



eni S.p.A.  
Exploration & Production Division

**Doc. SICS 194**  
**Studio di Impatto Ambientale**  
**Campo Gas ELETTRA**



INDICE

<b>3</b>	<b>QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE</b>	<b>3</b>
<b>3.1</b>	<b>INQUADRAMENTO GEOGRAFICO – AREE INTERESSATE DAL PROGETTO</b>	<b>3</b>
<b>3.1.1</b>	<b>UBICAZIONE DEGLI INTERVENTI PROGETTUALI</b>	<b>3</b>
<b>3.2</b>	<b>REGIME VINCOLISTICO ED AREE PROTETTE (ZONE MARINE DI TUTELA)</b>	<b>5</b>
<b>3.2.1</b>	<b>AREE MARINE PROTETTE</b>	<b>5</b>
<b>3.2.2</b>	<b>ZONE DI RIPOPOLAMENTO</b>	<b>9</b>
<b>3.2.3</b>	<b>AREE ARCHEOLOGICHE MARINE</b>	<b>10</b>
<b>3.2.4</b>	<b>CONCLUSIONI</b>	<b>10</b>
<b>3.3</b>	<b>CARATTERISTICHE BATIMETRICHE, GEOMORFOLOGICHE E SEDIMENTOLOGICHE DEL FONDO MARINO</b>	<b>11</b>
<b>3.3.1</b>	<b>INQUADRAMENTO GEOLOGICO DELLA PIATTAFORMA ADRIATICA</b>	<b>11</b>
<b>3.3.2</b>	<b>CARATTERISTICHE DEI FONDALI DEL BACINO ADRIATICO.</b>	<b>15</b>
<b>3.3.3</b>	<b>CARATTERISTICHE DEI FONDALI DELL’AREA DI CONCESSIONE</b>	<b>24</b>
<b>3.3.4</b>	<b>RILIEVO AMBIENTALE DELLE CARATTERISTICHE CHIMICHE E FISICHE DEI SEDIMENTI</b>	<b>30</b>
<b>3.4</b>	<b>CARATTERISTICHE METEO-OCEANOGRAFICHE</b>	<b>51</b>
<b>3.4.1</b>	<b>CARATTERISTICHE METEO CLIMATICHE A LIVELLO REGIONALE</b>	<b>51</b>
<b>3.4.2</b>	<b>CARATTERISTICHE METEO CLIMATICHE A LIVELLO LOCALE</b>	<b>55</b>
<b>3.4.3</b>	<b>CARATTERISTICHE METEOCEANOGRAFICHE ED IDRODINAMICHE A LIVELLO REGIONALE</b>	<b>58</b>
<b>3.4.4</b>	<b>CARATTERISTICHE METEOCEANOGRAFICHE ED IDRODINAMICHE LOCALI</b>	<b>64</b>
<b>3.4.5</b>	<b>CONCLUSIONI</b>	<b>66</b>
<b>3.5</b>	<b>CARATTERISTICHE DELL’AMBIENTE IDRICO MARINO</b>	<b>66</b>
<b>3.5.1</b>	<b>CARATTERISTICHE CHIMICO-FISICHE A LIVELLO DI BACINO</b>	<b>66</b>
<b>3.5.2</b>	<b>CARATTERISTICHE FISICHE E CHIMICHE DELL’AREA DI STUDIO</b>	<b>67</b>
<b>3.6</b>	<b>VEGETAZIONE, FLORA, FAUNA ED ECOSISTEMI</b>	<b>81</b>
<b>3.6.1</b>	<b>BIOCENOSI PLANCTONICHE</b>	<b>81</b>
<b>3.6.2</b>	<b>BIOCENOSI BENTONICHE</b>	<b>88</b>
<b>3.6.3</b>	<b>RETTILI MARINI</b>	<b>99</b>
<b>3.6.4</b>	<b>MAMMIFERI MARINI</b>	<b>104</b>
<b>3.6.5</b>	<b>AVIFAUNA MARINA</b>	<b>108</b>
<b>3.7</b>	<b>CONTESTO SOCIO-ECONOMICO</b>	<b>110</b>
<b>3.7.1</b>	<b>ATTIVITÀ DI PESCA</b>	<b>110</b>
<b>3.7.2</b>	<b>ACQUACOLTURA</b>	<b>122</b>
<b>3.7.3</b>	<b>TRAFFICO MARITTIMO E COMMERCIALE</b>	<b>124</b>
<b>3.8</b>	<b>RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI</b>	<b>135</b>

### 3 QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE

#### 3.1 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO – AREE INTERESSATE DAL PROGETTO

##### 3.1.1 Ubicazione degli Interventi Progettuali

La piattaforma Elettra verrà installata in una zona di mare al largo della costa marchigiana, in corrispondenza della linea di transizione tra l'area dell'alto e medio Adriatico.

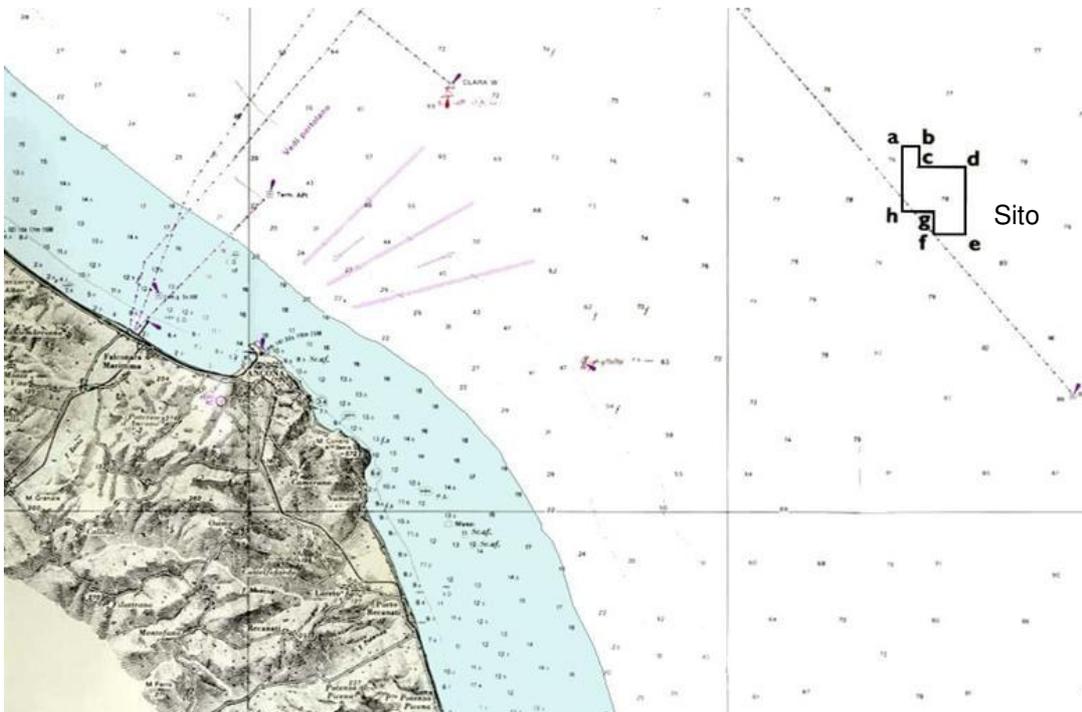
L'area di localizzazione dell'impianto estrattivo dista circa 53 km dalla costa italiana di Ancona, e circa 90 km dalla costa croata, presso Zara (64 km dall'Isola di Dugi Otok). I fondali marini presenti in questa zona evidenziano profondità di circa 78 m ed una morfologia regolare ed omogenea.

La piattaforma risulta pertanto situata in acque internazionali, al largo della costa italiana e della costa croata.

Le coordinate geografiche della piattaforma sono le seguenti:

- Longitudine 14° 12' 55" E
- Latitudine 43° 45' 49" N

**Figura 3.1: Perimetrazione Concessione Coltivazione in Mare (Fonte: Ministero dello Sviluppo Economico)**



Nel seguente *Capitolo* l'inquadramento ambientale della zona relativa al campo Elettra, effettuato sulla base della letteratura pubblicata, viene rafforzato con i valori raccolti durante il rilievo ambientale denominato

“ELETTRA LOCATION” realizzato il 5 agosto dalla Società GAS s.r.l., Geological Assistance & Services, in collaborazione con la società ECOTECHSYSTEMS s.r.l. di Ancona, a bordo della R/V ODIN FINDER, nel Mare Adriatico centrale. In particolare, i rapporti illustranti i risultati della survey ambientale sono riportati in *Allegato*.

Per una completezza d’informazioni nel presente Quadro Ambientale, sono riportati anche i dati raccolti dal CNR-ISMAR di Ancona, in ottemperanza alla prescrizione DEC/VIA del 07/02/2000 relativa al progetto “Campo Clara Est”. Il monitoraggio condotto da CNR – ISMAR di Ancona è volto a valutare il potenziale impatto ambientale conseguente all’installazione della Piattaforma Clara Est ed è stato pianificato per il periodo 2006-2007.

In particolare, per quanto riguarda le indagini di campo (§3.3.4, §3.6.2.3 ), la successiva Tabella e Figura riportano rispettivamente le profondità e le coordinate geografiche nonché la localizzazione cartografica relativa alle stazioni di campionamento, nelle quali sono state eseguite misure fisico-chimiche dirette e prelievi destinati alle analisi chimiche e batteriologiche, sia sulle acque che sui sedimenti. Nelle stesse stazioni sono stati inoltre effettuati i campionamenti di sedimento marino per l’analisi della componente macrobentonica.

**Tabella 3.1: Caratteristiche Stazioni di Campionamento**

Stazione	Profondità (m)	Nord	Est	Latitudine	Longitudine
AM533_01*	79	4846041.520	2456825.480	43°45'50.156"	14°12'54.634"
AM533_02*	79	4845842.950	2456826.490	43°45'43.721"	14°12'54.763"
AM533_03*	79	4846041.520	2456620.440	43°45'50.093"	14°12'45.464"
AM533_04*	78	4846243.640	2456830.520	43°45'56.709"	14°12'54.773"
AM533_05*	79	4846042.260	2457027.550	43°45'50.242"	14°13'03.670"
AM537_01**	75	4846045.030	2456831.840	43°45'50.272"	14°12'54.917"
AM537_02**	77	4846478.290	2457945.000	43°46'04.653"	14°13'44.516"
AM537_03**	78	4846969.170	2459096.660	43°46'20.906"	14°14'35.820"

\* Rilievo ambientale area della Piattaforma Elettra

\*\* Rilievo ambientale sealine Elettra – Tie in Barbara C / Bonaccia

**Figura 3.2: Ubicazione Stazioni di Campionamento rispetto alla Piattaforma Elettra**



### 3.2 REGIME VINCOLISTICO ED AREE PROTETTE (ZONE MARINE DI TUTELA)

Obiettivo del presente *Paragrafo* è quello di porre in evidenza le relazioni tra il sito di progetto e i possibili vincoli ed aree protette presenti nell'area.

In tal senso si analizzano nel seguito le relazioni con:

- Aree marine protette;
- Zone di ripopolamento;
- Aree archeologiche marine.

Infine, il *Paragrafo 3.2.4* trae le conclusioni in merito alle analisi condotte, definendo l'assetto vincolistico del sito di progetto.

#### 3.2.1 Aree Marine Protette

L'International Union for Conservation of Nature and Natural Resources (IUCN, 1988) fornisce la seguente definizione di area marina protetta: "qualsiasi area del dominio marino, comprendente le acque, la flora, la fauna e le caratteristiche storiche e culturali, che sia preservata da provvedimenti legislativi con l'intento di proteggere parzialmente o totalmente l'ambiente in oggetto".

 <p>eni S.p.A. Exploration &amp; Production Division</p>	<p><b>Doc. SICS 194</b> <b>Studio di Impatto Ambientale</b> <b>Campo Gas ELETTRA</b></p>	<p>Pag. 6</p>
--	--	---------------

Ai sensi della legislazione italiana, al fine dell'istituzione di un'area marina protetta, un tratto di mare deve innanzitutto essere individuato per legge quale "area marina di reperimento". Una volta avviato l'iter istruttorio dell'area marina di reperimento, questa viene considerata come area marina protetta di prossima istituzione. Le aree marine protette sono istituite ai sensi delle *Leggi n. 979 del 1982 e n. 394 del 1991* con un *Decreto del Ministro dell'ambiente* che contiene la denominazione e la delimitazione dell'area, gli obiettivi e la disciplina di tutela a cui è finalizzata la protezione.

Scopo delle aree marine protette è dunque la conservazione della biodiversità, la protezione di habitat particolari, il rifugio della fauna ittica pescata intensamente, un miglioramento della produzione di determinate specie, un turismo compatibile con l'ambiente o un insieme di tali finalità. Esse sono suddivise in tre aree a diverso grado di protezione:

- *Zona A di riserva integrale*, interdetta a tutte le attività che possano arrecare danno o disturbo all'ambiente marino. Essa è individuata in ambiti ridotti, e in genere sono consentite unicamente le attività di ricerca scientifica e le attività di servizio;
- *Zona B di riserva generale*, in cui sono consentite una serie di attività che, pur concedendo una fruizione ed un uso sostenibile dell'ambiente, influiscono con il minor impatto possibile. Essa di solito non è molto estesa;
- *Zona C di riserva parziale*, ovvero la fascia tampone tra le zone di maggior valore naturalistico ed i settori esterni all'area marina protetta. Sono consentite e regolamentate dall'organismo di gestione, oltre a quanto già consentito nelle altre zone, le attività di fruizione ed uso sostenibile del mare di modesto impatto ambientale. Essa ricomprende in genere la maggior estensione dell'area marina protetta.

Tali zone sono costituite da ambienti marini, dati dalle acque, dai fondali e dai tratti di costa prospicienti, che presentano un rilevante interesse per le caratteristiche naturali, geomorfologiche, fisiche e biochimiche con particolare riguardo alla flora e alla fauna marine e costiere e per l'importanza scientifica, ecologica, culturale, educativa ed economica che rivestono.

In Italia, ad oggi, sono state istituite ventisette aree marine protette, oltre due parchi sommersi (*Tabella successiva*), che complessivamente tutelano circa 222 mila ettari di mare e circa 700 chilometri di costa. Vi è inoltre il Santuario Internazionale dei mammiferi marini, detto anche Santuario dei Cetacei e localizzato però nel Mar Ligure – Tirreno.

**Tabella 3.2: Elenco Aree Marine Protette in Italia (fonte: Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio)**

Regione	Inclusa nell'EUAP	Non inclusa nell'EUAP
Aree sovraregionali	Santuario dei Cetacei (esteso a Liguria, Toscana, parte settentrionale della Sardegna, Corsica e parte orientale della costa mediterranea francese)	-
Abruzzo	-	Area marina protetta Torre del Cerrano
Calabria	Area naturale marina protetta Capo Rizzuto	-
Campania	Area naturale marina protetta Punta Campanella	Area naturale marina protetta Regno di Nettuno Parco sommerso di Baia Parco sommerso di Gaiola Area marina protetta Costa degli Infreschi e della Masseta Area marina protetta Santa Maria di Castellabate Riserva marina di Punta Licosa
Friuli V.G.	Riserva naturale marina di Miramare nel Golfo di Trieste	-
Lazio	Area naturale marina protetta Isole di Ventotene e Santo Stefano Area naturale marina protetta Secche di Tor Paterno	-
Liguria	Area naturale marina protetta Cinque Terre Area naturale marina protetta Portofino	Area naturale marina protetta Isola di Bergeggi
Puglia	Riserva naturale marina Isole Tremiti Riserva naturale marina Torre Guaceto Area naturale marina protetta Porto Cesareo	-
Sardegna	Area naturale marina protetta Isola dell'Asinara Area naturale marina protetta Capo Caccia - Isola Piana Area naturale marina protetta Penisola del Sinis - Isola Mal di Ventre Area naturale marina protetta Tavolara - Punta Coda Cavallo	-
Sicilia	Area naturale marina protetta Capo Carbonara Riserva naturale marina Isola di Ustica Riserva naturale marina Isole Ciclopi Riserva naturale marina Isole Egadi Area naturale marina protetta Isole Pelagie Area naturale marina protetta Capo Gallo - Isola delle Femmine	Area naturale marina protetta del Plemmirio
Toscana	-	Area marina protetta Secche della Meloria

Nota:

EUAP = Elenco Ufficiale delle Aree Protette

Dalla precedente *Tabella* si evince che nessuna area marina protetta interessa il tratto di mare oggetto di intervento. Le uniche aree marine protette presenti nell'alto e medio Adriatico sono infatti la Riserva Marina di Miramare, in Friuli Venezia Giulia, e l'Area Marina Protetta Torre del Cerrano, in Abruzzo, entrambe a ragguardevole distanza dal sito di intervento (rispettivamente a circa 220 km ed circa 120 km).

In tal senso pertanto si evidenzia come il progetto in essere, ai sensi del recente *D. Lgs. n. 128 del 29 giugno 2010*, non risulti essere posto ad una distanza inferiore alle 12 miglia marine dalle aree marine e/o costiere protette.

Si fa presente che è in corso l'iter istruttorio per l'istituzione di nuove aree marine protette; esse sono costituite dalle aree di reperimento comprese nell'elenco dalle *Leggi 979/82 art. 31 e 394/91 art. 36*. Tra le

 <p>eni S.p.A. Exploration &amp; Production Division</p>	<p>Doc. SICS 194 Studio di Impatto Ambientale Campo Gas ELETTRA</p>	<p>Pag. 8</p>
--	---	---------------

17 aree marine protette di prossima istituzione compare l'Area Marina Protetta Costa del Monte Conero. Di tale area ad oggi non è disponibile una proposta di perimetrazione; comunque anche considerando il limite delle acque territoriale ed applicando a questo la fascia di 12 miglia marine non si prevedono interazioni con l'area Elettra.

### 3.2.1.1 Zone di Tutela Biologica

La normativa italiana, ai sensi della *Legge 963/1965 e s.m.i.* e del *DPR 1639/1968 e s.m.i.*, nell'ambito delle aree marine protette riserva un ruolo importante alle "Zone di Tutela Biologica" che vengono generalmente istituite ai fini di salvaguardia e ripopolamento delle risorse marine. Queste aree vengono individuate mediante appositi studi scientifici che ne comprovino l'importanza per la riproduzione o l'accrescimento di specie marine di rilievo economico, ed al loro interno è vietato o limitato nel tempo e nei luoghi, l'esercizio della pesca, qualunque sia il mezzo di cattura impiegato.

Le zone di tutela biologica inizialmente individuate, ai sensi del *Decreto del Ministero delle Politiche Agricole e Forestali 23 marzo 2004*, erano le seguenti:

- zona nell'area marina "Zona A - area penisola Sorrentina";
- zona nell'area marina "Zona B - area prospiciente Amantea";
- zona nell'area marina "Zona C - area Tremiti";
- zona nell'area marina "Zona D - area fuori Ravenna";
- zona nell'area marina "Zona E - area Barbare";
- zona nell'area marina "Zona F - area Tenue";
- zona nell'area marina "Zona G - area Miramare".

La zona di tutela biologica più vicina all'area di studio è quella denominata "Area Barbare" ed è posta alla distanza di circa 40 km. L'area è stata istituita con *Decreto del 16 marzo 2004* ed è delimitata dalle seguenti coordinate:

- lat. 44° 00' 00" N – long 13° 38' 50" E
- lat. 44° 00' 00" N – long 13° 50' 00" E
- lat. 44° 07' 00" N – long 13° 50' 00" E
- lat. 44° 07' 00" N – long 13° 43' 00" E.

All'interno di tale area sono vietate la pesca del novellame di qualsiasi specie e la pesca con il sistema a strascico.

In *Allegato 1* si pone in relazione il perimetro delle citate zone di tutela biologica, e delle zone di riposo biologico individuate nel successivo *Paragrafo*, con il sito di progetto.

### 3.2.1.2 Zone di Riposo Biologico

Il *Decreto del Ministero per le Politiche Agricole 16 giugno 1998*, che disciplina l'attuazione delle interruzioni tecniche della pesca per le navi abilitate allo strascico e volante relativamente all'anno 1998, istituisce quattro "Zone di Riposo Biologico":

- zona A - al largo delle coste dell'Argentario, di estensione 50 Km<sup>2</sup>;
- zona B - al largo delle coste meridionali del Lazio, di estensione 125 Km<sup>2</sup>;
- zona C - al largo delle coste della Puglia, di estensione 100 Km<sup>2</sup>;
- zona D - alla Fossa di Pomo, di estensione 2.226 Km<sup>2</sup>.

Ai sensi dell'*art. 10* del suddetto decreto, in tali zone è vietato l'esercizio della pesca sia professionale che sportiva.

In particolare, la Zona D, ubicata al largo delle coste marchigiane ad una distanza di circa 100 km, in corrispondenza di San Benedetto del Tronto, è delimitata dalle seguenti coordinate:

- lat. 43° 00' N - long. 14° 56' E
- lat. 43° 28' N - long. 15° 18' E
- lat. 43° 16' N - long. 15° 40' E
- lat. 42° 51' N - long. 15° 16' E.

Il successivo *Decreto del Ministero delle Politiche Agricole e Forestali n. 6088 del 20 ottobre 1999* istituiva due zone di riposo biologico al largo delle coste romagnole e marchigiane romagnole, rispettivamente ad una distanza di circa 50 km (Zona A) e circa 85 km (Zona B):

- la "Zona A", di coordinate
  - lat. 44° 20' 00" N - long. 13° 16' 00" E
  - lat. 44° 26' 30" N - long. 13° 28' 00" E
  - lat. 44° 08' 30" N - long. 13° 52' 00" E
  - lat. 44° 03' 00" N - long. 13° 40' 00" E
- la "Zona B", un'area circolare incentrata sul punto di coordinate lat. 44° 30' 00" N - long. 13° 30' 00" E avente raggio di sette miglia nautiche dal medesimo punto.

Le suddette zone di riposo biologico sono individuate nella precedente *Figura 3.1*.

Lo stesso Ministero, con *Decreto Ministeriale 3 marzo 2000* "Riapertura dell'attività di pesca di zona di riposo biologico in Adriatico" consentiva nuovamente l'attività di pesca nella "Zona A", mantenendo invece il divieto della "Zona B".

### 3.2.2 Zone di Ripopolamento

Nei pressi di Ancona, poche miglia a sud est del promontorio del Conero, nella zona di Porto Recanati, sono presenti alcune barriere artificiali di ripopolamento, ovvero strutture artificiali posizionate sul fondale marino che assolvono la duplice funzione di barriere antistrascico ed oasi marine artificiali per il ripopolamento ittico.

 <p>eni S.p.A. Exploration &amp; Production Division</p>	<p>Doc. SICS 194 Studio di Impatto Ambientale Campo Gas ELETTRA</p>	<p>Pag. 10</p>
--	---	----------------

Si tratta del primo esperimento di barriere artificiali condotto in Italia, realizzato nel 1974 dall'Istituto di Ricerche sulla Pesca Marittima di Ancona, su un'area di circa 3 ettari. Tale barriera, calata su un fondale di una quindicina di metri, spinge la sua sommità fino a sette-otto metri dalla superficie ed è formata da dodici piramidi, ognuna composta da quattordici blocchi cubici di calcestruzzo con lato di 2 m (9 blocchi di base, 4 al piano intermedio e uno al vertice), e da alcune vecchie imbarcazioni, immerse al centro della zona protetta.

Tra coppie di piramidi vicine sono posizionate corde e reste per una mitilicoltura sospesa e sommersa. I cubi sono provvisti di buchi di forma e dimensioni differenti, per offrire rifugio a differenti specie di pesci, cefalopodi e crostacei. La loro superficie è rugosa per facilitare l'insediamento delle larve dei mitili. Lo scopo di questo schema era la protezione dei fondali dalla pesca a strascico illegale, il ripopolamento e lo sviluppo di nuova biomassa sessile, specialmente mitili e ostriche.

Altre barriere artificiali sono state realizzate tra la metà e la fine degli anni ottanta nel mar Adriatico: a Portonovo, Porto Garibaldi, Rimini, Cattolica e Senigallia.

### 3.2.3 Aree Archeologiche Marine

Le acque dell'alto e medio Adriatico sono state, nel corso dei passati decenni, teatro di numerosi ritrovamenti archeologici (Gargiullo & Okely, 1993). In molti casi il sito di ritrovamento non è stato segnalato con precisione o si trova addirittura sulla terraferma (come nel caso del relitto di Cervia), ma è possibile comunque individuare le aree nelle quali erano presenti, o lo sono tuttora, reperti di particolare interesse archeologico.

Per quanto riguarda la zona dell'alto Adriatico, gli unici ritrovamenti sono stati segnalati lungo costa nell'area di Casal Borsetti, della Foce del Reno (Emilia-Romagna) e nella zona a Nord-Est di Ancona, questi ultimi individuati durante le operazioni di bonifica degli ordigni bellici rilasciati durante le guerre nei Balcani. In quest'ultimo caso si tratta per lo più di relitti romani, localizzati ad una profondità di circa 60-70 m, il cui carico è prevalentemente composto da anfore (tipo Dressel e Baldacci).

Degni di nota sono anche i reperti nel porto militare romano di Classe (V - VI sec. d.C.) e di erme marmoree lungo la costa tra Casal Borsetti e Porto Corsini (II sec. d.C.) (Gargiullo & Okely, 1993).

Nell'area interessata dal progetto non risulta comunque segnalata, ad oggi, la presenza di reperti archeologici.

### 3.2.4 Conclusioni

In base all'esame della citata documentazione, dal confronto con i testi delle leggi che regolano la materia, previo riscontro presso gli organi istituzionali competenti, si può affermare che ad oggi non esistono all'interno della concessione aree soggette a vincoli quali:

- zone marine di tutela biologica ai sensi della *L. 963/65*;
- zone marine di ripopolamento ai sensi della *Legge n. 41 del 17 febbraio 1982* recante "Piano per la razionalizzazione e lo sviluppo della pesca marittima";

- zone facenti parte di aree naturali protette o soggette a misure di salvaguardia ai sensi dell'art. 36 della Legge n. 394 del 6 dicembre 1991, "Legge Quadro sulle aree protette".
- Nell'area vasta sono segnalate solamente aree marine di reperimento di resti archeologici e non zone archeologiche così come intese dall'art. 142 del D. Lgs. 42/2004.

In tutta l'area investigata, anche in virtù della profondità dei fondali (ampiamente superiore alle profondità ottimali per lo sviluppo) non si evidenzia alcuna presenza di affioramenti di *Posidonia oceanica*.

Per quanto concerne l'area costiera, i vincoli più restrittivi sono rappresentati dall'area del Monte Conero, che è contemporaneamente SIC, ZPS, IBA e Parco Regionale, dal SIC Costa tra Ancona e Portonovo e dal SIC Portonovo e falesia calcarea a mare, che sono tuttavia distanti tutti più di 50 km dal sito di intervento.

Data la distanza dalla costa, inoltre, l'area in questione non risulta esercitare alcuna influenza sul regime dei litorali, né sullo stato di fruizione turistica delle aree costiere, inclusi gli aspetti paesaggistici.

La concessione è sufficientemente lontana dalla costa da non avere interferenze con il traffico costiero di pescherecci e con le concessioni demaniali di molluschicoltura (filari di mitili).

Per quanto riguarda l'interferenza con le attività di pesca, va sottolineato che ci si trova in una zona di intenso sfruttamento minerario, nella quale sussistono divieti per alcune attività di pesca proprio a causa delle installazioni già presenti (piattaforme e sealine).

La Mappa dei vincoli riportata in *Allegato 1* individua tutte le aree soggette a vincoli precedentemente individuate, oltre ai vincoli di altra natura (ad esempio le limitazioni alla pesca entro le tre miglia ai sensi del DPR 1639/68) ed i punti di particolare interesse, sia dal punto di vista naturalistico, che archeologico o economico. Se riscontrata, viene inoltre segnalata la presenza di specie vegetali e/o animali protette. La Tavola mostra comunque come nessuna di queste aree possa in qualche modo essere interessata dalle attività che si svolgeranno entro la concessione, né dall'eventuale traffico tra questa e la costa.

### **3.3 CARATTERISTICHE BATIMETRICHE, GEOMORFOLOGICHE E SEDIMENTOLOGICHE DEL FONDO MARINO**

#### **3.3.1 Inquadramento Geologico della Piattaforma Adriatica**

Il bacino Adriatico è un tipico esempio di mare epicontinentale caratterizzato da una estesa piattaforma che occupa oltre i 2/3 della sua estensione (*Colantoni et al., 1990*). Il suo orientamento è prevalentemente NW-SE ed appare contornato da orogeni di sollevamento recente (Alpi, Dinaridi ed Appennini).

Il bacino si suddivide in una porzione settentrionale, riferibile ad un ambiente di piattaforma, e una porzione meridionale in cui si sviluppa un'ampia area bacinale. Il limite è comunemente posto in corrispondenza dell'alto morfo-strutturale del Gargano - Tremiti - Lagosta o "soglia di Pelagosa", con profondità massima corrispondente alla batimetrica di circa 130 metri.

A sua volta l'Adriatico settentrionale si divide in un settore "alto" ed in uno "medio" a partire dalla congiungente Ancona-Pag. In quest'ultimo settore è presente un'ampia depressione denominata Meso-Adriatica o Bacino del Pomo (Jalinka) a circa -270 metri. In particolare il sito di progetto ricade in corrispondenza della linea di transizione tra l'alto e medio Adriatico.

 <p>eni S.p.A. Exploration &amp; Production Division</p>	<p><b>Doc. SICS 194</b> <b>Studio di Impatto Ambientale</b> <b>Campo Gas ELETTRA</b></p>	<p>Pag. 12</p>
--	--	----------------

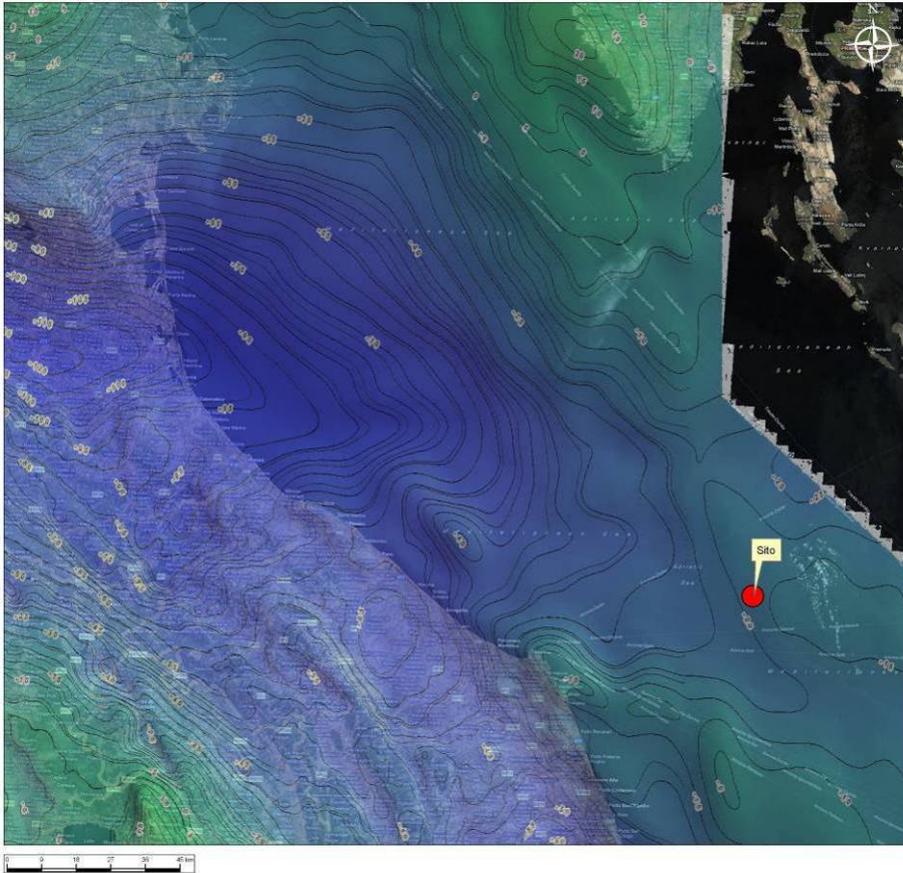
Dal punto di vista geologico il mare Adriatico si presenta assai differenziato: la parte occidentale costituisce l'avanfossa della catena appenninica, mentre nel lato orientale è presente l'avanfossa della catena dinarica (*Argnani et al., 1993*).

La parte occidentale dell'Adriatico centro-settentrionale è occupata dalla più recente (Plio-quadernaria) di una serie di avanfosse originate al fronte della catena appenninica e migrate in tempi successivi verso Est (*Ricci Lucchi et al., 1986*). In questa regione la base della successione plio-quadernaria si trova fessurata, con pendenza verso la catena appenninica e corrisponde a un forte riflettore sul quale terminano in onlap i depositi plio-quadernari costituiti da corpi torbiditici, emipelagiti e sedimenti relativi ad apparati deltizi in progradazione (*Schwander et al., 1989*).

L'avanfossa plio-quadernaria adriatica è caratterizzata da due depocentri separati da un'area dove la base del Pliocene è più elevata (*Argnani & Gamberi*). I due depocentri corrispondono alle due zone di minimo delle anomalie di Bouguer e a zone di accumulo sedimentario di depositi di avanfossa.

Le anomalie si presentano in un minimo a nord del Conero, in continuità con quello che marca l'avanfossa padana, e un altro minimo nella zona di Pescara. Le rimanenti aree adriatiche sono caratterizzate da valori che si discostano di poco da 0; due massimi gravimetrici sono comunque presenti nella zona del Gargano ed in Istria. I valori crostali sono piuttosto omogenei su tutta l'area e si aggirano sui 35 km. Un'area con spessore leggermente più elevato si estende a sud del Gargano (*Nicolich & Dal Piaz, 1991*).

Figura 3.3: Anomalie di Bouguer (ISPRA)



Al fine di valutare le caratteristiche attuali dei fondali dell'Adriatico settentrionale, è necessario accennare la deposizione ed i processi erosionali che si verificarono sulla costa e nella Piattaforma Adriatica durante le fluttuazioni quaternarie del livello marino. Tali fluttuazioni avvennero durante gli ultimi 23 mila–25 mila anni e si possono suddividere in tre principali fasi:

- la parte finale dell'ultima diminuzione del livello marino (il *lowstand*) e l'inizio della sua risalita;
- la crescita del livello marino;
- l'attuale *highstand*.

L'attuale morfologia delle piattaforme italiane riflette gli episodi di progradazione marina del PlioPleistocene che coprono parzialmente o completamente il quasi sempre preesistente substrato.

Durante il Pleistocene la deposizione di piattaforma fu controllata da fluttuazioni marine di alta frequenza e la progradazione del margine di piattaforma avvenne durante la discesa del livello marino ed il *lowstand*. Sulle superfici di piattaforma vere e proprie le fluttuazioni del livello marino causarono significative erosioni.

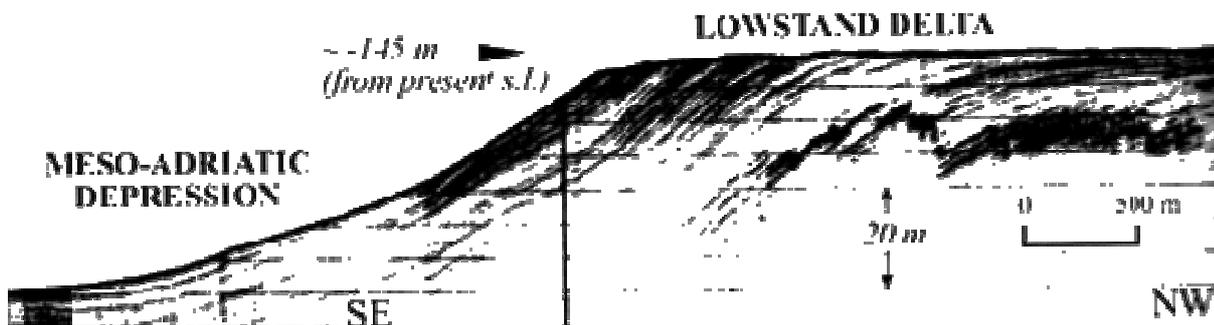
La piattaforma adriatica, che è parte dell'avampaese appenninico, fu sede di sedimentazione complessa. Infatti durante il Pliocene questo bacino venne parzialmente riempito da torbidi provenienti da nord, mentre, durante il Pleistocene venne consecutivamente riempito da 4 sistemi progradazionali centripeti (*Ori et al., 1986*): da N (Po), E (Dinaridi), W (Appennini) e SE (Area della Fossa Bradanica). Le interazioni fra i

sedimenti, le fluttuazioni marine e la tettonica produssero differenti architetture Plio-Pleistoceniche sui margini delle piattaforme italiane (Selli, 1970; Savelli e Wenzel 1980; Colantoni 1984).

Durante l'ultimo massimo glaciale (18.000 B.P.) il livello del mare raggiunse un minimo, circa 120 m al di sotto di quello attuale, trasformando tutta la parte settentrionale del bacino, fino al bordo della fossa meso-Adriatica, in una piana alluvionale, percorsa da sistemi fluviali con alvei incisi, zone di interfluvio caratterizzate da suoli, aree paludose e simili, il tutto con granulometria variabile.

Nella prima fase di *lowstand* la piattaforma adriatica centrale si trasformò in un esteso delta dando origine al fianco settentrionale della cosiddetta depressione medio Adriatica. Questa depressione ebbe un'origine deposizionale (Ori 1986, Ciabatti 1987) e ricevette grandi spessori di sedimenti e acqua dolce sia dal Po che dagli altri Torrenti Appenninici. In questa depressione si ebbero scarsi scambi di masse d'acqua marina, poiché durante il *lowstand* risultava collegata debolmente al mare attraverso una soglia profonda meno di 50 m. I depositi di topset del delta di *lowstand* del Po, oggi collocati ad una profondità di 140 m, consistono in sedimenti palustri-lagunari e relitti di barre di foce sabbiose e dorsali litoranee. Questi depositi sottili sono coperti da meno di 1 m di sabbie rielaborate durante la successiva trasgressione (Ciabatti, 1987).

**Figura 3.4: Profilo Sismico del Delta del Fiume Po (*lowstand*) con progradazione del fianco settentrionale verso la depressione Meso-Adriatica (Ciabatti, 1987)**



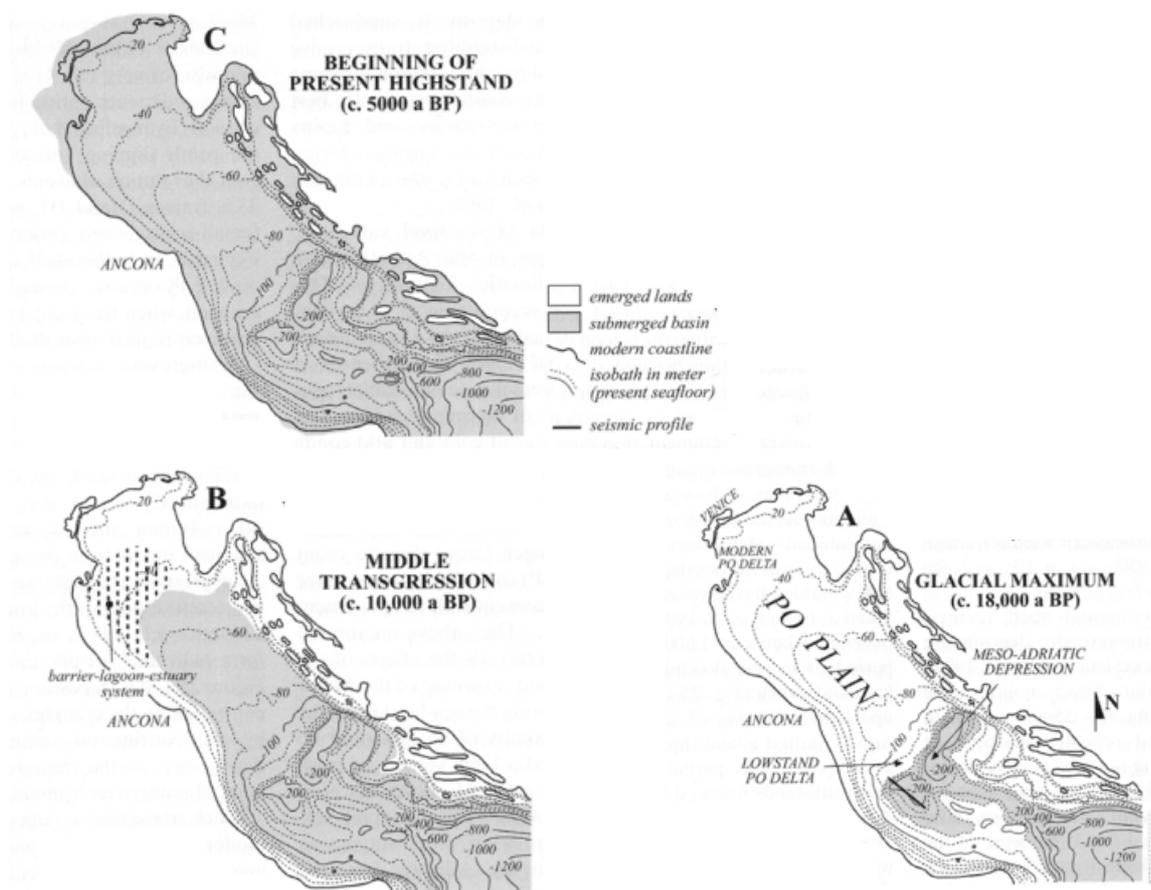
Nel Quaternario superiore la configurazione costiera cambiò progressivamente durante l'ultima trasgressione. Non appena crebbe il livello marino, le foci dei fiumi si spostarono verso terra ed i profili fluviali cambiarono drasticamente, incrementando la sedimentazione nelle piane alluvionali e nelle valli di *lowstand*. Questo ridusse enormemente la quantità di sedimenti che raggiungevano il mare. Malgrado larghe porzioni della penisola italiana furono attive tettonicamente, i sollevamenti e le subsidenze generalmente non influenzarono in maniera determinante la sedimentazione marina, poiché la trasgressione marina fu molto rapida. In definitiva nella parte centrale e settentrionale della piattaforma adriatica, la linea di costa si spostò verso nord di circa 350 km oltre l'attuale posizione, facilitata dalla modestissima inclinazione di 0,02° della ex piana alluvionale di *lowstand*. La progressiva estensione del mare Adriatico causò drastiche modificazioni nell'energia delle onde, nel trasporto e nella circolazione oceanografica (Trincardi, 1994, 1996b; Correggiari, 1996a).

Quello che rimane oggi della piattaforma di *lowstand* è un sottile strato decicentimetrico di sabbia con, alla sua base, livelli sottili conchigliari rielaborati che sovrastano i sedimenti palustri-alluvionali del *lowstand* e trasgressivi dell'antica pianura del Po (Idroser s.p.a 1985, 1990; Colantoni, 1989).

Forme di fondo a grande scala non più attive (*Stefanon, 1984*) forniscono attualmente importanti informazioni sulle variazioni del regime oceanografico e quindi delle correnti durante le variazioni del livello del mare. Sono presenti relitti di complessi deposizionali di barriera-laguna a profondità comprese fra i 30 m e i 45 m. Nelle "facies" lagunari sono presenti livelli torbosi databili a circa 11.000 anni fa. La massima migrazione della linea di riva verso terra si ebbe circa 5.000 anni fa, quando detta linea raggiunse zone molto più interne rispetto a quella attuale.

I cosiddetti depositi di *highstand* (*High-stand System Tracts; Trincardi et al., 1994*) tuttora in via di accumulo, sono successivi alla fase di massima risalita del livello del mare. La loro distribuzione è controllata dagli apporti fluviali (Po e fiumi minori) e dalla circolazione ciclonica attuale delle acque, quest'ultima impedisce la dispersione dei sedimenti verso il centro del bacino dove affiorano tuttora i depositi trasgressivi sabbiosi prima citati, con relative strutture relitte.

**Figura 3.5: Fluttuazione marina del Mare Adriatico durante il Quaternario Superiore (Correggiari, 1996)**



### 3.3.2 Caratteristiche dei Fondali del Bacino Adriatico.

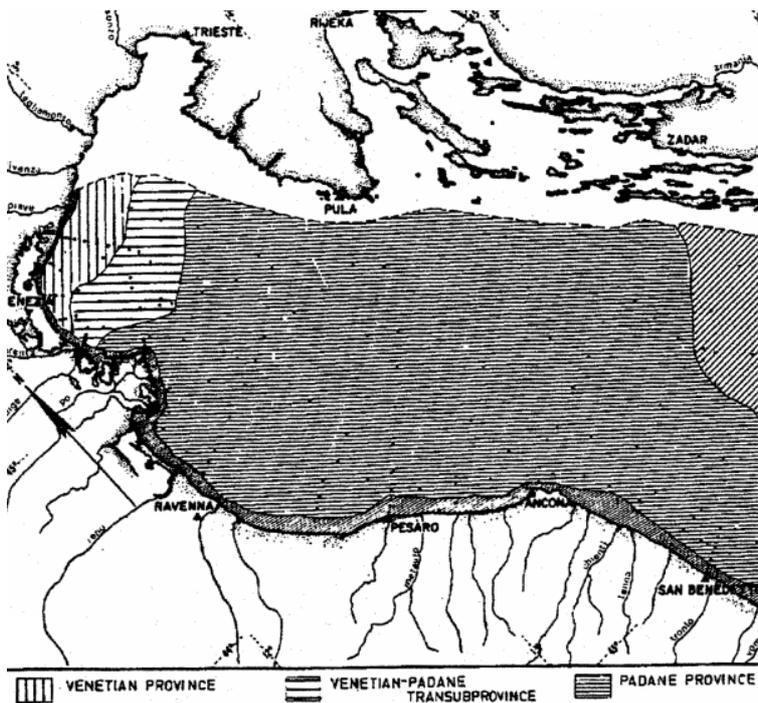
#### 3.3.2.1 Sedimentologia del bacino Adriatico

La tipologia e la distribuzione dei sedimenti attuali che caratterizzano l'Adriatico settentrionale (*Pigorini, 1968; Colantoni e Gallignani, 1980*) è legata alla recente storia geologica del bacino ed ai contributi terrigeni

dei vari fiumi che vi sfociano, primo tra tutti il Po, ed ai processi dispersivi e deposizionali indotti dalla dinamica marina (moto ondoso e correnti).

L'input sedimentario del Po assume un ruolo preponderante soprattutto per i fondali meridionali dell'area (Nelson, 1970; Idroser, 1996). La zona di influenza dei vari fiumi è deducibile dalla figura seguente dove sono schematizzate le province sedimentarie. Si nota come i materiali trasportati dal Po (Provincia Padana), giungono fino al medio Adriatico, interessando la zona di studio.

**Figura 3.6:** Rappresentazione delle province sedimentarie (Pigorini, 1968)



A livello regionale il fondo del mare Adriatico è caratterizzato da fasce di posizioni estese e con uno sviluppo parallelo alla costa.

Il fondo dell'Adriatico centro-settentrionale può essere diviso, in base alla distribuzione dei sedimenti, in due zone ben distinte tra loro:

- una zona di sedimentazione attuale, di estensione molto variabile, caratterizzata da un costante apporto fluviale, distribuito in funzione dell'energia disponibile dalla costa verso il mare aperto;
- una zona di sedimenti relitti, ove la sedimentazione attuale è praticamente assente, caratterizzata da sabbie di piattaforma relitte della trasgressione Flandriana con mescolata una minima quantità di limo attuale.

