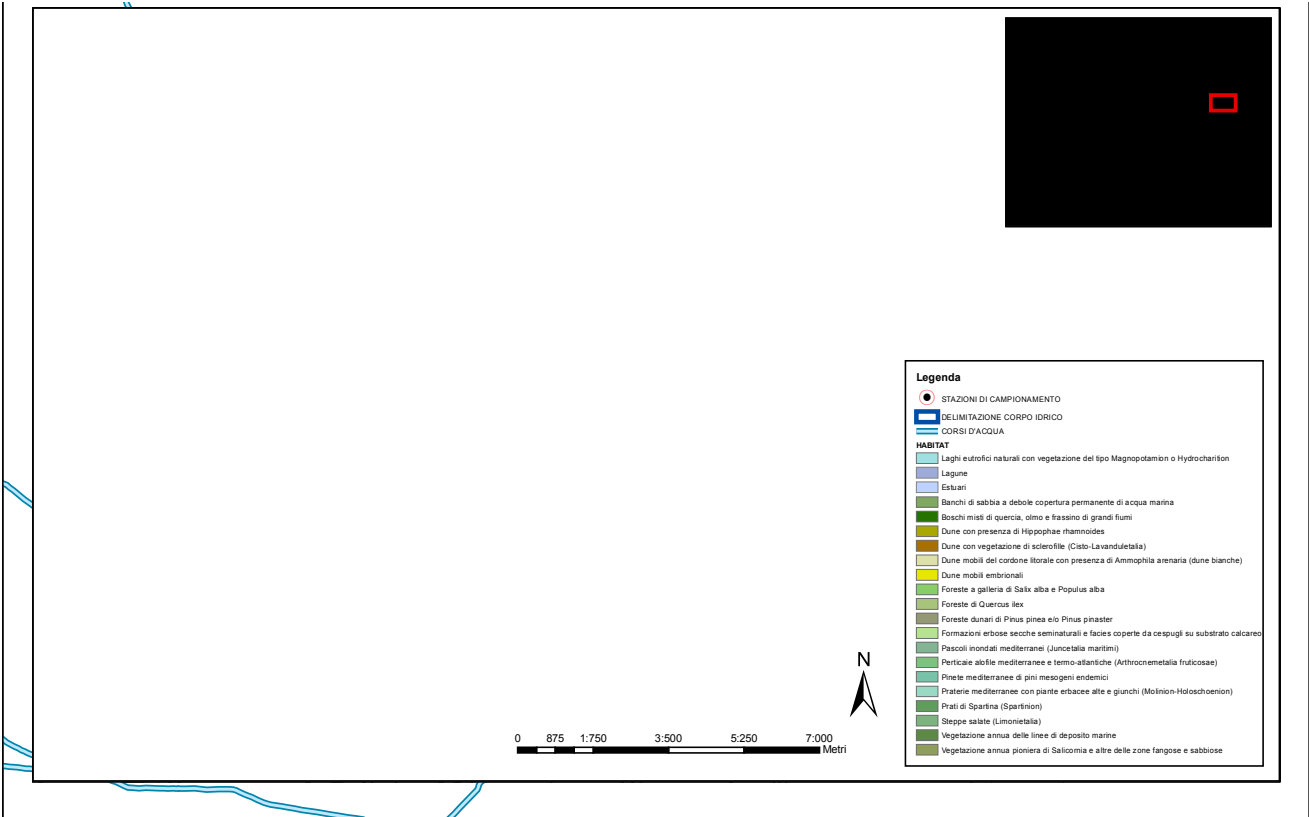
2) HABITAT E AREE PROTETTE DELLA SACCA DI GORO



3) HABITAT E AREE PROTETTE VALLE NUOVA, VALLE CANTONE E LAGO DELLE NAZIONI



4) HABITAT E AREE PROTETTE DELLE VALLI DI COMACCHIO



5) HABITAT E AREE PROTETTE DELLE PIALLASSE BAIONA E PIOMBONE