La distribuzione areale dei sedimenti attuali della parte di piattaforma continentale dell'alto Adriatico, può essere schematizzata nel modo seguente (cfr. *Allegato 2: Carta dei Sedimenti*) dalla costa verso il largo:

- una **fascia di sabbie costiere**: sono fornite dai fiumi, dalle correnti costiere e dall'azione erosiva del moto ondoso sulle formazioni costiere affioranti e sui depositi marini preesistenti. Un apporto di sabbia



dal largo verso la costa è da considerarsi impossibile a causa dell'ampia fascia pelitica di transizione che separa le sabbie costiere da quelle del mare aperto;

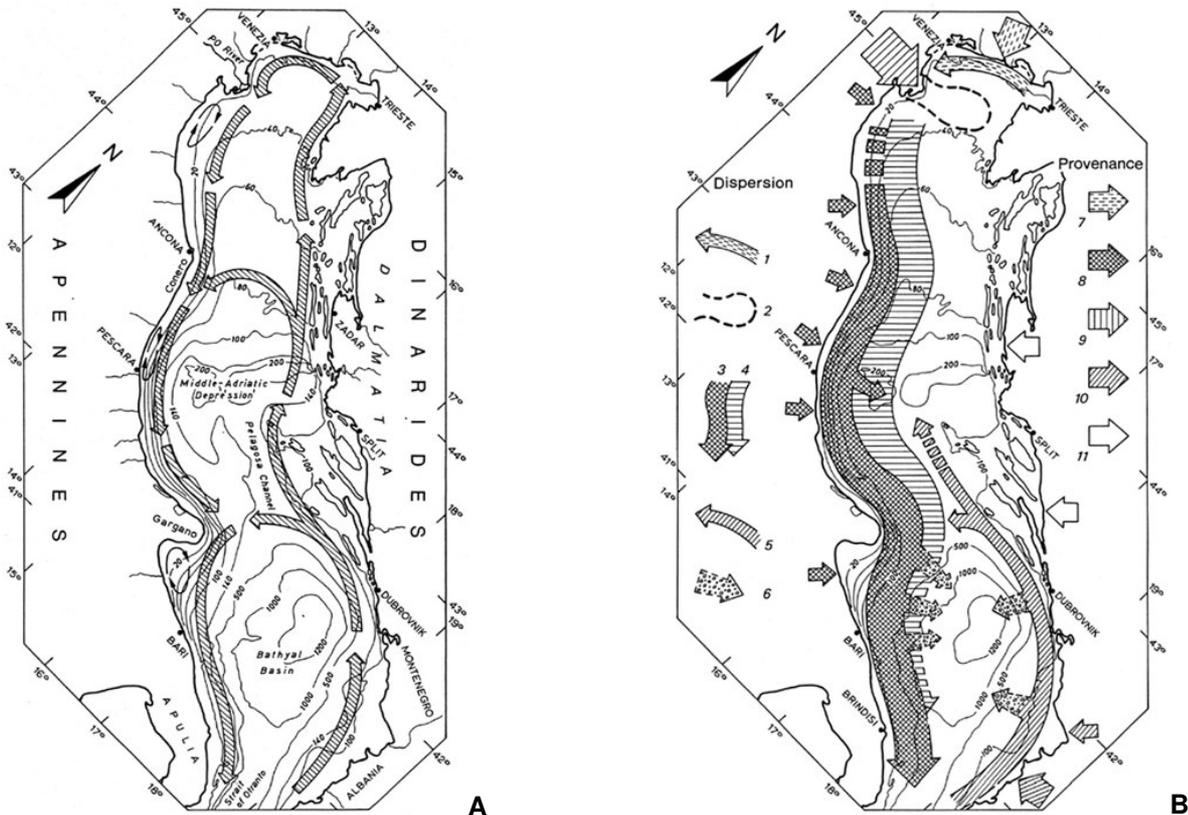
- una **zona pelitica**: è caratterizzata da sabbie pelitiche, pelite molto sabbiosa e pelite sabbiosa. Si estende al largo delle sabbie costiere ed il limite esterno si trova a profondità variabile. Questi sedimenti fini si presentano di colore grigio o grigio-nerastri, soprattutto nella parte più superficiale. Il fenomeno è dovuto alla presenza di solfuri, che creano chiazze scure, e di sostanze organiche, associate a tracce di attività di organismi limivori, che agiscono omogeneizzando il sedimento ed obliterando le eventuali strutture sedimentarie. Tali materiali forniti dal Po e dagli altri fiumi della costa adriatica, vengono poi distribuiti dalle correnti e dal moto ondoso. L'estesa fascia pelitica che si trova su tutta la piattaforma continentale adriatica, può essere quindi spiegata come il deposito risultante dalla combinazione del sistema di apporto fluviale e del sistema di dispersione e trasporto dei materiali a scala molto più ampia indotto dal circuito delle correnti dell'Adriatico;
- un'ampia **zona di sabbia e sabbia-limosa**: meglio identificate come sabbie di piattaforma, identificano un'area dove attualmente vi è assenza di sedimentazione. In tali sedimenti sono visibili solamente fenomeni di erosione e strutture prodotte dall'avanzare della trasgressione. Di notevole interesse sono le ondulazioni riscontrate in alcune zone al largo che sono state interpretate come resti di dune spianate dall'azione erosiva del mare trasgressivo. La composizione della frazione sabbiosa rispecchia le caratteristiche della Provincia Padano-Veneta ed è caratterizzata dalla presenza di minerali pesanti tipo granato, epidoto ed orneblenda oltre che dai carbonati (circa 20-25%). I minerali argillosi presenti sono illite e smectite.

Il massimo accumulo di materiale si ha in corrispondenza della fascia limosa dove, assumendo che la sedimentazione sia iniziata 15.000 anni fa con la trasgressione Flandriana, si può calcolare una velocità di sedimentazione di 1-2 mm/anno (*Stefanon, 1984*).

La composizione e la distribuzione dei fanghi della piattaforma adriatica hanno fornito molteplici indicazioni sulla provenienza e la dispersione dei sedimenti argillosi (*Luciano Tomadin, 2000*). I minerali argillosi che li compongono, si comportano infatti da eccellenti traccianti naturali. Mappe di distribuzione di illite e smectite e dei loro indici di cristallinità, mettono in evidenza la prevalente dispersione longitudinale dei materiali fini nel bacino. Essa dipende dalla circolazione ciclonica delle correnti marine nell'Adriatico, che favorisce lo sviluppo di importanti flussi sedimentari. Lungo le coste italiane, due flussi principali caratterizzano il trasporto di materiali argillosi verso SE: un «flusso Appenninico» costiero ed un «flusso Padano» di mare aperto parallelo al primo. Un «flusso Albanese» subordinato si muove invece verso NO e convoglia sedimenti fini lungo le coste orientali del bacino. Anche altri meccanismi di trasporto giocano un ruolo importante nella dispersione dei sedimenti argillosi nell'ambiente marino. Essi si affiancano, in genere, all'azione dominante di trasporto legata alla circolazione generale delle acque. Nell'Adriatico settentrionale, la diffusione del grande pennacchio torbido del Po influisce notevolmente sulla distribuzione dei sedimenti. Al crescere della profondità delle acque, correnti di gradiente di varia origine agiscono frequentemente in varie parti del bacino, contribuendo al movimento dei materiali in sospensione e favorendo flussi longitudinali di sedimenti argillosi. Nell'Adriatico meridionale, oltre all'azione dei flussi principali, correnti torbide

trasversali al bacino trasportano materiali argillosi dalla piattaforma pugliese e da quella albanese montenegrina verso il bacino batiale.

**Figura 3.7: A- Modelli ciclonici delle correnti marine del mare Adriatico; B. Modelli di provenienza e dispersione dei sedimenti argillosi del bacino Adriatico**



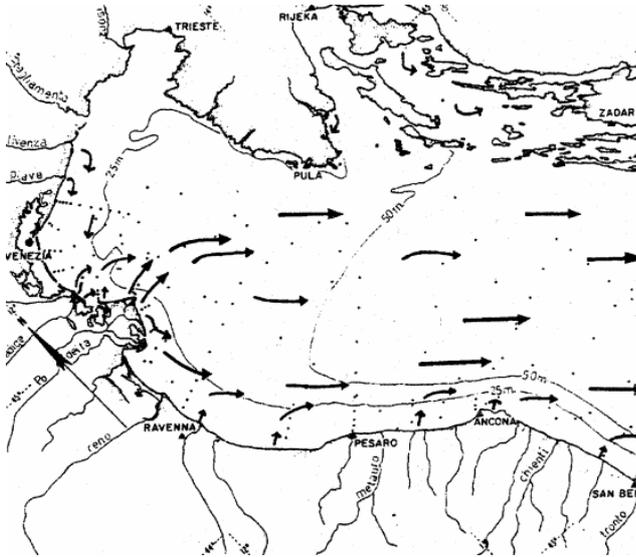
Nella figura si evidenzia la correlazione tra i modelli ciclonici delle correnti (A) e la dispersione dei sedimenti argillosi nel bacino Adriatico (B). In figura B sono rappresentate le seguenti entità:

- Dispersione locale dei fiumi veneziani;
- Plume Fiume Po;
- Flusso Appenninico;
- Flusso Padano;
- Flusso Albanese;
- Correnti di Torbida;
- Apporto Fiumi del Veneziano;
- Apporto Fiumi Appenninici;
- Apporti Fiume Po;
- Apporti Fiumi Albanesi.

La sedimentazione di argilla nell'Adriatico dipende molto dalla circolazione delle correnti marine, ma la dispersione locale dei sedimenti è principalmente influenzata da meccanismi di trasporto.

Nel nord Adriatico, la sedimentazione è controllata dalla periodica diffusione superficiale del pennacchio del fiume Po e dal movimento del cuneo salino (Nelson, 1970). Il materiale in sospensione, in una prima fase si muove trasversalmente al bacino dove le acque poco profonde favoriscono la deposizione delle particelle a grana fine per poi disperdersi verso sud.

**Figura 3.8: Dispersione dei sedimenti del fiume Po verso sud (Pigorini, 1968)**



Le prime forniture appenniniche terrigene sono riconoscibili solo più a sud. Nel centro Adriatico, aumentando la profondità delle acque, la dispersione longitudinale dei sedimenti argillosi prevale. In pratica grandi quantità di sedimenti argillosi dell'Appennino alimentano l'area costiera dell'Adriatico centrale, mentre, in mare aperto, il trasporto dei sedimenti argillosi è controllata dal flusso Padano che si spinge verso SE.

Indagini dettagliate sui sedimenti di fondo nei pressi del promontorio del Conero, hanno sottolineato l'azione radiale (rispetto alla linea di costa), dei pennacchi dei fiumi appenninici, che stagionalmente interferiscono con il trasporto longitudinale dei sedimenti marini da parte delle correnti. Questo comporta la formazione di una serie di fasce di sedimenti parallele alla linea di costa. Queste fasce hanno una composizione variabile che riflette la fornitura stagionale.

A sud del promontorio del Conero, la corrente favorisce un trasporto trasversale di sedimenti argillosi appenninici verso la depressione medio-adriatica. Questi sedimenti alimentano un flusso minore, diretto verso est, contribuendo in maniera ridotta, alla sedimentazione nella depressione medio adriatica, (Curzi e Tomadin, 1987; Curzi et al, 1990).

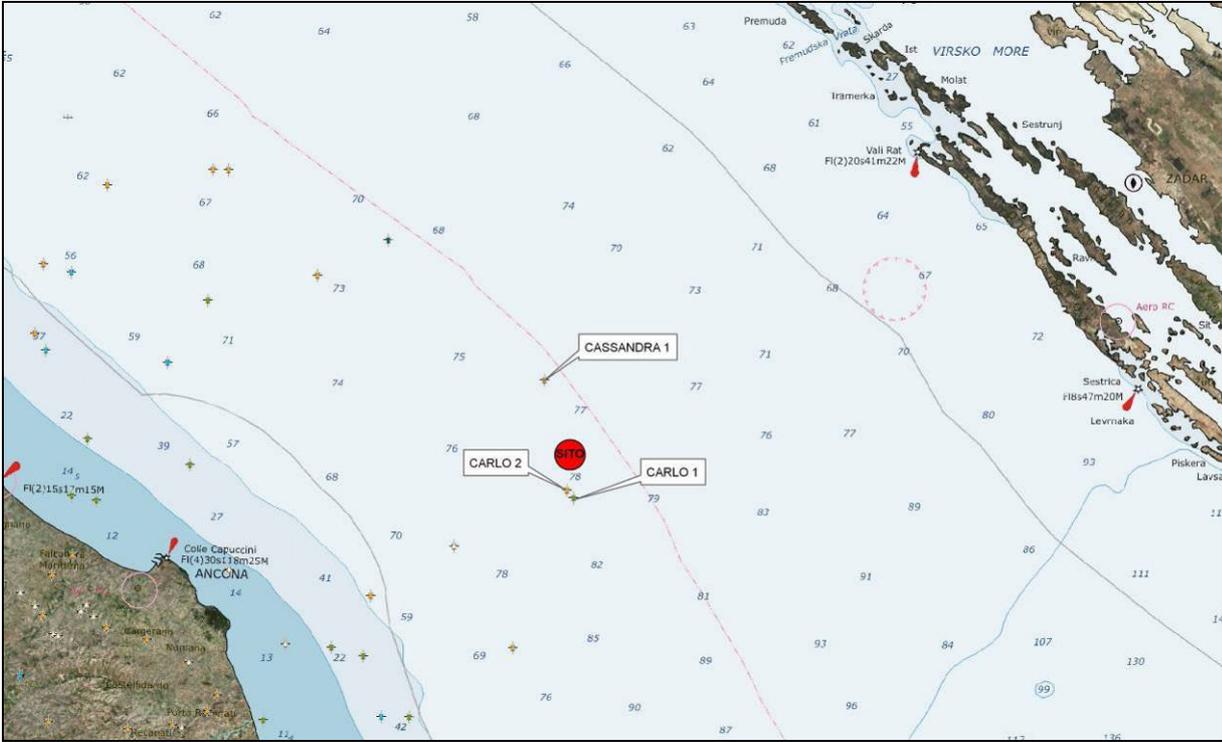
Inoltre, la persistente attività del vortice centrale dell'Adriatico controlla la dinamica delle acque (Artegiani et al., 1997) e favorisce una deviazione marcata dei sedimenti argillosi verso il centro del bacino.

### 3.3.2.2 Indagini profonde

Di seguito si riportano alcune indagini stratigrafiche profonde AGIP (fonte: ISPRA). I sondaggi mettono in risalto una certa alternanza di sabbie, sabbie argillose e sabbie intervallate da livelli di argille grigio-verdastre

per i primi 1300 metri per poi intercettare il bedrock costituito essenzialmente da dolomia, calcari dolomitici, calcare argillosi o marne.

**Figura 3.9: Localizzazione Sondaggi Profondi (ISPRA)**



**Profilo pozzo: CARLO 1 (AGIP S.p.A. Direzione mineraria)**

**Le profondità sono riferite al piano Tavola Rotary (33m s.l.m.)**

PROFONDITÀ (m)	LITOLOGIA
111	Fondo marino
465-1340	Argilla e argilla siltosa con livelli di sabbia fine particolarmente sabbia e sabbia argillosa con livelli di argilla nella parte alta
1340-1407	Marna fossilifera talora siltosa con livelli di calcare argilloso talora arenaceo (Miocene Sup.)
1407-1606	Packstone grigio e biancastro in parte ricristallizzato talora passante a wackestone dolomitico verso il basso (Miocene Medio)
1606-2066	Dolomia cristallina grigio chiara e biancastra a grana da media a fine passante a dolomia calcarea nella parte alta talora vaculare con frequenti noduli di selce (Oligocene – Cretaceo sup)



**Profilo pozzo: B.R5.AS/2 -CARLO 2 (AGIP S.p.A. GESO-SNOR)**

**Le profondità sono riferite al piano Tavola Rotary (33m s.l.m.)**

PROFONDITÀ (m)	LITOLOGIA
111	Fondo marino
345 - 994	Bancate di sabbia e sabbia argillosa a grana fine e finissima con livelletti di argilla verdastra. (Pleistocene)
994-1300	Bancate di sabbia e sabbia argillosa a grana fine e finissima con livelli di argilla verdastra (Pliocene- Pleistocene)

**Profilo pozzo: CASSANDRA 1 (AGIP S.p.A. GESO-SNOR)**

**Le profondità sono riferite al piano Tavola Rotary (26m s.l.m.)**

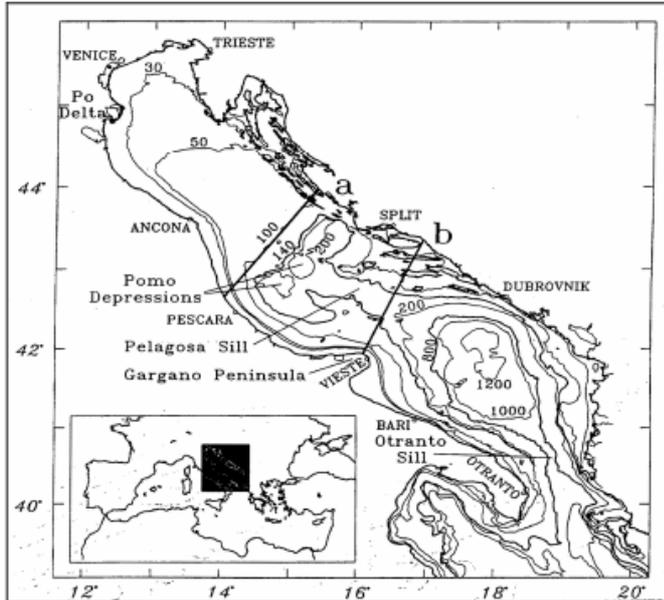
PROFONDITÀ (m)	LITOLOGIA
104	Fondo marino
393-1120	Sabbie e sabbie a grana da media a finissima con intercalazioni di argilla grigia e grigio chiara (Pleistocene)
1120 - 1277	Argille e argille più o meno siltose grigie (Pliocene – Pleistocene)
1277-1295	Calcere dolomitico da bianco a grigiastro (Eocene)

*3.3.2.3 Caratteristiche Morfobatimetriche*

Dal punto di vista batimetrico il bacino Adriatico si distingue in tre aree:

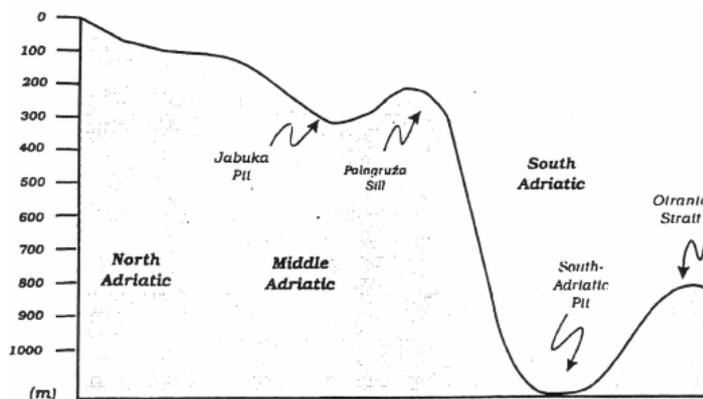
- **L'Adriatico settentrionale**, caratterizzato da fondali bassi che si sviluppano dalla isobata 100 metri in prossimità della congiungente Pescara Zara, per poi passare a valori inferiori nella parte più settentrionale del bacino, con una profondità media di 40 metri;
- **La sezione centrale del bacino**, che ha una profondità media 140 metri, mentre le profondità massime si riscontrano nelle depressioni di Pomo, a valori compresi tra i 240 e i 270 metri. L'Adriatico centrale è separato dalla sezione meridionale dalla sella di Pelagosa, a profondità di circa 170 metri;
- **Nella sezione meridionale** del bacino la batimetria degrada rapidamente sia dalla fascia costiera che dalla sella di Pelagosa verso un'ampia piana abissale a profondità di circa 1200 metri.

Figura 3.10: Batimetria e zonizzazione del bacino Adriatico (da Artegiani et al., 1997)



La batimetria risale poi bruscamente verso la sella di Otranto, a profondità di circa 800 metri, che mette in comunicazione il bacino con il resto del mare Mediterraneo.

Figura 3.11: Andamento batimetrico lungo l'asse del bacino (da Zore Armanda, 1998)

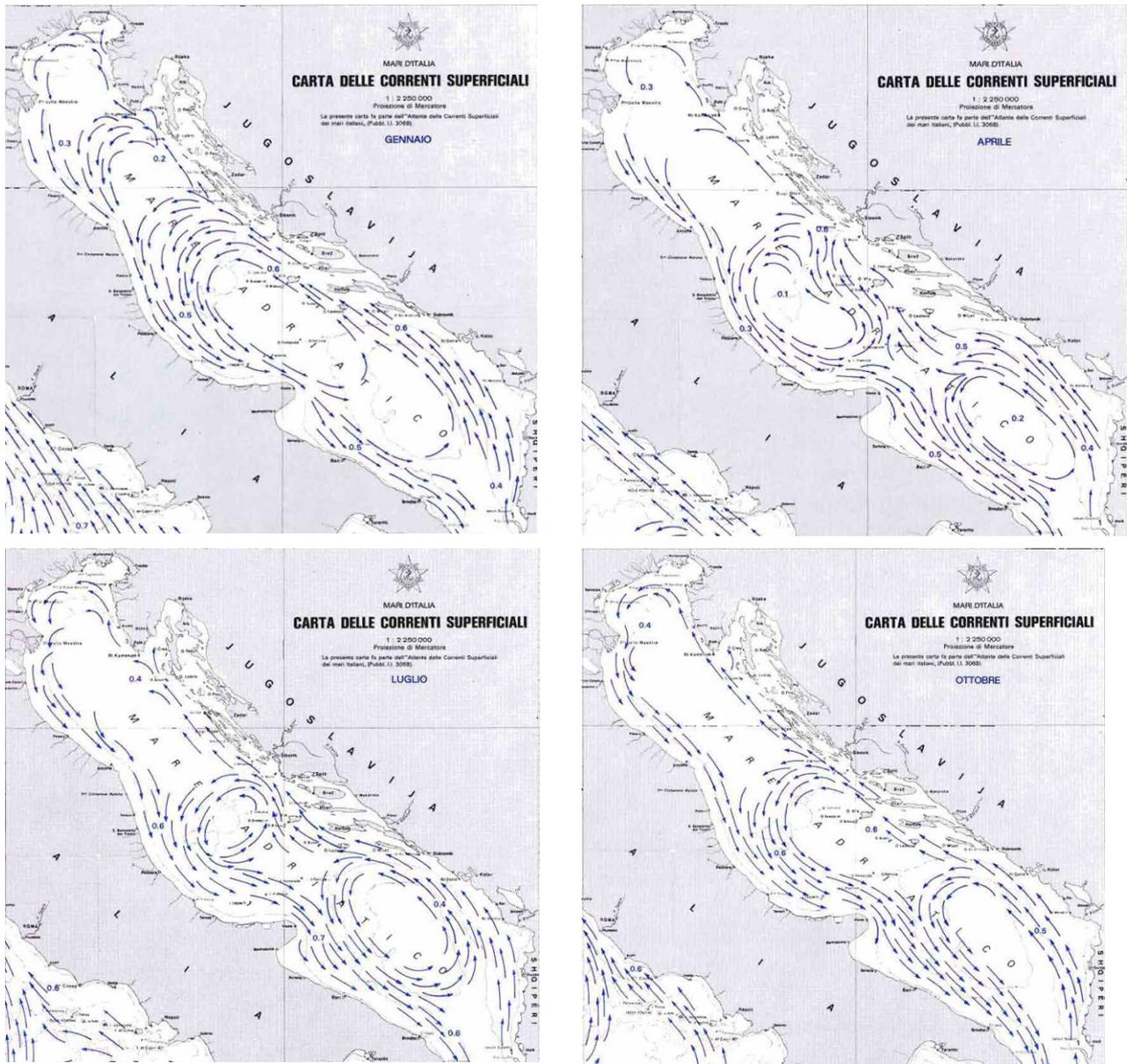


#### 3.3.2.4 Caratteri Fisico-Chimici dei Sedimenti del Fondo

La circolazione generale dell'Adriatico settentrionale ha due differenti regimi stagionali (*Malanotte Rizzoli e Bergamasco, 1983*). In inverno le correnti sono essenzialmente cicloniche e forzano gli scarichi fluviali del versante italiano verso Sud.

In estate le correnti sono più deboli e delimitano vortici a piccola scala; la circolazione è relativamente lenta e sono quindi possibili anche flussi anticiclonici. La colonna d'acqua è frequentemente caratterizzata da una stratificazione orizzontale (*Franco et al., 1982*) ed una possibile piena estiva del fiume Po potrebbe interessare anche tutto il bacino.

Figura 3.12: Carta delle Correnti Superficiali (Istituto Idrografico della Marina)



Il Fiume Po possiede un bacino di drenaggio di 75.000 km<sup>2</sup>. Occorre specificare che la costruzione di invasi artificiali a partire dal XIV secolo ha inibito il flusso d'acqua nelle pianure alluvionali e ha prodotto un drastico aumento del valore delle piene *Marchetti, 2002*). Secondo Nelson (1970), l'apporto di materiale sospeso era di 20 Tg yr<sup>-1</sup> (T=tera=10<sup>12</sup>) e questa stima è stata utilizzata da diversi autori.

Basandosi sulla elaborazione dello stesso set di dati (Ufficio Idrografico de Po-Parma, 1921–1970), *Dal Cin* (1983) si interrogò sulla validità statistica di questa stima, e calcolò un apporto minore di sedimenti dal fiume Po: un valor medio di 12,22 Tg yr<sup>-1</sup> con variazioni piuttosto significative. In particolare, *Dal Cin* ottenne 12,53; 14,71 e 9,10 Tg yr<sup>-1</sup> per i periodi 1918–1944, 1956–1964 e 1964–1973, rispettivamente. Per il fiume Adige i valori cambiano da 1,11 Tg yr<sup>-1</sup> (1922–1950) a 0,85 Tg yr<sup>-1</sup> (1958–1975), con un valore medio di 1,01 Tg yr<sup>-1</sup>.

 <p>eni S.p.A. Exploration &amp; Production Division</p>	<p>Doc. SICS 194 Studio di Impatto Ambientale Campo Gas ELETTRA</p>	<p>Pag. 24</p>
--	---	----------------

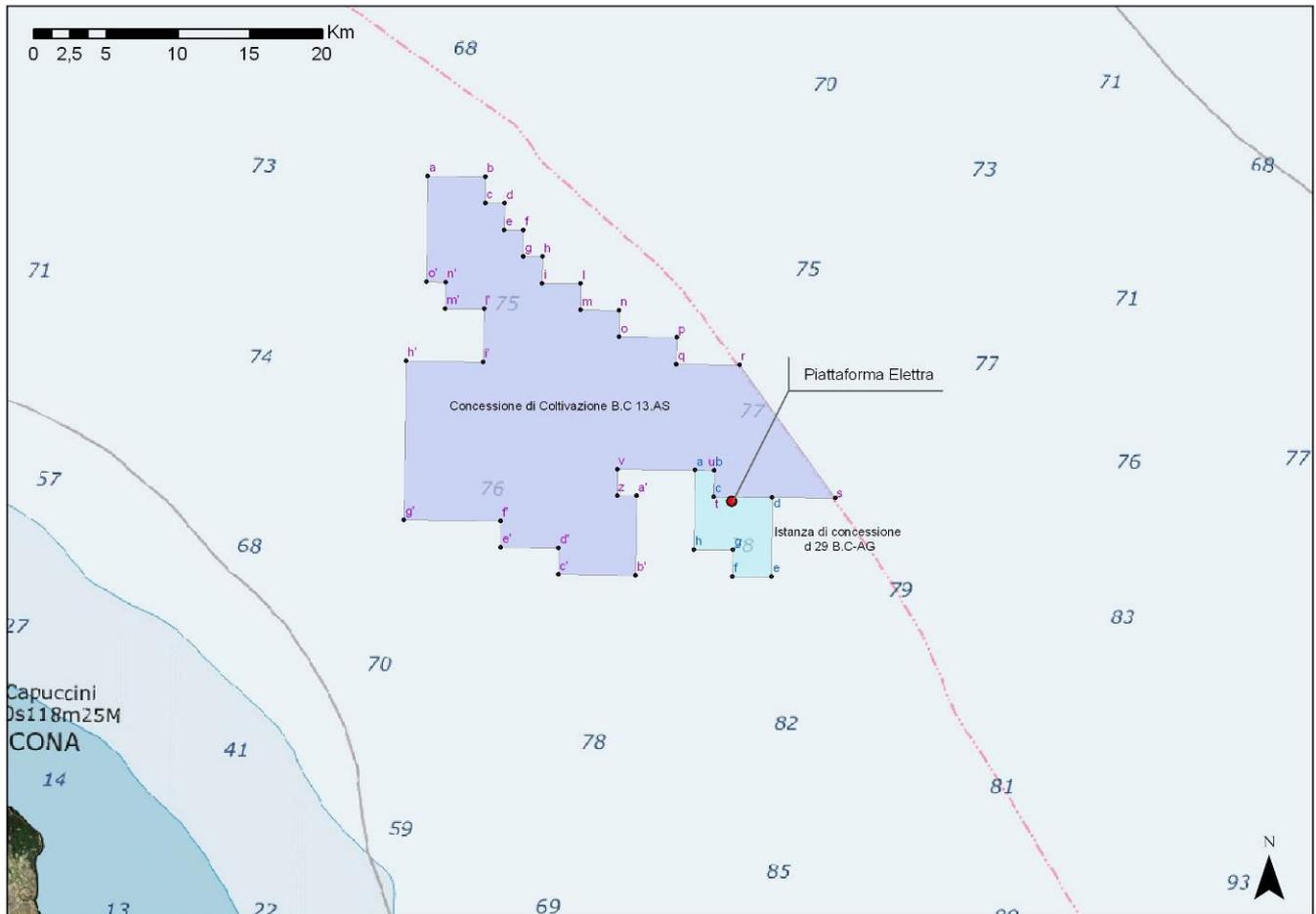
Entrambi i fiumi mostrano un sensibile decremento del trasporto negli ultimi 50 anni. Gli effluenti liquidi e solidi sono diminuiti a causa della captazione delle acque per usi civili e agricoli e per gli effetti della costruzione di dighe e dell'estrazione di sabbie. *Cattaneo et al. (2003)* hanno fornito la miglior stima possibile del trasporto medio e del rendimento sedimentario delle principali aree dell'Adriatico settentrionale e centrale utilizzando dati di *Milliman e Syvitski (1992)*, *Frignani et al. (1992)* e *Sorgente (1999)*. In particolare, hanno calcolato un trasporto di  $51,7 \text{ Tg yr}^{-1}$ , con il contributo di  $3 \text{ Tg yr}^{-1}$  per i fiumi Alpini settentrionali orientali,  $15 \text{ Tg yr}^{-1}$  per il Po,  $32,2 \text{ Tg yr}^{-1}$  per i fiumi Appenninici e  $1,5 \text{ Tg yr}^{-1}$  per i fiumi a Sud del promontorio del Gargano. I fiumi Appenninici orientali hanno dunque il trasporto sedimentario maggiore di tutta l'area, doppio anche rispetto al Po, sebbene la loro area di drenaggio sia estesa meno della metà rispetto a quest'ultimo (*Cattaneo et al., 2003*).

Poiché però le sostanze inquinanti (metalli pesanti, idrocarburi, ecc.) sono preferenzialmente associate al particolato e poiché il fiume Po raccoglie gli scarichi di zone fortemente antropizzate e industrializzate, è facile intuire come questo sia la fonte principale dei potenziali fenomeni di contaminazione per il medio-alto Adriatico.

### 3.3.3 Caratteristiche dei Fondali dell'Area di Concessione

Il campo di Elettra è situato all'interno dell'area d29B.C.-AG, per la quale è stata presentata Istanza di Concessione il 19/9/2006 e in parte nella Concessione B.C13.AS (Eni 51% - Edison 49%) nella Zona "B" dell'off-shore Adriatico. Dista dalla costa marchigiana circa 55 Km. In quest'area la profondità media del fondale è di circa 80 m.

Figura 3.13: Dettaglio Area Concessione



Il campo è stato scoperto nel 1995 con la perforazione del pozzo esplorativo Eletttra 1 che ha raggiunto la profondità di 1325 mRT risultando mineralizzato a gas in numerosi livelli sabbiosi della Formazione Carola (Pleistocene) compresi tra la profondità di 666 e 1130 mRT.

Nel 2003 è stato perforato il pozzo esplorativo di delimitazione Eletttra 2, che ha raggiunto la profondità di 1228 mRT (Formazione Santerno – Pliocene Superiore) ed è risultato mineralizzato a gas tra 771 e 1126 mRT nella Formazione Carola (Pleistocene).

Il pozzo aveva lo scopo di verificare i contatti (GWC e GDT) e l'estensione dei livelli mineralizzati a gas riscontrati nel pozzo 1.

Il pozzo ha trovato gas solo in 13 dei 29 livelli mineralizzati in Eletttra 1.

Per maggiori dettagli si richiamano i seguenti documenti:

- CAMPO DI ELETTRA - Studio di Giacimento – Modello Statico – Rel. N. 21/2004;
- STUDIO STRATIGRAFICO SEDIMENTOLOGICO – CAMPO DI ELETTRA Rel. N. 12/2004;
- Relazione Tecnica Allegata All'Istanza di Concessione Rel. ESEI n. 005/2006 (Settembre 2006);
- POZZO ESPLORATIVO ELETTRA 1 (MARE ADRIATICO – ZONA "B") INTERPRETAZIONE PROVE DI PRODUZIONE (12-27 Agosto 1995) Rel. N25/95, Novembre 1995.

### 3.3.3.1 Caratteri sedimentologici

L'area di studio ricade totalmente all'interno dell'Adriatico settentrionale (suddivisione batimetrica), il cui limite, come già precedentemente accennato, corrisponde alla congiungente Pescara-Zara a partire dalla isobata dei 100 metri, ed in particolare è ubicata lungo l'asse Ancona - Isola di Pag che lo divide ulteriormente nei due settori "Alto" e "Medio"

I fondali su cui poggiano le strutture di progetto sono tipici dell'ambiente di piattaforma caratterizzato da profondità che degradano molto dolcemente verso SE.

Il sito oggetto dello studio si localizza a circa 53 chilometri dalla costa in sedimenti costituiti da pelite molto sabbiosa (cfr. *Allegato 2*). Secondo quanto riportato in legenda della Carta dei Sedimenti, le cinque classi vengono così descritte:

- **Sabbie:** sedimenti terrigeni a scarsa frazione organogena con granuli di diametro compreso tra 2.000 e 50  $\mu\text{m}$  ( $-100\div 4,32\Phi$ ) in tenori superiori al 95% in peso, di colore grigio-chiaro. Si possono distinguere le Sabbie Litorali, a granulometria media e medio-fine dalle Sabbie di Piattaforma, a granulometria media. Nelle sabbie litorali la frazione terrigena e l'associazione dei minerali risulta influenzata dall'apporto dei numerosi fiumi; le sabbie di piattaforma sono essenzialmente carbonatiche con associazione ad augite, granato ed orneblenda a Nord del delta padano e quarzoso-feldspatiche con associazione granato, epidoto ed orneblenda a Sud. La frazione organogena è costituita da rari foraminiferi, ostracodi, lamellibranchi e gasteropodi;
- **Sabbie pelitiche:** sedimenti terrigeni a scarsa frazione organogena con granuli di diametro compreso tra 2.000 e 50  $\mu\text{m}$  ( $-1,00\div 4,32\Phi$ ) in tenore dal 70% al 95% in peso, di colore grigio scuro, costituente il termine di transizione per mescolamento di sabbie e peliti. I caratteri tessiturali e composizionali sono gli stessi delle sabbie per la componente sabbiosa e delle peliti per quella pelitica;
- **Peliti molto sabbiose:** sedimenti terrigeni a frazione organogena da scarsa ad abbondante con granuli di diametro inferiori a 50  $\mu\text{m}$  ( $4,32\Phi$ ) in tenori compresi dal 70% al 30% in peso, di colore verdastro e nerastro, bruno chiaro per ossidazione, costituenti il termine di transizione per mescolamento di sabbie e peliti. Per i caratteri tessiturali e composizionali vale quanto indicato al punto precedente;
- **Peliti sabbiose:** sedimenti terrigeni ad abbondante frazione organogena con granuli di diametro inferiore a 50  $\mu\text{m}$  ( $4,32\Phi$ ) in tenori compresi dal 95% al 70% in peso, di colore verdastro o cenere, grigio plumbeo o nerastro, bruno chiaro per ossidazione, costituenti il termine di transizione per mescolamento di peliti e sabbie. Nella frazione sabbiosa la componente terrigena è subordinata a quella organogena; sui fondali antistanti le foci del Po sono presenti frustoli vegetali;
- **Peliti:** sedimenti terrigeni ad abbondante frazione organogena con granuli di diametro inferiore a 50  $\mu\text{m}$  ( $4,32\Phi$ ) in tenori superiori al 95% in peso, di colore grigio scuro, grigio verde o nero. Il tenore di silt può variare tra il 40% e 80%, quello in argilla tra 20% e 60%. La frazione terrigena è costituita da granuli carbonatici, quarzosi e minerali argillosi in diverse proporzioni, quella organogena da foraminiferi, ostracodi lamellibranchi e gasteropodi.

Al di sotto dei materiali fini di sedimentazione attuale e delle sabbie, al largo si trova un intervallo di sedimenti argillosi-siltosi, talora lievemente sabbiosi con intercalazione di torba, caratteristici di una piana fluvio-lacustre che occupava l'Alto Adriatico durante la glaciazione Wurmiana. Alla base di questo intervallo si trovano spesso sabbie fini ben classate.



### 3.3.3.2 Caratteri geologici strutturali

La struttura del giacimento è costituita da una blanda anticlinale con asse principale orientato Nord-Sud con chiusura su 4 vie, costituita da alternanze torbiditiche sabbioso-argillose della Formazione Carola (Pleistocene) che diventano talora molto fitte.

I livelli sono caratterizzati dalla presenza di sistemi canalizzati (lobi e canali) e da sistemi torbiditici a strati sottili. Lo spessore dei livelli varia da 0.4 a circa 6 m.

La mineralizzazione è a gas metano secco (CH<sub>4</sub>= 99.5%).

Di seguito le Tabelle di correlazione tra le zonazioni dei pozzi che mettono in evidenza i livelli mineralizzati a gas e quelli ad acqua. Nella prima Tabella i livelli appartenenti alle serie PLQ2 e PLQ1, nella seconda Tabella i livelli appartenenti alla serie PLQ.

**Tabella 3.4: Correlazione Zonazioni serie PLQ2 e PLQ1 tra Elettra 1 ed Elettra 2**

ZONAZIONE	
ELETTRA 1	ELETTRA 2
PLQ2-B	PLQ2-B
PLQ2-B1	PLQ2-B1
assente	PLQ1-A
PLQ1-Abis	PLQ1-Abis
PLQ1-Abis1	PLQ1-Abis1
PLQ1-Abis2	PLQ1-Abis2
PLQ1-A1	PLQ1-A1
PLQ1-A2	PLQ1-A2
PLQ1-A3	PLQ1-A3
PLQ1-A3bis	PLQ1-A3bis
PLQ1-A4	PLQ1-A4
PLQ1-A4bis	PLQ1-A4bis
PLQ1-A5	PLQ1-A5
PLQ1-A5bis	PLQ1-A5bis
PLQ1-B	PLQ1-B
PLQ1-B1	PLQ1-B1
PLQ1-B2	PLQ1-B2
PLQ1-B3	PLQ1-B3
PLQ1-B3bis	PLQ1-B3bis
PLQ1-B3bis1	PLQ1-B3bis1
PLQ1-B4	PLQ1-B4
PLQ1-B4bis	PLQ1-B4bis
PLQ1-B4bis1	PLQ1-B4bis1
PLQ1-C	PLQ1-C



PLQ1-Cbis	PLQ1-Cbis
PLQ1-Cbis1	PLQ1-Cbis1
PLQ1-C1	PLQ1-C1
PLQ1-C1bis	PLQ1-C1bis
PLQ1-C2	PLQ1-C2
PLQ1-C2bis	PLQ1-C2bis
PLQ1-C3	PLQ1-C3
PLQ1-C3bis	PLQ1-C3bis
PLQ1-D	PLQ1-D
PLQ1-D1	PLQ1-D1
PLQ1-D2	PLQ1-D2
PLQ1-D3	PLQ1-D3
PLQ1-D4	PLQ1-D4
PLQ1-D5	PLQ1-D5
PLQ1-D5bis	PLQ1-D5bis
PLQ1-D6	PLQ1-D6
PLQ1-D7	PLQ1-D7
PLQ1-D8	PLQ1-D8
PLQ1-E	PLQ1-E
PLQ1-Ebis	PLQ1-Ebis
PLQ1-Ebis1	PLQ1-Ebis1

Tabella 3.5: Correlazione Zonazioni serie PLQ tra Elettra 1 ed Elettra 2

ZONAZIONE	
ELETTRA 1	ELETTRA 2
PLQ-AE	PLQ-AE
PLQ-AEbis	PLQ-AEbis
PLQ-AEbis1	PLQ-AEbis1
PLQ-AE1	PLQ-AE1
PLQ-AE2	PLQ-AE2
PLQ-AE2bis	PLQ-AE2bis
PLQ-FI1	PLQ-FI1
PLQ-L	PLQ-L
PLQ-M	PLQ-M
PLQ-N	PLQ-N
PLQ-O	PLQ-O
PLQ-O1	PLQ-O1



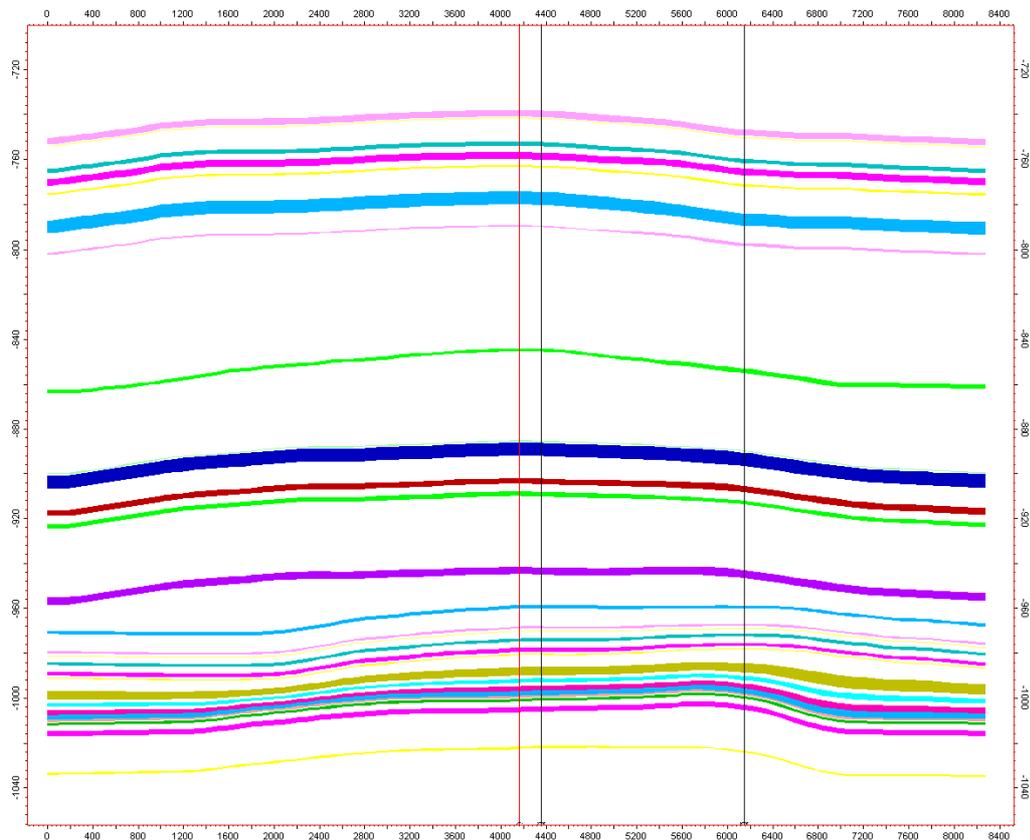
PLQ-P	PLQ-P
PLQ-P1	PLQ-P1
assente	PLQ-Q
assente	PLQ-R
assente	PLQ-ST
assente	PLQ-STbis

	Livelli con GDT (Gas Down To)
	Livelli con identificato GWC (Gas Water Contact)
	Livelli ad acqua

Entrambi i pozzi sono stati chiusi ed abbandonati.

Nella seguente *Figura* è riportata la sezione schematica rappresentativa dei livelli reservoir.

**Figura 3.14: Sezione schematica con livelli obiettivo**



### 3.3.4 Rilievo ambientale delle caratteristiche chimiche e fisiche dei sedimenti

Al fine di poter acquisire informazioni sul sedimento dell'area interessata dalla piattaforma Elettra e dal sealine di collegamento con la rete BarbaraC – Bonaccia, sono stati condotti diversi rilievi ambientali. Scopo delle ricerche è stato quello di acquisire informazioni sulle caratteristiche fisiche, chimiche, biologiche e microbiologiche delle acque e dei sedimenti.

Di seguito vengono riassunte le caratteristiche principali e le conclusioni emerse dalle due campagne di rilievo effettuate per connotare le caratteristiche dei sedimenti caratterizzanti i fondali marini in prossimità del sito ove verrà ubicata la Piattaforma e lungo il tracciato del sealine.

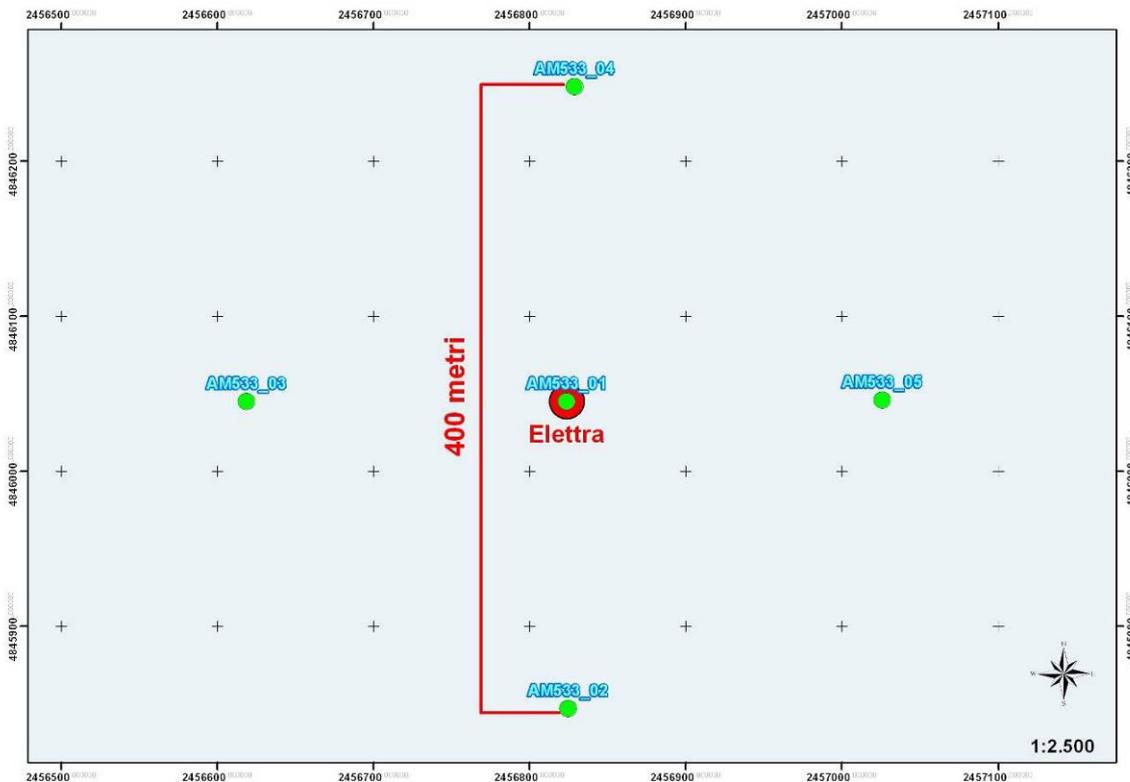
Le relazioni tecniche complete dei rilievi ambientali eseguiti per la piattaforma Elettra per lungo il sealine sono riportate in *Allegato 7* e *Allegato 8*.

#### 3.3.4.1 Monitoraggio dell'area interessata dalla piattaforma Elettra

L'area di lavoro è situata nel Mare Adriatico Centrale, a circa 59km a nord-est di Ancona.

La caratterizzazione ambientale è stata effettuata su 5 diversi punti al fine di rendere rappresentativi i risultati. Uno in corrispondenza della posizione centrale dell'area e quattro a distanza di 200 metri dalla stazione centrale, in corrispondenza delle quattro direzioni cardinali. Le coordinate sono riportate in Tabella .

**Figura 3.15: Localizzazione punti di monitoraggio dei sedimenti**



### Caratteristiche Chimico-Fisiche dei Sedimenti

Sulla base di informazioni bibliografiche ed in accordo a quanto descritto ed analizzato in precedenza, l'area di interesse per la realizzazione della piattaforma Elettra si inserisce in un contesto caratterizzato da fondali ricoperti da sedimenti sabbioso-limosi, con un minimo quantitativo di argilla (inferiore al 7%). La carta sedimentologica dell'Adriatico Centrale (cfr. *Allegato 2*), mostra la tipologia tessiturale dei sedimenti superficiali definita sulla base della classificazione di *Nota* (1958). Secondo tale classificazione l'area di interesse rientra nelle "Peliti molto sabbiose" che rappresentano il termine di transizione per il mescolamento di Sabbie (Litorali o di Piattaforma, queste ultime non più in equilibrio con la deposizione attuale), e Peliti, che invece rappresentano il prodotto delle attuali condizioni ambientali. Si tratta di sedimenti terrigeni di colore verdastro o nerastro, bruno chiaro per ossidazione. La frazione organogena va da scarsa ad abbondante con granuli di diametro inferiore a 50 micron (4.32phi) in tenori dal 70% al 30% in peso.

Le sabbie di piattaforma sono essenzialmente quarzoso-feldspatiche con un'associazione di minerali pesanti rappresentata da granato, epidoto ed orneblenda (composizione mineralogica tipica delle sabbie del Fiume Po). La frazione terrigena è invece costituita da granuli quarzosi e minerali argillosi tra cui predominano l'Illite e la smectite (70-80%) mentre la caolinite e la clorite risultano essere subordinate.

Per quanto concerne le caratteristiche macroscopiche del sedimento, la seguente *Tabella* riporta le risultanze inerenti i seguenti parametri: colore, odore, eventuale presenza di materiale organogeno e/o altro materiale grossolano in genere.

**Tabella 3.6: Caratteristiche macroscopiche dei sedimenti raccolti per l'area di Elettra**

Stazioni	Tessitura	Colore	Odore	Strato Ossidato (Presenza/Assenza)	Note
AM533_01	Sabbia Siltosa	LIGHT OLIVE GRAY 5Y 5/2	-	Assente	Materiale organogeno
AM533_02	Sabbia Siltosa	LIGHT OLIVE GRAY 5Y 5/2	-	Assente	Materiale organogeno
AM533_03	Sabbia Siltosa	LIGHT OLIVE GRAY 5Y 5/2	-	Assente	Materiale organogeno
AM533_04	Sabbia Siltosa	LIGHT OLIVE GRAY 5Y 5/2	-	Assente	Materiale organogeno
AM533_05	Sabbia Siltosa	LIGHT OLIVE GRAY 5Y 5/2	-	Assente	Materiale organogeno

Per quanto concerne il pH e il potenziale di ossidoriduzione le misure in situ sono state eseguite a 2 cm e a 8 cm di profondità dalla superficie del box-corer. Nello strato superficiale, il pH varia tra 7,43 (AM533\_05) e 7,71 (AM533\_02), mentre nello strato sottostante oscilla tra 7,47 e 7,75 sempre all'interno delle stesse stazioni.

Per quanto attiene il potenziale di ossidoriduzione (Eh), che per i sedimenti rappresenta un importante indice dello stato trofico di un ecosistema acquatico (essendo il risultato dei processi autotrofi ed eterotrofi che

incidono sul bilancio tra il consumo di ossidanti e la loro disponibilità), i fattori che lo determinano sono riconducibili a:

- dimensione dei granuli di sedimento;
- contenuto organico;
- concentrazione di ossigeno disciolto nelle acque sovrastanti.

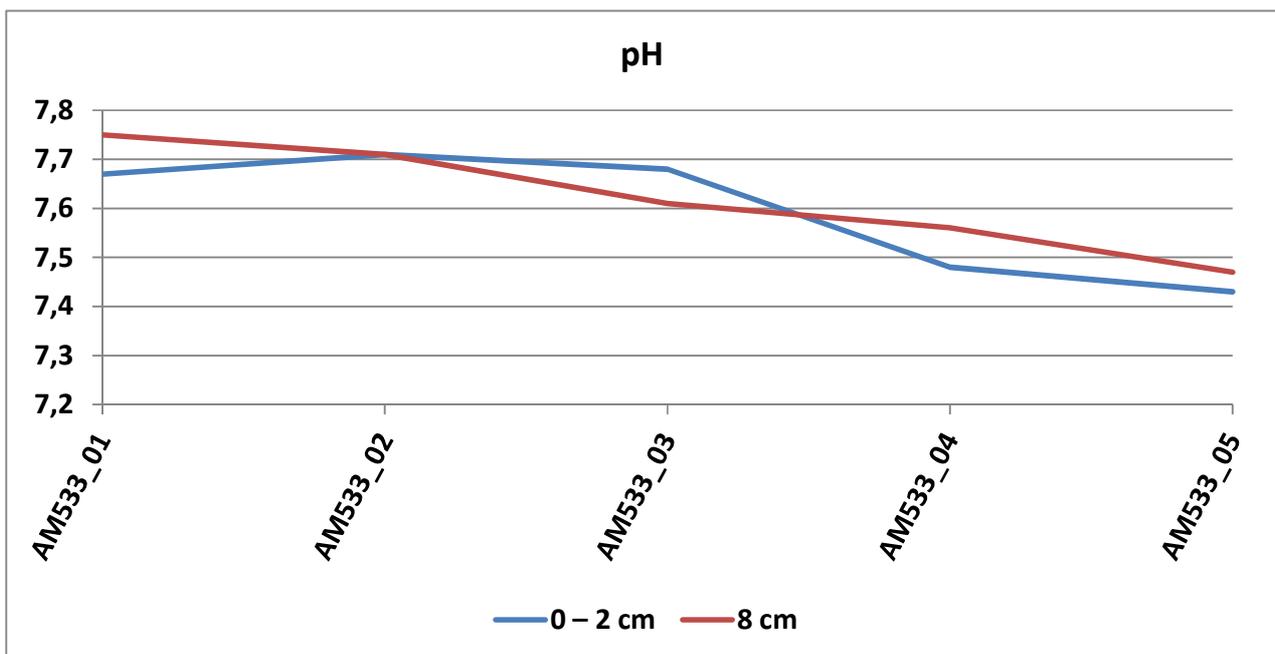
Osservando i dati registrati durante lo svolgimento delle survey ambientale ed illustrati nella Tabella sottostante (Tabella 3.7, Figura 3.17) si può notare come i valori di Eh siano positivi nello strato superficiale, variando da 27mV (AM533\_05) a 235mV (AM533\_02). Nello strato sottostante, il potenziale di ossidoriduzione presenta valori positivi nelle stazioni AM533\_01 e AM533\_02 (rispettivamente 119 e 20 mV) e valori negativi nelle stazioni AM533\_03, AM533\_04 e AM533\_05 (da -17 a -57 mV).

Nei sedimenti raccolti le temperature oscillando nel range compreso tra 13,0° C (AM533\_04) e 16,0°C (AM533\_03) (Tabella 3.7, Figura 3.18).

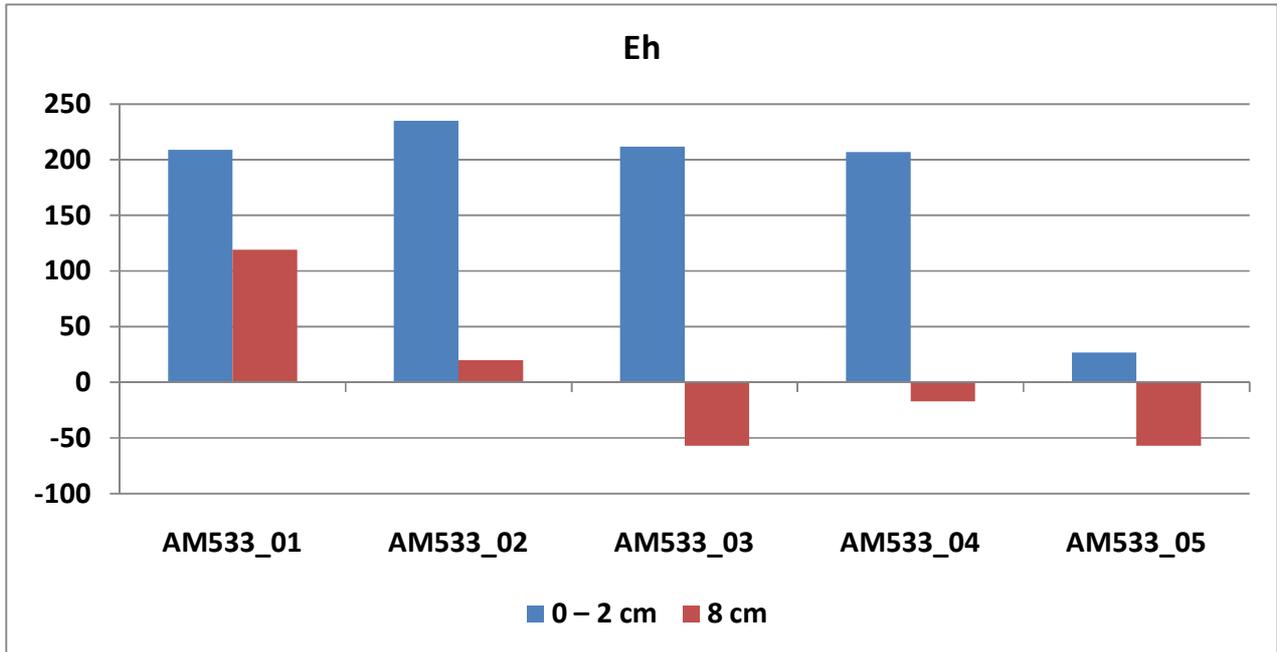
**Tabella 3.7: Valori di pH, Eh e Temperatura nei sedimenti raccolti per l'area di Elettra**

Stazioni	pH (unità pH)		Eh (mV)		T (°C)
	0 – 2 cm	8 cm	0 – 2 cm	8 cm	
AM533_01	7,67	7,75	209	119	13,0
AM533_02	7,71	7,71	235	20	14,9
AM533_03	7,68	7,61	212	-57	16,0
AM533_04	7,48	7,56	207	-17	12,8
AM533_05	7,43	7,47	27	-57	13,4

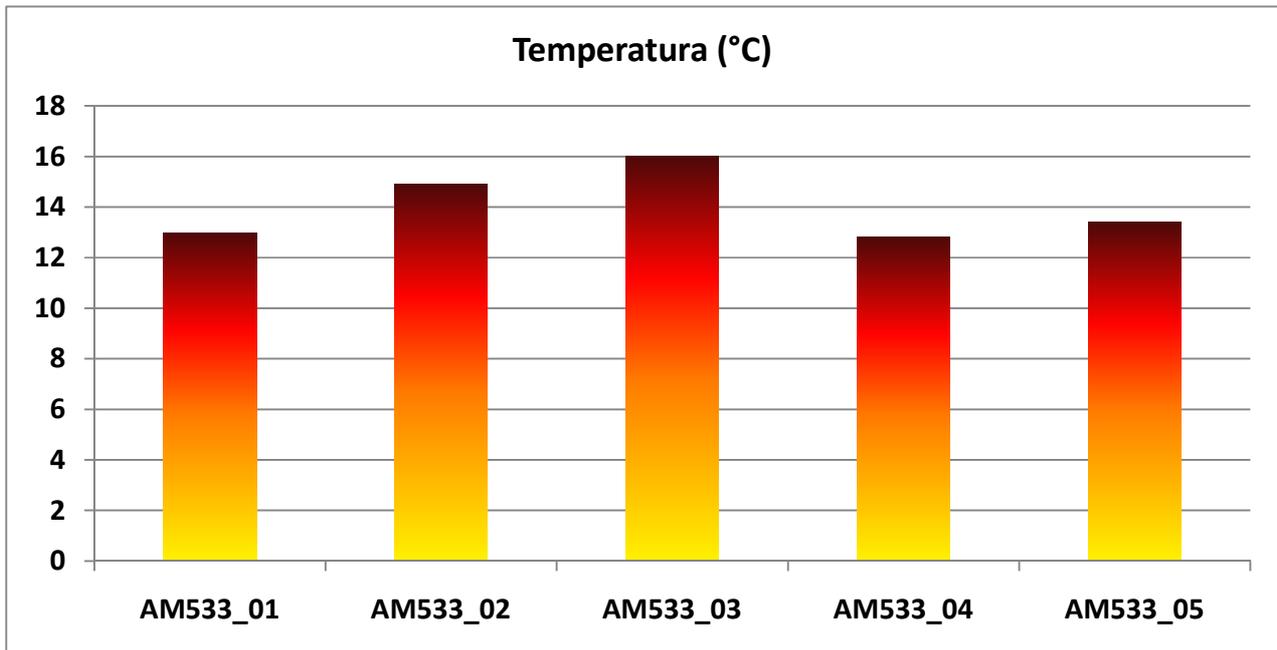
**Figura 3.16: Andamento pH**



**Figura 3.17: Andamento potenziale di ossido-riduzione**



**Figura 3.18: Andamento della Temperatura**



Analisi dei Composti Chimici e della Componente Microbiologica nei Sedimenti

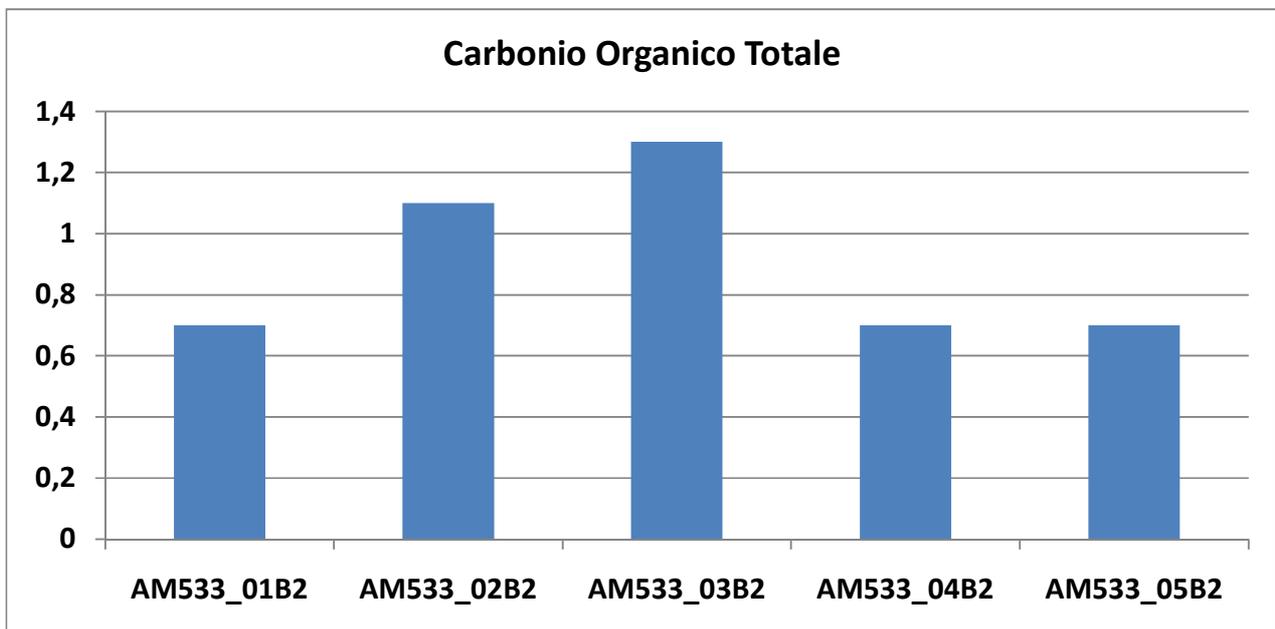
Le analisi effettuate sui campioni di sedimento hanno riguardato i parametri elencati nella seguente *Tabella*. Il valore del Carbonio organico totale è risultato essere inferiore all'1% s.s. in tutte le stazioni. Il grafico seguente mostra l'andamento del parametro indicato nelle cinque postazioni per l'area di Elettra.

**Tabella 3.8, Contenuto in Carbonio organico totale (%) per l'area di Elettra**



Campione	UM	Limite di Rilevabilità	Carbonio Organico Totale
AM533_01B2	%	0,1	0,7
AM533_02B2	%	0,1	1,1
AM533_03B2	%	0,1	1,3
AM533_04B2	%	0,1	0,7
AM533_05B2	%	0,1	0,7

Figura 3.19: Carbonio organico totale



L'analisi inerente gli idrocarburi totali ha preso in considerazione sia la componente volatile che gli idrocarburi pesanti. I componenti più pesanti (C10 – C40) rappresentano la totale prevalenza per questa famiglia di inquinanti. Le concentrazioni variano da 12 a 18mg/kg, rispettivamente alle stazioni AM533\_04 e AM533\_01 (Tabella ;3.10).

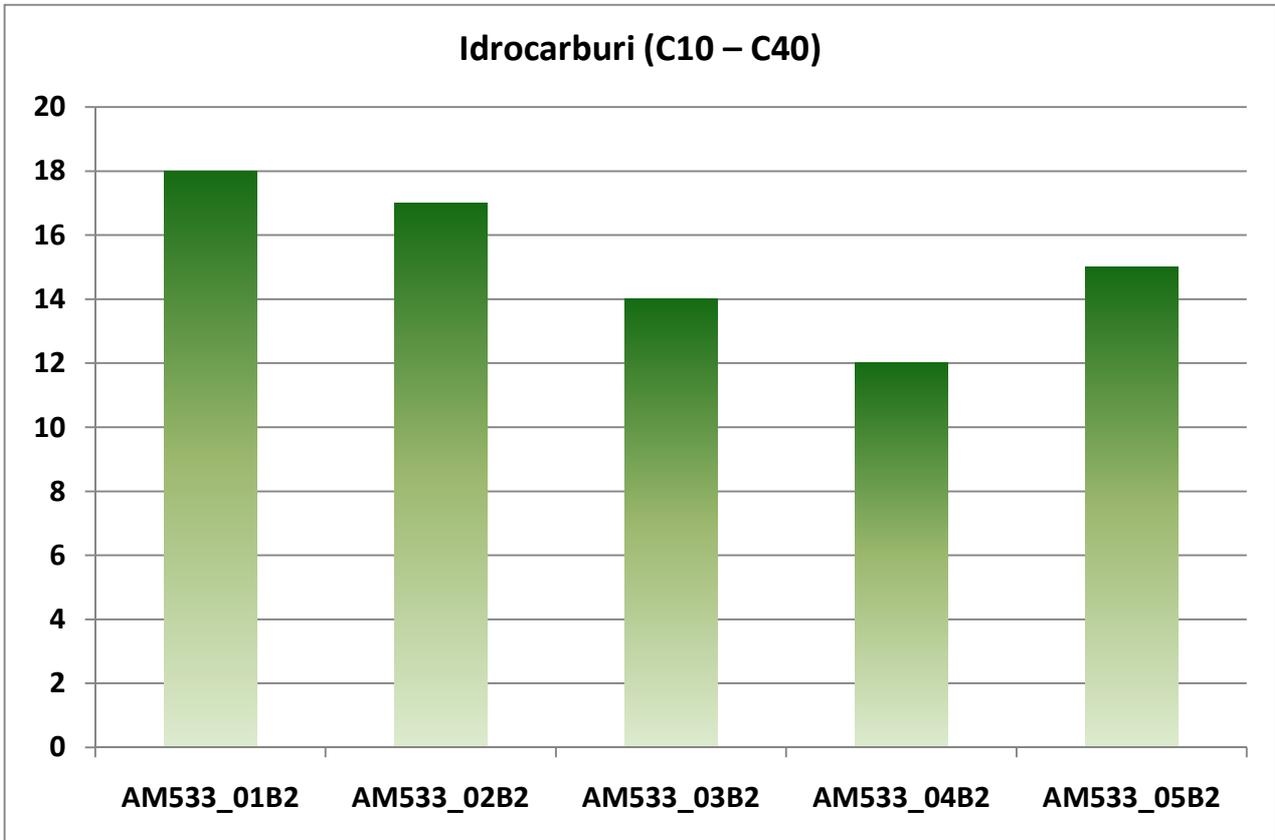
**Tabella 3.9; Contenuto in Idrocarburi volatili (mg/kg) per l'area di Elettra**

Campione	UM	Limite di Rilevabilità	Somma dei solventi organici
AM533_01B2	mg/kg	10	< 10
AM533_02B2	mg/kg	10	< 10
AM533_03B2	mg/kg	10	< 10
AM533_04B2	mg/kg	10	< 10
AM533_05B2	mg/kg	10	< 10

**Tabella 3.10; Contenuto in Idrocarburi pesanti (mg/kg) per l'area di Elettra**

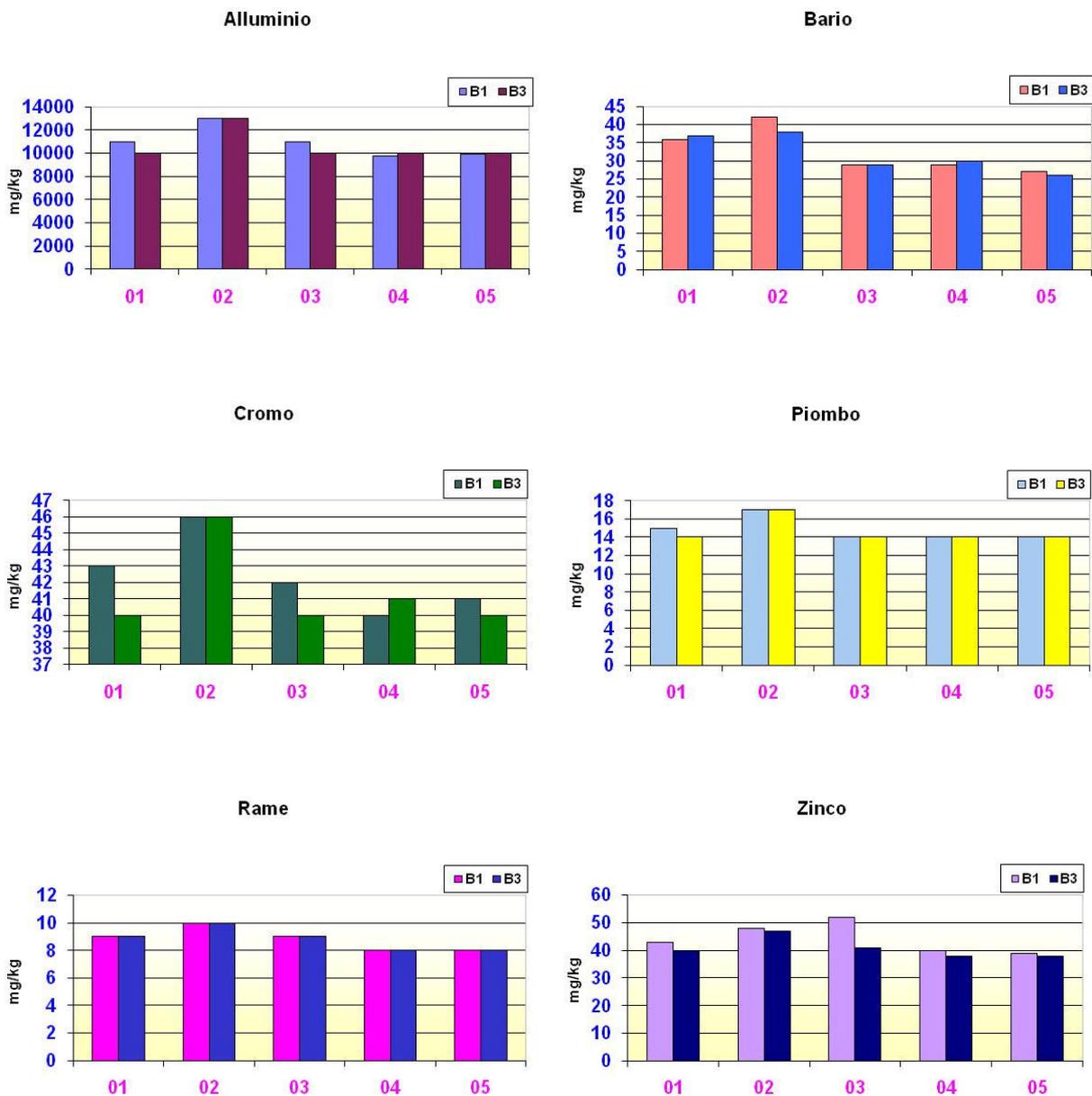
Campione	UM	Limite di Rilevabilità	Idrocarburi (C10 – C40)
AM533_01B2	mg/kg	10	18
AM533_02B2	mg/kg	10	17
AM533_03B2	mg/kg	10	14
AM533_04B2	mg/kg	10	12
AM533_05B2	mg/kg	10	15

**Figura 3.20: Idrocarburi (C10 - C40)**



Le analisi effettuate per la determinazione dei metalli pesanti ha confermato il range di valori già osservato per l'area in esame. La seguente Figura illustra il confronto tra i valori di alcuni metalli pesanti che sono stati analizzati per il primo e il secondo livello di campionamento all'interno di ogni box-corer (rispettivamente B1 e B3). In generale non si evidenziano trend particolari.

Figura 3.21: Grafici delle concentrazioni dei metalli pesanti nei sedimenti

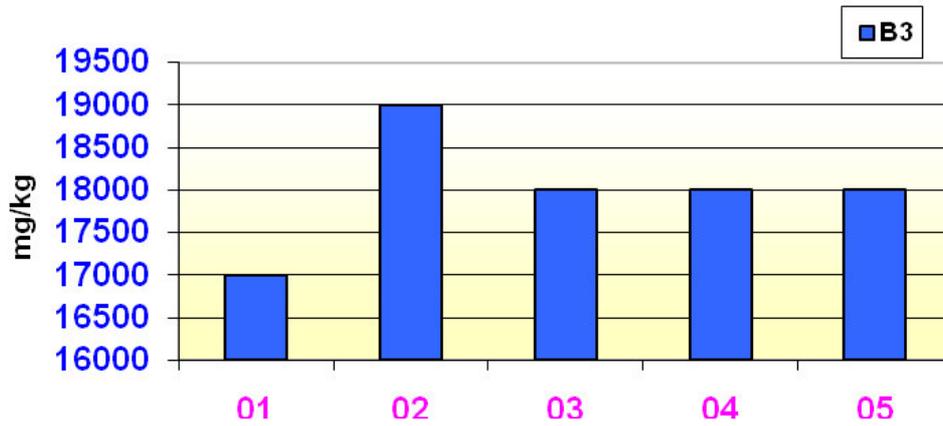


Per quanto riguarda i metalli pesanti (Ferro, Mercurio, Nichel e Vanadio) non si registrano trend caratteristici. Le concentrazioni di Mercurio, in particolare, risultano sempre inferiori al Limite di Rilevabilità. Di seguito sono riportati i valori per Ferro, Vanadio e Nichel al livello B3, ed i valori medi per il livello B1 e B3.

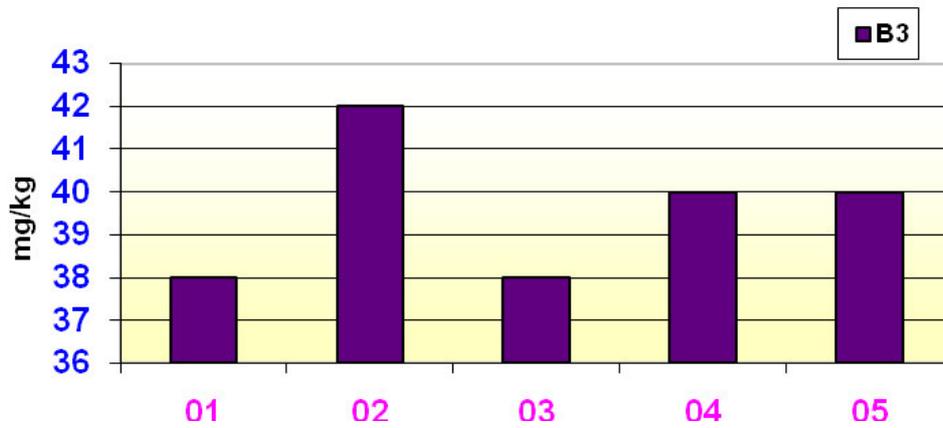


Figura 3.22: Grafici delle concentrazioni dei metalli pesanti nei sedimenti

### Ferro



### Vanadio





### Nichel

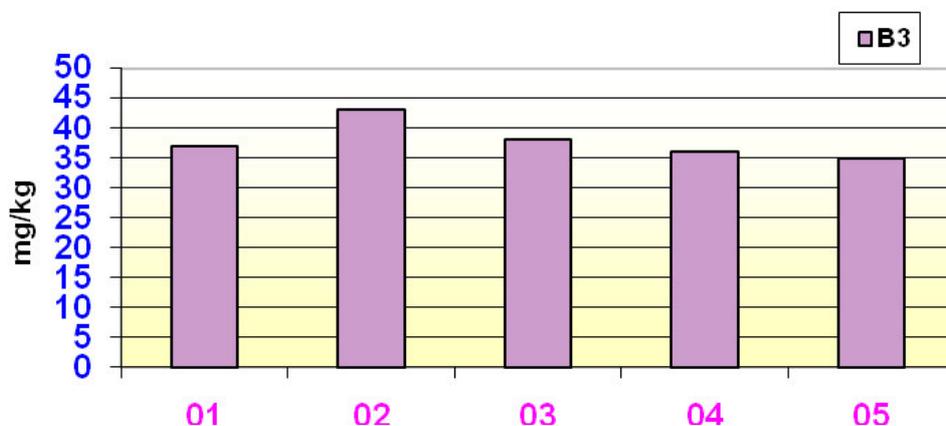


Tabella 3.11; Valori medi delle concentrazioni dei metalli pesanti (Elettra)

Metalli	Valori medi I livello (B1) (mg/kg)	Valori medi II livello (B3) (mg/kg)
Alluminio	10940	10600
Bario	32,6	32
Cromo	42,4	41,4
Ferro		18000
Mercurio		<0,1
Piombo	14,8	14,6
Nichel		37,8
Rame	8,8	8,8
Vanadio		39,6
Zinco	44,4	40,8

Infine, i risultati delle analisi microbiologiche sono illustrati nella *Tabella* sottostante, evidenziano come in generale le concentrazioni sono molto basse e prossime al Limite di Rilevabilità.

Tabella 3.12; Valori delle concentrazioni della carica batterica (Elettra)

Campione	UM	Limite di Rilevabilità	Solfato riduttori
AM533_01F	UFC/g	10	48
AM533_02F	UFC/g	10	< 16
AM533_03F	UFC/g	10	16
AM533_04F	UFC/g	10	47
AM533_05F	UFC/g	10	29

### Analisi Granulometriche

Le risultanze delle analisi granulometriche condotte sui campioni raccolti ha permesso di classificare i sedimenti dell'area di piattaforma come Sabbie siltose (Shepard, 1954), aventi percentuale di sabbia compresa tra 52,5% (AM533\_03) e il 73,3% (AM533\_01). Il quantitativo di silt invece oscilla dal 23,0% (AM533\_01) al 41,9% (AM533\_03). Il quantitativo massimo di argilla non è risultato mai superiore al 7%.

**Tabella 3.13; Classificazione della tessitura dei sedimenti (Shepard, 1954)**

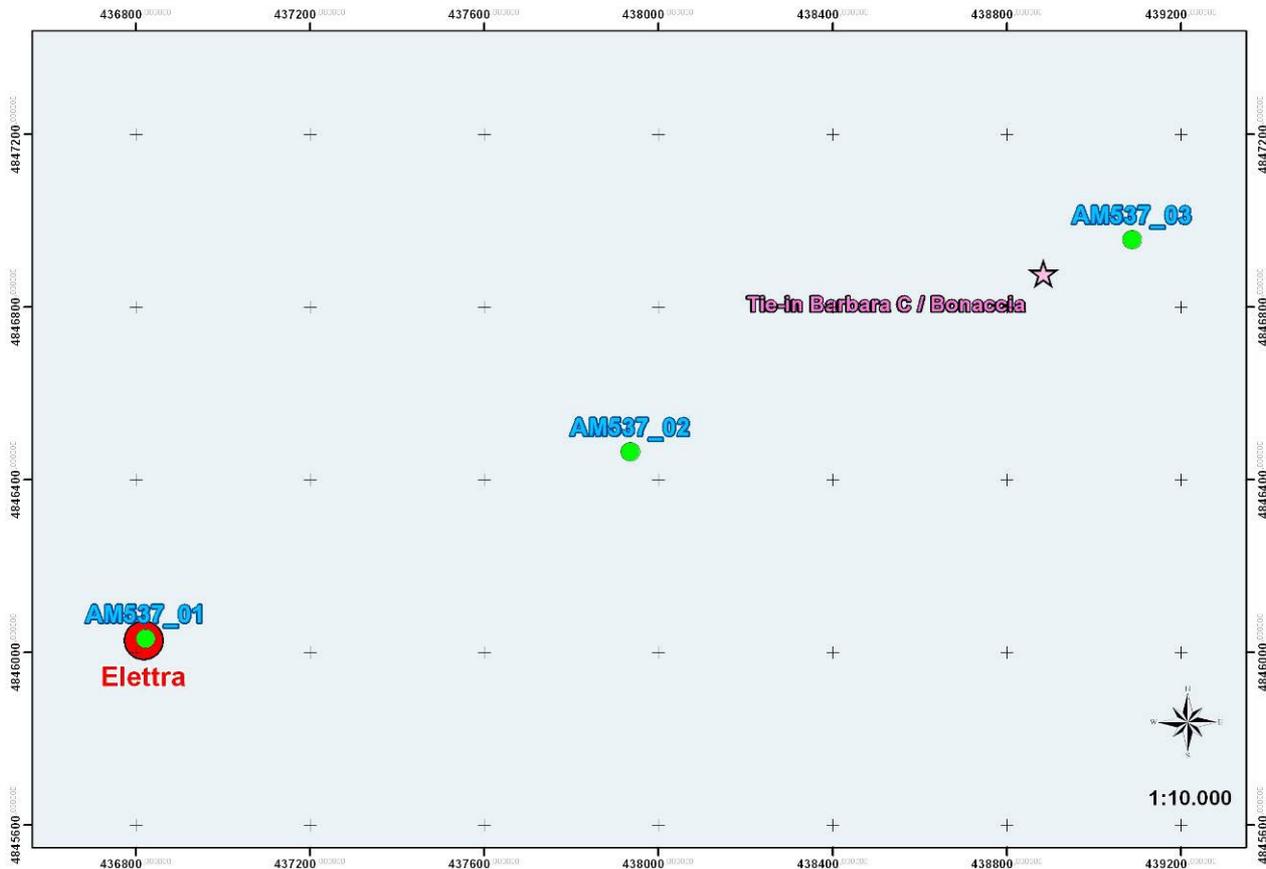
<b>Campione</b>	<b>Ghiaia (%)</b>	<b>Sabbia (%)</b>	<b>Silt (%)</b>	<b>Argilla (%)</b>	<b>Classificazione</b>
AM533_01	0,00	73,20	23,00	3,80	Sabbia siltosa
AM533_02	0,00	62,90	30,00	7,10	Sabbia siltosa
AM533_03	0,00	52,50	41,90	5,60	Sabbia siltosa
AM533_04	0,57	68,93	25,90	4,60	Sabbia siltosa
AM533_05	0,00	61,40	31,80	6,80	Sabbia siltosa

#### *3.3.4.2 Monitoraggio dell'area interessata dal sealine Elettra – Tie in BarbaraC/Bonaccia*

Lo scopo del rilievo ambientale denominato "Sealine ELETTRA – BARBARA C / BONACCIA" è stato quello di acquisire informazioni sulle caratteristiche fisiche, chimiche, biologiche e microbiologiche dei sedimenti in corrispondenza del corridoio interessato dalla rotta del pipeline che collegherà la futura piattaforma ELETTRA con l'esistente sealine denominato BARBARA C – BONACCIA.

La caratterizzazione ambientale è stata effettuata su 3 diversi punti al fine di rendere rappresentativi i risultati. La scelta del numero di punti necessari alla caratterizzazione è stata effettuata sulla base della lunghezza del sealine (< 3km) e della sua distanza dalla costa (>3 mn).

**Figura 3.23: Localizzazione punti di monitoraggio dei sedimenti**



#### Caratteristiche Chimico-Fisiche dei Sedimenti

La caratterizzazione dei fondali sulla base di documentazione bibliografica è coerente con quanto già descritto a livello dei rilievi ambientali eseguiti in corrispondenza del sito Eletttra.

La carta sedimentologica dell'Adriatico Centrale (*Allegato 2*) classifica l'area di studio come appartenente alle sabbie molto sabbiose. Si tratta di sedimenti terrigeni di colore verdastro o nerastro, bruno chiaro per ossidazione. La frazione organogena va da scarsa ad abbondante con granuli di diametro inferiore a 50 micron (4.32phi) in tenori dal 70% al 30% in peso.

Per quanto concerne le caratteristiche macroscopiche del sedimento, la seguente *Tabella* riporta le risultanze inerenti i seguenti parametri: colore, odore, eventuale presenza di materiale organogeno e/o altro materiale grossolano in genere.

**Tabella 3.14; Caratteristiche macroscopiche dei sedimenti raccolti**

Stazioni	Tessitura	Colore	Odore	Strato Ossidato (Presenza/Assenza)	Note
AM537_01	Sabbia Siltosa	LIGHT OLIVE GRAY 5Y 5/2	-	Assente	Materiale organogeno
AM537_02	Sabbia Siltosa	LIGHT OLIVE GRAY 5Y 5/2	-	Assente	Materiale organogeno

AM537_03	Sabbia Siltosa	LIGHT OLIVE GRAY 5Y 5/2	-	Assente	Materiale organogeno
----------	----------------	----------------------------	---	---------	----------------------

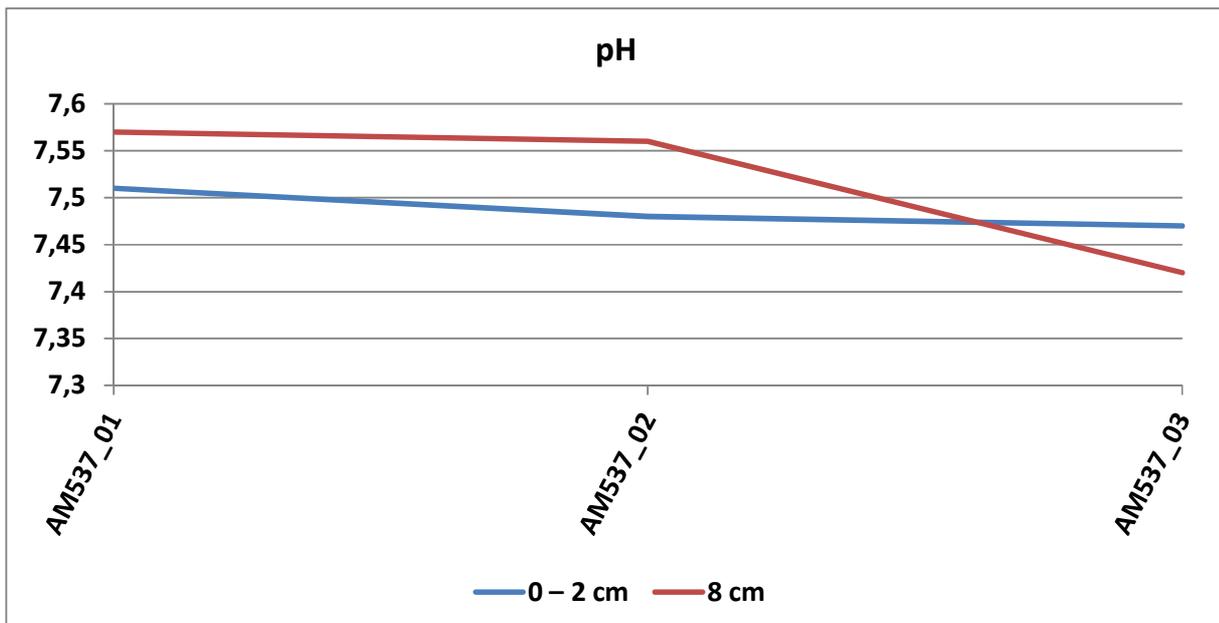
Per quanto concerne il pH, il potenziale di ossidoriduzione (misurati con le stesse metodiche precedentemente descritte) ed il parametro temperatura le risultanze mostrano quanto segue:

- Nello strato superficiale, il pH varia tra 7,47 (AM537\_03) e 7,51 (AM537\_01), mentre nello strato sottostante oscilla tra 7,42 (AM537\_03) e 7,57 (AM537\_01);
- Osservando i dati illustrati nella Tabella sottostante si può notare come i valori di Eh siano tutti positivi nello strato superficiale, variando da 179mV (AM537\_01) a 210mV (AM537\_03). Nello strato sottostante, al contrario, i valori sono tutti negativi e variano in un intervallo compreso tra -25mV in AM537\_01 e -78mV in AM537\_03);
- Nei sedimenti raccolti le temperature sono sostanzialmente comprese nel range 12,5-13°C.

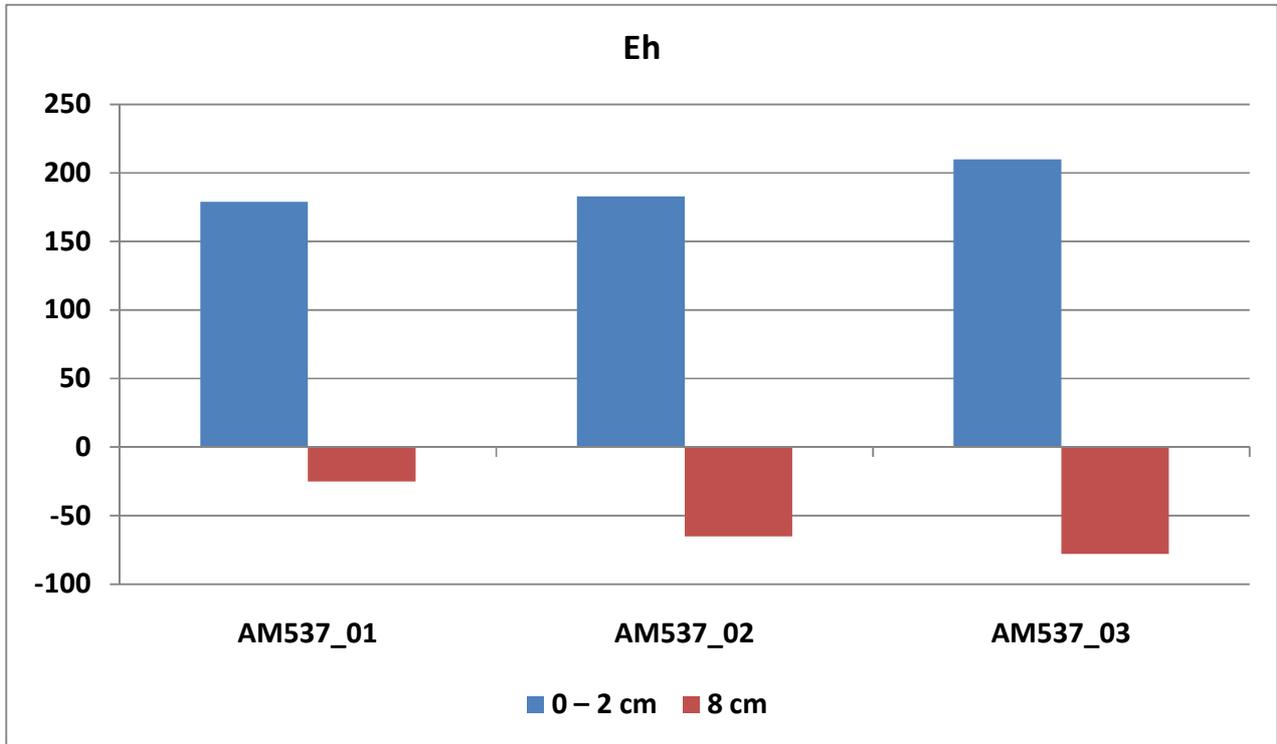
**Tabella 3.15; Valori di pH, Eh e Temperatura nei sedimenti raccolti per l'area di Elettra**

Stazioni	pH (unità pH)		Eh (mV)		T (°C)
	0 – 2 cm	8 cm	0 – 2 cm	8 cm	
AM537_01	7,51	7,57	179	-25	12,5
AM537_02	7,48	7,56	183	-65	13,2
AM537_03	7,47	7,42	210	-78	13,1

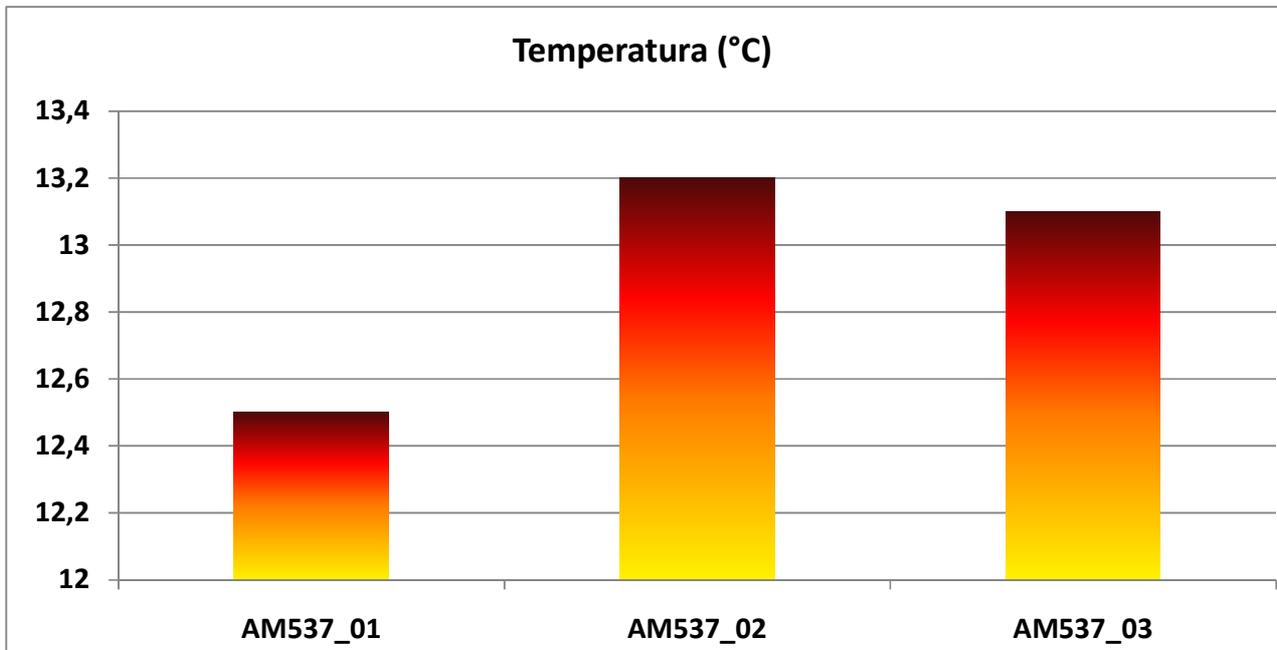
**Figura 3.24: Andamento pH**



**Figura 3.25: Andamento potenziale di ossido-riduzione**



**Figura 3.26: Andamento della Temperatura**



Le analisi effettuate sui campioni di sedimento hanno riguardato i parametri elencati nella seguente *Tabella*. Il peso specifico dei sedimenti analizzati è in media pari a 1,66 g/cm<sup>3</sup>, mentre l'umidità naturale è uguale al 37% (*Tabella x.x*)

**Tabella 3.16; Contenuto di acqua (%) e peso specifico dei sedimenti**

Campione	UM	Limite di Rilevabilità	Valore
Umidità			
AM537_01	%	0,1	39,0
AM537_02	%	0,1	33,5
AM537_03	%	0,1	37,1
Peso Specifico			
AM537_01	g/cm <sup>3</sup>	0,1	1,63
AM537_02	g/cm <sup>3</sup>	0,1	1,69
AM537_03	g/cm <sup>3</sup>	0,1	1,66

In accordo ai dati presentati nelle seguenti Tabelle è possibile affermare che:

- Il valore della Sostanza organica totale è compreso tra l'8% e l'11%;
- Le concentrazioni degli Idrocarburi totali, rappresentati in toto dai componenti più pesanti (C10 –C40), sono comprese nell'intervallo 11–13 mg/kg, rispettivamente nelle stazioni AM537\_01 e AM537\_03;
- Le concentrazioni degli Idrocarburi Policiclici aromatici sono tutte inferiori al Limite di rilevabilità;
- Le concentrazioni dei Policlorobifenili (PCB) sono tutte inferiori al Limite di rilevabilità ad eccezione del PCB-77, la cui concentrazione è superiore al medesimo limite;
- Le concentrazioni dei pesticidi Organoclorurati (POC) sono tutte inferiori al Limite di rilevabilità ad eccezione del Lindano per il punto AM537\_02 e del DDD per il punto AM537\_01;
- Le concentrazioni per Azoto e Fosforo totale sono in media uguali a 400-500 mg/kg per sostanza secca;
- Le variazioni spaziali delle concentrazioni dei metalli rientrano nel range di valori già osservato per l'area in esame. In generale non si evidenziano campioni analitici di particolare interesse.

**Tabella 3.17: Contenuto in Sostanza organica totale (%) per l'area indagata**

Campione	UM	Limite di Rilevabilità	Valore
AM537_01	%	0,1	11,40
AM537_02	%	0,1	8,80
AM537_03	%	0,1	11,20

**Tabella 3.18: Contenuto in Idrocarburi pesanti (mg/kg) per l'area indagata**

Campione	UM	Limite di Rilevabilità	Idrocarburi pesanti (C10 – C40)
----------	----	------------------------	---------------------------------

AM537_01	mg/kg	10	11
AM537_02	mg/kg	10	14
AM537_03	mg/kg	10	13

**Tabella 3.19: Contenuto in IPA per l'area indagata**

Analita	UM	Limite di Rilevabilità	AM537_01	AM537_02	AM537_03
Benzo(a)antracene	mg/kg	0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Benzo(a)pirene	mg/kg	0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Benzo(b)fluorantene	mg/kg	0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Benzo(k)fluorantene	mg/kg	0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Benzo(g,h,i)perilene	mg/kg	0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Crisene	mg/kg	0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Dibenzo(a,h)antracene	mg/kg	0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Indeno (1,2,3-cd)pirene	mg/kg	0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Pirene	mg/kg	0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Naftalene	mg/kg	0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Acenaftilene	mg/kg	0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Acenaftene	mg/kg	0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Fluorene	mg/kg	0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Fenantrene	mg/kg	0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Antracene	mg/kg	0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Fluorantene	mg/kg	0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Sommatoria dei 16 IPA	mg/kg	0,01	<0,05	<0,05	<0,05



**Tabella 3.20: Contenuto in PCB per l'area indagata**

Analita	UM	Limite di Rilevabilità	AM537_01	AM537_02	AM537_03
PCB-77	mg/kg	0,0001	0,0003	0,0002	0,0001
PCB-81	mg/kg	0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
PCB-126	mg/kg	0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
PCB-169	mg/kg	0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
PCB-105	mg/kg	0,0001	0,0001	<0,0001	<0,0001
PCB-114	mg/kg	0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
PCB-118	mg/kg	0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
PCB-123	mg/kg	0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
PCB-156	mg/kg	0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
PCB-157	mg/kg	0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
PCB-167	mg/kg	0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
PCB-189	mg/kg	0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001

**Tabella 3.21: Contenuto in POC per l'area indagata**

Analita	UM	Limite di Rilevabilità	AM537_01	AM537_02	AM537_03
Aldrin	mg/kg	0,0001	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Alfa Esaclorocicloesano	mg/kg	0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Beta Esaclorocicloesano	mg/kg	0,0001	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Gamma Esaclorocicloesano (Lindano)	mg/kg	0,0001	0,0001	0,0003	<0,0001
DDT (somma isomeri 2,4' e 4,4')	mg/kg	0,0001	<0,0002	<0,0002	<0,0002
DDD (somma isomeri 2,4' e 4,4')	mg/kg	0,0001	0,0003	<0,0002	<0,0002
DDE (somma isomeri 2,4' e 4,4')	mg/kg	0,0001	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Diedrin	mg/kg	0,0001	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Esaclorobenzene	mg/kg	0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001

**Tabella 3.22: Contenuto in Azoto e Fosforo totali**

Analita	UM	LR	AM537_01	AM537_02	AM537_03
Fosforo totale (come P)	mg/kg	10	450	429	504
Azoto (come N)	mg/kg	100	530	430	530

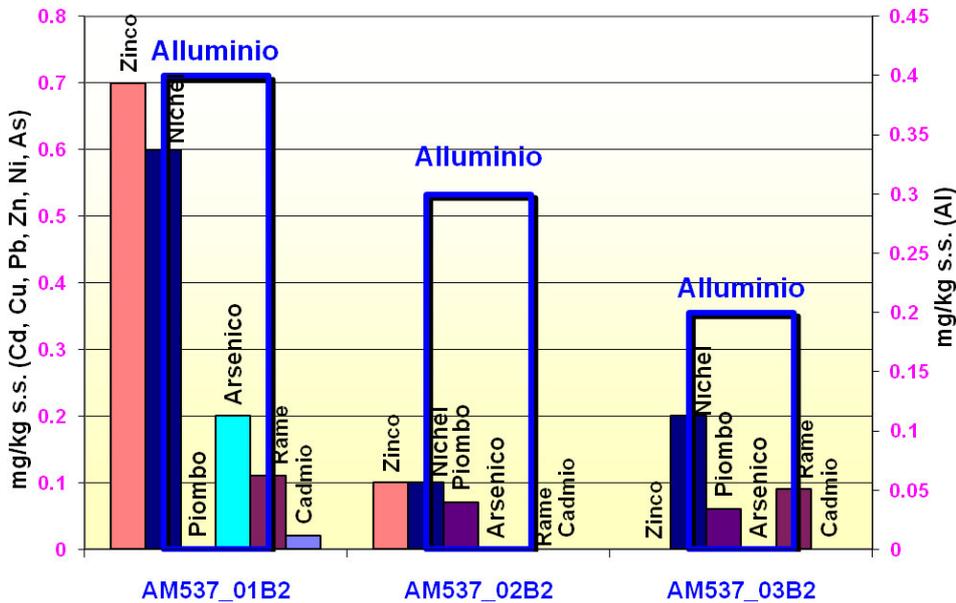
**Tabella 3.23: Contenuto in Metalli pesanti per l'area indagata**

Analita	Modalità	UM	LR	AM537_01	AM537_02	AM537_03
Alluminio	su cessione in acido acetico	mg/kg	0,01	0,4	0,3	0,2
Arsenico	su cessione in acido acetico	mg/kg	0,02	0,2	0,12	0,15
Cadmio	su cessione in acido acetico	mg/kg	0,02	0,02	<0.02	<0.02

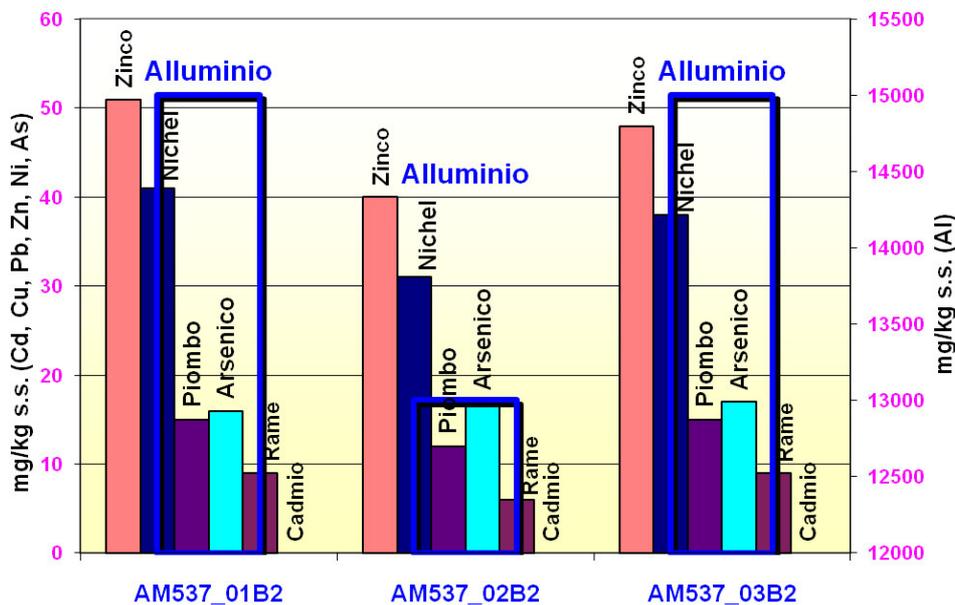


Cromo	su cessione in acido acetico	mg/kg	0,01	<0,10	<0,10	<0,10
Mercurio	su cessione in acido acetico	mg/kg	0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Nichel	su cessione in acido acetico	mg/kg	0,01	0,6	0,10	0,20
Piombo	su cessione in acido acetico	mg/kg	0,02	0,07	0,07	0,06
Rame	su cessione in acido acetico	mg/kg	0,02	0,11	0,06	0,09
Zinco	su cessione in acido acetico	mg/kg	0,01	0,7	0,10	<0,10
Alluminio	su campione secco all'aria	mg/kg	10	15000	13000	15000
Arsenico	su campione secco all'aria	mg/kg	1	16	17	17
Cadmio	su campione secco all'aria	mg/kg	0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Cromo	su campione secco all'aria	mg/kg	1	50	45	49
Mercurio	su campione secco all'aria	mg/kg	0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Nichel	su campione secco all'aria	mg/kg	1	41	31	38
Piombo	su campione secco all'aria	mg/kg	1	15	12	15
Rame	su campione secco all'aria	mg/kg	1	9	6	9
Zinco	su campione secco all'aria	mg/kg	5	51	40	48

Figura 3.27: Grafici delle concentrazioni dei metalli pesanti nei sedimenti  
Metalli pesanti (su cessione in acido acetico)



### Metalli pesanti (su campione secco all'aria)



Infine, i risultati delle analisi microbiologiche sono illustrati nella Tabella sottostante. In generale le concentrazioni sono molto basse e vicine al Limite di Rilevabilità.

**Tabella 3.24: Valori delle concentrazioni della carica batterica**

Analita	UM	Limite di Rilevabilità	AM537_01	AM537_02	AM537_03
Coliformi	MPN/g	3	<5	<4	<4
Coliformi	MPN/g	3	<5	<4	<4
Streptococchi	MPN/g	3	<5	<4	<4

#### Analisi Granulometriche

Le risultanze delle analisi granulometriche condotte sui campioni raccolti ha permesso di classificare i sedimenti dell'area come Sabbie siltose (Shepard, 1954), aventi percentuale di sabbia compresa tra il 59% (AM537\_02) e il 73% (AM537\_01). Il quantitativo di silt invece oscilla al 27% (AM537\_03) al 40% (AM537\_02). Il quantitativo massimo di argilla non è risultato mai superiore al 5%.

**Tabella 3.25: Classificazione della tessitura dei sedimenti (Shepard, 1954)**

Campione	Ghiaia (%)	Sabbia (%)	Silt (%)	Argilla (%)	Classificazione
AM537_01	0,00	73,30	23,20	3,50	sabbia siltosa
AM537_02	0,00	58,80	40,80	0,40	sabbia siltosa
AM537_03	2,07	65,03	27,61	5,29	sabbia siltosa

 <p>eni S.p.A. Exploration &amp; Production Division</p>	<p>Doc. SICS 194 Studio di Impatto Ambientale Campo Gas ELETTRA</p>	<p>Pag. 49</p>
--	---	----------------

#### 3.3.4.3 Conclusioni

Sia per quanto concerne l'area della futura piattaforma, sia per il sealine, i sedimenti analizzati non hanno presentato differenze dal punto di vista tessiturale. Tutti i campioni appartengono alla classe delle sabbie siltose in linea con quanto riportato nei documenti bibliografici di riferimento inerenti l'area vasta in cui si inserisce il progetto oggetto dello studio.

Dal punto di vista chimico tutti i campioni di ambedue le aree di monitoraggio presentano valori molto simili di pH, Eh e temperatura.

Per quanto concerne la valutazione dello stato di qualità, il *Manuale per la movimentazione di sedimenti marini* (cfr. ICRAM – APAT, 8/2006), individua tra i principali riferimenti il Livello Chimico di Base (LCB) per diversi inquinanti presenti nei sedimenti (valore applicabili in generale su tutti i mari). Il valore di LCB rappresenta il valore di concentrazione chimica prossimo al "valore del fondo naturale o allo 0" a cui non sono associate risposte eco tossicologiche evidenti.



Figura 3.28: Livello Chimico di Base (LCB) per diversi inquinanti

Parametro		
	LCB (pelite < 25%)	LCB (pelite ≥ 25%)
Elementi in tracce	[mg kg <sup>-1</sup> ] p.s.	[mg kg <sup>-1</sup> ] p.s.
As	17	23
Cd	0,20	0,35
Cr	50	100
Cu	15	35
Hg	0,20	0,40
Ni	32	60
Pb	25	37
Zn	50	100
Contaminanti organici	[μg kg <sup>-1</sup> ] p.s.	
Organostannici* (1)	4,5	
Σ PCB(2)	5	
Σ DDD(3)	1,2	
Σ DDE(3)	2,1	
Σ DDT(3)	1,2	
Clordano	2,3	
Dieldrin	0,7	
Endrin	2,7	
γ-HCH*	0,3	
Eptacloro epossido	0,6	
Σ IPA*(4)	900	
Acenaftene	7	
Antracene	47	
Benzo[a]antracene	75	
Benzo[a]pirene*	80	
Crisene	108	
Dibenz[a,h]antracene	6	
Fenantrene	87	
Fluorene	21	
Fluorantene	113	
Naftalene	35	
Pirene	153	

Considerato che il quantitativo di pelite di un campione è dato dalla somma di silt e argilla, sulla base delle composizioni granulometriche descritte in precedenza, i campioni raccolti posseggono complessivamente un valore di pelite superiore al 25%.

Sulla base di quanto emerso dal monitoraggio e da quanto riportato nelle indicazioni del manuale, si può quindi asserire quanto segue:

 <p>eni S.p.A. Exploration &amp; Production Division</p>	<p><b>Doc. SICS 194</b> <b>Studio di Impatto Ambientale</b> <b>Campo Gas ELETTRA</b></p>	<p>Pag. 51</p>
--	--	----------------

- Gli idrocarburi policiclici aromatici sono risultati essere inferiori all'LCB e nella maggioranza dei casi inferiori ai limiti di rilevabilità;
- Analogamente a quanto emerso per gli IPA, anche per PCB e POC non sono stati riscontrati superamenti dei limiti di rilevabilità evidenziandone una presenza non significativa nei campioni prelevati;
- Per quanto concerne i metalli, tutte le misurazioni effettuate sulle 7 stazioni per i diversi inquinanti hanno evidenziato valori al di sotto degli LCB riportati nella Figura 3.31.

### **3.4 CARATTERISTICHE METEO-OCEANOGRAFICHE**

#### **3.4.1 Caratteristiche Meteo Climatiche a Livello Regionale**

Allungato con asse in direzione NW-SE tra la penisola Italiana e quella Balcanica, l'Adriatico rappresenta il bacino più settentrionale del Mare Mediterraneo. Tale fatto, assieme alla conformazione allungata del bacino, circa 800 Km lungo l'asse, per circa 6° in latitudine, ha rilevanti conseguenze nella definizione del clima locale.

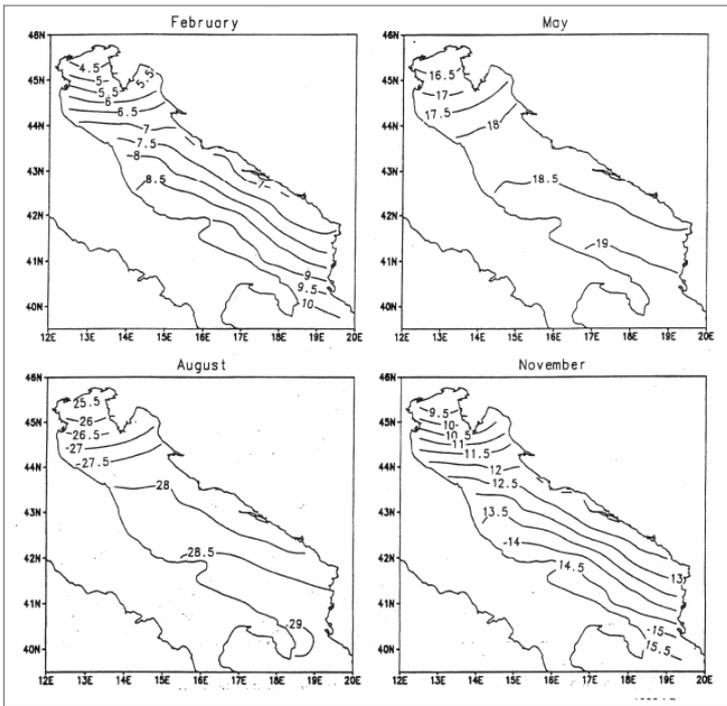
##### *3.4.1.1 Clima*

Il bacino dell'Adriatico ha un clima di tipo mediterraneo: inverni miti ed umidi, estati calde e secche e stagioni intermedie che rappresentano transizioni, generalmente rapide, tra tali climi. Tuttavia, a causa del notevole sviluppo in latitudine del bacino, tale quadro presenta delle specificità locali e, nella zona settentrionale che è di interesse per il presente studio, il clima assume caratteristiche più marcatamente continentali, con temperature invernali più basse, rapidi cambiamenti delle condizioni atmosferiche e maggiore escursione termica nel corso dell'anno.

##### *3.4.1.2 Temperatura ed Umidità*

I valori medi di temperatura dell'aria presentano un gradiente che tende a porsi longitudinalmente all'asse del bacino nella zona settentrionale e trasversalmente nella sezione centro-meridionale, con escursioni di temperatura maggiori nei mesi invernali comprese tra i 4÷5°C rispetto ai mesi estivi di 2÷3°C. I livelli di umidità relativa risultano più elevati nella sezione settentrionale e nei mesi freddi, a causa della minore temperatura dell'aria, con variazioni comunque sempre sostanzialmente modeste tra le varie stagioni.

**Figura 3.29: Isolinee della Temperatura dell’Aria sul Bacino nelle Diverse Stagioni ( da Artegiani et. al. 1997)**



**3.4.1.3 La Circolazione Atmosferica**

L’evoluzione annuale della circolazione atmosferica sul bacino del Mediterraneo è determinata dai cambiamenti dei grandi sistemi di pressione che interessano l’Oceano Atlantico, la massa continentale Euro-Asiatica e quella Africana.

Nel periodo invernale, l’anticiclone delle Azzorre, centrato sull’Atlantico, occupa la posizione più meridionale delle sue migrazioni annuali, mentre l’anticiclone siberiano è alla sua massima intensità sul continente eurasiatico. A Sud della zona anticiclonica atlantica è presente un’area di depressione sull’Atlantico e sull’Africa che, occasionalmente, può dare origine a fenomeni ciclonici di qualche importanza, mentre a Nord si ha il corridoio di transito delle depressioni atlantiche in movimento verso Est sul continente Europeo. Da tali movimenti depressionari possono aversi afflussi di aria fredda verso il Mediterraneo, dove vengono a contatto con masse di aria più calda ed umida, dando origine a fenomeni di ciclogenesi con venti sostenuti e piogge intense. Occasionalmente, in qualunque periodo tra Ottobre e Maggio, il transito delle depressioni atlantiche è interrotto da afflussi di aria fredda di origine polare dall’Europa settentrionale e dalla Russia, che possono spingersi fino a latitudini tropicali, dando origine, a causa del grande contrasto termico, a aree di depressione, che si formano sull’Atlantico e sul deserto Nord Africano per poi muovere verso il Mediterraneo.

Nei mesi primaverili, si ha il graduale sviluppo di un’area anticiclonica nella zona tra la Groenlandia e l’Europa Settentrionale ed il contemporaneo decadere dell’anticiclone siberiano, che generalmente collassa nel corso del mese di Aprile, cessando quindi di rappresentare una potenziale sorgente di masse di aria fredda per la zona mediterranea. Il Mediterraneo risulta ancora soggetto al transito di depressioni,

 <b>eni S.p.A.</b> <b>Exploration &amp; Production Division</b>	<b>Doc. SICS 194</b> <b>Studio di Impatto Ambientale</b> <b>Campo Gas ELETTRA</b>	Pag. 53
--	---	---------

determinate dall'intrusione di aria fredda dalle alte latitudini, che danno origine a nuvolosità e precipitazioni meno significative che nei mesi invernali, ma possono determinare venti di notevole intensità.

Il clima estivo si stabilisce sul Mediterraneo con l'intensificarsi dell'anticiclone delle Azzorre che sviluppa una diramazione verso le Alpi. Il processo inizia, in forma intermittente, nei mesi primaverili e, generalmente, giunge a compimento per la metà di Giugno. Le depressioni di origine Atlantica sono più deboli che nel periodo invernale e anche se occasionalmente possono interessare il Mediterraneo, raramente danno origine a fenomeni significativi. Estate più perturbate si hanno quando l'anticiclone si protende verso le isole britanniche e l'Europa settentrionale anziché verso le Alpi, esponendo il bacino ad afflussi di aria fredda di origine artica che, dalla Russia, penetrano nel bacino attraverso i Balcani o le Alpi.

#### *3.4.1.4 Il Transito delle Depressioni*

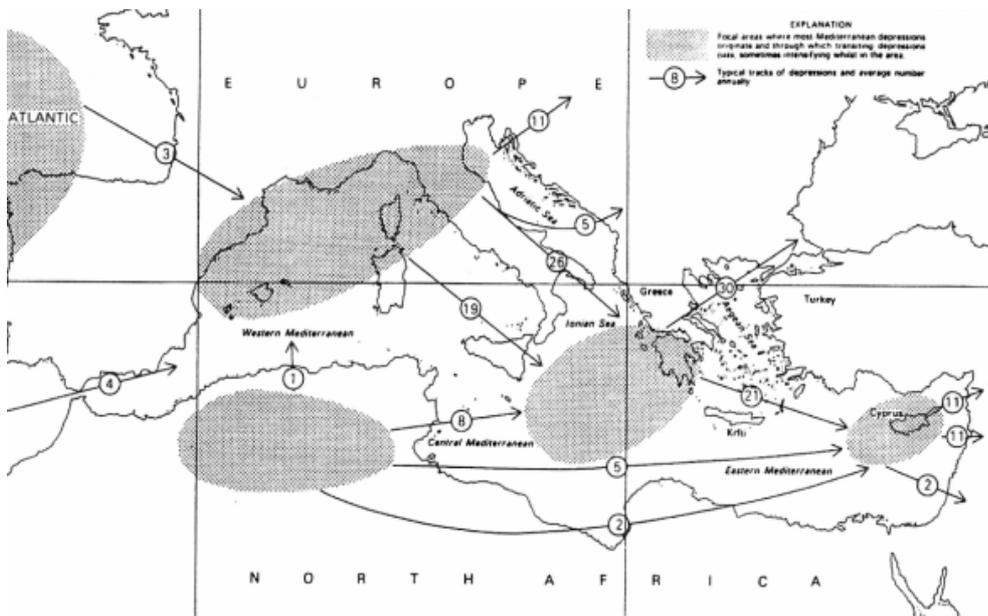
La figura seguente riporta schematicamente le principali tracce di transito delle depressioni che interessano l'area del Mediterraneo. Le aree cerchiare indicano le principali zone di ciclogenese nel bacino che costituiscono anche aree di intensificazione per le depressioni in transito; di particolare interesse, per la presente analisi, è l'area che si estende tra le Baleari e l'Adriatico Settentrionale, dove si formano oltre il 50% delle depressioni di origine Mediterranea, la maggior parte delle quali nel Golfo di Genova, da cui questo tipo di perturbazione trae il nome. L'attività di ciclogenese è particolarmente attiva nel periodo invernale, specialmente nei mesi di Gennaio e Febbraio, in associazione all'afflusso di aria fredda dall'Europa orientale. Per quanto riguarda la fenomenologia nel bacino Adriatico risultano particolarmente rilevanti:

le depressioni di origine Atlantica che giungono sull'Italia attraverso le rotte che transitano dal Golfo di Biscaglia e dal Golfo del Leone o dallo stretto di Gibilterra e dal Mare di Alboran. Dall'Italia possono proseguire verso E o NE, con fenomeni che interessano essenzialmente l'Adriatico Settentrionale o muoversi longitudinalmente lungo l'asse dell'Adriatico con direzione SE, determinando forti afflussi di bora su tutto il bacino;

le depressioni che dalla Spagna e dall'Africa settentrionale transitano sullo Ionio e sull'Adriatico Meridionale, determinando afflussi di aria calda ed umida, che danno origine a fenomeni di Scirocco;

le celle di bassa pressione che dalla Tunisia e dalla Libia muovono verso il Mar Nero, con fenomenologia che comunque è essenzialmente confinata nella sezione meridionale del bacino adriatico.

Figura 3.30: Principali Rotte di Transito delle Depressioni sul Bacino Mediterraneo



In associazione a tali configurazioni depressionarie, i venti più intensi nell'Adriatico risultano:

- **Bora:** è un vento freddo e secco da NE dovuto all'afflusso di aria continentale orientale ed artica attraverso il varco di Trieste o talvolta attraverso le montagne della costa orientale dell'Adriatico. In quest'ultimo caso, la direzione tende a ruotare verso ENE o E. I venti di Bora sono generalmente associati alla presenza di un anticiclone ben sviluppato sull'Europa settentrionale e di una bassa pressione relativa sul Mediterraneo oppure in coincidenza con il transito di depressioni sullo Ionio e sull'Adriatico meridionale, anche in presenza di una alta pressione relativamente debole sull'Europa. Tali situazioni sono maggiormente frequenti nel periodo invernale in rispetto al periodo estivo. La frequenza e l'intensità della Bora tendono a diminuire muovendosi da Est verso Ovest e da Nord verso Sud nel bacino. Nella sezione meridionale, a Sud di Ancona, si ha anche una rotazione nella direzione del vento che tende a porsi da N-NW a costa e da N-NE al largo;
- **Scirocco:** è un vento caldo umido che soffia da Sud, dovuto all'afflusso di masse d'aria dall'Africa Settentrionale, rese umide dal transito sullo Ionio. Lo scirocco è generalmente associato alla presenza di una depressione ad Ovest dell'Adriatico, contrastata da un'alta pressione sui Balcani. A causa della configurazione del bacino, lo Scirocco, che ha direzione Sud all'ingresso dell'Adriatico, tende a porsi da SE, con una intensificazione lungo la costa Orientale. Nell'Adriatico settentrionale, nella fascia tra Pesaro e Ravenna, si ha una ulteriore rotazione del vento, che tende a porsi da E. Le massime intensità dei venti da Scirocco sono inferiori a quelle da Bora, ma possono risultare significative, specialmente nelle stagioni di transizione - Primavera ed Autunno;
- **Maestrale:** è un vento da NW, non molto frequente nell'Adriatico Settentrionale, in cui risulta associato al transito di fronti freddi, con massima probabilità di occorrenza nella tarda estate ed in autunno. Come accennato in precedenza, nella sezione meridionale del bacino i venti da NW risultano essenzialmente da una rotazione del vento di Bora;
- **Libeccio:** è un vento da SW, non molto frequente né persistente, associato alla presenza di depressioni sul bacino. I suoi effetti sono avvertiti soprattutto sulle coste orientali, tuttavia, all'altezza della foce del Po può piegare da SE, dando origine a mareggiate significative lungo la costa italiana.



### 3.4.2 Caratteristiche Meteo Climatiche a Livello Locale

Per ciò che concerne le caratteristiche meteo-climatiche nella specifica area di progetto, dalla bibliografia esistente non risultano dati disponibili; di conseguenza i dati riportati si riferiscono ad aree limitrofe a quella del proposto progetto, ma sono comunque in grado di dare interessanti indicazioni in merito alle condizioni meteo-climatiche nell'area di studio. Con specifico riferimento al regime anemologico si rimanda al *Capitolo 4*, in cui nel descrivere i dati di input utilizzati per le ricostruzioni modellistiche degli scenari diffusivi delle emissioni in atmosfera si caratterizza la componente anemologica.

#### 3.4.2.1 Distribuzione Statistica del Vento per la Zona Off-shore

La distribuzione statistica dell'intensità del vento per direzione di provenienza su base annuale e stagionale è riportata, con riferimento all'area offshore, nelle seguenti Tabelle. Le Tabelle sono state ottenute da elaborazioni delle osservazioni di navi in transito (KNMI - *Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut*), relativamente ad una serie storica particolarmente estesa e riferita al periodo 1961-1990, nell'area a Nord di Ancona, ricondotte a condizioni standard (10m; 10').

In particolare, la seguente Tabella evidenzia come su base annuale la distribuzione del vento tenda a concentrarsi nei principali settori di traversia descritti in precedenza: la massima frequenza risulta associata ai settori di Bora (33.4% degli eventi), seguiti dallo Scirocco (22.5% degli eventi) e dal Maestrale (12.5% degli eventi). Ai settori di Bora e Scirocco risultano associati anche i venti di maggiore intensità. Le distribuzioni stagionali mostrano una significativa variabilità di tale quadro generale nel corso dell'anno: nel periodo invernale si ha una notevole accentuazione degli eventi da Bora (37.6%) e da Maestrale (14%), mentre si riduce l'importanza degli eventi da Scirocco (19.3%). In Primavera, ad una riduzione degli eventi da Bora (32.4%) e da Maestrale (9.8%), corrisponde una accentuazione della frequenza dello Scirocco (27.2%).

**Tabella 3.26: Distribuzione del Vento al Largo Ridotto a Condizioni Standard (10', 10m) Annuale**

DISTRIBUZIONE DIREZIONALE DELLA VELOCITÀ DEL VENTO - ANNUALE																
VELOCITÀ DEL VENTO (m/s)																
DIR (N°)	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	TOT
0	1,1	2,6	1,8	1,2	0,4	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,3
30	0,9	2,3	2,4	1,9	1,0	0,7	0,2	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9,7
60	1,3	4,0	4,5	3,1	2,6	1,5	0,7	0,3	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	18,2
90	1,1	2,4	2,0	1,4	0,9	0,6	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,6
120	0,5	1,6	2,0	1,3	0,3	0,3	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,2
150	1,4	4,3	4,3	2,6	0,8	0,5	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	14,3
180	1,0	2,5	1,9	1,1	0,6	0,5	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,8
210	0,4	0,9	1,4	0,8	0,3	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,0
240	0,5	1,3	1,3	0,9	0,4	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,5
270	0,9	1,6	1,1	0,6	0,4	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,7
300	0,4	1,6	0,9	0,7	0,3	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,1
330	1,8	4,1	2,7	1,1	0,4	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,4
TOT	11,2	29,3	26,4	16,7	8,4	4,9	1,8	0,9	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	99,9
	Calme 25,142			Variabili 2,763												



**Tabella 3.27: Distribuzione del Vento al Largo Ridotto a Condizioni Standard (10', 10m) Inverno**

<b>DISTRIBUZIONE DIREZIONALE DELLA VELOCITÀ DEL VENTO - INVERNO</b>																
<b>VELOCITÀ DEL VENTO (m/s)</b>																
<b>DIR (N°)</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>10</b>	<b>12</b>	<b>14</b>	<b>16</b>	<b>18</b>	<b>20</b>	<b>22</b>	<b>24</b>	<b>26</b>	<b>28</b>	<b>30</b>	<b>TOT</b>
0	1,3	1,8	1,8	1,3	0,4	0,1	0,2	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,0
30	1,6	2,6	2,9	1,6	1,6	1,0	0,2	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	11,8
60	1,4	3,9	4,9	4,3	3,6	2,2	1,0	0,2	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	21,7
90	1,4	1,7	1,1	1,4	1,1	0,6	0,1	0,4	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,8
120	0,3	0,8	1,6	1,1	0,2	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,4
150	0,9	2,4	3,3	1,6	1,2	0,5	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,2
180	0,8	2,6	1,4	0,8	1,0	1,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,6
210	0,2	0,8	1,0	0,5	0,2	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,9
240	0,5	1,1	1,9	1,5	0,4	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,5
270	1,2	2,0	1,1	1,0	0,4	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,8
300	0,3	1,4	0,4	0,9	0,4	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,5
330	1,7	4,7	3,2	1,5	0,5	0,2	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	11,8
<b>TOT</b>	<b>11,4</b>	<b>25,8</b>	<b>24,5</b>	<b>17,3</b>	<b>10,9</b>	<b>6,5</b>	<b>1,9</b>	<b>1,1</b>	<b>0,4</b>	<b>0,2</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>100,0</b>
	calme 19,205			variabili 2,522												

**Tabella 3.28: Distribuzione del Vento al Largo Ridotto a Condizioni Standard (10', 10m) Primavera**

<b>DISTRIBUZIONE DIREZIONALE DELLA VELOCITÀ DEL VENTO - PRIMAVERA</b>																
<b>VELOCITÀ DEL VENTO (m/s)</b>																
<b>DIR (N°)</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>10</b>	<b>12</b>	<b>14</b>	<b>16</b>	<b>18</b>	<b>20</b>	<b>22</b>	<b>24</b>	<b>26</b>	<b>28</b>	<b>30</b>	<b>TOT</b>
0	0,5	2,6	1,7	0,3	0,5	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,7
30	0,6	2,3	2,2	1,4	1,2	0,8	0,2	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	8,8
60	1,6	4,7	4,2	2,9	2,5	1,3	0,8	0,3	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	18,3
90	1,3	1,9	2,8	1,1	0,5	0,4	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,1
120	0,8	1,6	2,6	1,7	0,6	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,5
150	0,9	5,2	5,7	4,6	1,2	0,0	0,3	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	18,0
180	0,9	2,9	2,8	1,0	0,8	0,3	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9,0
210	0,7	1,1	1,7	1,1	0,3	0,3	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,3
240	0,4	2,3	1,2	0,7	0,2	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,9
270	1,0	1,1	0,9	0,4	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,9
300	0,2	0,9	0,9	0,4	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,7
330	1,5	3,4	1,8	0,5	0,4	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,7
<b>TOT</b>	<b>10,4</b>	<b>30,1</b>	<b>28,5</b>	<b>16,1</b>	<b>8,7</b>	<b>3,6</b>	<b>1,8</b>	<b>0,5</b>	<b>0,1</b>	<b>0,0</b>	<b>0,1</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>99,9</b>
	calme 33,33			variabili 3,13												

**Tabella 3.29: Distribuzione del Vento al Largo Ridotto a Condizioni Standard (10', 10m) Estate**

<b>DISTRIBUZIONE DIREZIONALE DELLA VELOCITÀ DEL VENTO - ESTATE</b>																
<b>VELOCITÀ DEL VENTO (m/s)</b>																
<b>DIR (N°)</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>10</b>	<b>12</b>	<b>14</b>	<b>16</b>	<b>18</b>	<b>20</b>	<b>22</b>	<b>24</b>	<b>26</b>	<b>28</b>	<b>30</b>	<b>Tot</b>
0	0,5	2,6	1,7	0,3	0,5	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,7
30	0,6	2,3	2,2	1,4	1,2	0,8	0,2	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	8,8
60	1,6	4,7	4,2	2,9	2,5	1,3	0,8	0,3	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	18,3
90	1,3	1,9	2,8	1,1	0,5	0,4	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,1
120	0,8	1,6	2,6	1,7	0,6	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,5
150	0,9	5,2	5,7	4,6	1,2	0,0	0,3	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	18,0
180	0,9	2,9	2,8	1,0	0,8	0,3	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9,0
210	0,7	1,1	1,7	1,1	0,3	0,3	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,3
240	0,4	2,3	1,2	0,7	0,2	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,9
270	1,0	1,1	0,9	0,4	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,9
300	0,2	0,9	0,9	0,4	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,7
330	1,5	3,4	1,8	0,5	0,4	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,7
<b>Tot</b>	<b>10,4</b>	<b>30,1</b>	<b>28,5</b>	<b>16,1</b>	<b>8,7</b>	<b>3,6</b>	<b>1,8</b>	<b>0,5</b>	<b>0,1</b>	<b>0,0</b>	<b>0,1</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>99,9</b>
	calme 33,33			variabili 3,13												



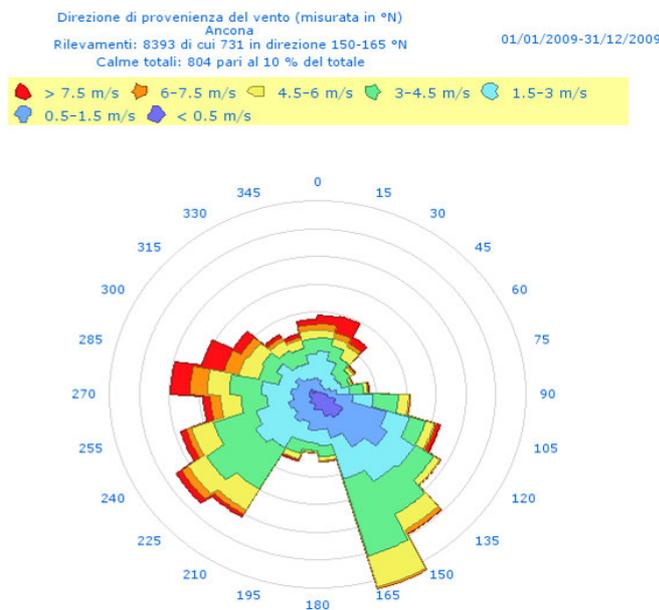
**Tabella 3.30: Distribuzione del Vento al Largo Ridotto a Condizioni Standard (10',10m) Autunno**

DISTRIBUZIONE DIREZIONALE DELLA VELOCITÀ DEL VENTO - AUTUNNO																
VELOCITÀ DEL VENTO (m/s)																
DIR (N°)	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	Tot
0	1,5	2,1	1,9	2,1	0,3	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,3
30	0,6	2,0	1,7	2,7	0,9	1,0	0,3	0,5	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9,9
60	1,0	3,4	5,1	3,7	3,0	2,3	0,6	0,7	0,2	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	20,2
90	0,5	1,5	1,5	1,2	1,0	1,0	0,6	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,4
120	0,5	1,6	1,3	0,9	0,3	0,1	0,7	0,3	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,9
150	1,4	2,6	3,4	1,6	0,8	1,2	0,6	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	11,7
180	0,1	0,9	0,9	1,4	0,7	0,9	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,2
210	0,3	0,7	1,9	1,0	0,6	0,3	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,0
240	0,6	0,8	0,8	1,0	0,7	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2
270	0,7	1,3	1,7	1,0	0,5	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,5
300	0,2	2,8	1,2	0,8	0,6	0,2	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,0
330	1,3	4,1	2,7	1,6	0,3	0,5	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,6
<b>Tot</b>	<b>8,7</b>	<b>23,7</b>	<b>24,1</b>	<b>19,2</b>	<b>9,9</b>	<b>8,4</b>	<b>3,4</b>	<b>1,9</b>	<b>0,7</b>	<b>0,0</b>	<b>0,1</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>100,1</b>
	calme 12,79			variabili 2,79												

Nel periodo estivo la frequenza dai settori di Bora risulta inferiore alla media annua (29,6%) mentre sono superiori alla media sia gli eventi dal settore di Scirocco (23,3%) che da Maestrale (14,4%). Tuttavia, in tale caso si deve notare la elevata percentuale di venti di debole intensità (ca. 50% inferiori ai 4 m/s), che probabilmente indicano come la circolazione dovuta alle condizioni a mesoscala sia perturbata dai fenomeni di brezza dovuti alla termica locale. Nel periodo autunnale si osserva un'accentuazione dei fenomeni di Bora ed un decadimento di quelli da scirocco, che segnano la transizione verso le condizioni invernali.

Di seguito si riporta la direzione di provenienza del vento registrata presso la boa di Ancona della Rete Mareografica Nazionale.

**Figura 3.31: Rosa dei Venti Ancona (Anno 2009)**





### 3.4.3 Caratteristiche Meteoceanografiche ed Idrodinamiche a Livello Regionale

#### 3.4.3.1 Il Clima del Moto Ondoso

La definizione del clima di moto ondoso è stata effettuata sulla base degli stessi dati del KNMI (*Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut*) utilizzati per la definizione del clima del vento. Indicazioni di letteratura documentano la discreta affidabilità delle osservazioni visive del moto ondoso per la definizione del clima e precedenti studi effettuati da Snamprogetti hanno messo in evidenza il buon accordo tra l'altezza d'onda da vento calcolata sulla base dei dati del KNMI e quelli misurati in Adriatico.

I dati del KNMI non contengono indicazioni sulla direzionalità degli stati di mare che per la definizione del clima è stata assunta uguale alla direzione del vento. Tale assunzione è generalmente abbastanza attendibile nel caso di bacini chiusi, con limitata rilevanza dei fenomeni di onda lunga (*swell*). La distribuzione direzionale del moto ondoso su base annuale e stagionale è mostrata nelle tabelle seguenti.

Di nuovo le Tabelle mostrano la concentrazione degli eventi nei settori di traversia del vento. Il settore di Bora risulta dominante in tutte le stagioni, con un picco nel periodo invernale (40,6% degli eventi) ed un minimo in estate (31,3%), mentre il settore da Scirocco presenta un picco in Primavera (28,6%) ed un minimo in Autunno (19,9%). A tali settori risultano associati anche gli eventi più intensi.

**Tabella 3.31: Distribuzione Direzionale degli Stati di Mare al Largo-Annuale**

DISTRIBUZIONE DIREZIONALE DELL'ALTEZZA D'ONDA SIGNIFICATIVA - ANNUALE																
Hs (m)																
Dir (N°)	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5	Tot
0	5,1	2,8	0,9	0,3	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9,5
30	4,3	2,8	1,2	0,6	0,2	0,4	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9,6
60	8,4	5,3	2,6	1,2	0,5	0,2	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	18,4
90	3,6	1,9	0,9	0,3	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,0
120	3,2	1,7	0,7	0,3	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	6,3
150	8,7	4,8	1,6	0,6	0,3	0,2	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	16,5
180	4,4	1,7	0,5	0,3	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,2
210	2,1	0,9	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,5
240	2,5	1,2	0,5	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,5
270	2,8	1,0	0,3	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,3
300	2,9	1,2	0,4	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,9
330	5,7	1,9	0,6	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,4
<b>Tot</b>	<b>53,8</b>	<b>27,2</b>	<b>10,6</b>	<b>4,2</b>	<b>1,9</b>	<b>1,3</b>	<b>0,2</b>	<b>0,3</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,1</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,2</b>	<b>99,8</b>
	calma 61,3			variabile 1,59												

**Tabella 3.32: Distribuzione Direzionale degli Stati di Mare al Largo - Inverno**

DISTRIBUZIONE DIREZIONALE DELL'ALTEZZA D'ONDA SIGNIFICATIVA - INVERNO																
Hs (m)																
DIR (N°)	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	TOT
0	4,6	2,8	0,7	0,4	0,3	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,9
30	4,1	3,0	1,8	0,6	0,3	0,4	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,2
60	9,9	6,5	4,1	1,5	0,5	0,4	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	23,1
90	3,3	1,6	1,6	0,4	0,3	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,3
120	1,5	1,6	0,6	0,3	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	4,2
150	5,4	4,5	2,1	0,7	0,2	0,3	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	13,5
180	3,9	2,1	0,7	0,3	0,1	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,3
210	0,7	0,7	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	2,0
240	2,2	1,6	0,7	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,8
270	2,7	1,0	0,2	0,2	0,1	0,2	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,5
300	1,6	1,3	0,8	0,0	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,0
330	5,9	3,4	0,8	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	10,3
<b>TOT</b>	<b>45,9</b>	<b>30,1</b>	<b>14,2</b>	<b>4,5</b>	<b>2,1</b>	<b>2,0</b>	<b>0,3</b>	<b>0,2</b>	<b>0,1</b>	<b>0,1</b>	<b>0,0</b>	<b>0,3</b>	<b>0,0</b>	<b>0,1</b>	<b>0,2</b>	<b>100,1</b>
	calma 44,9			variabile 1,59												



**Tabella 3.33: Distribuzione Direzionale degli Stati di Mare al Largo - Estate**

DISTRIBUZIONE DIREZIONALE DELL'ALTEZZA D'ONDA SIGNIFICATIVA - ESTATE																
Hs (m)																
DIR (N°)	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	TOT
0	6,4	3,8	0,9	0,2	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	11,5
30	4,8	2,3	0,7	0,4	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	8,3
60	7,2	4,0	1,3	1,0	0,2	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	14,0
90	5,1	2,7	0,7	0,4	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9,0
120	4,7	1,7	0,4	0,1	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,1
150	11,5	4,0	1,1	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	16,9
180	5,6	1,6	0,2	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,5
210	2,4	0,3	0,1	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0
240	2,8	0,7	0,4	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,1
270	3,2	0,4	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,9
300	4,2	1,6	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,9
330	7,1	1,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	8,8
TOT	65,0	23,9	6,8	2,8	0,8	0,2	0,1	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0
Calma 94,36		variabile 0,99														

**Tabella 3.34: Distribuzione Direzionale degli Stati di Mare al Largo – Autunno**

DISTRIBUZIONE DIREZIONALE DELL'ALTEZZA D'ONDA SIGNIFICATIVA - AUTUNNO																
Hs (m)																
DIR (N°)	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	Tot
0	5,7	2,7	1,5	0,5	0,1	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,7
30	4,4	3,3	1,3	1,1	0,4	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,6
60	7,5	5,9	3,4	1,2	0,9	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	19,2
90	1,8	1,4	1,2	0,4	0,4	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,3
120	1,5	2,1	1,2	0,2	0,1	0,0	0,2	0,4	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	5,9
150	5,8	3,8	1,8	0,8	1,1	0,4	0,2	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	13,9
180	2,6	1,4	0,6	0,9	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,0
210	2,6	1,4	0,4	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,7
240	1,9	1,2	0,7	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,1
270	3,3	1,8	0,4	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,7
300	4,5	0,9	0,5	0,7	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,8
330	5,1	1,3	0,5	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,1
Tot	46,5	27,2	13,3	6,7	3,7	1,3	0,5	0,6	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	100,0
calma 40,75		variabile 1,53														

Va sottolineato che, a causa delle rotte preferenziali delle navi nell'Alto Adriatico, si ha un addensamento delle osservazioni sul lato orientale del bacino. Questo introduce una distorsione nelle osservazioni KNMI che, se nel complesso descrivono adeguatamente le condizioni in mare aperto, probabilmente sottovalutano alcune fenomenologie rilevanti per la zona costiera italiana.

### 3.4.3.2 Settori di Traversia per le Mareggiate

In accordo con i principali settori di traversia del vento, le più intense mareggiate risultano concentrate nei settori NW (Maestrale), NE-E (Bora) e SE (Scirocco). Il moto ondoso da N e NW risulta più frequente nella sezione centrale e meridionale del bacino, specialmente nel periodo estivo. Nell'area di interesse, gli effetti lungo la costa italiana sono poco significativi. Le mareggiate associate ai fenomeni di Bora rivestono un ruolo particolarmente rilevante nell'area di interesse, mentre tendono ad attenuarsi procedendo verso Sud, in quanto l'effetto dovuto al decrescere della velocità del vento prevale sugli effetti legati all'aumento del fetch. Nel Nord Adriatico il vento di Bora dà origine a mareggiate violente, di durata generalmente breve, con moto ondoso che tende a porsi tra NE ed E. Per la morfologia del bacino e la ridotta estensione del fetch, le onde risultano in fase di crescita e quindi particolarmente ripide. Le mareggiate da Scirocco sono invece

caratterizzate da una crescita più lenta, con una intensità del moto ondoso che tende ad aumentare muovendo da Sud a Nord nel bacino. Nel Nord Adriatico, le mareggiate da Scirocco tendono a ruotare verso Est, a causa degli effetti dei bassi fondali, e ad assumere caratteristiche di mare morto (swell), persistendo anche abbastanza a lungo dopo la caduta del vento.

#### 3.4.3.3 Condizioni Generali di Circolazione in Adriatico

La circolazione delle acque nel bacino Adriatico, in linea generale antioraria, convoglia le acque di origine fluviale in direzione Sud-Est, lungo la fascia costiera occidentale. Di conseguenza questa zona, caratterizzata da una linea di costa con andamento dolce e da bassi fondali, è delimitata da sistemi frontali che risultano ben definiti e stabili nel periodo invernale, per gli effetti congiunti del raffreddamento e della diluizione fluviale, e meno marcati nel periodo estivo (*Franco, 1972, 1983; Franco e Michelato, 1992; Brambati, 1990*). I meccanismi che controllano dinamicamente l'estensione delle acque costiere, e le caratteristiche dei fronti che le delimitano, dipendono dall'interazione di fattori come il controllo della galleggiabilità da diluizione, l'irregolare distribuzione e la portata delle sorgenti d'acqua dolce lungo la costa, nonché dalla turbolenza verticale indotta dalle correnti di marea e dal vento, dagli effetti del raffreddamento superficiale in regime verticale e dagli effetti del forcing della circolazione al largo. Questi ultimi risultano molto evidenti ad esempio nelle zone prossime al delta padano (*Franco e Rinaldi, 1989; Franco e Michelato, 1992*), mentre il promontorio di Ancona sembra determinare una separazione del flusso superficiale, riducendo in tal modo l'influenza del Po e inducendo una situazione trofica diversa da quella tipica del bacino settentrionale.

In Adriatico, quindi, si possono distinguere tre strati d'acqua ognuno dei quali ha un proprio sistema di circolazione ed in particolare:

- lo strato superficiale proveniente da Nord freddo e poco salato a causa dell'apporto fluviale, che interessa soprattutto la parte occidentale e dove si concentra l'acqua più leggera diluita. L'acqua di questo strato ha una temperatura media di 11 °C, una salinità pari a 38,5‰ e un  $\sigma_t$  di 29,52;
- lo strato intermedio di origine ionica che entra attraverso il Canale di Otranto e prosegue nella zona meridionale lungo la costa orientale con un'ampiezza media compresa tra i 40 e i 400-500 m e che può occasionalmente raggiungere anche la parte centrale del bacino, soprattutto in inverno con un'ampiezza compresa tra i 40 e i 150 m. La temperatura media di questo strato è di 12 °C, la salinità del 38,2‰ ed un  $\sigma_t$  pari a 29,09;
- infine, uno strato profondo costituito dalle acque dense che si formano nella parte settentrionale del bacino. Esso si sposta verso Sud fino a giungere nel Mar Ionio, dopo aver attraversato il Canale di Otranto, e contribuisce da ultimo, alla formazione dell'acqua profonda del Mediterraneo. La temperatura media di questo strato è di 13 °C, la salinità del 38,6‰ ed il  $\sigma_t$  di 29,20.

Le acque di provenienza mediterranea hanno, invece, temperatura media di 14 °C, salinità del 38,7‰ e un  $\sigma_t$  di 29,06.

#### 3.4.3.4 Regime delle Correnti

Il regime delle correnti nel bacino dell'Adriatico risulta dalla combinazione di diversi fattori, quali:

- circolazione termoalina, derivante dalla distribuzione di densità provocata dalla presenza di masse d'acqua di caratteristiche diverse nel bacino;

- circolazione di marea, determinata dalle variazioni di livello del bacino indotte dalla marea astronomica;
- circolazione da vento, indotta dallo stress del vento sulla superficie del mare;
- circolazione da sessa, risultante dalle oscillazioni libere del bacino determinate dagli accumuli costieri di acqua, per effetto dell'azione del vento.

#### Circolazione Termo-alina

Il peculiare regime termico ed idrologico del bacino determina la presenza di masse d'acqua con caratteristiche diverse che danno origine ad una significativa circolazione baroclinica.

La distribuzione delle masse d'acqua nel bacino è controllata da tre fenomeni principali:

- gli scambi termici con l'atmosfera, modulati dalla variabilità stagionale del clima, che presenta significative differenze nelle varie subaree, a causa del notevole sviluppo in latitudine del bacino;
- gli importanti apporti di acqua dolce di origine meteorica e fluviale;
- l'interscambio con il resto del Mediterraneo attraverso il Canale di Otranto.

Vari studi del bilancio di acqua dolce del bacino hanno contribuito alla scoperta che la presenza di masse di acqua a ridotta salinità determina un afflusso attraverso il Canale di Otranto di acqua più salata e calda di origine levantina (LIW = Levantine Intermediate Water), attraverso gli strati superficiale ed intermedio, che risale il bacino essenzialmente lungo la costa orientale e defluisce lungo quella Italiana. Tali apporti sono compensati da un deflusso nello strato di fondo di acqua più fredda e densa, di origine adriatica (ADW = Adriatic Deep Water), che va a costituire lo strato di fondo osservato nel Mediterraneo orientale (EMDW = Eastern Mediterranean Deep Water).

La struttura verticale delle masse di acqua nell'Adriatico meridionale può essere schematizzata in tre strati:

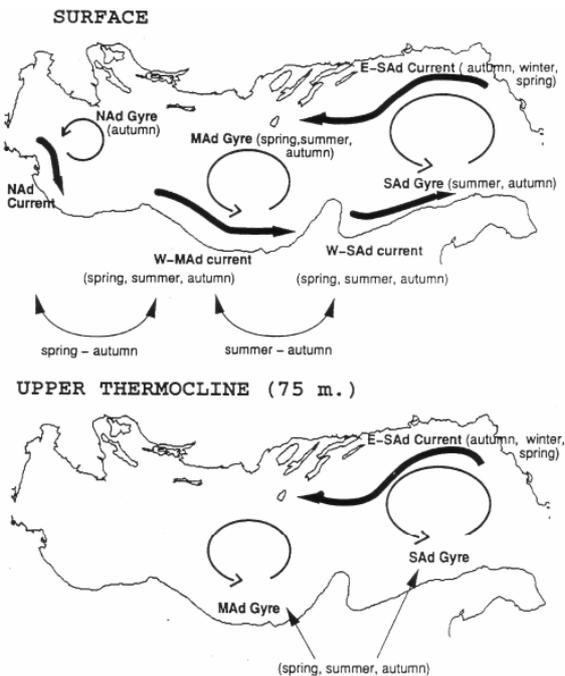
- Lo strato superficiale è caratterizzato dalla evoluzione stagionale di un termoclino, che si estende fino a profondità dell'ordine dei 75 m. La presenza del termoclino è già ben evidente nei dati primaverili e raggiunge il suo massimo sviluppo in estate, mentre in autunno si ha una graduale attenuazione del fenomeno, che scompare nel periodo invernale, quando la distribuzione della temperatura sulla colonna d'acqua diventa omogenea. Tale ciclicità stagionale del termoclino è determinata essenzialmente dagli apporti costieri di acqua dolce, come evidenziato dalle misure di salinità, che mostrano una riduzione superficiale dei valori in tutte le stagioni, con una accentuazione in primavera ed in estate;
- Lo strato intermedio, localizzato tra i 150 e i 400 m di profondità, è caratterizzato dalla presenza di acqua di origine levantina (MLIW, con  $T > 13.5^\circ\text{C}$  e  $S > 38.6$  psu) e presenta una debole modulazione stagionale;
- Lo strato profondo è occupato dalle masse di acqua di origine adriatica (ADW) che defluiscono dal bacino per formare lo strato di acque profonde del Mediterraneo Orientale. Sono state identificate delle ben definite aree di formazione delle masse di acqua profonda nel basso ed alto Adriatico e, come indicato in precedenza, nello strato profondo, dove si ha un deflusso netto di acqua relativamente fredda e densa (ADW) dal bacino settentrionale verso il Mediterraneo. L'acqua profonda della sezione meridionale del bacino, SAdDW (South Adriatic Deep Water  $S = 38.6$  psu;  $T = 13.6^\circ\text{C}$ ), risulta in ogni caso più calda e salata che nel medio (MAdDW  $S = 38.5$  psu;  $T = 11.6^\circ\text{C}$ ) ed alto Adriatico (NAdDW  $S = 38.3$  psu;  $T = 11.4^\circ\text{C}$ ). Quindi nel suo flusso verso il canale di Otranto la ADW subisce significativi fenomeni di intrusione e rimescolamento con le masse d'acqua dello strato intermedio e superficiale.

Nell'Adriatico Centrale, l'evoluzione stagionale del termoclino interessa uno strato superficiale di circa 50 m, ma il segnale stagionale è ben evidente tra i 50 e i 200 m di profondità, probabilmente determinato dalla

variabilità stagionale degli influssi di acqua levantina. La massa d'acqua dello strato profondo (MAdDW) risulta leggermente meno fredda e significativamente più salina dell'acqua dell'Alto Adriatico. D'altro canto una relativa carenza di ossigeno sembra indicare che i processi di ricambio locali sono deboli, quindi l'origine di tale massa d'acqua va condotta alla NAdDW, le cui caratteristiche vengono localmente modificate per effetto del rimescolamento con le masse degli strati superiori.

Nell'Adriatico settentrionale la formazione stagionale del termocline si stabilisce nei primi 30 m di profondità, anche se si deve osservare che, per gli importanti apporti fluviali sul lato Italiano, significativi fenomeni di stratificazione possono essere presenti nella zona costiera anche a profondità notevolmente inferiori ed in stagioni diverse (vedi parag. 3.5 Caratteristiche chimico fisiche). La presenza di un termocline ben sviluppato è evidente nei dati medi climatici sia in primavera che in estate, mentre nella stagione autunnale inizia un processo di raffreddamento dello strato superficiale e in concomitanza nello strato di fondo si raggiunge il massimo valore di temperatura, probabilmente per una accentuazione dell'intrusione di acqua dal medio Adriatico. In inverno il processo di raffreddamento interessa l'intera colonna d'acqua. In tale stagione, il flusso di calore dal bacino verso l'atmosfera ed il completo rimescolamento della colonna d'acqua, provocato dalla combinazione di mareggiate intense e scarsa profondità dei fondali, determina la formazione delle masse di acqua fredda, densa e ben ossigenata che costituisce il maggiore contributo alla ADW. Nei dati relativi a tale sezione del bacino non è invece ben rintracciabile il segnale legato al flusso di acqua levantina. Quindi, nell'Adriatico settentrionale si possono identificare due masse di acqua con caratteristiche distinte, l'acqua superficiale (NAdSW), con caratteristiche fortemente modulate dalla ciclicità stagionale, e l'acqua profonda (NAdDW), che viene rigenerata nel periodo invernale e presenta un segnale stagionale molto più debole.

**Figura 3.32: Schematizzazione della Circolazione Termo-alina nel Bacino (da Artegiani et al., 1998)**

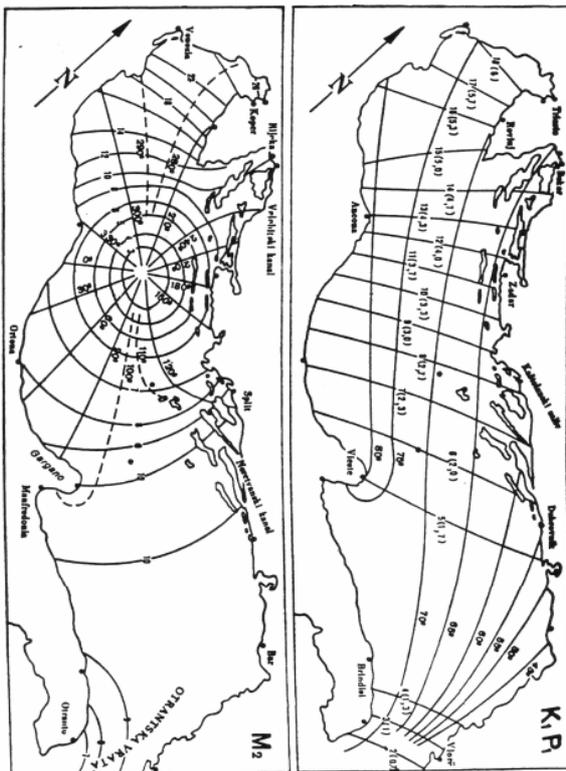


L'intensità delle correnti associate alla circolazione di gradiente variano tra i 10÷15 cm/s all'altezza del canale di Otranto e i 4÷5 cm/s nel Golfo di Trieste. All'altezza della costa Emiliano Romagnola, l'intensità risulta nell'ordine dei 10 cm/s.

#### Circolazione indotta dalla marea

Le maree dell'Adriatico non sono dovute ad un'azione gravitazionale diretta, ma rappresentano la risposta del bacino alle oscillazioni della superficie libera del Canale di Otranto. Le componenti fondamentali della marea sono la M2 (con periodo 12.42 h) del blocco semidiurno e la K1 (con periodo 23.93 h) del blocco diurno. La componente diurna ha un'ampiezza che tende ad aumentare muovendo da Sud a Nord nel bacino, passando da circa 4 cm nel canale di Otranto, a 18 cm nel Golfo di Trieste. Le linee cotidali, cioè le linee in cui l'onda di marea giunge allo stesso istante, si sviluppano longitudinalmente al bacino, con l'onda di marea che si propaga dapprima lungo la costa dalmata, per poi ruotare verso quella italiana.

**Figura 3.33: Andamento delle Principali Componenti della Marea nel Bacino (da Buljan, M.; Zore Armanda, M. 1976)**



La componente M2 presenta al largo di Ancona un nodo ad escursione nulla della marea (anfidromico), da cui si dipartono a raggiatura le linee cotidali. L'ampiezza raggiunge un valore massimo di circa 26 cm nel golfo di Trieste, si smorza procedendo verso Sud, fino ad annullarsi al nodo anfidromico, da questo poi inizia nuovamente a crescere, fino ad un massimo di circa 10 cm all'altezza di Bari ed infine decresce nuovamente fino a raggiungere all'altezza di Otranto i valori tipici della marea Ionica (6-8 cm).

Le velocità di corrente associate alla marea sono di discreta intensità nell'Adriatico settentrionale, con valori che raggiungono i 25 cm/s in prossimità della costa orientale, mentre lungo la costa italiana si riducono a valori dell'ordine dei 10 cm/s.

#### Circolazione indotta dal vento e sesse

La circolazione indotta dall'azione del vento sulla superficie del mare presenta le variabilità tipiche delle condizioni atmosferiche e quindi mal si presta ad una caratterizzazione generale. Sulla base di simulazioni con modelli numerici, è stato ricostruito l'andamento della circolazione per due mareggiate tipiche di particolare intensità da Bora e da Scirocco.

Nel caso della tempesta da Bora, l'azione del vento determina un iniziale abbassamento del livello marino nel Golfo di Trieste che richiama masse di acqua dal bacino, determinando un flusso iniziale di corrente lungo la costa istriana, con valori di corrente che raggiungono i 50-60 cm/s, seguito da un deflusso lungo la costa Emiliano-Romagnola, con valori di velocità dell'ordine dei 30-40 cm/s.

Nel caso della mareggiata da Scirocco, la spinta del vento determina correnti che fluiscono verso Nord, lungo la sponda orientale del bacino, con velocità che raggiungono i 60-70 cm/s, e contemporaneamente si stabilisce una corrente di deflusso, con velocità meno intense, che scorre verso Sud lungo la costa Italiana. L'azione del vento sulla superficie del mare determina un accumulo di masse d'acqua lungo la costa settentrionale del bacino che causa la creazione di un gradiente di pressione idrostatica che, nelle fasi attive della mareggiata, è equilibrato dallo stress del vento. Con il cadere del vento, tale equilibrio si rompe ed inizia un rapido deflusso della massa d'acqua accumulata che avviene essenzialmente lungo la costa italiana, con intensità di corrente che, in prossimità della litorale emiliano-romagnola, raggiungono i 40-50 cm/s. Tale deflusso determina delle oscillazioni smorzate del bacino (sesse) che possono permanere anche per diversi giorni dopo la caduta del vento. L'Adriatico è continuamente interessato da sesse, anche se il fenomeno è più frequente da autunno a primavera. La massima intensità dell'oscillazione di sessa si riscontra nella sezione settentrionale, mentre procedendo verso sud si smorza sia l'ampiezza delle singole sesse che l'intensità spettrale del fenomeno. Le frequenze dominanti dei fenomeni di sesse (11,5 e 22 h) risultano molto prossime alle frequenze della marea astronomica, per cui i loro effetti non sempre risultano facilmente discriminabili dal segnale di marea.

#### **3.4.4 Caratteristiche meteoceanografiche ed idrodinamiche Locali**

Per descrivere in maniera più dettagliata il moto ondoso nell'area di studio, si riportano i dati acquisiti dalla boa ondometrica ubicata nelle acque della fascia costiera antistante Ancona.

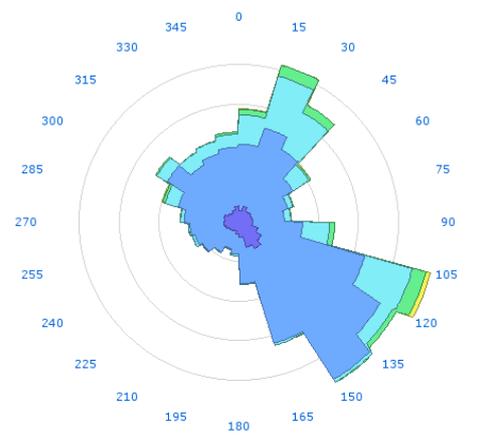
Nel caso specifico si riporta graficamente una elaborazione mediata dei dati riferiti il periodo annuale 2004 e 2005, in quanto i dati riferibili a questo rilevamento sono pubblicamente disponibili fino al 31 maggio 2006.

Le direzioni principali di provenienza del moto ondoso sono principalmente NE, SO e NO..

**Figura 3.34: Rosa dei venti 2004 e 2005 (Ancona)**

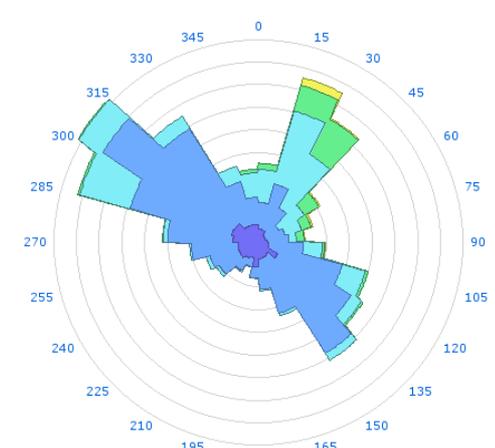
Direzione media di provenienza del moto ondoso (misurata in °N)  
Ancona  
Rilevamenti: 13736 di cui 1238 in direzione 105-120 °N  
Calme totali: 2290 pari al 17 % del totale  
01/01/2004-31/12/2004

> 5 m   4-5 m   3-4 m   2-3 m   1-2 m   0.25-1 m  
< 0.25 m



Direzione media di provenienza del moto ondoso (misurata in °N)  
Ancona  
Rilevamenti: 4819 di cui 456 in direzione 300-315 °N  
Calme totali: 894 pari al 19 % del totale  
01/01/2005-31/12/2005

> 5 m   4-5 m   3-4 m   2-3 m   1-2 m   0.25-1 m  
< 0.25 m



Di seguito si riportano i rilevamenti effettuati dall'1 gennaio 1999 al 31 maggio 2006 dalla strumentazione installata nella boa di Ancona. Sull'ordinata si riporta il parametro Altezza spettrale del moto ondoso in metri, mentre nell'ascissa si riporta il parametro di Direzione media di provenienza del moto ondosi in °N. I rilevamenti sono su base trioraria. Si nota un maggior numero di rilevamenti per le direzioni 15-60° N-NE, SE (120°-150°) e NO (300°-360°).

**Tabella 3.35: Altezza e Direzione del Moto Ondoso (Ancona, 1999-2006, Rete Ondometrica Nazionale)**

°N	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180	195	210	225	240	255	270	285	300	315	330	345	360	TOT	
m																										
6.5						1																				1
6										1																1
5.5	1		1					1				1														4
5	1	2	2	1						2	1	2	2	1	2	1							1			18
4.5	2	9	2	7	7	2	6	12	5	1	4	5	4	1	1	1	2		1	2	1	1	1	1	3	80
4	20	26	19	22	27	16	12	32	14	12	15	5	10	13	14	12	8	8	8	10	2	4	3	10	322	
3.5	42	72	63	65	52	31	23	46	19	11	13	8	15	21	11	5	8	14	9	10	16	5	12	17	588	
3	66	134	177	147	85	55	62	105	65	32	19	30	20	20	22	14	17	23	21	37	20	25	24	45	126	
2.5	171	342	302	295	224	133	186	271	132	64	53	33	55	43	45	26	32	36	62	115	73	86	106	114	299	
2	383	589	536	409	255	261	365	538	324	205	170	152	119	127	120	116	145	128	187	383	339	290	293	267	670	
1.5	801	915	891	651	588	547	699	1208	1153	1057	791	523	375	360	392	414	473	401	507	669	939	803	741	679	165	
1	509	540	416	357	428	420	462	740	1090	1194	837	546	379	311	336	353	360	436	503	620	777	697	614	589	135	
0.5	294	330	304	268	300	335	334	454	575	573	478	317	300	255	255	265	304	279	318	302	310	314	305	334	810	
TOT	2290	2959	2713	2222	1966	1801	2149	3407	3377	3152	2381	1622	1279	1152	1198	1207	1349	1325	1616	2148	2477	2226	2099	2058	501	

### 3.4.5 Conclusioni

La caratterizzazione del contesto meteo-marino della porzione di Mar Adriatico in cui saranno espletate le attività di progetto ha permesso di caratterizzare, seppur sulla base di dati di letteratura ed in assenza di acquisizione di dati sito-specifici, la componente stessa. Tali informazioni saranno la base delle considerazioni sviluppate in sede di Stima degli Impatti a cui si rimanda.

## 3.5 CARATTERISTICHE DELL'AMBIENTE IDRICO MARINO

Nel presente *Paragrafo* si riportano informazioni sia a carattere generale (bacino) che puntuale (area di studio) inerenti le caratteristiche chimico fisiche della colonna d'acqua.

La parte generale riguarda le caratteristiche chimico-fisiche del bacino dell'Adriatico Settentrionale, in maniera tale da fornire un quadro conoscitivo di riferimento nell'ambito del quale si inseriscono i successivi dati di caratterizzazione dell'area di studio, provenienti da monitoraggi specifici effettuati sia nella zona di studio che in aree limitrofe.

### 3.5.1 Caratteristiche chimico-fisiche a livello di bacino

L'Adriatico è il bacino più continentale del Mare Mediterraneo, si sviluppa per una lunghezza di 800 km e per una larghezza di 200 km, con una profondità media di 250 m ed una profondità massima di 1.200 m in corrispondenza della "fossa sud adriatica". A causa delle caratteristiche oceanografiche e geomorfologiche, il mare Adriatico viene suddiviso in due bacini e, tra questi, a quello settentrionale appartiene l'area interessata dal progetto.

L'apporto di grandi quantità di acque dolci, dovute ai fiumi che sfociano nella parte più settentrionale del bacino, determina una diminuzione della salinità delle acque marine in quell'area, mentre nella zona più

meridionale sono presenti acque più calde e salate (38‰) che si mescolano con quelle che provengono dallo Ionio.

Tutto ciò provoca la presenza di tre strati d'acqua a differente densità che, unitamente al moto di rotazione della Terra e dei venti, instaurano un sistema ciclonico di circolazione generale delle acque in senso antiorario. Infatti, possono essere distinti:

- uno strato superficiale del bacino settentrionale, influenzato da acque di origine fluviale e, quindi, poco salato;
- uno strato intermedio di origine ionica più caldo e salato, che penetra attraverso il Canale d'Otranto, lambisce le coste jugoslave sino al Golfo di Trieste e Venezia, dove perde parte del suo calore e si diluisce con le acque dei fiumi;
- uno strato profondo, caratterizzato da acque dense, che si origina in inverno nell'Adriatico settentrionale, lambisce le coste italiane e giunge sino allo Ionio.

Gli studi condotti sulle dinamiche delle masse d'acqua in Adriatico hanno permesso di stabilire che il processo di maggior miscelamento delle acque superficiali e profonde si esplica durante la stagione invernale. Il fenomeno non si manifesta egualmente in tutto il bacino e anche nell'ambito dell'Adriatico settentrionale si realizza in tempi e modi diversi, per comparti separati da setti verticali. A questo si aggiunge il fatto che le dinamiche di scambio tra acque superficiali costiere ed il mare aperto sono note solo nei loro caratteri generali e non è quindi possibile ricostruire l'influenza, in termini di qualità, delle une sulle altre e viceversa.

Nel settore dell'Adriatico antistante il delta del Po ed a Sud di questo, si risente pesantemente l'influenza del fiume, mentre a determinare la qualità delle acque dell'Adriatico più settentrionale concorrono più sensibilmente gli apporti dei fiumi veneti e friulani. Le conseguenze di queste influenze sono più evidenti durante il periodo estivo grazie alla stratificazione orizzontale della colonna d'acqua che rende possibile lo scorrimento dello strato superficiale costiero fino al largo. Genericamente è possibile dire che il decadimento della qualità delle acque costiere durante la stagione primaverile ed estiva si ripercuote in maniera a mano a mano decrescente spostandosi verso il largo.

### 3.5.2 Caratteristiche Fisiche e Chimiche dell'Area di Studio

Al fine di descrivere dettagliatamente le caratteristiche dell'ambiente idrico marino si è condotto il rilievo ambientale denominato "Elettra Location", realizzato nell'area dove sorgerà la nuova piattaforma; il rapporto ambientale relativo al rilievo eseguito è riportato in *Allegato 7*; mentre il presente *Paragrafo* sintetizza le informazioni in esso contenute, identificando gli elementi utili alla fine della caratterizzazione degli impatti attesi a seguito dell'attuazione del progetto.

Scopo della ricerca è stato quello di acquisire informazioni sulle caratteristiche fisiche, chimiche, biologiche e microbiologiche delle acque e dei sedimenti in corrispondenza delle aree interessate. Le analisi sui sedimenti sono riportate nel precedente §3.3; mentre nel presente *Paragrafo* si riportano i risultati delle indagini condotte sulle caratteristiche della colonna d'acqua.

 <b>eni S.p.A.</b> <b>Exploration &amp; Production Division</b>	<b>Doc. SICS 194</b> <b>Studio di Impatto Ambientale</b> <b>Campo Gas ELETTRA</b>	Pag. 68
--	---	---------

I campionamenti per la caratterizzazione ambientale effettuati al fine di rendere rappresentativa l'indagine nell'area da indagare sono cinque; uno in corrispondenza della posizione prevista per la piattaforma Elettra e quattro a distanza di 200 metri da quest'ultimo, in corrispondenza delle quattro direzioni cardinali. Le analisi sulle acque sono state condotte sui punti di campionamento denominati AM533\_01, in corrispondenza della futura piattaforma, e AM533\_02, 200 m in direzione sud rispetto ad essa. Le coordinate dei 2 punti di campionamento sono riportate nella precedente *Tabella 3.1* (AM533\_01->AM533\_02); la loro localizzazione in Figura 3.18.

#### *3.5.2.1 Inquadramento chimico-fisico e risultati del rilievo sito specifico*

Il presente *Paragrafo* mette a confronto, ove possibile, le caratteristiche chimico fisico dell'ambiente di alto mare nelle vicinanze della piattaforma Elettra e i parametri ottenuti con rilievo ambientale descritto nel precedente paragrafo. I caratteri di riferimento per l'area circostante sono frutto di un monitoraggio annuale svolto dal CNR-ISMAR sede di Ancona presso la piattaforma Clara Est, posta a 11,4 km a Nord-Est dal sito d'interesse.

#### Trasparenza

Questo fattore esprime la capacità di penetrazione della luce che viene ostacolata dalla presenza di materiale inorganico ed organico in sospensione (torbidità). La trasparenza è espressa in metri di colonna d'acqua ed è data dalla profondità di scomparsa del Disco di Secchi. La trasparenza è il fattore che definisce la zona eufotica, zona entro cui può avvenire la fotosintesi.

Le variazioni del parametro nelle acque costiere sono indotte da più fattori; la trasparenza subisce riduzioni sia ad opera di apporti fluviali veicolanti a mare detrito organico ed inorganico, sia nel caso di incrementi di biomassa fitoplanctonica, sia a seguito dell'azione dal moto ondoso che genera processi di risospensione del particolato sedimentario. Gli andamenti temporali confermano una maggiore torbidità delle acque nelle stazioni settentrionali più soggette alle prime due condizioni sopra esposte.

Le più ampie fluttuazioni si possono osservare nelle stazioni più al largo. Inoltre nella metà del mese di Maggio si sono registrati i più alti valori di trasparenza in tutta la zona monitorata.

Dalle medie annuali dei valori di trasparenza, si può osservare una marcata tendenza all'aumento del parametro da costa verso il largo, minore da Nord verso Sud nelle azioni costiere.

Le medie stagionali mostrano in generale i valori più elevati in estate, i più bassi in inverno.

La trasparenza dell'acqua (misura legata direttamente alla presenza di materiale in sospensione) si può considerare migliore rispetto alle zone più a Nord, con valori che si mantengono in media attorno ai 2 m sottocosta e con picchi di 14 m a distanze di circa 20 km dalla costa (Regione Emilia Romagna, 1998; Aubert & Aubert, 1988).

Con riferimento alla survey ambientale i valori di trasparenza sono stati misurati attraverso il disco di Secchi presso i due punti di campionamento AM533\_01 e AM533\_02; i valori riportati sono identici per le due stazioni e pari a 15 m.

Si tratta di valori molto elevati per questa zona dell'adriatico, probabilmente imputabili alla stagione in cui si è effettuato il campionamento; il mese di agosto risente infatti di tutto il periodo di calma estiva precedente.

Lo strato eufotico, individuabile nello strato verticale che dalla superficie giunge fino alla profondità nella quale si ha l'1% della radiazione solare incidente, corrisponde mediamente a tre volte il valore della trasparenza; in questo caso quindi l'ampiezza della zona eufotica corrisponde a circa 45 m.

### Torbidità

Un'utile indicazione sull'andamento temporale del parametro è fornita dai dati riferibili al periodo 2006-2007 rilevati (ad opera del CNR-ISMAR sede di Ancona) durante i servizi di monitoraggio ambientale del campo Clara Est. In accordo a quanto esposto nella seguente *Tabella*, il parametro risulta essere costante e con basse concentrazioni ( $0,2 \text{ mg l}^{-1}$ ) fino a profondità di circa 60 metri per poi avere un leggero incremento negli ultimi metri della colonna d'acqua.

**Tabella 3.36: Torbidità - Agosto2006-Dicembre 2007 (Monitoraggio Piattaforma Clara Est)**

MESE	DESCRIZIONE
Agosto 2006	La torbidità presenta basse concentrazioni ( $0,2 \text{ mg l}^{-1}$ ) e un andamento omogeneo dalla superficie fino a -68 m, al di sotto dei quali i valori sono risultati più elevati raggiungendo sul fondo circa $0,4 \text{ mg l}^{-1}$ .
Ottobre 2006	I valori di torbidità risultano bassi ( $0,18 \text{ mg l}^{-1}$ ) su tutta la colonna d'acqua, tranne negli ultimi 5 m in cui si registra un leggero incremento ( $0,5 \text{ mg l}^{-1}$ ).
Dicembre 2006	Le quantità di particolato continuano a essere molto scarse ( $0,18 \text{ mg l}^{-1}$ ) e costanti dalla superficie al fondo, fatta eccezione per gli ultimi 5 m in cui è apparso visibile un leggero incremento.
Gennaio 2007	Le quantità di particolato risultano ancora scarse ( $0,2-0,4 \text{ mg l}^{-1}$ ) e costanti su tutta la colonna d'acqua.
Marzo 2007	La torbidità negli ultimi 5m in prossimità del fondo registra un lieve incremento ( $0,4-0,7 \text{ mg l}^{-1}$ )
Maggio 2007	La torbidità è apparsa simile a quelle relative ai periodi precedenti, con valori intorno a $0,2 \text{ mg l}^{-1}$ , aumentati sino a $0,4-0,6 \text{ mg l}^{-1}$ oltre i 60 m di profondità.

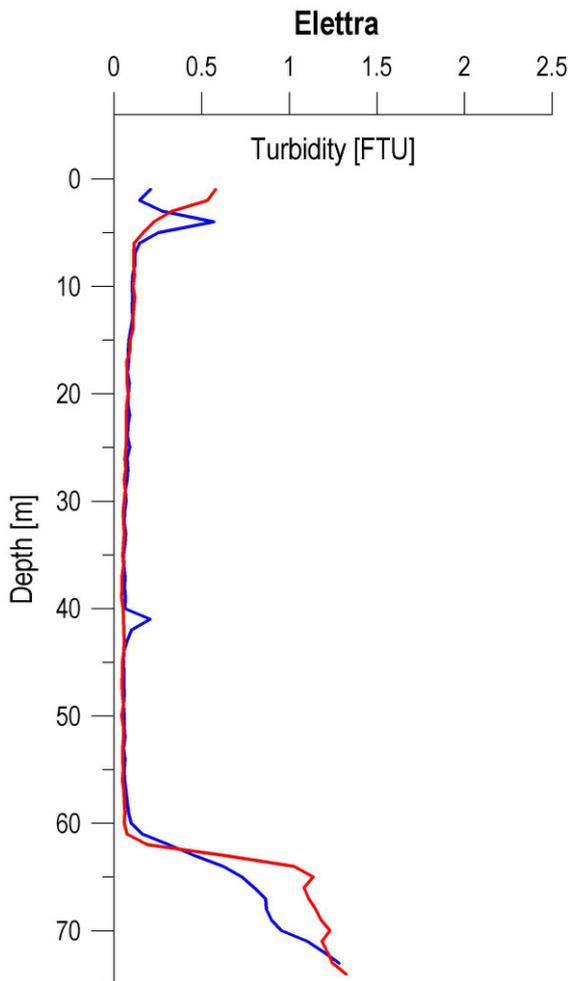
Con riferimento ai rilievi specifici condotti nell'ambito della survey ambientale, il parametro è stato misurato sulle stazioni AM533\_01 e AM533\_02 al fine di valutare la trasparenza di tutta la colonna d'acqua e, di conseguenza, verificare la presenza o meno di materiale particolato in sospensione.

In entrambi i punti di campionamento, lungo tutta la colonna d'acqua fino a circa 60 metri di profondità, si sono misurati valori molto bassi, pari a circa 0.1-0.2FTU; in corrispondenza della profondità sopra indicata (60m) si è registrato un cambio repentino della torbidità con valori fino a circa 1.4FTU, a testimonianza della presenza di un corpo d'acqua più denso e con caratteristiche fisiche diverse dal corpo d'acqua sovrastante. Si tratta probabilmente della massa di acqua indicata come "acqua densa di fondo", la cui presenza è nota nel Mare Adriatico.



La seguente *Figura* mostra i profili verticali di torbidità rilevati nella campagna di misura del 5 agosto 2010 presso i punti di campionamento AM533\_01 e AM533\_02.

**Figura 3.35: Profili Verticali di Torbidità per le Stazioni AM533\_01 (in rosso) e AM533\_02 (in blu)**



### Temperatura

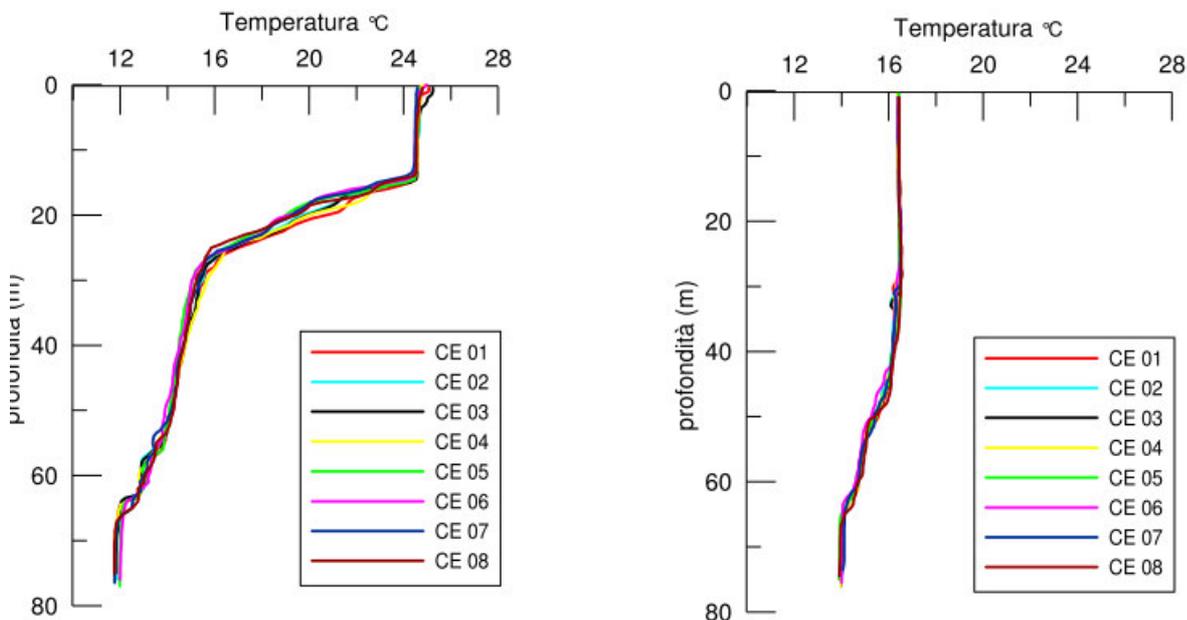
Un'utile indicazione sull'andamento temporale del parametro è fornita dai dati riferibili al periodo 2006-2007 rilevati (ad opera del CNR-ISMAR sede di Ancona) durante i servizi di monitoraggio ambientale del campo Clara Est. In accordo ai dati esposti nella seguente *Tabella* si mettono in evidenza due situazioni stagionali distinte. Nel periodo invernale, ed in particolare a dicembre, è ben evidente il rimescolamento invernale di tutta la colonna d'acqua che si delinea in maniera più evidente nei mesi di gennaio e marzo sviluppando la tipica situazione invernale caratterizzata da un rimescolamento totale con una minima differenza tra i valori di superficie e quelli di fondo. Nel periodo estivo si nota un netto termoclino posto tra 10-20 metri. La variabilità stagionale della temperatura è ben rappresentata dai due profili di temperatura esposti nella seguente *Figura*.



**Tabella 3.37: Temperatura - Agosto2006-Dicembre 2007 (Monitoraggio Piattaforma Clara Est)**

MESE	DESCRIZIONE
Agosto 2006	Si ha un netto termoclino a circa 15 m di profondità, con temperature intorno a 24,5°C in superficie che diminuiscono bruscamente per raggiungere circa 12°C sul fondo.
Ottobre 2006	A 25 m di profondità era ancora presente un debole termoclino, con valori di temperatura compresi tra 20°C in superficie e 14°C sul fondo.
Dicembre 2006	La temperatura è apparsa più o meno costante dalla superficie sino a circa 45 m di profondità (16°C), al di sotto dei quali si è ridotta gradualmente sino a circa 14°C.
Gennaio 2007	I valori di temperatura sono risultati compresi fra 13,5 e 13,7°C dalla superficie al fondo
Marzo 2007	I valori di temperatura sono risultati compresi fra 13,5 e 13,7°C dalla superficie al fondo
Maggio 2007	E' apparsa visibile l'incipiente formazione di un termoclino posto tra 10 m e 20 m, caratterizzato da temperature intorno a 21°C in superficie e a 15°C tra i 5 m e i 20 m di profondità.

**Figura 3.36: Profili Temperatura (Monitoraggio Piattaforma Clara Est)**



Profilo Temperatura Agosto 2006

Profilo Temperatura Dicembre 2006

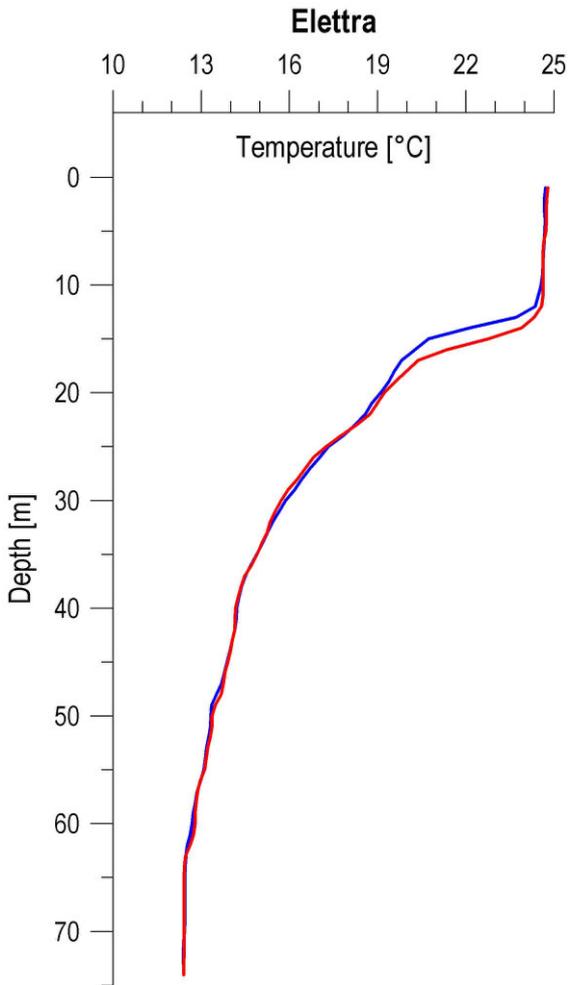
Con riferimento ai rilievi specifici condotti nell'ambito della survey ambientale, i profili verticali della temperatura dell'acqua, misurati in prossimità della stazione AM533\_01 e AM533\_02, hanno un andamento pressoché identico.

Da valori superficiali di circa 25°C si passa ai circa 13°C misurati sul fondo della colonna d'acqua. È possibile notare la presenza di un termoclino molto evidente attorno ai 15-16 m di profondità. A tale

profondità si ha infatti un passaggio repentino dal valore di di 25 °C, praticamente costante nello strato superficiale, al valore di circa 19 °C.

La seguente *Figura* mostra i profili verticali di temperatura misurati nella campagna del 5 agosto 2010 presso i punti di campionamento AM533\_01 e AM533\_02.

**Figura 3.37: Profili Verticali di Temperatura per le Stazioni AM533\_01 (in rosso) e AM533\_02 (in blu)**



Salinità

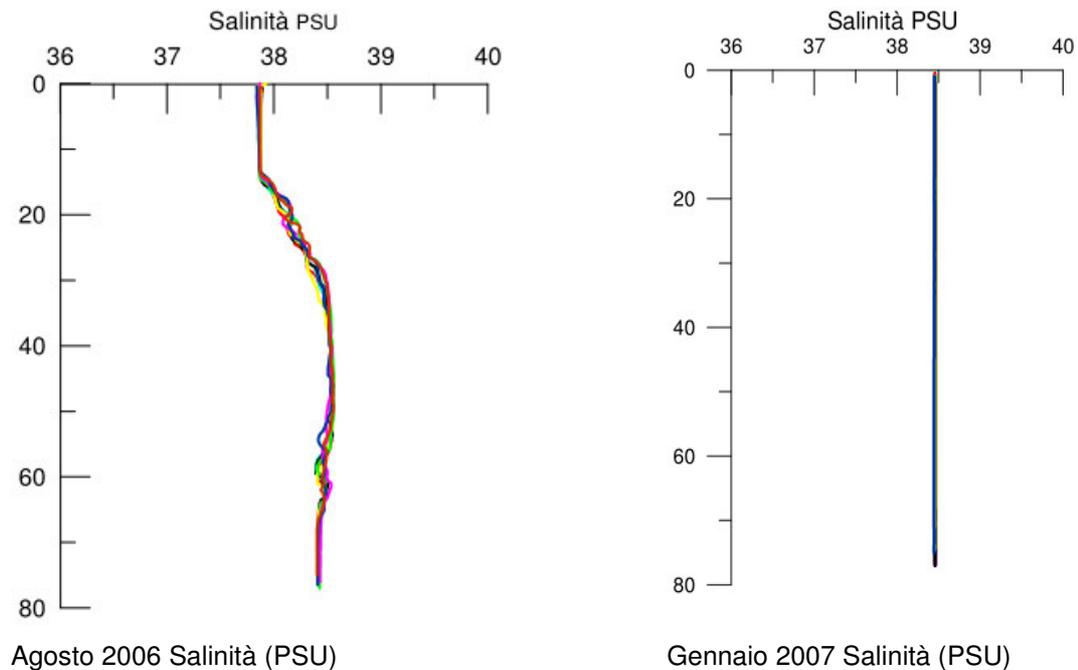
Un'utile indicazione sull'andamento temporale del parametro è fornita dai dati riferibili al periodo 2006-2007 rilevati (ad opera del CNR-ISMAR sede di Ancona) durante i servizi di monitoraggio ambientale del campo Clara Est. In accordo ai dati esposti nella seguente *Tabella* si nota come la distribuzione verticale dei valori di salinità è direttamente proporzionale all'aumentare della profondità e inversamente proporzionale all'andamento della temperatura.

**Tabella 3.37: Salinità - Agosto2006-Dicembre 2007 (Monitoraggio Piattaforma Clara Est)**

MESE	DESCRIZIONE
Agosto 2006	Al termoclino si associato un aloclino ben evidente che separava le acque superficiali meno salate (circa 37,8 psu) da quelle profonde più salate (circa 38,5 psu).
Ottobre 2006	I profili di salinità sono risultati costanti su tutta la colonna d'acqua (circa 38,5 psu), fatta eccezione per i primi 20 m in cui era presente una massa d'acqua un po' meno salata (38,0 psu)
Dicembre 2006	Maggiore omogeneità lungo la colonna d'acqua è stata riscontrata per la salinità (circa 38,3 psu)
Gennaio 2007	I valori di salinità tra 38,4-38,5 psu
Marzo 2007	I valori di salinità tra 38,4-38,5 psu
Maggio 2007	La salinità è risultata minore nei primi 15 m della colonna d'acqua (37,7 psu); a 20 m ha raggiunto 38,3-38,5 psu per mantenersi poi costante fino al fondo

Anche questo parametro evidenzia un diverso comportamento stagionale strettamente correlato con la temperatura. Nel periodo Estivo si ha la formazione di un aloclino, strettamente correlato con il termoclino, che separa le acque superficiali meno salate dalle acque più profonde è a maggiore salinità. Nel periodo invernale si ha un'omogeneità lungo tutta la colonna d'acqua intorno a valori di 38,4-38,5 psu. Le due stagionalità sono ben rappresentate dai grafici di Agosto e Dicembre.

**Figura 3.38: Profili Salinità(Monitoraggio Piattaforma Clara Est)**

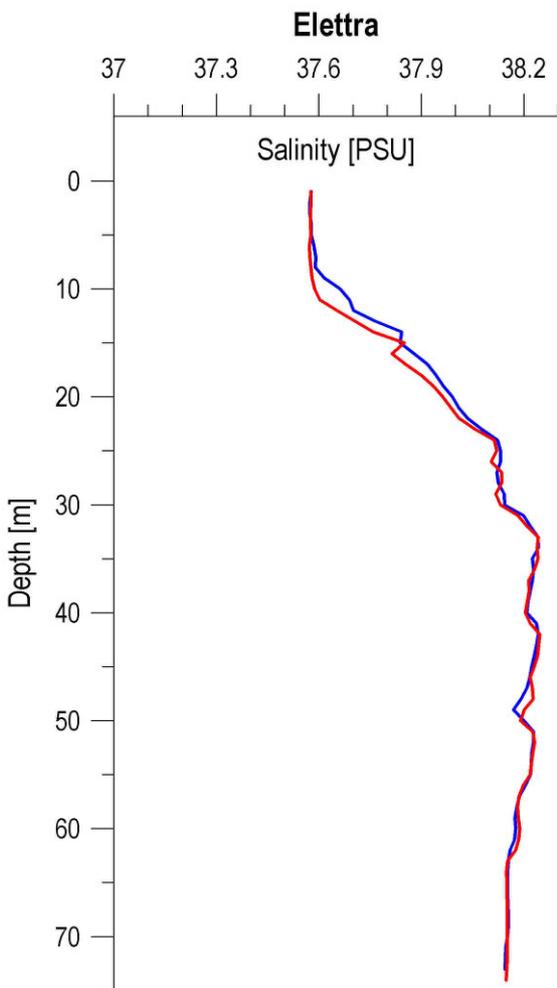


Con riferimento ai rilievi specifici condotti nell’ambito della survey ambientale, la distribuzione verticale dei valori di salinit     direttamente proporzionale all’aumentare della profondit   e inversamente proporzionale all’andamento della temperatura.

Entrambe le postazioni indagate mostrano un trend di salinit   verticale molto simile e ben collegato all’andamento dei profili di temperatura discussi precedentemente. In generale in superficie sono stati misurati valori pari a circa 37.6 PSU, mentre sul fondo i valori osservati sono pari a 38.1PSU. Attorno alla profondit   del termocline prima illustrato (16m)   visibile una variazione piuttosto veloce nel profilo.

La seguente *Figura* mostra i profili verticali di salinit   misurati nella campagna del 5 agosto 2010 presso i punti di campionamento AM533\_01 e AM533\_02.

**Figura 3.39: Profili Verticali di Salinit   per le Stazioni AM533\_01 (in rosso) e AM533\_02 (in blu)**



Ossigeno Disciolto

La concentrazione di ossigeno disciolto   usualmente utilizzata come indicatore della salute degli ambienti acquatici. L’ossigeno disciolto cresce col diminuire della temperatura e aumenta con la salinit  ;   fortemente influenzato dalla velocit   del vento, dalla turbolenza dell’acqua e dall’attivit   fotosintetica da parte del fitoplancton.

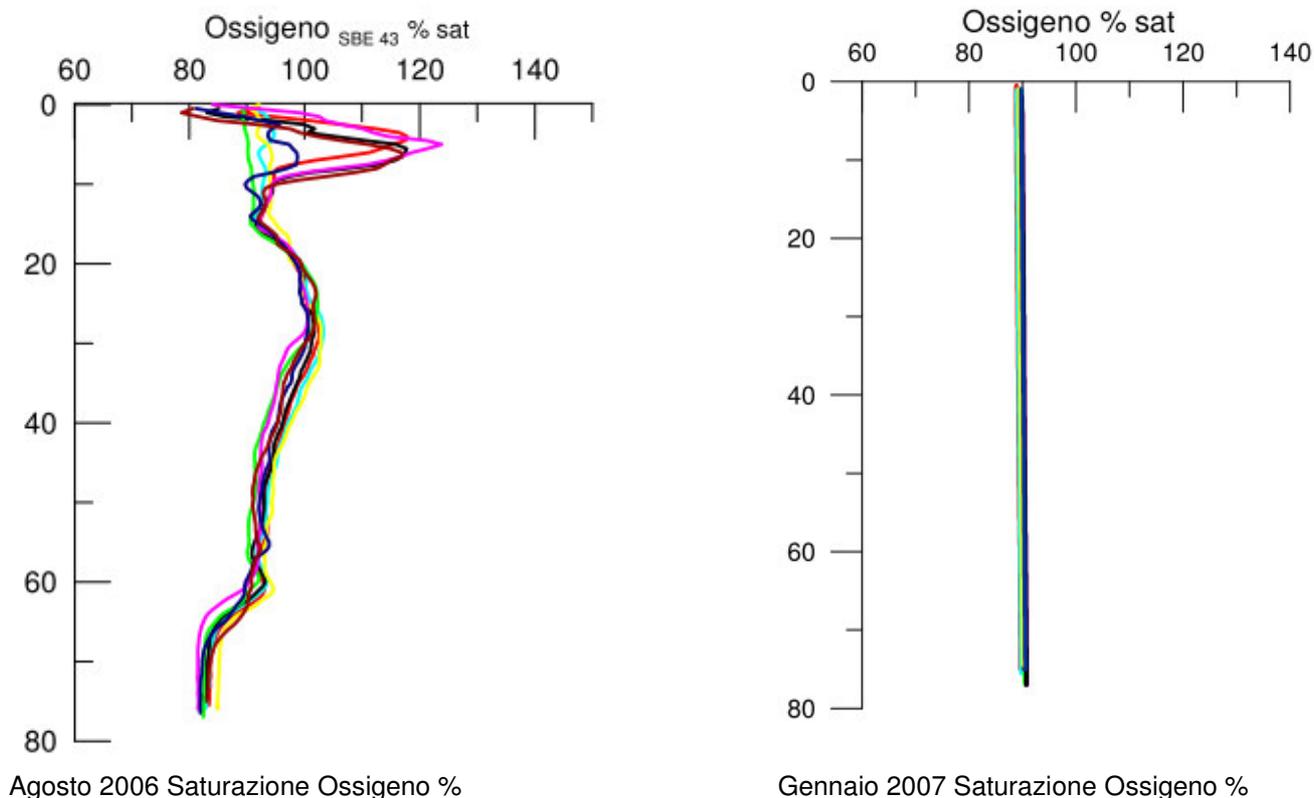
Le acque degli strati superficiali sono caratterizzate da valori di ossigenazione in genere minimi in inverno per via della scarsa attività fotosintetica e da valori massimi in estate, stagione durante la quale è elevata la produzione primaria delle acque marine. In profondità, durante il periodo primaverile ed invernale, la colonna presenta valori generalmente vicini alla saturazione dovuti sia all'attivo mescolamento verticale sia alla re-areazione per scambio attraverso la superficie (<http://www.biggame.it/speciali/adriatico/ossigeno-disciolto-nutrienti-01a.htm>, Dr. L. Trovatelli).

Un'utile indicazione sull'andamento temporale del parametro è fornita dai dati riferibili al periodo 2006-2007 rilevati (ad opera del CNR-ISMAR sede di Ancona) durante i servizi di monitoraggio ambientale del campo Clara Est. In accordo ai dati esposti nella seguente *Tabella*, si riscontrano valori di saturazione molto elevati in estate con valori fino a 120% a 5-8 metri per poi ridursi gradualmente a valori prossimi all'85% verso il fondo. Nel periodo invernale, la colonna d'acqua presenta una situazione omogenea, dovuta al rimescolamento, con valori prossimi al 90% (cfr. seguente *Figura*).

**Tabella 3.38: Ossigeno Disciolto - Agosto2006-Dicembre 2007. (Monitoraggio Piattaforma Clara Est)**

MESE	DESCRIZIONE
Agosto 2006	E' stato registrato un incremento di saturazione dalla superficie (80-90%) sino a circa 5-8 m di profondità (120%). Tra 20 e 30 m l'ossigeno è risultato attorno al 100%, ma la saturazione si è ridotta gradualmente alle quote maggiori raggiungendo sul fondo l'85%.
Ottobre 2006	L'ossigeno ha presentato valori costanti dalla superficie sino a circa 25 m di profondità, compresi tra 95 e 100% nella maggior parte delle stazioni. Al di sotto di tale quota le percentuali di ossigeno hanno mostrato un incremento e una successiva riduzione piuttosto lineare da 40 m sino al fondo, dove sono stati raggiunti valori intorno al 90%.
Dicembre 2006	L'ossigeno disciolto ha presentato valori di sovrasaturazione (fino a 140%) lungo tutta la colonna d'acqua, risultati leggermente inferiori (120%) negli ultimi 10 m verso il fondo.
Gennaio 2007	L'ossigeno ha presentato una notevole omogeneità dalla superficie al fondo in tutte le stazioni, con valori di saturazione compresi tra 89-91%
Marzo 2007	L'ossigeno ha mostrato valori di saturazione superiori (110-115%).
Maggio 2007	L'ossigeno è risultato simile in tutte le stazioni e caratterizzato da valori di saturazione intorno all'80-82% fino a 50 m, ridotti a 72-73% verso il fondo.

**Figura 3.40: Profili Saturazione Ossigeno. (Monitoraggio Piattaforma Clara Est)**

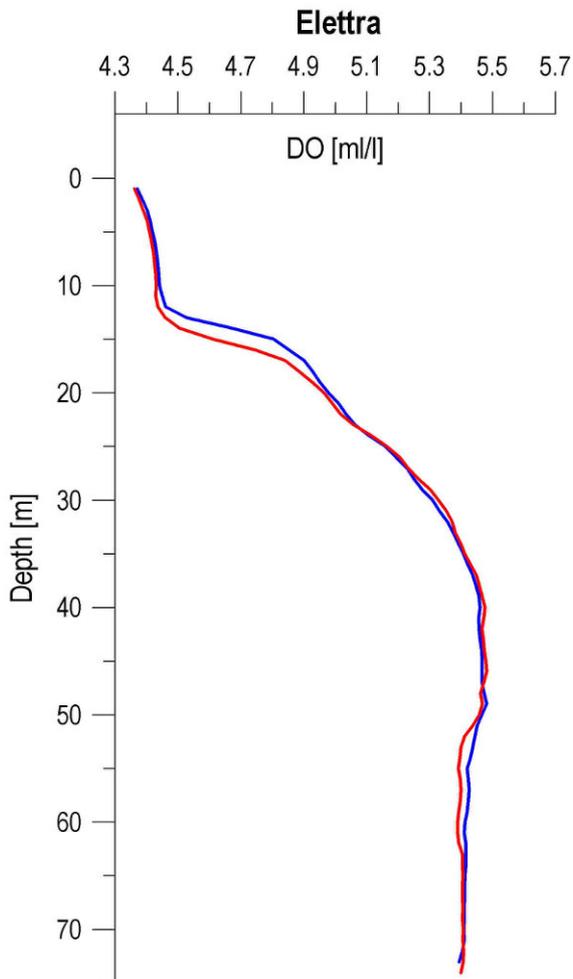


Con riferimento ai rilievi specifici condotti nell'ambito della survey ambientale, in entrambe le stazioni i profili verticali mostrano un aumento molto leggero di tale parametro dalla superficie (4.4ml/l) sino alla profondità del termoclino (4.5ml/l); in corrispondenza del termoclino si registra un innalzamento repentino dei valori fino ad arrivare alla concentrazione di 5.5ml/l in corrispondenza della profondità di circa 40 metri. Al di sotto di questa profondità la concentrazione tende a rimanere stabile.

Questa situazione è verosimilmente ricollegabile al gradiente termico verticale presente in questa stagione nonché all'apporto endogeno di ossigeno generato della fotosintesi dei popolamenti fitoplanctonici, controbilanciato dal consumo operato nei processi di demolizione ossidativa della sostanza organica presente principalmente sul fondo.

La seguente *Figura* mostra i profili verticali di ossigeno disciolto misurati nella campagna del 5 agosto 2010 presso i punti di campionamento AM533\_01 e AM533\_02.

**Figura 3.41: Profili Verticali di Ossigeno Disciolto per le Stazioni AM533\_01 (in rosso) e AM533\_02 (in blu)**

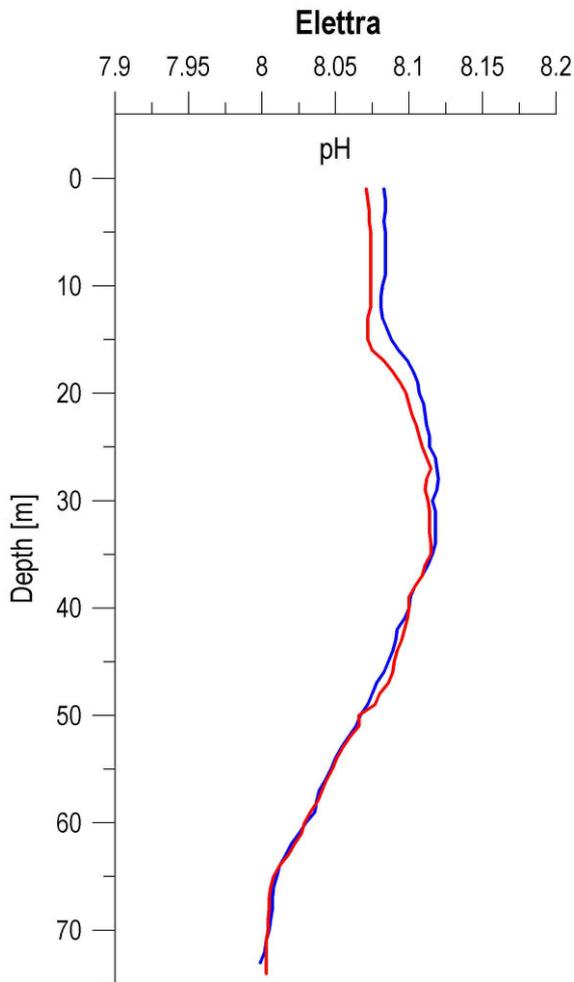


### pH

Il parametro del pH è correlato alla produttività primaria e ai processi di ossidazione. I profili misurati nelle due stazioni AM533\_01 e AM533\_02 sono praticamente identici con valori che oscillano da 8,0 a 8,1 unità di pH; si evidenzia unicamente un leggero gradiente che inizia alla profondità del termoclino (16m) e termina in corrispondenza di circa 40 metri.

La seguente *Figura* mostra i profili verticali di pH misurati nella campagna del 5 agosto 2010 presso i punti di campionamento AM533\_01 e AM533\_02.

Figura 3.42: Profili Verticali di pH per le Stazioni AM533\_01 (in rosso) e AM533\_02 (in blu)



### Clorofilla

Un'utile indicazione sull'andamento temporale del parametro è fornita dai dati riferibili al periodo 2006-2007 rilevati (ad opera del CNR-ISMAR sede di Ancona) durante i servizi di monitoraggio ambientale del campo Clara Est. La clorofilla a, misurata come fluorescenza indotta ha presentato durante tutto il secondo anno di monitoraggio (agosto 2006 - maggio 2007) un andamento omogeneo su tutta la colonna d'acqua e in tutte le stazioni, con valori intorno a  $0,5 \mu\text{g l}^{-1}$ .

Con riferimento ai rilievi specifici condotti nell'ambito della survey ambientale, i valori di concentrazione di clorofilla misurati presso le due stazioni AM533\_01 e AM533\_02 nella campagna del 5 agosto 2010 sono riportati nella successiva *Tabella*.

Tabella 3.39: Concentrazioni di Clorofilla Misurata presso le Stazioni AM533\_01 e AM533\_02

Analisi	Unità di Misura	Limite di Rilevabilità	AM533_01	AM533_02
Clorofilla	mg/m <sup>3</sup>	0	<0,5	<0,5

In entrambi i punti di campionamento il valore di clorofilla misurato è risultato essere inferiore a 0,5 mg/m<sup>3</sup>.

### Nutrienti

Un'utile indicazione sull'andamento temporale del parametro è fornita dai dati riferibili al periodo 2006-2007 rilevati (ad opera del CNR-ISMAR sede di Ancona) durante i servizi di monitoraggio ambientale del campo Clara Est, di cui la seguente Tabella espone i risultati.

**Tabella 3.40: Nutrienti - Agosto 2006-Dicembre 2007 (Monitoraggio Piattaforma Clara Est)**

	<b>Agosto 2006</b> <b>(min-max)</b>	<b>Ottobre</b> <b>2006</b> <b>(min-max)</b>	<b>Dicembre 2006</b> <b>(min-max)</b>	<b>Gennaio 2007</b> <b>(min-max)</b>	<b>Marzo 2007</b> <b>(min-max)</b>	<b>Maggio 2007</b> <b>(min-max)</b>
Nitriti	0,02 -1,20µM	0,07- 0,30µM	0,02-0,29 µM	0,25-0,64µM	0,02-0,82µM	0,02- 0,47µM
Nitrati	0,02 -2,30µM	0,32 - 4,1µM	0,02-3,92µM	0,02-2,75µM	0,02-2,63 µM	0,02-3,82µM
Ammonio	0,02 - 2,5µM	0,02- 0,89µM	0,02-0,40µM	0-0,75µM	0,02-0,54µM	0,02-2,79µM
Ortofosfati	0,03 -0,21µM	0,03- 0,41µM	0-0,17µM	0,02-0,34µM	0,03-0,07µM	0,03-0,22 µM
Ortosilicati	0,12- 6,89µM	0,34- 5,92µM	0,70-5 µM	1-3,33µM	1,57-6,25µM	0,02-4,24µM

Con riferimento a tali dati, di seguito si riportano alcune considerazioni :

- In ottobre i nitriti hanno presentato concentrazioni più omogenee rispetto ad agosto. Anche i nitrati sono apparsi distribuiti più uniformemente rispetto al periodo precedente. Le concentrazioni di ammonio sono apparse inferiori;
- A dicembre le concentrazioni di nitriti si sono ridotte rispetto ad ottobre e tutta la colonna si è presentata abbastanza omogenea. Al contrario, i nitrati sono risultati più elevati rispetto al monitoraggio precedente;
- A marzo i nitriti si sono mantenuti ancora abbastanza elevati, soprattutto sul fondo. I contenuti maggiori di nitrati sono stati osservati sia alle quote superficiali che sul fondo. L'ammonio ha continuato a essere piuttosto scarso in tutta l'area come nel monitoraggio precedente. Anche gli ortofosfati sono risultati poco rappresentati in tutta l'area indagata. Gli ortosilicati sono risultati più abbondanti;
- A maggio l'ammonio è apparso più abbondante rispetto i mesi precedenti. Anche in questo campionamento è stato osservato un incremento di ortofosfati. Infine, gli ortosilicati si sono ridotti e sono apparsi più concentrati nelle quote di superficie e fondo.

Con riferimento ai rilievi specifici condotti nell'ambito della survey ambientale, i valori di concentrazione di nutrienti misurati presso le due stazioni AM533\_01 e AM533\_02 nella campagna del 5 agosto 2010 sono riportati nella successiva *Tabella*. Per ogni stazione si sono analizzati tre diversi campioni prelevati a diverse profondità.

**Tabella 3.41: Concentrazioni di Nutrienti Misurate presso le Stazioni AM533\_01 e AM533\_02**

Analisi	U.M.	L.R.	01W1	01W2	01W3	02W1	02W2	02W3
Nitrati + Nitriti	mgN/l	0,007	<0,007	<0,007	0,016	<0,007	<0,007	<0,007
Nitrati	mgNO <sub>2</sub> /l	0,005	<0,005	<0,005	0,071	<0,005	<0,005	<0,005
Nitriti	mg NO <sub>3</sub> /l	0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007
Ammoniaca	mg NH <sub>4</sub> /l	0,005	<0,005	0,006	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Ortofosfati	mgP/l	0,005	<0,005	<0,005	0,005	0,005	0,007	<0,006
Fosforo totale	mgP/l	0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010

In tutti i campioni analizzati le concentrazioni di Nutrienti sono quasi sempre al di sotto dei limiti di rilevabilità.

#### Idrocarburi Totali

I valori di concentrazione di idrocarburi misurati presso le due stazioni AM533\_01 e AM533\_02 nella campagna del 5 agosto 2010 sono riportati nella successiva *Tabella*. Per ogni stazione si sono analizzati tre diversi campioni prelevati a diverse profondità.

**Tabella 3.42: Concentrazioni di Idrocarburi Totali Misurate presso le Stazioni AM533\_01 e AM533\_02**

Analisi	U.M.	L.R.	01W1	01W2	01W3	02W1	02W2	02W3
Idrocarburi totali	µg/l	10	17	17	17	14	43	13

Le concentrazioni degli Idrocarburi totali sono minime o molto vicine ai limiti di rilevabilità.

#### Carbonio Organico

Il Carbonio può essere presente nelle acque sotto forma di specie inorganiche e di composti organici che si distribuiscono tra fase disciolta e sospesa.

La zona eufotica risulta il principale sito di produzione della sostanza organica in mare aperto. In questa zona si ha, infatti, un livello ottimale di luce solare in entrata, sufficiente a permettere la fotosintesi da parte delle piante e dei batteri fotosintetici. Come conseguenza, si ha che la produzione primaria di materia organica derivante dalla fotosintesi supera il consumo di materia organica derivante dalla respirazione (Santinelli, 2008 e bibliografia ivi contenuta).

I valori di concentrazione di carbonio organico misurati presso le due stazioni AM533\_01 e AM533\_02 nella campagna del 5 agosto 2010 sono riportati nella successiva *Tabella*. Per ogni stazione si sono analizzati tre diversi campioni prelevati a diverse profondità.

**Tabella 3.43: Concentrazioni di Carbonio Organico Misurate presso le Stazioni AM533\_01 e AM533\_02**

Analisi	U.M.	L.R.	01W1	01W2	01W3	02W1	02W2	02W3
Carbonio organico	µg/l	0,5	1,7	1,5	1,4	1,6	1,1	1,3

Come è possibile notare i valori riportano contenuti molto bassi di sostanza organica e comunque molto prossimi al limite di rilevabilità.

#### Analisi Microbiologiche

La seguente *Tabella* espone i risultati relativi alla carica batterica eterotrofa (Coliformi fecali, totali ed Enterococchi) misurati presso le due stazioni AM533\_01 e AM533\_02 nella campagna del 5 agosto 2010. Per ogni stazione si sono analizzati tre diversi campioni prelevati a diverse profondità.

**Tabella 3.44: Analisi Microbiologiche Misurate presso le Stazioni AM533\_01 e AM533\_02**

Analisi	U.M.	L.R.	01W1	01W2	01W3	02W1	02W2	02W3
Batteri eterotrofi (22°C)	UFC/ml	0	1	1	2	3	1	5
Batteri eterotrofi (36°C)	UFC/ml	0	1	1	1	0	0	9

Come è possibile notare quasi tutte le concentrazioni sono molto basse se non nulle.

### **3.6 VEGETAZIONE, FLORA, FAUNA ED ECOSISTEMI**

Il presente *Paragrafo* descrive le componenti biologiche relative alla porzione di mare interessata dall'intervento in progetto, sulla base dei dati disponibili, analizzando sia le comunità vegetali ed animali che vivono sospese nel mezzo idrico (fitoplancton e zooplancton), sia quelle che colonizzano i fondali (fitobenthos e zoobenthos). Tali comunità sviluppano fra loro interrelazioni biologiche ed ecologiche spesso notevolmente complesse ed articolate, denominate "biocenosi planctoniche" nel primo caso e "biocenosi bentoniche" nel secondo caso.

#### **3.6.1 Biocenosi Planctoniche**

##### *3.6.1.1 Fitoplancton*

Con riferimento alle comunità fitoplanctoniche, al fine di poter caratterizzare la componente, sono stati utilizzati i dati relativi alle campagne di monitoraggio condotte nell'alto Adriatico nell'ambito delle crociere di ricerca ASCOP (*Adriatic Scientific Cooperative Program*), svolte negli anni 1983 e 1984, ed a ricerche più

recenti (Barletta et al., 1998) svolte nell'ambito del programma di ricerca PRISMA (*Programma di Ricerca e Sperimentazione per il Mare Adriatico*).

Le indagini eseguite hanno messo in evidenza aspetti popolazionistici legati sia alla stagionalità che dipendenti da gradienti ecologici, orientati tanto verticalmente (lungo la colonna d'acqua) che orizzontalmente (al variare della distanza dalla costa). Nel contesto idrologico dell'alto Adriatico, inoltre, risulta di notevole importanza l'azione degli apporti fluviali del fiume Po, che influenza, particolarmente nel periodo primaverile e nell'area circostante e a sud del suo delta, la distribuzione e le densità delle comunità fitoplanctoniche.

Le associazioni fitoplanctoniche dell'alto Adriatico presentano caratteristiche differenti a seconda della loro distribuzione in ambito superficiale o profondo.

Le diatomee, organismi tipicamente eurieci, dominano largamente gli strati superficiali maggiormente influenzati dagli apporti fluviali, ed in misura minore anche gli strati più profondi. Le specie tipicamente abbondanti nelle zone di maggiore influenza del Po risultano essere *Skeletonema costatum*, specie diffusissima, cui si affiancano *Rhizosolenia stolterfothii*, *Rhizosolenia fragilissima*, *Leptocylindrus danicus*, *Nitzschia sp.* e *Chaetoceros sp.*

In acque più profonde, con valori di salinità più elevati, sono maggiormente presenti i dinoflagellati, per lo più appartenenti alla famiglia *Gymnodiniales*. La presenza delle Diatomee in tale ambito è comunque evidenziata da specie quali *Rhizosolenia alata*.

Le fitocenosi degli strati profondi, anche al largo, restano caratterizzate comunque dai fitoflagellati, con specie come *Prorocentrum aporum* e *Ceratium tripos*. Sono inoltre diffuse in tutto il bacino specie quali *Nitzschia delicatissima*, *Chaetoceros curvisetus* e *Pseudo-nitzschia spp.*

Per quanto concerne i valori di densità e di biomassa fitoplanctonica, si osservano variazioni stagionali legate soprattutto agli apporti del Po e degli altri fiumi interessanti l'Adriatico, in termini di acque dolci e nutrienti:

- In primavera (aprile) la densità varia fra  $1 \div 27 \times 10^6$  cell/l, con dominanza di Diatomee e Fitoflagellati, per i quali si registrano valori di biomassa rispettivamente di 245  $\mu\text{g C/l}$  e 161  $\mu\text{g C/l}$ .
- In estate (luglio) si raggiungono i valori più alti dell'anno, con picchi di densità che raggiungono  $30 \div 50 \times 10^6$  cell/l e che interessano soprattutto gli strati superficiali (0-5 m), ancora ad opera di Diatomee e Fitoflagellati. La biomassa totale registra in questo periodo i valori più elevati, con 750  $\mu\text{g C/l}$ . Anche le Dinoflagellate in questo periodo evidenziano valori di biomassa apprezzabili (50  $\mu\text{g C/l}$ ).
- In autunno (ottobre) il popolamento, pur essendo ancora dominato dal Diatomee e Fitoflagellati, mostra una diversa composizione e distribuzione. I massimi valori di densità non superano i  $30 \times 10^6$  cell/l. La struttura del popolamento subisce in questo periodo il flusso di nuove acque di origine continentale, che determina fenomeni più o meno isolati di "fioriture" che interessano i popolamenti presenti negli strati superficiali.
- In inverno (gennaio) si determinano i valori minimi di densità fitoplanctoniche, non superiori a  $17 \times 10^6$  cell/l. Il popolamento è costituito quasi esclusivamente da alghe fitoflagellate. Si osserva inoltre la presenza nella colonna d'acqua di Diatomee pennate bentoniche come *Diploneis bombus*, *Amphora spp.* e *Navicula spp.*, a causa del rimescolamento verticale delle acque tipico di questo periodo stagionale.

Di seguito si riporta una lista delle specie fitoplanctoniche più diffuse nell'alto Adriatico (Barletta D. et al., 1998).

**Tabella 3.45: Elenco Specie Fitoplanctoniche presenti nell'Alto Adriatico (Fonte: Barletta D. et Al)**

BACILLARIOPHYCEAE	DINOPHICEAE
Amphora spp. Kg.	Actiniscus pentasterias (Ehr.) Ehr.
Asterionella formosa Hassall	Ceratium candelabrum (Ehr.) Stein
Asterionellopsis glacialis (Castr.) Round	Ceratium cfr. horridum (Cleve) Gran
Asteromphalus cfr. arachne (Breb.) Ralfs	Ceratium furca (Ehr.) Clap. & Lach.
Asteromphalus cfr. hyalinus Karsten	Ceratium fusus (Ehr.) Dujardin
Asteromphalus flabellatus (Breb.) Grev.	Ceratium inflatum (Kofoid) Jorg.
Asteromphalus sarcophagus Wallich	Ceratium macroceros (Ehr.) Vanhof.
Bacteriastrum cfr. delicatulum Cl.	Ceratium massiliense (Gourr.) Jorg.
Bacteriastrum cfr. hyalinum Lauder	Ceratium pentagonum Gourr.
Cerataulina pelagica (Cl.) Hendy	Ceratium trichoceros (Ehr.) Kof.
Cfr. Synedra gaillonii (Bory) Ehr.	Ceratium tripos (O.F. Muller) Nitzsch.
Chaetoceros affinis Laud.	Coolia cfr. monotis Meunier
Chaetoceros anastomosans Grun.	Dinophysis caudata Saville-Kent
Chaetoceros brevis Schutt	Dinophysis cfr. acuminata Clap. & Lach.
Chaetoceros cfr. muelleri Lemm.	Dinophysis fortii Pav.
Chaetoceros cfr. seiracanthus Gran	Dinophysis ovum Schutt
Chaetoceros compressus Lauder	Dinophysis sacculus Stein
Chaetoceros curvisetus Cl.	Dinophysis tripos Gourret
Chaetoceros daday Pav.	Diplopsalis lenticula Bergh
Chaetoceros danicus Cl.	Gonyaulax polygramma Stein
Chaetoceros didymus Ehr.	Gonyaulax scrippsae Kofoid
Chaetoceros diversus Cl.	Lingulodium polyedrum (Stein) Dodge
Chaetoceros lorenzianus Grun.	Mesoporus perforatus (Gran) Lillick
Chaetoceros neglectus Karsten	Oxyphysis oxytoxoides Kof
Chaetoceros pelagicus Cl.	Oxytoxum caudatum Schiller
Chaetoceros pseudocurvisetus Mangin	Oxytoxum cfr. crassum Schiller
Chaetoceros rostratus Laud.	Oxytoxum cfr. laticeps Schiller
Chaetoceros simplex Ostf.	Oxytoxum scolopax Stein
Chaetoceros thronsdonii (Marino et al.)	Phalacroma rotundatum (Clap & Lach)
Chaetoceros vixvisibilis Schiller	Podolampas palmipes Stein
Coscinodiscus cfr. asteromphalus Ehr.	Pronoctiluca pelagica Fabre-Domergue



Coscinodiscus excentricus Ehr.	Pronoctiluca spinifera (Lohm.) Schiller
Coscinodiscus nodulifer (A. Schmidt)	Prorocentrum aporum (Sch.) Dodge
Cyclotella glomerata Bachm.	Prorocentrum compressum (Bail.) Abe
Cylindrotheca clostenum (Ehr.)	Prorocentrum micans Ehr
Dactyliosolen blavyanus (H. Per.)	Prorocentrum minimum (Pav) Schiller
Dactyliosolen fragilissimus (Bergon)	Prorocentrum triestinum Schiller
Dactyliosolen phuketensis (Sund.)	Protopteridinium bipes (Paul.) Bal.
Diatoma cfr. elongatum (Lyngb.) Ag.	Protopteridinium brevipes (Paul.) Bal.
Diatoma cfr. vulgare Bory	Protopteridinium brochi (Kof. & Swezy)
Diploneis bombus Ehr.	Protopteridinium cfr. bispinum (Sch.)
Diploneis crabro Ehr.	Protopteridinium cfr. claudicans (Paul.)
Eucampia cornuta (Cl.) Grun.	Protopteridinium cfr. nudum (Meun.)
Fragilaria capucina Desm.	Protopteridinium cfr. pentagonum (Gran)
Fragilaria crotonensis Kitt.	Protopteridinium cfr. steinii (Jorg.) Bal.
Guinardia flaccida (Castr.) H. Per.	Protopteridinium conicum (Gran) Bal.
Guinardia striata (Stolt.) Hasle	Protopteridinium crassipes (Kof.) Bal.
Hemiaulus hauckii Grun.	Protopteridinium depressum (Bail.) Bal.
Hemiaulus sinensis Grev.	Protopteridinium diabolus (Cl.) Bal.
Leptocylindrus danicus Cl.	Protopteridinium divergens (Ehr.) Bal.
Leptocylindrus mediterraneus (H. Per.)	Protopteridinium leonis (Pav.) Bal.
Leptocylindrus minimus Gran.	Pselodinium vaubanii Sournia
Lioloma pacificum (Cupp) Hasle	Pyrocystis lunula (Schutt) Schutt
Melosira cfr. varians Ag.	Pyrocystis robusta Kof.
Melosira granulata (E.) Ralfs	Pyrophacus horologicum Stein
Navicula cfr. minuscula Grun.	<hr/> PRYMNESIOPHYCEAE (Coccolitine)
Navicula cfr. rhynchocephala K.	Anoplosolenia brasiliensis (Lohm.)
Navicula cfr. viridula K.	Calciosolenia murrayi Gran
Nitzschia longissima (Breb.) Ralfs	Emiliana huxleyi (Lohm) Hay & Mohler
Nitzschia sigma (Kg.) W. Sm.	Michaelsarsia elegans Gran
Paralia sulcata (Ehr.) Cl.	Ophiaster hydroideus (Lohm.) Lohm.
Proboscia alata (Brightw.) Sund.	Rhabdosphaera claviger Murray & Blackman
Pseudo- nitzschia cfr. pungens (Grun.)	Syracosphaera pulchra Lohm.
Pseudo- nitzschia delicatissima (Cl.)	<hr/> EUGLENOPHYCEAE
Pseudo- nitzschia fraudulenta (Cl.)	Euglena cfr. acusformis Schiller
Pseudo- nitzschia pseudodelicatissima	Eutreptiella marina Cunha
Pseudosolenia calcar avis (Schultze)	<hr/> CHLOROPHYCEAE

Rhizosolenia imbricata Brightw.	Actinastrum cfr. hantzschii Lagerheim
Rhizosolenia robusta Norman	Cfr. Treubaria triappendiculata Bern.
Rhizosolenia setigera Brightw.	Closterium pronum Breb.
Rhizosolenia styliformis Brightw.	Micractinium cfr. pusillum Fres.
Rhoicosphenia curvata (K.) Grun.	Pediastrum duplex Meyen
Skeletonema costatum (Grev.) Cl.	Pediastrum simplex Meyen
Tabellaria fenestrata K.	Pediastrum tetras (Ehr.) Ralfs
Thalassionema frauenfeldii (Grun.)	Scenedesmus acuminatus (Lagerh.) Chod.
Thalassionema nitzschioides (Grun.)	Scenedesmus armatus Chod.
Thalassiosira cfr. fallax Meun	Scenedesmus longispina Chod.
<b>DICTYOCHOPHYCEAE</b>	Scenedesmus obliquus (Turp.) Kutz.
Dictyocha crux Ehr.	Scenedesmus opoliensis P. Richt.
Dictyocha fibula Ehr.	Scenedesmus quadricauda (Turp.) Breb.
Dictyocha speculum Ehr.	Staurastrum cfr. gracile Ralfs
Octactis octonaria (Ehr.) Hovasse	<b>CYANOPHYCEAE</b>
<b>CHRYSOPHYCEAE</b>	Planktothrix agardhii (Gom.) Anagn. & Kom.
Dinobryon faculifera (Willen) Willen	Planktothrix rubescens (D.C. ex Gom.)
Chrysophyceae indeterminate	<b>PHYMNESIOPHYCEAE</b>
Meringosphaera mediterranea Lohmann	Prymnesiophyceae indeterminate
<b>CRYPTOPHYCEAE</b>	<b>PRASINOPHYCEAE</b>
Cryptophyceae indeterminate	Prasinophyceae indeterminate

### 3.6.1.2 Zooplankton

Al fine di caratterizzare la componente, le informazioni relative alle comunità zooplanctoniche sono state desunte da dati relativi a campagne di ricerche condotte nell'alto e medio Adriatico nel periodo 1977-1986 (Fonda Umani et al., 1994).

In virtù delle peculiarità idrodinamiche precedentemente analizzate e descritte, nel Mar Adriatico si instaura un sistema idrodinamico che separa nettamente le aree costiere dalle masse idriche al largo, generando due sistemi indipendenti ed ecologicamente diversi (Fonda Umani et al., 1994). Nelle aree costiere, infatti, l'apporto dei nutrienti risulta cospicuo per gran parte dell'anno, mentre al largo le acque risultano influenzate, soprattutto nei periodi caratterizzati dalle precipitazioni piovose (ovvero primavera e autunno), sostanzialmente solo dal fiume Po. Così, mentre la zona centro-settentrionale adriatica può definirsi chiaramente eutrofica, le zone al largo risultano oligo-mesotrofiche.

Tale quadro ecologico svolge la sua determinante influenza sui popolamenti zooplanctonici di queste aree di mare. Secondo studi scientifici (Hure et al., 1980) è possibile in tale contesto individuare tre comunità zooplanctoniche adriatiche ben definite: estuarine, costiere e del largo. Esse sono caratterizzate da popolamenti a Copepodi con distribuzione di abbondanza, orientati classicamente secondo un gradiente decrescente dalla costa al largo e da nord a sud. Durante l'estate, però, il bacino settentrionale risulta

 <p>eni S.p.A. Exploration &amp; Production Division</p>	<p>Doc. SICS 194 Studio di Impatto Ambientale Campo Gas ELETTRA</p>	<p>Pag. 86</p>
--	---	----------------

dominato da popolamenti a Cladoceri che, soprattutto con la specie *Penilia avirostris*, in aree costiere può raggiungere livelli numerici anche del 90% rispetto all'intero popolamento mesozoo planctonico, e rappresentare fino al 30% delle biomasse. Per questo gruppo tassonomico si osserva quindi una distribuzione particolare solo nel settore dell'alto Adriatico.

In uno studio su base stagionale dei popolamenti mesozooplanctonici dell'Adriatico settentrionale e centrale (Fonda Umani et al., 1994) sono stati analizzati i dati relativi alle biomasse ed alla composizione tassonomica dei popolamenti, raccolti in 4 campagne di ricerca svolte dal 1977 al 1986. La biomassa zooplanctonica (espressa come P.S.S.C. - Peso Secco Senza Ceneri) è risultata variabile da anno ad anno. Nel settembre 1977 i valori più alti sono stati registrati lungo la fascia costiera ravennate, con un massimo di 26,8 mg/m<sup>3</sup>, mentre al largo e verso il settore meridionale dell'Adriatico sono scesi sino a 1,7 mg/m<sup>3</sup> (caso A evidenziato nella seguente *Figura*).

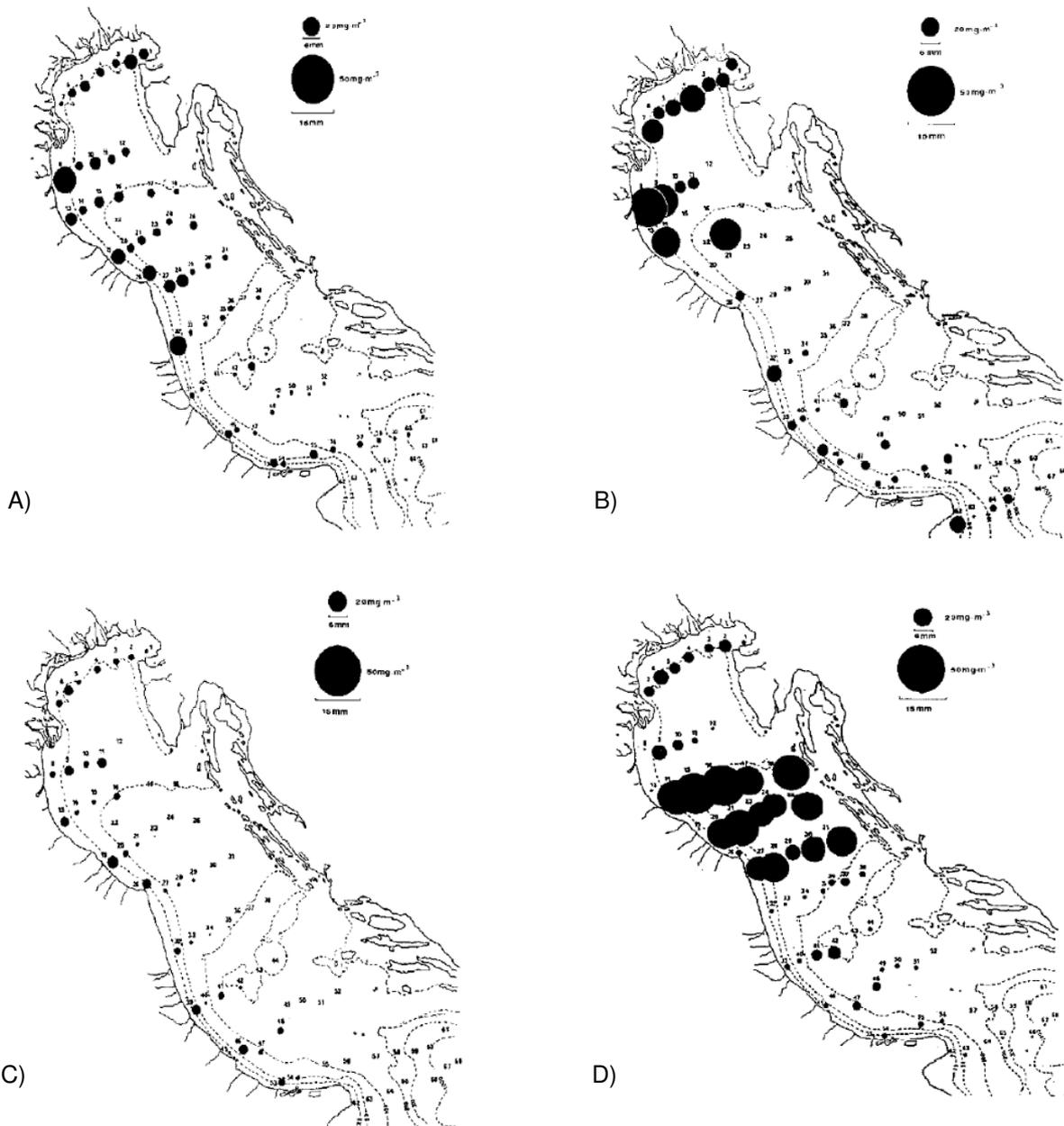
Nel periodo dicembre 1979-gennaio 1980 la distribuzione ricalca lo schema appena visto, accentuando maggiormente la differenza di produttività fra il settore settentrionale e quello centro-meridionale adriatico. L'area costiera antistante ed a sud del delta del Po registra valori massimi intorno ai 39 mg/m<sup>3</sup>, soprattutto in prossimità del litorale di Ravenna (caso B evidenziato nella seguente *Figura*).

Nel marzo 1982 la biomassa zooplanctonica appare in netto decremento nell'ambito di tutto il bacino adriatico, con un valore massimo di 9,1 mg/m<sup>3</sup> in prossimità della costa pesarese. Un gradiente in decremento è comunque ancora apprezzabile in senso nord-sud e costa-largo, anche se proprio quest'ultimo gradiente di orientamento risulta particolarmente irregolare nel tratto di mare prospiciente Ravenna (caso C evidenziato nella seguente *Figura*).

Nel settembre 1986 la distribuzione di biomassa risulta assolutamente diversa e anomala rispetto al passato, con livelli ponderali elevati che interessano soprattutto il litorale marchigiano (valori compresi tra 26,5 e 46,5 mg/m<sup>3</sup>). Le stazioni costiere più settentrionali evidenziano valori decisamente più contenuti, unitamente a quelle prossime al delta del Po, mostrando valori compresi fra 3,7 e 17,7 mg/m<sup>3</sup> (caso D evidenziato nella seguente *Figura*).

La seguente *Figura* riporta le distribuzioni dei valori di biomassa registrati nel bacino adriatico centro-settentrionale e relative ai vari periodi di indagine citati.

Figura 3.43: Distribuzione dei Valori di Biomassa (PSSC) nel Bacino Adriatico Centro Settentrionale



Sotto il profilo tassonomico sono state rinvenute specie e generi appartenenti ai *Cladoceri* (6 unità), ai *Copepodi* (70), a stadi giovanili di *Protozoi* (2), *Cnidari* (3), *Ostracodi* (1), *Eufasiacei* (1) e *Urocordati* (4). Le specie più diffuse fra i *Cladoceri* sono risultate *Evadne nordmanni* ed *Evadne spinifera*.

Fra i popolamenti a *Copepodi* che popolano la zona costiera risultano frequenti:

- *Paracalanus parvus*;
- *Acartia clausi*;
- *Oithona helgolandica*;

 <p>eni S.p.A. Exploration &amp; Production Division</p>	<p>Doc. SICS 194 Studio di Impatto Ambientale Campo Gas ELETTRA</p>	<p>Pag. 88</p>
--	---	----------------

- Oithona nana;
- Temora longicornis;
- Temora stylifera;
- Centropages typicus;
- Clausocalanus spp.

Nei settori più al largo le comunità a *Copepodi* risultano caratterizzate da:

- Eucalanus elongatus;
- Mecynocera clausi;
- Candacia armata;
- Lucicutia spp.;
- Pleuromamma spp.

Infine, fra le specie caratterizzate da presenza a carattere stagionale (inverno e primavera) si rilevano:

- Calanus brevicornis;
- Nannocalanus minor;
- Rhincalanus nasutus;
- Calocalanus contractus;
- Calocalanus styliremis;
- Aetideus armatus;
- Isias clavipes;
- Copilia mediterranea;
- Penilia avirostris.

Quest'ultima specie domina, aree costiere settentrionali durante il periodo estivo.

### 3.6.2 Biocenosi Bentoniche

Per le comunità bentoniche le informazioni si riferiscono a dati relativi alle stesse campagne di ricerca ASCOP svolte sino al 1991, integrati da recenti ricerche svolte sia nell'ambito del programma PRISMA 2 per l'Adriatico Settentrionale (Giovanardi O. et al., 1999; Scardi ed al., 1999), sia in campagne di indagine mirate alla caratterizzazione ambientale marina delle aree in concessione (cfr. *Allegato 7*).

### 3.6.2.1 Caratteristiche Generali dell'Adriatico

Le caratteristiche dei popolamenti vegetali ed animali insediati sul fondale dipende, in linea di massima, da due parametri, peraltro strettamente correlati l'uno all'altro: la tipologia del sedimento ed il regime idrodinamico.

Le principali biocenosi bentoniche del Mediterraneo sono state definite da Pérès e Picard nel "Nouveau manuel de bionomie benthique de la mer Méditerranée", pubblicato nel 1964 (si veda successiva *Tabella*). Questi autori identificarono e divisero le varie biocenosi in funzione del piano e del tipo di fondale.

**Tabella 3.46: Principali Biocenosi Bentoniche del Mediterraneo (Fonte: Pérès e Picard, 1964)**

Piano	Substrato	Sigla	Descrizione
Mesolitorale	solido	RMS	Biocenosi del mediolitorale superiore
		RMI	Biocenosi del mediolitorale inferiore
		GM	Biocenosi delle grotte
	mobile	DM	Biocenosi dei fondi detritici
		SM	Biocenosi delle sabbie
		SVLE	Biocenosi delle sabbie fangose, lagune, estuari
Infralitorale	solido	AP	Biocenosi delle alghe fotofile
		IETP	Biocenosi delle acque inquinate
	mobile	GI	Biocenosi delle ghiaie
		SGBV	Biocenosi delle ghiaie fini e sabbie grossolane rimosse dalle onde
		SRPV	Biocenosi delle sabbie in zone protette
		SVMC	Biocenosi delle sabbie fangose in zone calme
		LEE	Biocenosi lagunari eurialine ed euriterme
		STP	Biocenosi dei sedimenti inquinati
		SFBC	Biocenosi delle sabbie fini ben calibrate
		SFS	Biocenosi delle sabbie fini superficiali
		HP	Biocenosi delle praterie di <i>Posidonia</i>
Circalitorale	solido	C	Biocenosi del coralligeno
		GSO	Biocenosi delle grotte semioscure
		GO	Biocenosi delle grotte oscure
		RL	Biocenosi delle rocce al largo
	mobile	DC	Biocenosi dei fondi detritici costieri
		DE	Biocenosi dei fondi detritici invasi da fango
		VTC	Biocenosi dei fanghi terrigeni costieri
		DL	Biocenosi dei fondi detritici del largo
Indipendenti dal piano		SGCF	Biocenosi delle sabbie e ghiaie con correnti di fondo
		MI	Biocenosi dei fondi mobili instabili

 <p>eni S.p.A. Exploration &amp; Production Division</p>	<p>Doc. SICS 194 Studio di Impatto Ambientale Campo Gas ELETTRA</p>	<p>Pag. 90</p>
--	---	----------------

Secondo i dati più recenti, nell'Adriatico sono riconoscibili 8 biocenosi secondo la precedente classificazione di Pérès e Picard:

- nella zona costiera, a profondità limitata, si ha la biocenosi delle **Sabbie Fini Superficiali (SFS)**;
- dalle sabbie costiere fino al piano infralitorale, ed a volte anche nei primi strati del circalitorale, si sviluppa la biocenosi delle **Sabbie Fini Ben Calibrate (SFBC)**, con diverse facies, e localmente, la biocenosi delle **Ghiaie Fini e Sabbie Grossolane rimosse dalle Onde (SGBV)**;
- in zone dove l'idrodinamismo è ridotto, si verifica accumulo di materiale fine, determinando la presenza della biocenosi delle **Sabbie Fangose in Zone Calme (SVMC)**, nella quale la comunità bentonica non è in grado di rispondere prontamente a perturbazioni contingenti come gli stress anossici;
- nel piano circalitorale, dove la sabbia si arricchisce di elementi fini portati dai fiumi e la sedimentazione ed il trasporto sono in relazione all'andamento delle correnti e del moto ondoso, si determina una zona caratterizzata da biocenosi legate ai sedimenti fangosi, in cui si trova un popolamento riferibile alle biocenosi dei **Fanghi Terrigeni Costieri (VTC)**, nelle due facies a Turritella e a forme sessili, dei **Fondi Detritici Costieri (DC)**, dei **Fondi Detritici invasi da Fango (DE)** e dei **Fondi Detritici del Largo (DL)**.

Nel dettaglio, tuttavia, le comunità appartenenti a diverse biocenosi possono trovarsi mescolate o alternate, in risposta a condizioni locali. In particolare, il macrobenthos nella zona marina adriatica antistante la costa italiana si presenta suddiviso in tre principali comunità corrispondenti a tre livelli batimetrici (si veda *Allegato 3*). Tale classificazione però evidenzia le strutture delle comunità bentoniche in corrispondenza di aree che non sono direttamente, né indirettamente interessate dal progetto.

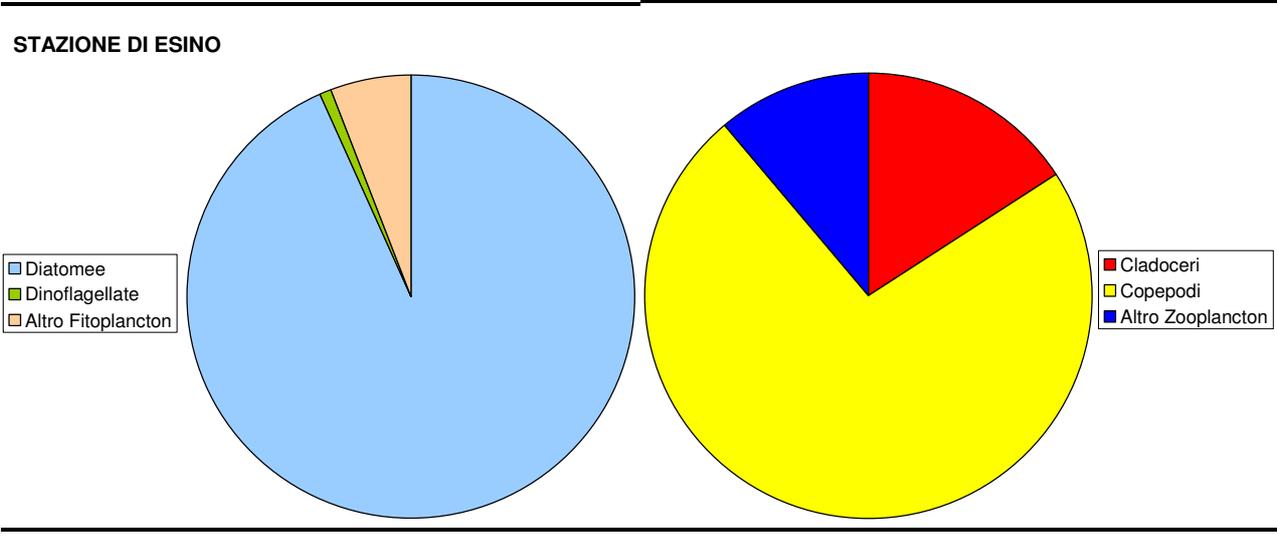
### 3.6.2.2 Caratteristiche Area di Studio da Letteratura Progredita

Si riportano di seguito i risultati delle analisi effettuate durante i Programmi di Monitoraggio sulla componente planctonica, riportati sul Portale Si.Di.Mar. del Ministero dell'Ambiente e della tutela del Territorio e del Mare. I dati sono riferiti all'ultimo anno completo disponibile (il 2006) e sono stati rilevati in corrispondenza delle tre stazioni di campionamento più vicine al sito:

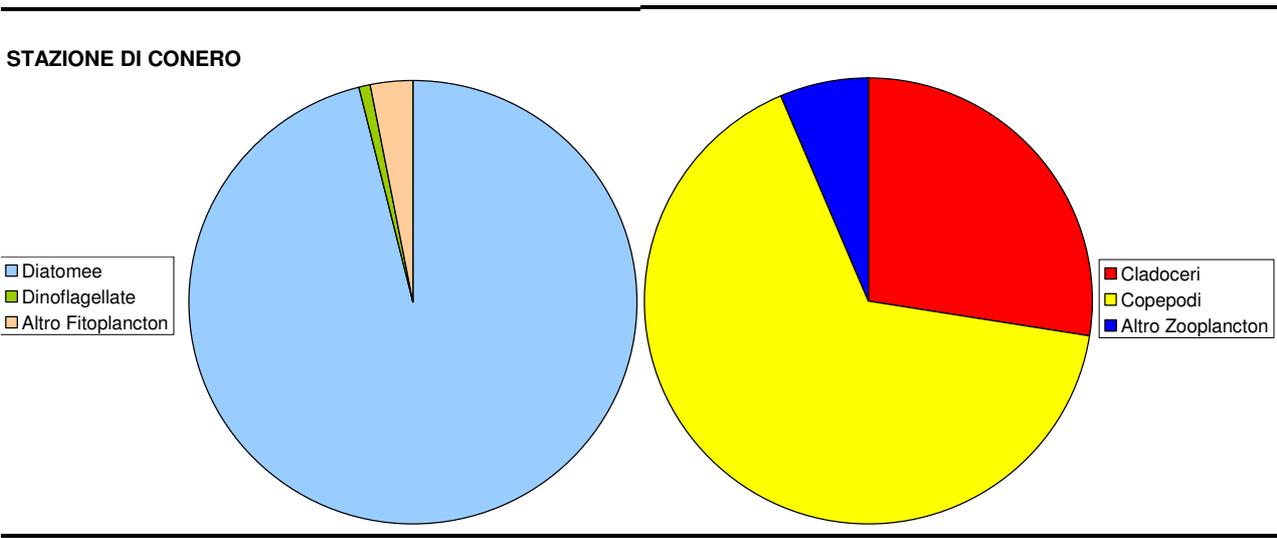
- stazione di Conero, in corrispondenza dell'omonimo promontorio;
- stazione di Esino, tra Senigallia ed Ancona;
- stazione di Chienti, a sud di Ancona, all'altezza di Civitanova Marche.

La componente planctonica è stata analizzata considerando i principali gruppi tassonomici rappresentativi (*Diatomee* e *Dinoflagellate* per il fitoplancton, *Cladoceri* e *Copepodi* per il zooplancton).

**Figura 3.44: Percentuale Gruppi tassonomici Rappresentativi Stazione di Esino (Fonte: Elaborazione Dati Si.Di.Mar. Anno 2006)**

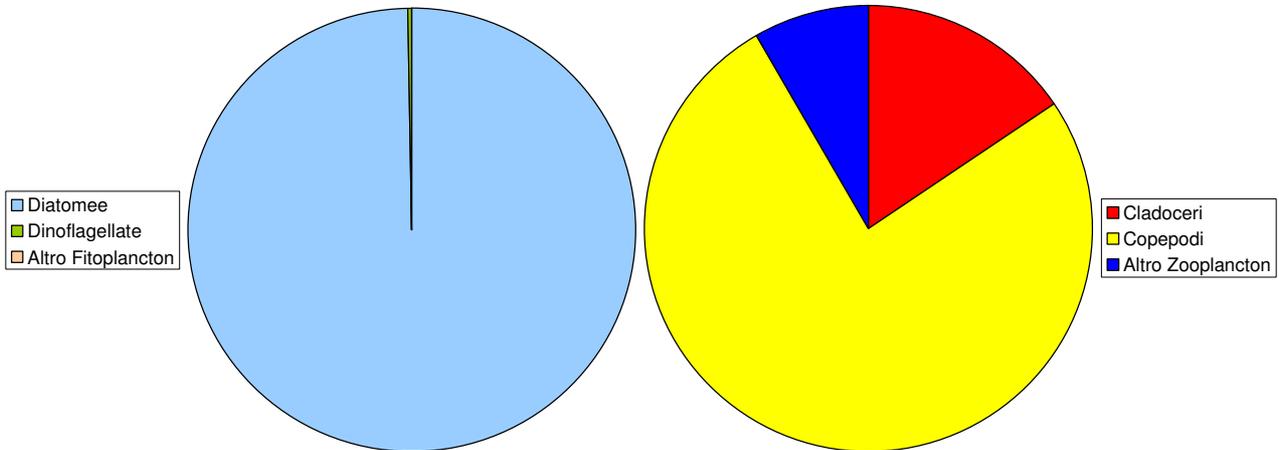


**Figura 3.44: Percentuale Gruppi tassonomici Rappresentativi Stazione di Conero (Fonte: Elaborazione Dati Si.Di.Mar. Anno 2006)**



**Figura 3.45: Percentuale Gruppi tassonomici Rappresentativi Stazione di Clienti (Fonte: Elaborazione Dati Si.Di.Mar. Anno 2006)**

STAZIONE DI CHIENTI



Tutte e tre le stazioni presentano una distribuzione simile dei gruppi tassonomici, con una netta predominanza delle *Diatomee* (in media 96,4%) tra il fitoplancton, e dei *Copepodi* (in media 71,7%) tra lo zooplancton

Di seguito si riporta un elenco delle specie più numerose.

Tra le *Diatomee*:

- *Leptocylindrus minimus*, 111.256 cellule/litro;
- *Proboscia alata*, 127.180 cellule/litro;
- *Chaetoceros spp.*, 128.725 cellule/litro;
- *Lauderia spp.*, 131.600 cellule/litro;
- *Skeletonema costatum*, 31.563.858 cellule/litro.

Tra le Dinoflagellate:

- *Prorocentrum minimum*, 14.440 cellule/litro;
- *Protoperidinium divergens*, 26.707 cellule/litro;
- *Heterocapsa niei*, 49.096 cellule/litro;
- *Prorocentrum minimum*, 80.000 cellule/litro;
- *Protoceratium reticulatum*, 160.000 cellule/litro.

Tra le altre specie di fitoplancton:

- *Dinobryon spp.*, 69.480 cellule/litro;
- *Fibrocapsa japonica*, 935.712 cellule/litro.

Tra lo zooplancton:

- *Penilia avirostris*, 1,280 individui/m<sup>3</sup>;

- *Paracalanus parvus*, 1,066 individui/m<sup>3</sup>;
- *Bivalvia larve*, 193 individui/m<sup>3</sup>.

### 3.6.2.3 Rilievo Ambientale

Nell'ambito dello studio di caratterizzazione ambientale dell'area di mare che sarà interessata dalla piattaforma Elettra e dal sealine, sono stati effettuati alcuni campionamenti bentonici sui fondali immediatamente circostanti le opere previste. Tali dati vanno ad approfondire il livello di conoscenza delle comunità bentoniche in corrispondenza dell'area di progetto, che, essendo significativamente distante dalla linea di costa ed interessata da fondali marini relativamente profondi, non è stata soggetta a studi di letteratura ed indagini pregresse significative.

Le coordinate dei punti di monitoraggio sono riportate in Tabella . Nella seguente *Figura* è rappresentata la posizione dei punti di campionamento rispetto alla piattaforma Elettra.

#### Monitoraggio dell'area interessata dalla piattaforma Elettra

I risultati emersi dalle attività di rilievo ambientale finalizzato alla caratterizzazione delle comunità macrobentoniche hanno evidenziato la presenza di 35 diversi gruppi tassonomici: 18 tra gli anellidi, 8 tra i crostacei e 5 tra i molluschi. I restanti taxa sono rappresentati da echinodermi, priapulidi, echiuridi e nematodi.

Nel seguito è mostrato il contributo percentuale delle specie e l'abbondanza specifica per ciascun campionamento.

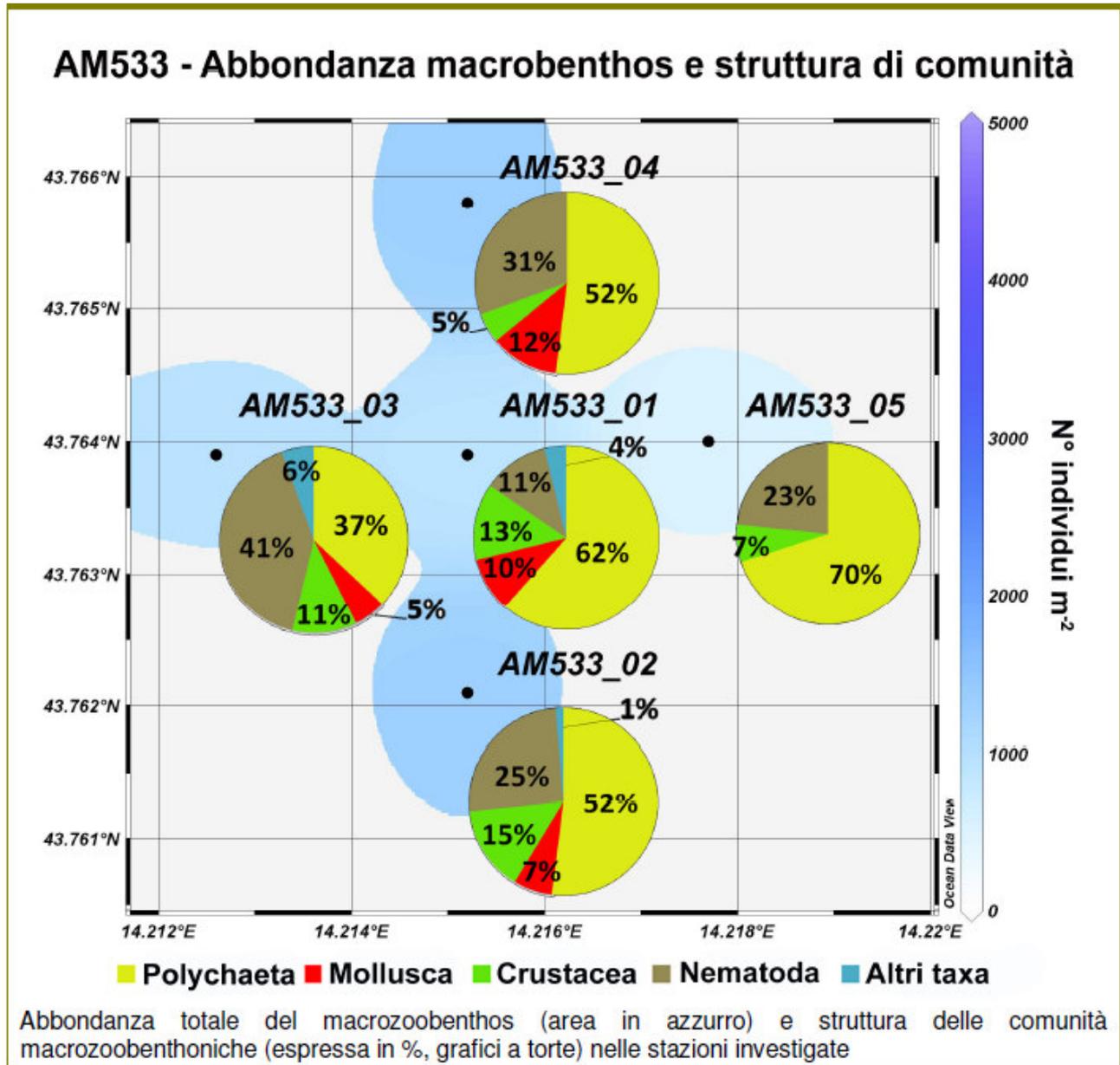
**Tabella 3.47: Contributo percentuale delle specie**

Gruppi Tassonomici			Stazioni					
Phylum	Classe	Ordine	Specie/taxon	AM533_01	AM533_02	AM533_03	AM533_04	AM533_05
Anellida	Polychaeta		Levinsenia sp.	13,5	17,3	13,0	24,0	10,0
Anellida	Polychaeta		Onuphis sp.	3,8	9,3	9,3	5,3	6,7
Anellida	Polychaeta		Orbinia sp.	15,4	5,3	0,0	2,7	6,7
Artropoda	Crustacea	Amphipoda	Harpinia dellavallei	0,0	5,3	7,4	2,7	6,7
Nematoda			Nematoda	11,5	25,3	40,7	30,7	23,3
Altri tax				55,8	37,3	29,6	34,7	46,7

Le specie riscontrate (come ad esempio l'anfipode *Harpinia dellavallei* ed il mollusco bivalve *Mysella bidentata*) indicano la presenza, nell'area indagata, delle **Biocenosi dei fanghi terrigeni costieri** (VTC, *Pérès e Picard, 1964*). I policheti (tra cui l'indicatore di presenza di arricchimento organico *Levinsenia sp.*), sono risultati il gruppo più abbondante in tutte le stazioni, costituendo dal 37% al 70% della comunità macrobentonica. Notevole importanza è rivestita anche dal Phylum dei nematodi (rappresentato sino ad un massimo del 41%, nella stazione AM533\_03). I crostacei, con percentuali comprese tra il 5% ed il 15% rispettivamente nelle stazioni AM533\_04 e AM533\_02, costituiscono il terzo gruppo in termini di

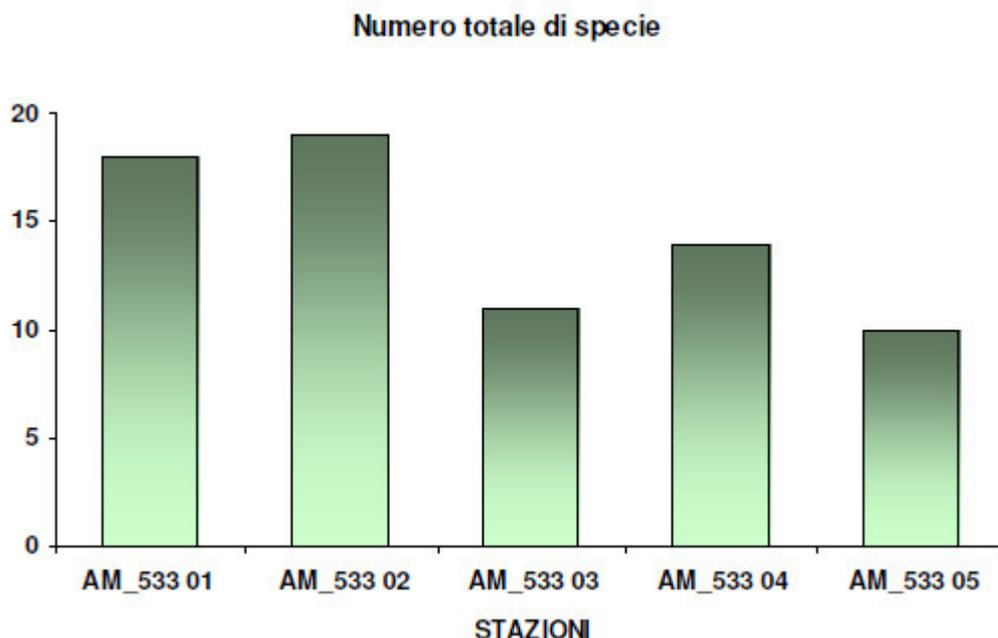
abbondanza, dopo policheti e nematodi. Infine, i restanti taxa (molluschi, echinodermi, echiuridi e priapulidi) risultano poco rappresentati e distribuiti in maniera eterogenea nell'area di studio.

Figura 3.46: Abbondanza macrozoobenthos e struttura di comunità



Le abbondanze totali dei vari gruppi ed il numero di specie sono risultate essere in linea con quanto disponibile in letteratura (Ambrogi-Occhipinti et al., 2005; Simonini et al., 2004; Simboursa e Zenetos, 2002): I valori di abbondanza totale del macrobenthos variano da un minimo di  $517 \pm 223$  individui/m<sup>2</sup> (stazione AM533\_05) ad un massimo di  $1293 \pm 310$  e  $1293 \pm 172$  individui/m<sup>2</sup> (rispettivamente nelle stazioni AM533\_02 e AM533\_04), mentre il numero delle specie trovate è compreso tra 10 (AM533\_05) e 19 (AM533\_02).

**Figura 3.47: Numero totale di specie**



In particolare, i valori di abbondanza degli organismi macrozoobentonici e il numero totale di specie non denotano particolari gradienti o tendenze spaziali delle comunità macrobentoniche presenti nell'area. Soltanto la stazione AM533\_05 (corrispondente alla più orientale) appare discostarsi dalle altre stazioni, mostrando un'abbondanza sensibilmente inferiore rispetto alle altre quattro. In termini di struttura di comunità, le cinque stazioni sono risultate omogenee, con l'eccezione della stazione AM533\_03, dove i nematodi presentano un'abbondanza sul totale significativamente maggiore rispetto alle altre stazioni. Con riferimento agli indici di normale adozione descritti precedentemente nella relazione tecnica (*Allegato 7*), i risultati hanno confermato come questi ricadono nei range dei valori riportati in letteratura per i sedimenti mobili del Mediterraneo (*Ambrogi- Occhipinti et al., 2005; Simonini et al., 2004; Simboura e Zenetos, 2002*).

**Tabella 3.48: Indici biotici**

Indici Biotici	AM533_01	AM533_02	AM533_03	AM533_04	AM533_05
D	5,18	5,10	3,25	3,68	3,55
J	0,91	0,91	0,94	0,87	1,00
H'(log <sub>2</sub> )	3,71	3,78	3,12	3,20	3,16
C	0,10	0,10	0,13	0,16	0,11
AMBI	1,60	1,73	1,92	1,82	1,42

D = ricchezza specifica

J = indice di equitabilità

H' = indice di diversità specifica

C = indice di dominanza di Simpson

In merito ai dati sopra esposti è possibile affermare che:



- La ricchezza specifica di Margalef varia da un minimo di 3,25 nella stazione AM533\_03 a un massimo di 5,28 nella stazione AM533\_01, non determinando particolari differenze tra le stazioni;
- Gli indici di equitabilità e di dominanza variano da 0,87 a 1,00 (rispettivamente nelle stazioni AM533\_04 e AM533\_05) e da 0,10 (stazioni AM533\_02 e AM533\_03) a 0,16 (stazione AM533\_04). Tali valori indicano una distribuzione del numero di organismi notevolmente equipartita all'interno dei 35 taxa individuati nell'area di studio;
- Il ristretto intervallo in cui ricadono i valori dell'indice di diversità specifica H' (valori ricompresi nel range 3,12 – 3,78) conferma l'omogeneità dell'area di studio, in accordo con i risultati dell'analisi della struttura di comunità delle varie stazioni;
- I risultati forniti dal calcolo dell'indice AMBI, compresi tra 1,42 e 1,92 (nelle stazioni AM533\_05 e AM533\_03 rispettivamente), collocano la totalità delle stazioni investigate nella categoria di stato ecologico buono. Tali valori corrispondono ad un disturbo del sito di lieve entità (*Borja 2000*).

#### Monitoraggio dell'area interessata dal sealine Elettra – Tie in BarbaraC/Bonaccia

I risultati emersi dalle attività di rilievo ambientale finalizzato alla caratterizzazione delle comunità macrobentoniche in corrispondenza dell'area in cui verrà posata la condotta di collegamento tra la piattaforma ed il punto di tie-in, hanno evidenziato la presenza di 43 diversi gruppi tassonomici: 24 tra gli anellidi, 9 tra i crostacei e 5 tra i molluschi. I restanti taxa sono rappresentati da priapulidi, echinodermi, picnogonidi e nematodi. La seguente Tabella, mostra il contributo percentuale delle specie.

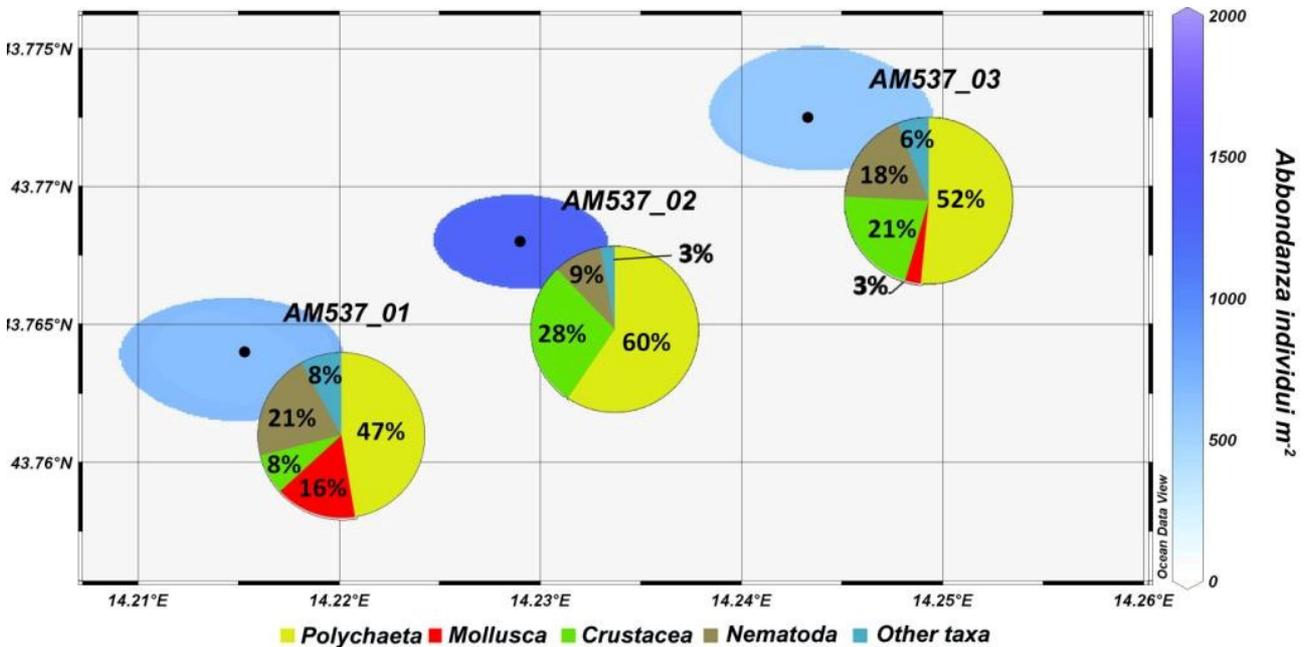
**Tabella 3.49: Taxa più rappresentati nelle stazioni di indagine**

Phylum	Gruppi Tassonomici		Specie/Taxa	Stazioni		
	Classe	Ordine		AM537_01	AM537_02	AM537_03
Anellida	Polychaeta		Aricidea sp.	2,6	6,8	12,1
Anellida	Polychaeta		Levinsenia sp	18,4	12,2	0,0
Nematoda				21,1	9,5	18,2
Altri Taxa				57,9	71,6	69,7

La presenza di crostacei e nematodi è stata riscontrata nella maggioranza delle stazioni, in percentuali ridotte rispetto ai policheti (al massimo 28% del totale). Molluschi bivalvi sono stati rinvenuti unicamente nella stazione AM537\_01, mentre nelle altre due stazioni dell'area sono risultati scarsi o assenti. I nematodi, presenti in tutte le stazioni investigate, rappresentano tra il 9 e il 21% del totale. I gruppi meno abbondanti (priapulidi, echinodermi, picnogonidi), inclusi nella macrocategoria "altri", rappresentano percentuali piuttosto esigue del totale (dal 3 all'8% nelle stazioni AM537\_02 e AM537\_01, rispettivamente).

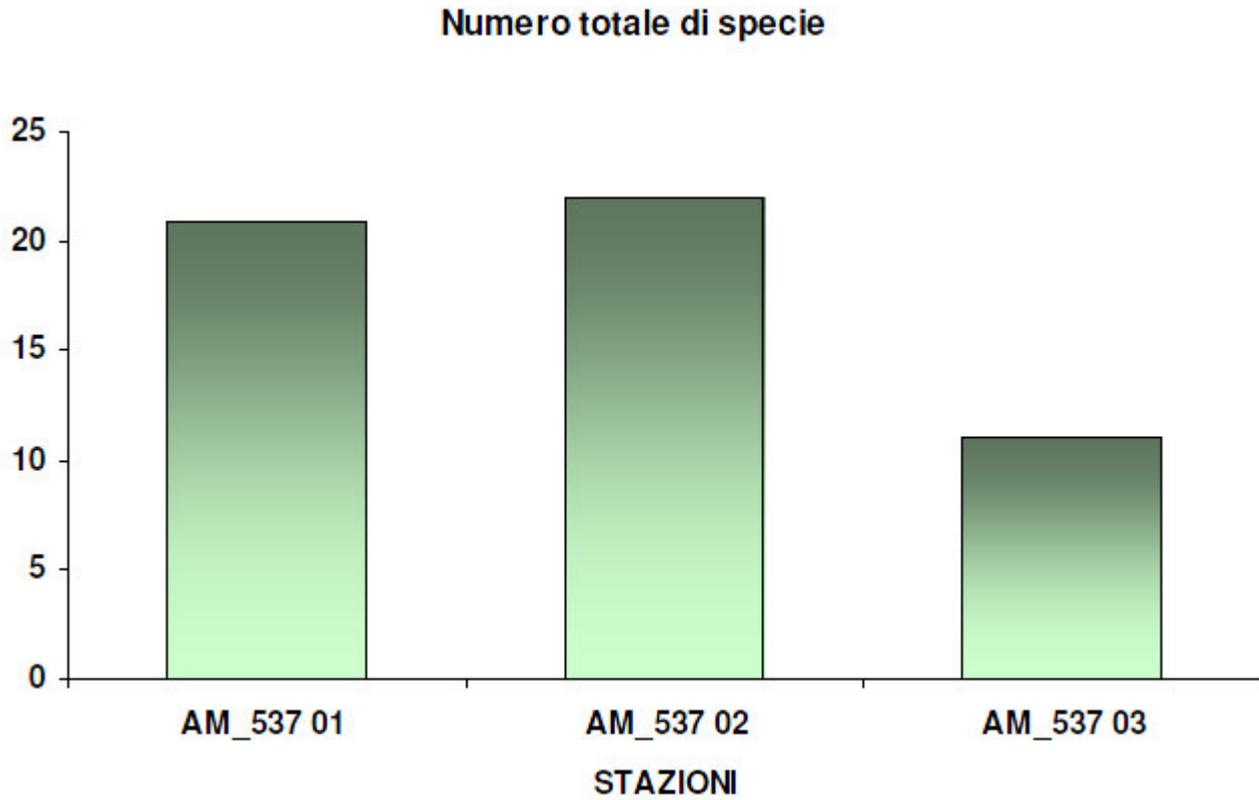
I valori di abbondanze totali, le abbondanze dei vari gruppi ed il numero di specie riscontrati sono in linea con i valori reperibili in letteratura per sedimenti mobili dell'area del Mediterraneo (*Ambrogi-Occhipinti et al., 2005; Simonini et al., 2004; Simboura e Zenetos, 2002*). I valori di abbondanza totale del macrobenthos variano da un minimo di 569 ± 159 ad un massimo di 1257 ± 264 individui m<sup>-2</sup> rispettivamente nelle stazioni AM537\_03 e AM537\_02.

Figura 3.48: Abbondanza del macrozoobenthos e struttura di comunità



Non sono riscontrabili trend o pattern di distribuzione delle abbondanze degli organismi macrobentonici lungo il tracciato del seafloor, così come nessuna particolare differenza è riscontrabile tra le strutture della comunità macrobentonica nelle stazioni indagate. Sono state rinvenute tra le 11 e le 22 specie in ciascuna stazione, con i valori più elevati nelle stazioni AM537\_01 e AM537\_02.

**Figura 3.49: Numero totale delle specie rinvenute nelle stazioni investigate**



Con riferimento agli indici descritti precedentemente nella relazione tecnica relativa al rilievo (*Allegato 7*), i risultati della loro applicazione sono riassunti nella seguente *Tabella*.

**Tabella 3.50: Indici biotici e AMBI nell'area investigata**

Indici Biotici	AM537_01	AM537_02	AM537_03
D	7,02	5,75	3,68
J	0,92	0,95	0,96
H'(log <sub>2</sub> )	3,96	4,19	3,19
c	0,09	0,06	0,12
AMBI	1,65	2,19	1,34

D = ricchezza specifica

J = indice di equitabilità

H' = indice di diversità specifica

C = indice di dominanza di Simpson

In merito ai dati sopra esposti è possibile affermare che:

- La ricchezza specifica di Margalef varia da un minimo di 3,68 nella stazione AM537\_03 a un massimo di 7,02 nella stazione AM537\_01. La maggiore ricchezza specifica della stazione AM537\_01 rispetto alle altre stazioni dell'area investigata è da attribuirsi principalmente alla presenza esclusiva di specie rappresentate da un ridotto numero di organismi, quali i policheti *Ampharete acutifrons* e *Marphysa belli*, i bivalvi *Dosinia lupinus*, *Loripes lacteus* e *Mysella bidentata*, e priapulidi del genere *Priapulus*;
- Gli indici di equitabilità e di dominanza mostrano valori estremamente simili in tutte le stazioni oggetto di indagine, variando da 0,92 a 0,96 (rispettivamente alle stazioni AM537\_01 e AM537\_03) e da 0,06 a 0,12 (rispettivamente alle stazioni AM537\_02 e AM537\_03). Tali valori indicano un buon livello di diversificazione della comunità macrozoobentonica e un buon numero di taxa presenti in tutte le stazioni dell'area investigata. Inoltre, tali valori indicano un'elevata omogeneità dell'area da un punto di vista della biodiversità;
- L'indice di diversità specifica mostra il valore minimo nella stazione AM537\_03 (3,19) e valori lievemente più elevati nelle stazioni AM537\_01 e AM537\_02. Si tratta, comunque, di differenze molto deboli, che confermano l'omogeneità dell'area a livello di diversificazione e distribuzione dei taxa.

Con riferimento agli indici descritti precedentemente, i risultati hanno confermato come questi ricadono nei range dei valori riportati in letteratura per i sedimenti mobili del Mediterraneo (Ambrogi- Occhipinti et al., 2005; Simonini et al., 2004; Simboura e Zenetos, 2002).

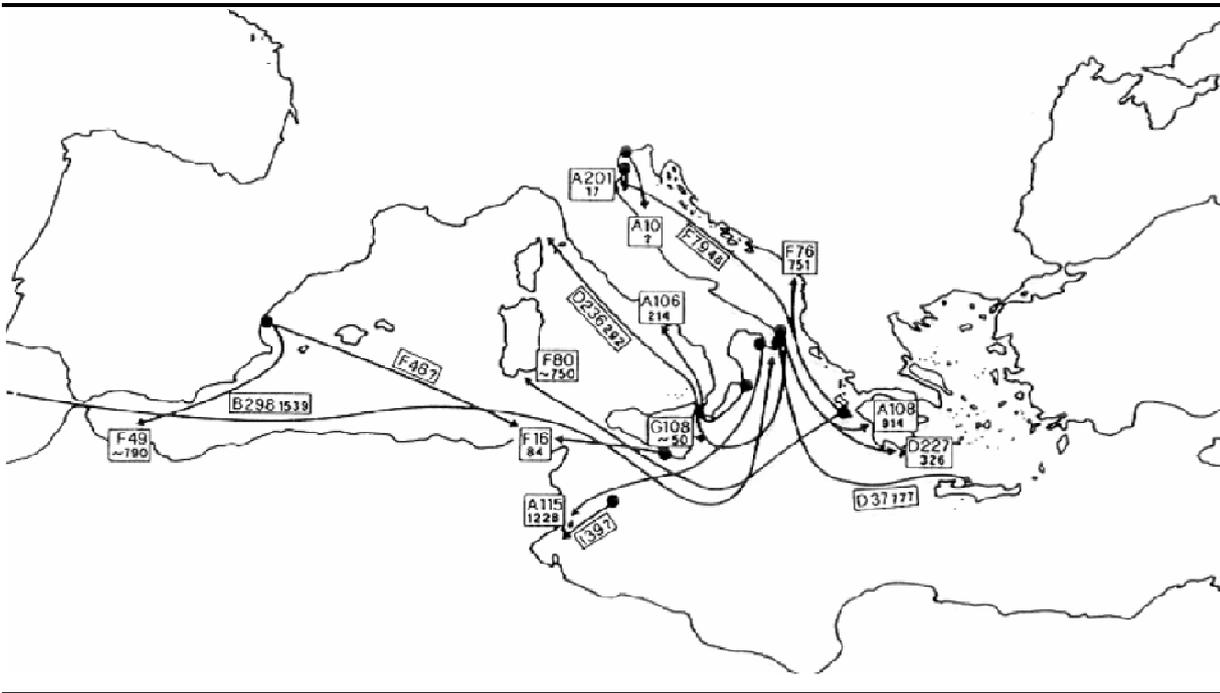
I risultati forniti dal calcolo dell'indice AMBI, compresi tra 1.34 e 2.19 alle stazioni AM537\_03 e AM537\_02 rispettivamente, collocano la totalità delle stazioni investigate nella categoria di stato ecologico buono, corrispondenti ad un disturbo del sito di lieve entità (Borja 2000).

### 3.6.3 Rettili Marini

Le tartarughe marine conducono tutta la loro esistenza in mare aperto, rimanendo legate alla terraferma per il fondamentale e delicato momento della riproduzione. La Tartaruga comune (*Caretta caretta*) è la specie di tartaruga marina più abbondante del Mediterraneo e l'unica che si riproduce abitualmente lungo le coste italiane; è sostanzialmente onnivora e predilige, per la deposizione delle sue uova, spiagge in prossimità di coste rocciose, dove esistono fondali sufficientemente sicuri e ricchi di risorse alimentari. Al di fuori del periodo riproduttivo vive in mare aperto, compiendo lunghe peregrinazioni. Occasionalmente, nei nostri mari si riscontra anche la Tartaruga liuto (*Dermochelys coriacea*), planctofaga, di provenienza oceanica, che non sembra riprodursi nel Mediterraneo. Ancora più rara lungo le nostre coste è la Tartaruga verde (*Chelonia mydas*), erbivora, normalmente limitata all'estremo settore orientale del Mediterraneo, dove si riproduce.

Le tartarughe sono a rischio di conservazione, sia perché l'urbanizzazione costiera sta limitando le aree nelle quali vengono deposte le uova, sia perché moltissimi esemplari vengono accidentalmente uccisi durante le attività legate alla pesca. Nella successiva Figura è indicata l'ubicazione dei punti di ricattura in Mediterraneo delle tartarughe comuni e le loro rotte ipotizzate (Argano et al., 1992).

**Figura 3.50: Punti di Ricattura delle Caretta Caretta e Relative Rotte di Spostamento in Mediterraneo (Fonte: Argano et al, 1992)**



Per quanto concerne la specie “*Caretta caretta*”, approfonditi studi sono stati eseguiti su incarico dell’International Union for Conservation of Nature (IUCN), finanziati dal WWF Italia, con un programma di marcamento e liberazione di esemplari recuperati in vario modo o catturati accidentalmente da pescatori, e di monitoraggio in tutto il Mediterraneo delle eventuali ricatture. Gli esemplari di *Caretta caretta* liberati in varie zone del Mediterraneo, e successivamente ricatturati lungo tutto il Mare Adriatico nel decennio 1981-1990 sono 51 (Argano et al., 1992), ed evidenziano gli spostamenti che tale specie compie dalla penisola salentina e dalle isole greche, verso il medio e alto Adriatico.

L’Adriatico costituisce un’area di alimentazione e di svernamento di estrema importanza per la Tartaruga *Caretta caretta*. Lungo le coste dell’Adriatico le ricatture si susseguono con una certa regolarità, dalla penisola salentina, dove sono particolarmente numerose, al litorale marchigiano, fino all’area prospiciente il delta del Po.

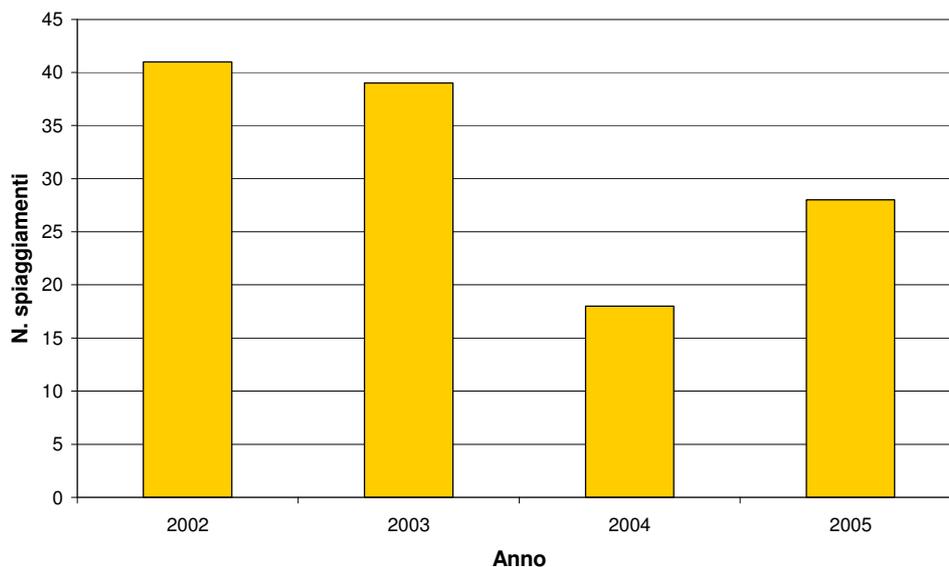
Da più di 20 anni Fondazione Cetacea interviene nel recupero di tartarughe marine spiaggiate lungo tutto la costa emiliano-romagnola e marchigiana. Con riferimento alla sola regione Marche, tra il 2002 ed il 2005 sono stati registrati 126 individui di *Caretta caretta*, rinvenuti essenzialmente tramite due modalità: gli spiaggiamenti (il 95% del campione) ed i recuperi a mano in mare (5%). I dati utilizzati sono contenuti nei tre report relativi agli spiaggiamenti di tartarughe marine pubblicati negli anni 2004, 2005 e 2006, in collaborazione con WWF Italia, ARCHE’ (Research and Educational Activities for Chelonian Conservation), Provincia di Brindisi e Stazione Zoologica Anton Dohrn.

La seguente *Figura* mostra l’andamento dei recuperi di *Caretta caretta* (intesi sia come spiaggiamenti che come raccolta in mare) negli anni considerati. Il numero di individui recuperati, sostanzialmente stabile nel 2002 e 2003 (circa 40), dimezza nel 2004 per poi tornare ad aumentare nel 2005. La successiva *Figura* 3.51

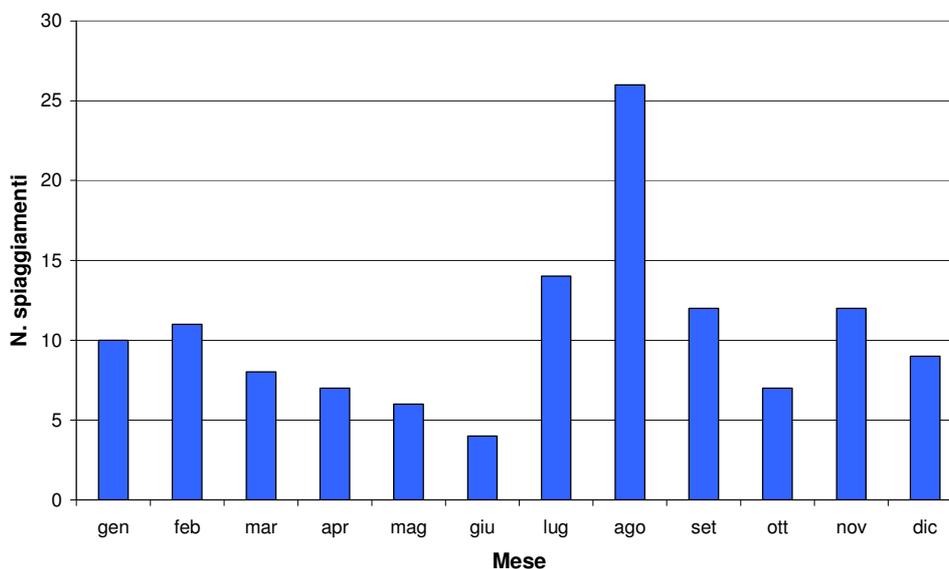


mostra invece la distribuzione stagionale: si registrano valori sostanzialmente stabili, seppur in leggero calo, da gennaio e giugno, a cui seguono un aumento nei mesi estivi (con un picco di 26 ritrovamenti, pari al 21% del totale, nel mese di agosto) ed un successivo calo in autunno-inverno.

**Figura 3.51: Numero di Recuperi di Tartarughe Marine per Anno (Fonte: Rielaborazione ERM Italia)**



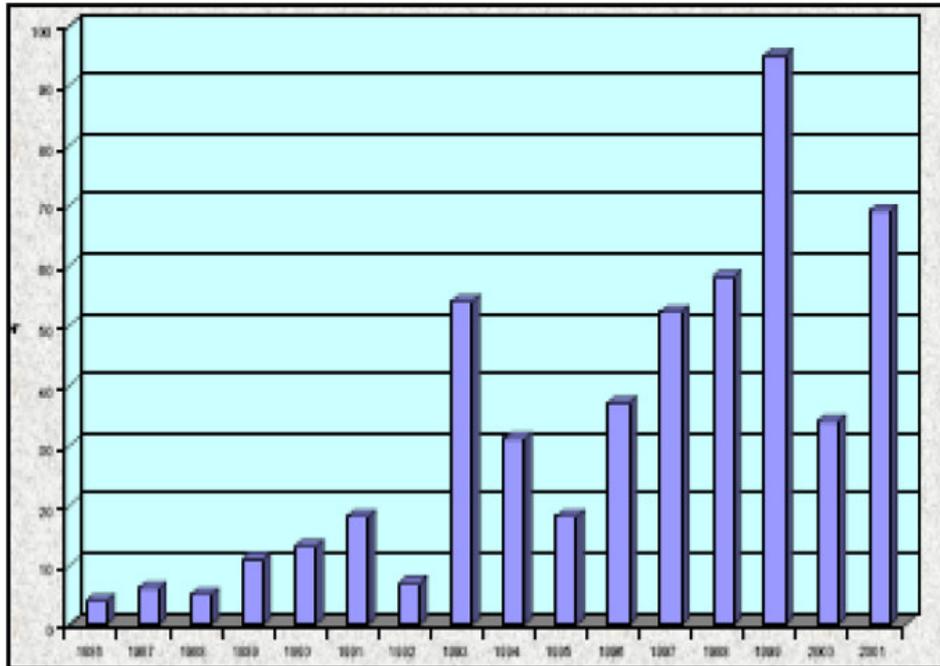
**Figura 3.52: Numero di Recuperi di Tartarughe Marine per Mese (Fonte: Rielaborazione ERM Italia)**



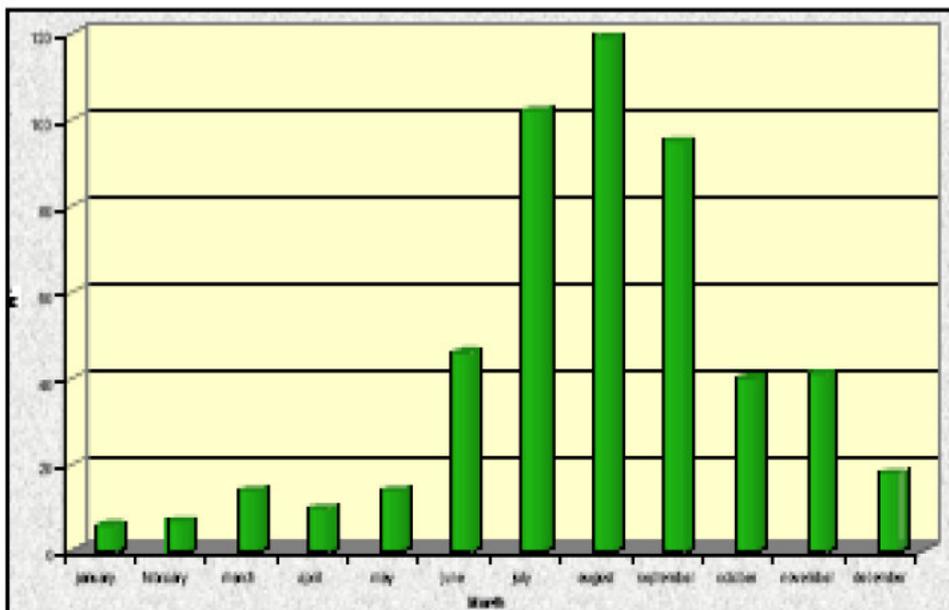
A supporto dei dati precedentemente analizzati, si presentano i risultati di uno studio effettuato nel 2002 da Affronte et al., sul periodo 1986-2001. La successiva *Figura 3.53* riporta il numero annuale di individui di tartarughe *Caretta caretta* registrati: i numeri mostrano un aumento significativo a partire dal 1993, con un picco di 95 individui raggiunto nel 1999. La *Figura 3.54*, invece, mostra la distribuzione stagionale delle

registrazioni: i valori più alti sono raggiunti nei mesi estivi (da Giugno a Settembre), ed i più bassi in inverno (da Dicembre ad Aprile). Questi valori non sono in relazione alle attività di osservazione, in quanto gli avvistamenti sono realizzati soprattutto dai pescatori e dalla Guardia Costiera, che operano ogni giorno.

**Figura 3.53: Numero Esemplari di Tartarughe Marine Registrati per Anno (Fonte: Affronte et al., 2002)**



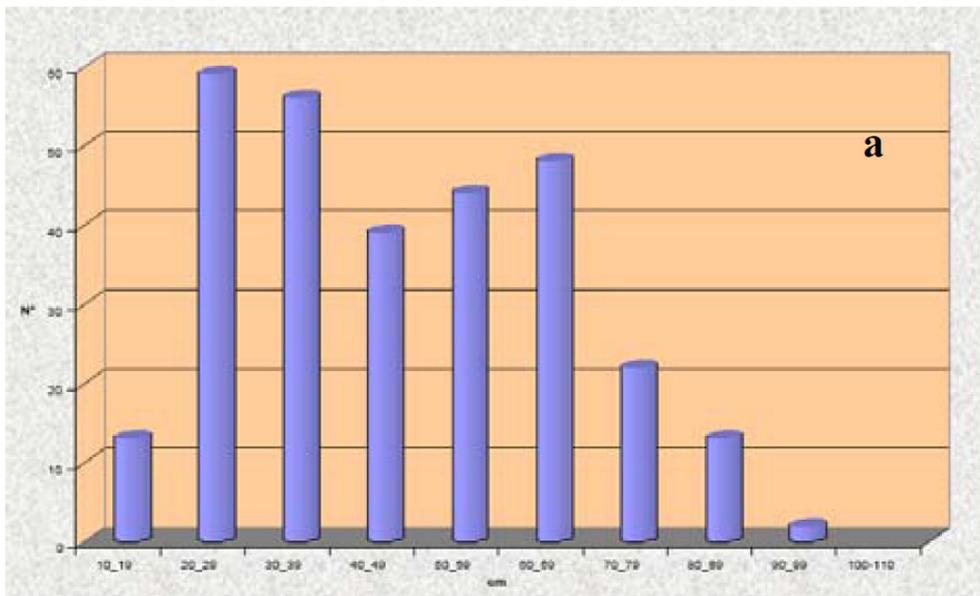
**Figura 3.54: Numero Esemplari di Tartarughe Marine Registrati per Mese (Fonte: Affronte et al., 2002)**



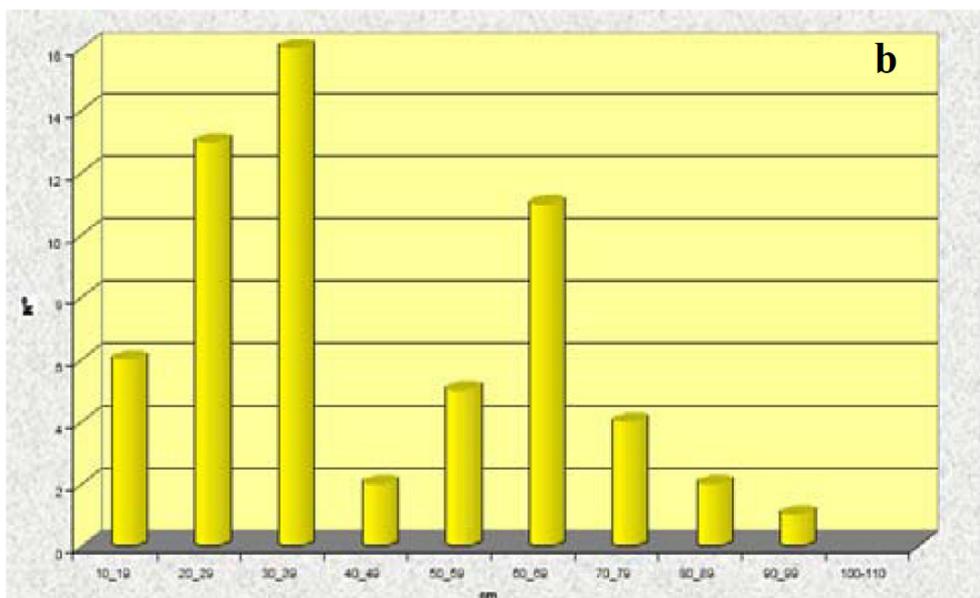
Infine sono state analizzate le dimensioni degli esemplari registrati (solo per gli individui per i quali è stata possibile effettuare una misura precisa delle dimensioni, 296 in totale), che sono stati suddivisi in classi di taglie.

Il confronto tra la taglia media negli anni 1986 - 2001 (*Figura 3.55*) e nell'anno 1999 (*Figura 3.56*) mostra nel primo caso un'alta percentuale di individui con lunghezza del carapace compreso tra 20 e 70 cm, mentre nel secondo caso si rileva un valore molto alto di individui con una lunghezza del carapace inferiore ai 40 cm. Tali dati fanno pensare ad una probabile immigrazione di giovani individui avvenuta nel 1999.

**Figura 3.55: Distribuzione Classi di Taglia (per Lunghezza Carapace) degli Esemplari Registrati negli Anni 1986-2001 (Fonte: Affronte et al., 2002)**



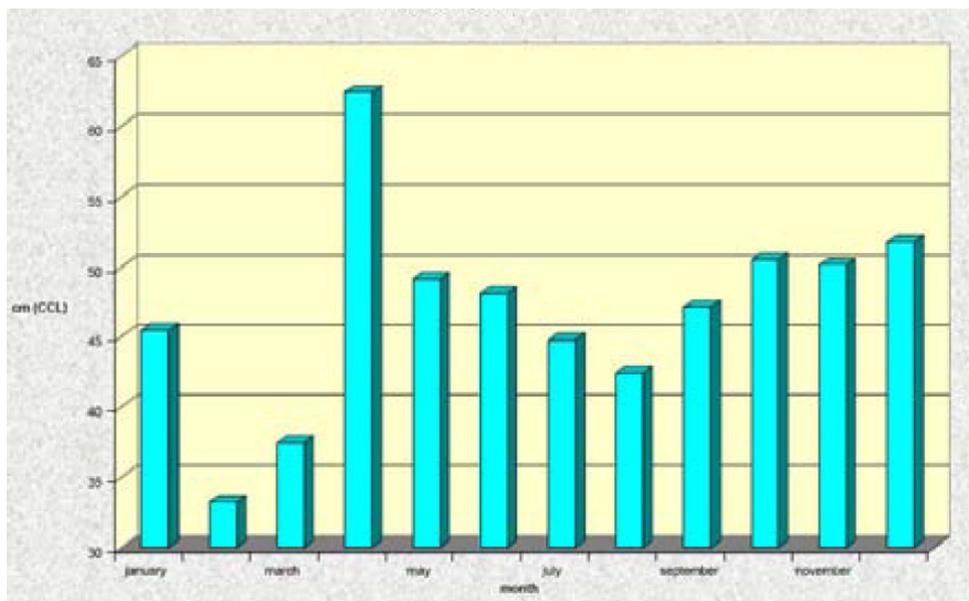
**Figura 3.56: Distribuzione Classi di Taglia (per Lunghezza Carapace) degli Esemplari Registrati nell'Anno 1999 (Fonte: Affronte et al., 2002)**



La *Figura 3.57*, infine, mostra la taglia media delle tartarughe in relazione alla distribuzione mensile: gli esemplari più grandi sono stati registrati durante i mesi freddi (in particolare tra ottobre e dicembre, fatta eccezione per il picco di aprile) e questo trend sembra essere più evidente negli ultimi 5 – 6 anni.

In conclusione, l'Adriatico settentrionale sembra dunque essere un'area di foraggiamento per gli individui giovani della specie *Caretta Caretta* fino al momento in cui essi raggiungono lo stadio della maturità, mentre non ci sono indicazioni che quest'area sia una zona di svernamento o ibernazione per gli individui adulti. Tali osservazioni contrastano con quanto affermato da Goombridge (1990), secondo cui molte tartarughe migrano nell'Adriatico settentrionale, dove possono rimanere in uno stato di apparente torpore nelle zone di substrato fangoso. D'altro canto, si registra un picco nella ricattura delle tartarughe nei canali della regione di Kvar in Croazia tra novembre e maggio (Lazar & Tvrtkovic, 1995), per cui esiste la concreta possibilità che il bacino Nord Adriatico possa costituire un habitat per lo svernamento, sebbene non lungo le coste italiane.

**Figura 3.57: Lunghezza Carapace degli Esemplari Registrati per Mese (Fonte: Affronte et al., 2002)**



### 3.6.4 Mammiferi Marini

I mammiferi marini presenti nell'Adriatico vivono soprattutto in ambiente pelagico e solo occasionalmente si possono osservare in ambiente costiero. Quando ciò accade si può trattare di transiti (quando gli individui sono in branco) o di individui isolati che hanno perso l'orientamento o il contatto con il gruppo, oppure sono in cattivo stato di salute. Spesso, in questi ultimi casi, questi individui finiscono per spingersi in acque troppo poco profonde e si arenano.

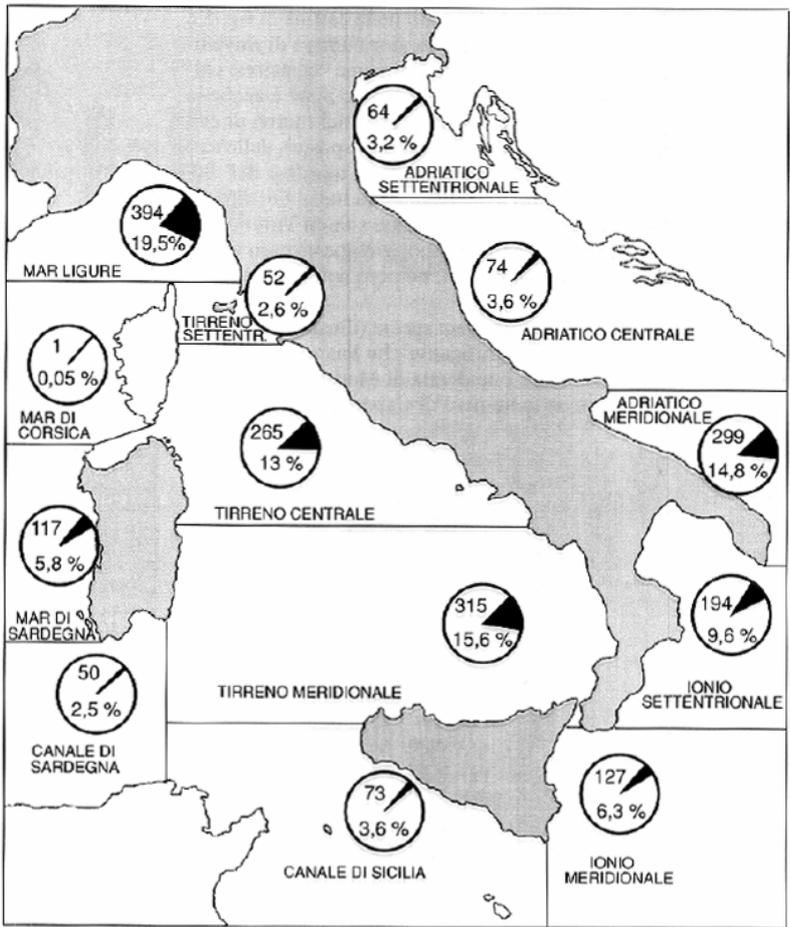
I dati, sugli spiaggiamenti di individui lungo i vari tratti di costa italiana e la loro evoluzione negli anni possono dare un'idea della tipologia e del numero delle specie che frequentano l'area. Riguardo alle cause di morte, l'analisi effettuata su 347 esemplari spiaggiati e rinvenuti dal 1986 al 1990 (Centro Studi Cetacei, 1997a) ha messo in evidenza che per l'83% dei casi essa era riconducibile alle attività di pesca, e

principalmente all'uso delle reti pelagiche derivanti. Per il rimanente 17% si tratta comunque di cause connesse con la presenza umana: ferite d'arma da fuoco, collisione con natanti e ingestione di corpi estranei (in particolare rifiuti di plastica).

Complessivamente, nel suddetto periodo, gli spiaggiamenti complessivi nel medio Adriatico, comparati con gli altri tratti di mare del Mediterraneo, risultano i più bassi, con un numero complessivo di 20 esemplari (*Cagnolaro & Notarbartolo di Sciara, 1992*).

Va comunque sottolineato, come risulta dalla successiva *Figura*, che la zona di mare in oggetto è fra quelle con la minore frequenza di avvistamenti rispetto alle altre aree del Mediterraneo centrale (la percentuale di spiaggiamenti e catture è calcolata sul totale dei rinvenimenti nel decennio 1986-1995).

**Figura 3.58: Distribuzione di Spiaggiamenti e Catture nel Periodo 1986-1995 (Fonte: Centro Studi Cetacei, 1997b)**

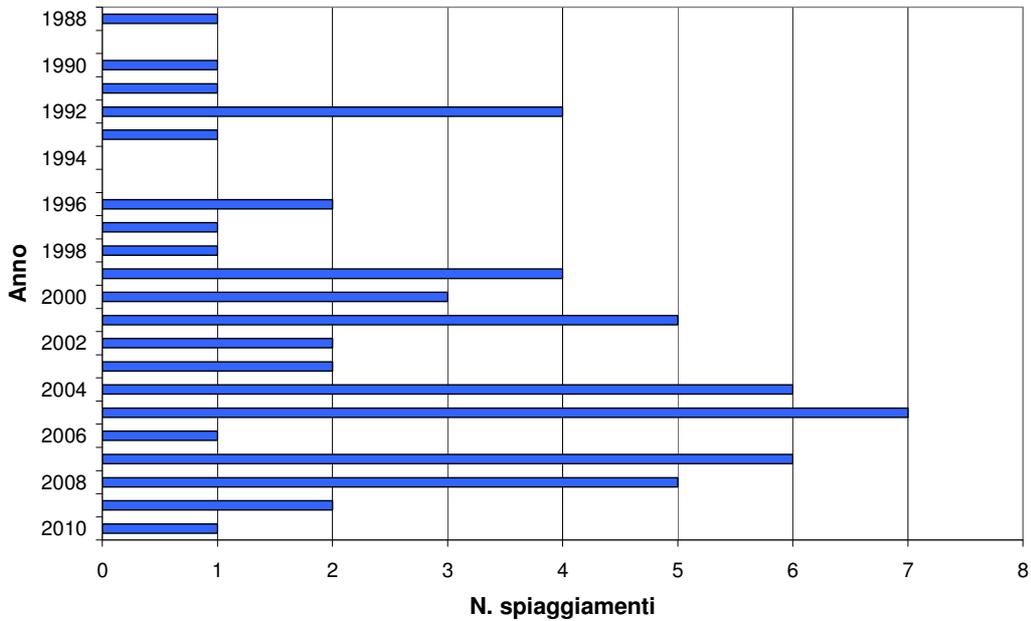


Per quanto riguarda, in particolare, l'area più prossima a quella di progetto, è stata utilizzata la Banca dati del CIBRAS (Centro Interdisciplinare di Bioacustica e Ricerche Ambientali), che riporta i risultati di un programma di monitoraggio degli spiaggiamenti di mammiferi marini sulle coste italiane iniziato nel 1986.

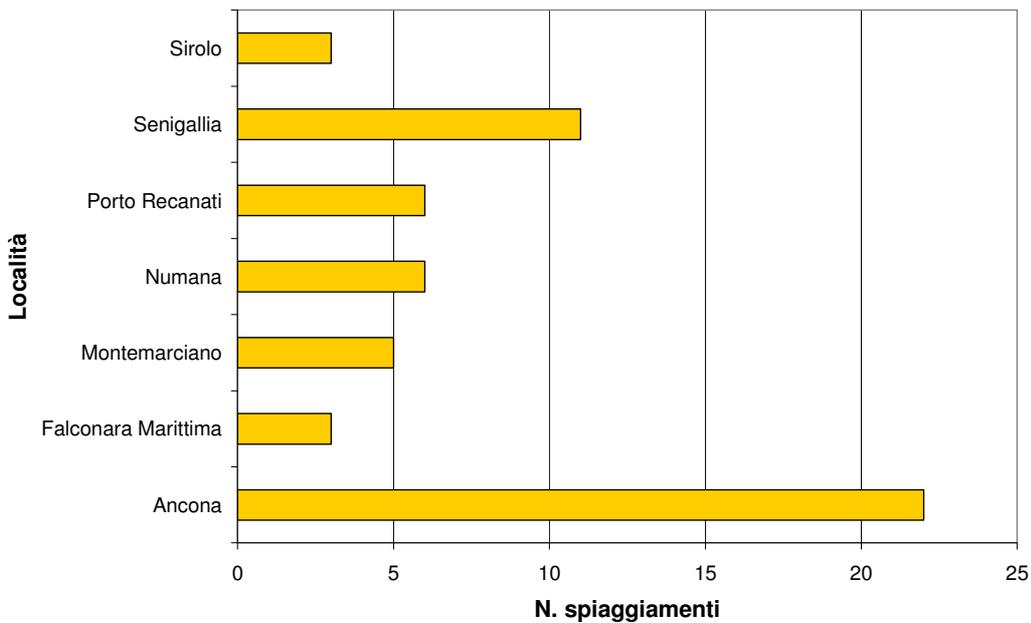
I successivi istogrammi riportano il numero di spiaggiamenti sulle coste marchigiane antistanti Ancona e Porto Recanati, nel periodo tra il 1988 ed il 2010, rispettivamente per anno e località di ritrovamento. Con

riferimento alla distribuzione temporale, negli anni '90 gli spiaggiamenti sono stati solitamente limitati ad un esemplare spiaggiato all'anno, con eccezione dell'anno 1992 (4 esemplari), mentre a partire dal 2000 i ritrovamenti sono stati più numerosi, raggiungendo il picco nel 2005 (7 esemplari).

**Figura 3.59: Numero Spiaggiamenti di Cetacei sulle Coste Prossime all'Area di Studio per Anno (Fonte: Rielaborazione ERM Italia)**



**Figura 3.60: Numero Spiaggiamenti di Cetacei sulle Coste Prossime all'Area di Studio per Località di Ritrovamento (Fonte: Rielaborazione ERM Italia)**



Nel Novembre 1999 Eni Divisione AGIP ha avviato degli studi per definire il grado di sensibilità di alcune aree in cui la Società dispone di Permessi di Ricerca.

 <b>eni S.p.A.</b> <b>Exploration &amp; Production Division</b>	<b>Doc. SICS 194</b> <b>Studio di Impatto Ambientale</b> <b>Campo Gas ELETTRA</b>	Pag. 107
--	---	----------

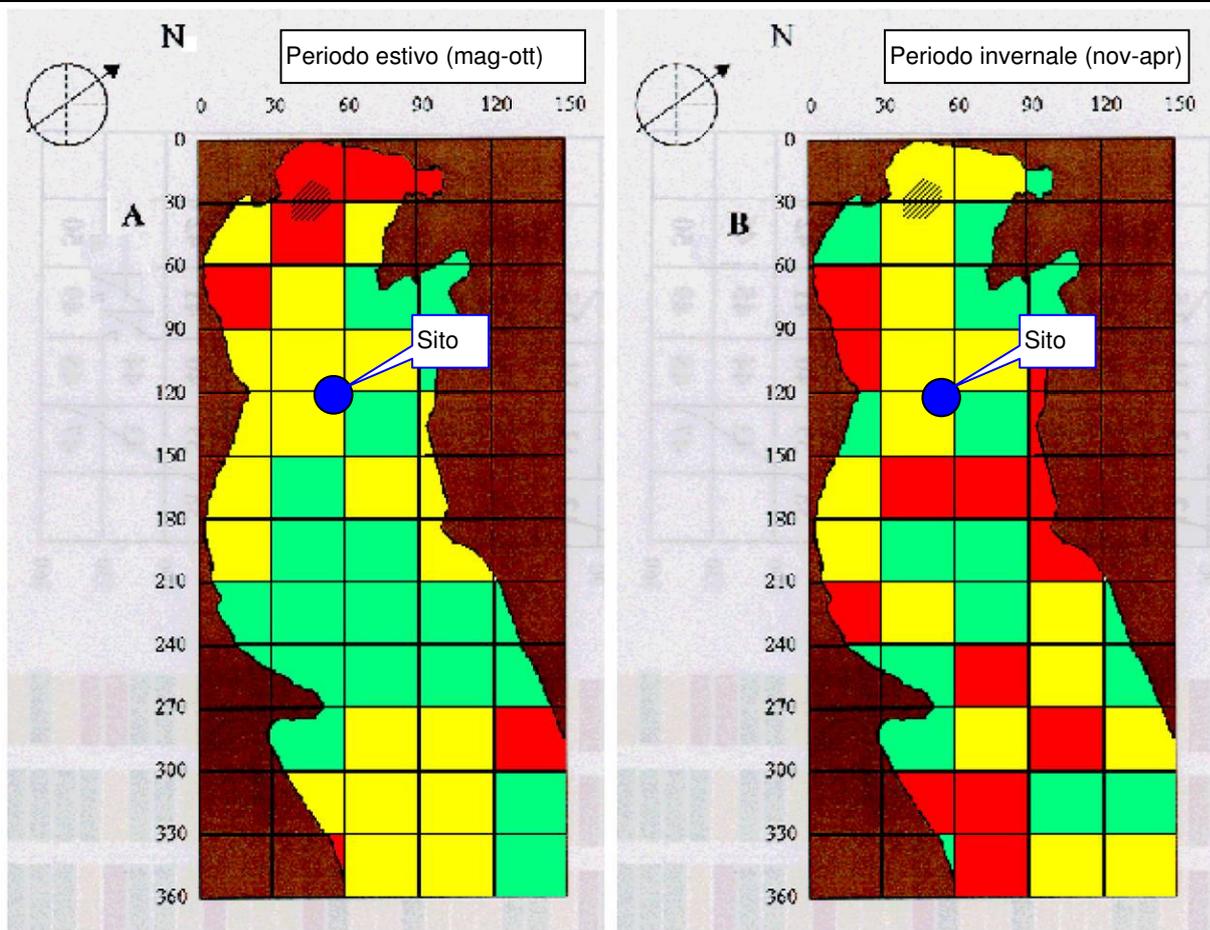
Per quanto riguarda i Cetacei, sono stati esaminati da parte dell'esperto incaricato, Ing. Azzali dell'IRPEM di Ancona, dati provenienti da echo-survey effettuati dalla nave di ricerca S. Lo Bianco (1988-1998), dati della compagnia di navigazione Adriatica (1988-1998) e dati forniti dalla Fondazione Cetacea di Riccione – WWF (Progetto di Ricerca “Onde dal Mare” 1993–1996).

Nei diversi Permessi di Ricerca è stata valutata la pericolosità annuale e stagionale, tenendo conto, nel secondo caso, degli avvistamenti rilevati nel periodo estivo ed invernale (*Figura 3.61*). Particolare riguardo è stato dato sia al rischio medio annuale (senza tenere conto degli spostamenti), sia agli spostamenti durante il corso degli anni. Gli avvistamenti, ripetuti per un considerevole numero di anni, sono il parametro più attendibile per valutare la presenza dei cetacei in una certa area di mare e quindi per dare un indice di pericolosità dell'area rispetto ad attività che, come quelle petrolifere, producono rumore.

Il mar Adriatico è stato suddiviso in quadrati aventi 30 miglia nautiche di lato in funzione degli avvistamenti effettuati. Il livello di rischio è stato stimato in base agli avvistamenti annuali, differenziando le aree secondo valori di riferimento, in particolare:

- aree dove il numero di avvistamenti supera del 50% quelli ipotetici di riferimento (avvistamenti definiti “numerosi”);
- aree dove il numero di avvistamenti è inferiore del 50% a quelli ipotetici di riferimento (avvistamenti “scarsi”), si tratta di aree con condizioni ambientali piuttosto ostili ai cetacei;
- aree dove il numero di avvistamenti è intermedio tra i due precedenti (avvistamenti “medi”), si tratta di aree che presentano un livello di “comfort” buono per i cetacei.

**Figura 3.61: Mappa Avvistamenti di Cetacei in Adriatico - Divisione in Aree in Funzione del Numero di Avvistamenti (Rosso = Numerosi, Giallo = Medi, Verde = Scarsi) (Fonte: Eni Divisione AGIP)**



Come si evince dalla precedente *Figura*, l'area in oggetto risulta sempre a medio-scarso numero di avvistamento dei cetacei, pertanto anche la possibilità di interferire con essi sarà media-scarso.

I dati raccolti durante le campagne sperimentali in mare (nella colonna d'acqua) hanno evidenziato che il rumore che si determina nelle vicinanze di una piattaforma in fase di perforazione (92 dB) è circa il 20% superiore al valore medio rilevato in mare (76 dB) con idrofoni ed in assenza di sorgenti sonore (fondo naturale). Una stima dell'area interessata dal rumore generato da una piattaforma in fase di perforazione ha mostrato che la zona di influenza per le basse frequenze è limitata entro 2,5 km dalla sorgente.

### 3.6.5 Avifauna marina

Dal momento che non sono disponibili dati puntuali relativi all'area di riferimento, nel presente paragrafo viene fornito un elenco di specie presenti principalmente nelle zone protette della Regione Marche, con particolare attenzione sul Parco Regionale Monte Conero e presso varie Riserve ed Oasi gestite da LIPU e WWF, ammettendo che, con una certa approssimazione, le stesse specie possano essere rinvenute anche sulla costa oggetto di indagine. Si sottolinea tuttavia che, considerando la distanza dalla linea di costa e la

 <p>eni S.p.A. Exploration &amp; Production Division</p>	<p>Doc. SICS 194 Studio di Impatto Ambientale Campo Gas ELETTRA</p>	<p>Pag. 109</p>
--	---	-----------------

presenza nei pressi dell'area di altre installazioni analoghe, si possa escludere l'interferenza significativa con eventuali rotte migratorie lungo l'Adriatico.

#### *Parco Regionale Monte Conero*

L'area protetta del Parco del Conero è abitata da numerose specie di animali ed in particolare di uccelli, che rappresentano la parte più rilevante della fauna del Conero: nell'ultimo decennio ne sono state censite oltre 200 specie, tra stanziali, svernanti e migratrici.

L'istituzione del Parco ha consentito la conservazione della popolazione del falco pellegrino (*Falco peregrinus*), questo anche grazie all'aumento di altre specie di uccelli che fanno parte della sua dieta.

Nella parete rocciosa trovano un ambiente adatto alla nidificazione anche altre specie rupicole come il passero solitario (*Monticola solitarius*), il rondone pallido (*Apus pallidus*), il rondone maggiore (*Apus melba*) e la rondine montana (*Hirundo rupestris*). Da ricordare la prima segnalazione di evento riproduttivo per la Provincia di Ancona di gabbiano reale (*Larus michahellis*) nel 2005.

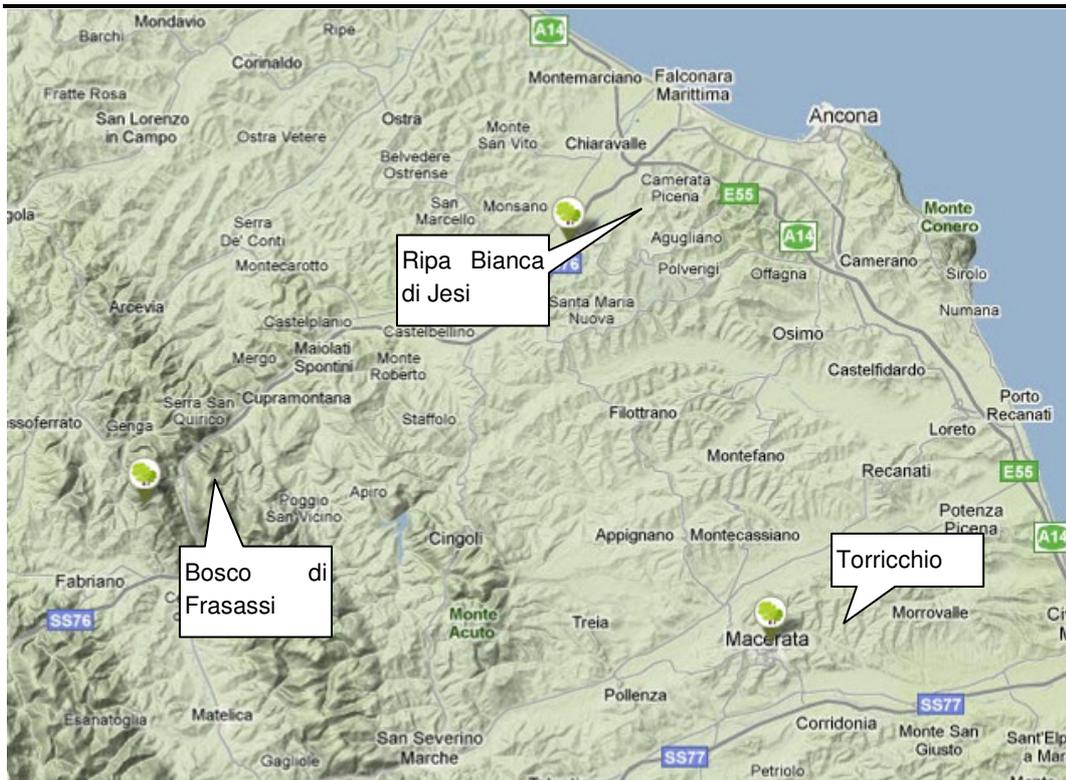
Nell'area del Parco sono inoltre presenti strigiformi come la civetta (*Athene noctua*), il barbagianni (*Tyto alba*), l'allocco (*Strix aluco*), il gufo comune (*Asio otus*) e l'assiolo (*Otus scops*), oltre ad uccelli migratori come il falco pescatore (*Pandion haliaetus*), il falco pecchiaiolo (*Pernis apivorus*), il nibbio bruno (*Milvus migrans*), il biancone (*Circaetus gallicus*), il falco di palude (*Circus aeruginosus*), l'albanella minore (*Circus pygargus*), il falco cuculo (*Falco vespertinus*) e il gheppio (*Falco tinnunculus*), solo per citare le specie più numerose.

Oltre ai rapaci, di cui si possono contare fino a 4-5.000 individui nel periodo del passo, si possono osservare anche cicogne, gru e numerosi passeriformi. I laghetti di Portonovo ospitano alcune specie legate all'ambiente acquatico, tra le quali la gallinella d'acqua (*Gallinula chloropus*), il germano reale (*Anas platyrhynchos*), la folaga (*Fulica atra*), il tufetto (*Podiceps ruficollis*), il tarabusino (*Ixobrychus minutus*), il martin pescatore (*Alcedo atthis*), il migliarino di palude (*Emberiza schoeniclus*), il pendolino (*Remiz pendulinus*). Tra gli acquatici anche numerosi cormorani (*Phalacrocorax carbo*) che svernano nell'area.

#### *3.6.5.1 Oasi WWF*

Sul territorio regionale sono presenti tre oasi gestite dal WWF: la Ripa Bianca di Jesi, il Bosco di Frasassi (facente parte del Parco Naturale Regionale Gola della Rossa e di Frasassi) e la Riserva naturale Montagna di Torricchio.

Figura 3.62: Ubicazione Aree WWF Marche (Fonte: WWF)



Si escludono dalla presente analisi sia la Riserva Naturale Montagna di Torricchio, ubicata sull'Appennino Umbro Marchigiano ad una quota compresa tra 820 e 1491 m s.l.m., che il Bosco di Frasassi, posto a diverse decine di chilometri dalla costa.

Con riferimento all'Oasi Ripa Bianca di Jesi, i diversi monitoraggi effettuati nel corso degli anni hanno evidenziato la presenza di una notevole biodiversità; nell'area è inoltre presente l'unica garzaia di ardeidi censita per la Regione Marche.

Tra le specie svernanti è da segnalare il cormorano, l'alzavola, il falco di palude, l'airone bianco maggiore e l'airone guardabuoi mentre tra le nidificanti l'usignolo di fiume, il cannareccione, il pendolino, la gallinella d'acqua, il martin pescatore, il corriere piccolo e il picchio rosso maggiore.

### 3.7 CONTESTO SOCIO-ECONOMICO

Obiettivo del presente *Paragrafo* è quello di analizzare il contesto socio-economico di riferimento per il progetto in essere. In particolare, si sono valutate sulla base dei dati di letteratura e delle banche dati disponibili (cfr. *Paragrafo 3.9* – Riferimenti Bibliografici) le attività di pesca ed il traffico marittimo commerciale presenti ad oggi nell'area di studio.

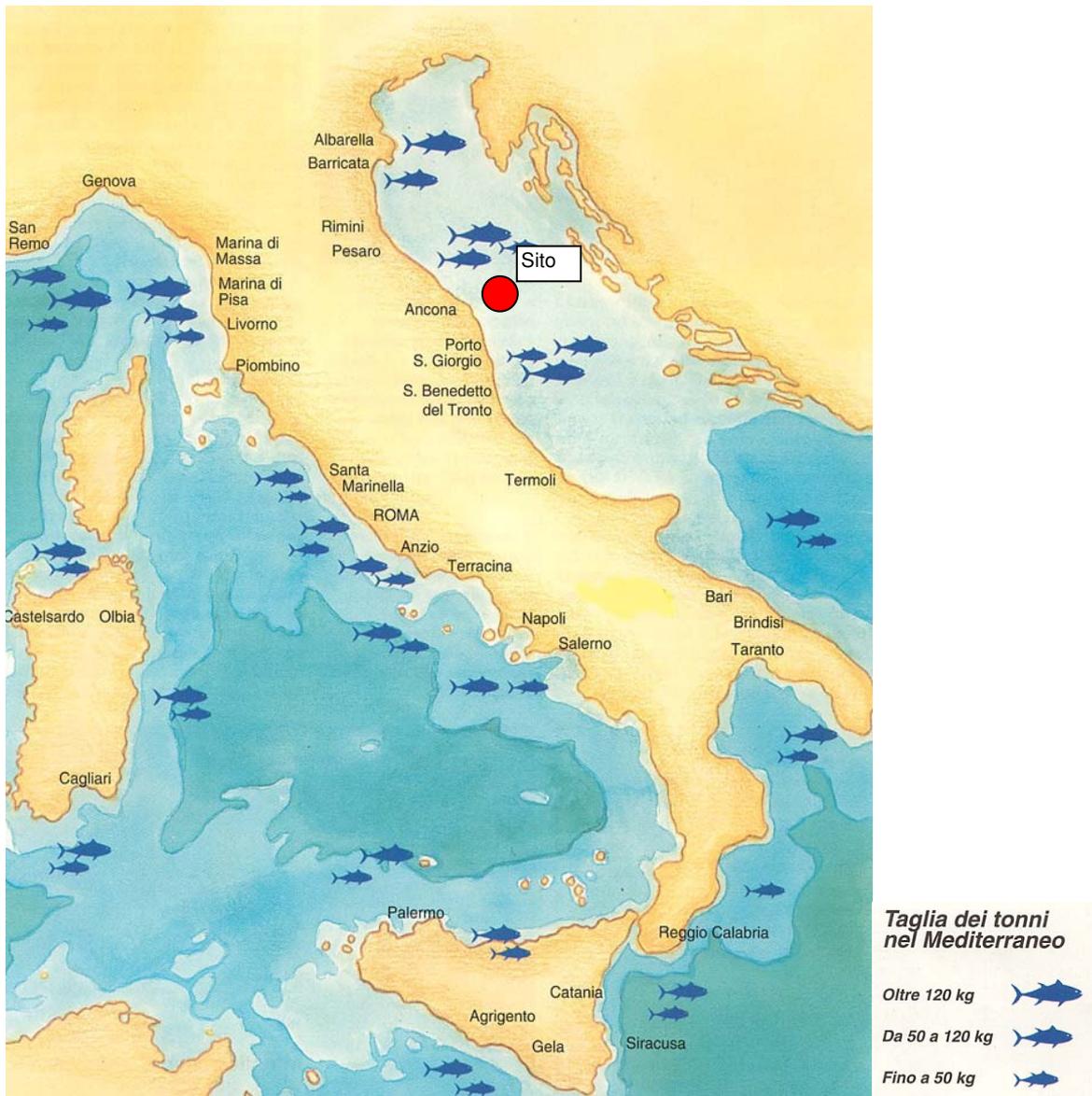
#### 3.7.1 Attività di Pesca

Il Mar Adriatico risulta, per quantità di pescato, il mare più produttivo del Mediterraneo. In particolare le maggiori risorse ittiche sono rappresentate dal pesce azzurro: alici e clupeidi nell'alto e basso Adriatico,

naselli e scampi nel medio e basso Adriatico, calamari, moscardini e pannocchie nel bacino settentrionale. I molluschi bivalvi come le vongole veraci vengono allevati nelle lagune settentrionali e meridionali mentre la produzione di mitili è abbondante negli impianti di maricoltura dell'alto Adriatico.

La grande pescosità del bacino ha consentito lo sviluppo di una copiosa flotta peschereccia: le reti maggiormente impiegate sono le reti da traino, a strascico e pelagiche. I fondali sabbiosi e fangosi dell'Adriatico permettono l'utilizzo di diversi attrezzi, tra i quali anche rapidi e sfogliare per la cattura di sogliole. Sottocosta sono numerose le imbarcazioni con draghe turbosoffianti per la cattura di molluschi bivalvi. Nel bacino meridionale si usano reti a circuizione per la cattura di pesce azzurro con lampare, e stagionalmente si pratica la pesca al tonno (si veda la Mappa dei tonni nella *Figura* successiva). La piccola pesca utilizza invece reti da posta, nasse e cestini per la cattura di seppie e lumachine.

**Figura 3.63: Mappa dei Tonni in Italia (Fonte: [www.pescainmare.com](http://www.pescainmare.com))**





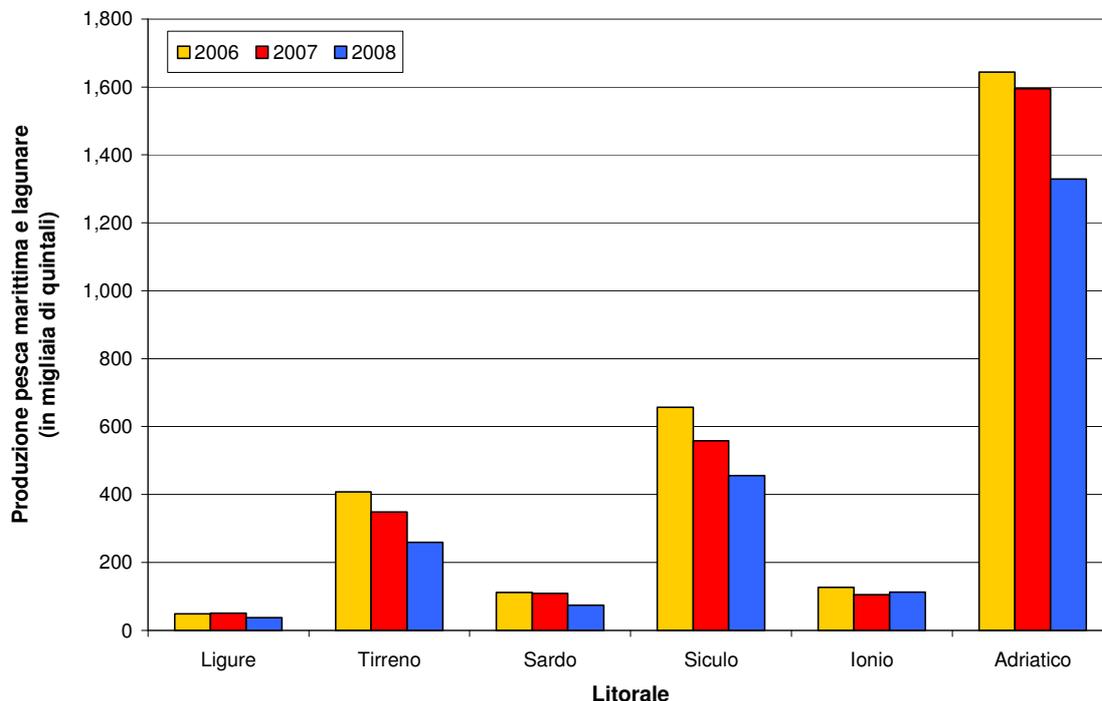
Dai dati relativi alla produzione ittica degli ultimi tre anni disponibili (dal 2006 al 2008), pubblicati dall'ISTAT, si evince che il mar Adriatico si colloca ampiamente al primo posto in quanto a pescosità nel panorama di riferimento nazionale (produzione ittica nel 2008 pari al 58,5% di quella nazionale), seguito dal mar di Sicilia (20,1%) e dal mar Tirreno (11,4%), mentre risultano trascurabili gli apporto del mar Ionio (5%), del mar di Sardegna (3,3%) e del mar Ligure (1,7%). Più nel dettaglio, l'alto Adriatico risulta più pescoso del medio Adriatico, che a sua volta supera il basso Adriatico.

In tale contesto il sito di progetto si trova nella zona di transizione tra l'alto e medio adriatico.

Da un punto di vista di andamento temporale della pescosità si può osservare un trend negativo per l'intero bacino del Mediterraneo. Tale diminuzione di pescato interessa anche il mar Adriatico, in cui la diminuzione è stata di circa il 19% nel biennio 2006-2008, passando da un pescato di 1.643.454 quintali nel 2006 ad un pescato di 1.329.123 quintali nel 2008.

Dal grafico riportato nella seguente *Figura*, si ha evidenza, oltre che del ruolo principale (in termini di pescosità) del Mar Adriatico già innanzi descritto, di come la diminuzione della produzione da pesca marittima e lagunare abbia interessato notevolmente il Mar Adriatico stesso.

**Figura 3.64: Produzione da Pesca Marittima e Lagunare per Litorale, Anni 2006-2008 (Fonte: ISTAT 2010)**



Infine, sempre con la finalità di caratterizzare la valenza commerciale delle attività di pesca nell'area, la seguente *Tabella* riporta nel dettaglio le specie maggiormente pescate ed i rispettivi valori relativi all'anno 2008.



**Tabella 3.51: Produzione (in Tonnellate) da Pesca Marittima e Lagunare nel Mar Adriatico, Anno 2008  
(Fonte: ISTAT 2010)**

Specie	Litorale Adriatico			Totale	Totale Italia	% Adriatico su totale Italia	
	Basso	Medio	Alto				
Acciughe	9.541	10.377	15.846	35.764	45.039	79,4%	
Naselli	4.251	2.765	412	7.428	12.547	59,2%	
Sardine	1.477	989	3.588	6.054	12.025	50,3%	
Altri pesci	1.446	1.293	2.643	5.382	24.319	22,1%	
Triglie di fango	961	1.856	1.379	4.196	7.130	58,8%	
Cefali	140	260	976	1.376	1.987	69,3%	
Sogliole	1	419	839	1.259	1.680	74,9%	
Sugarelli	385	430	440	1.255	4.033	31,1%	
Gallinelle o capponi	361	330	207	898	1.401	64,1%	
Merlani o moli	34	213	622	869	869	100,0%	
Rane pescatrici	421	424	10	855	1.645	52,0%	
Lanzardi o lacerti	543	77	9	629	938	67,1%	
Boghe	543	34	13	590	2.338	25,2%	
Sgombri	66	154	274	494	1.203	41,1%	
Rombi	92	160	215	467	825	56,6%	
Potassoli	254	175	-	429	936	45,8%	
Cappellani busbane	0 165	159	70	394	573	68,8%	
Squali	14	111	260	385	767	50,2%	
Palamiti	181	88	8	277	1.318	21,0%	
Triglie di scoglio	248	-	nd	248	2.807	8,8%	
Tonni rossi	-	114	41	155	2.069	7,5%	
Altri tonni	18	6	122	146	828	17,6%	
Raiformi	52	71	8	131	637	20,6%	
Pagelli fragolino	29	46	43	118	1.063	11,1%	
Menole e spicare	54	13	3	70	1.470	4,8%	
Pesci spada	20	25	-	45	4.534	1,0%	
Ricciole	19	8	nd	27	440	6,1%	
Alalunghe	3	nd	-	3	2.097	0,1%	
<b>Totale pesci</b>	<b>21.319</b>	<b>20.597</b>	<b>28.028</b>	<b>69.944</b>	<b>137.518</b>	<b>50,9%</b>	
<b>MOLLUSCHI</b>	Vongole	1.561	15.309	7.968	24.838	24.940	99,6%
	Seppie	960	1.536	4.794	7.290	9.839	74,1%
	Lumachini e murici	77	1.429	2.039	3.545	3.609	98,2%
	Moscardini muschiati	694	932	1.415	3.041	4.041	75,3%
	<b>Totani</b>	<b>1.005</b>	<b>1.210</b>	<b>24</b>	<b>2.239</b>	<b>4.168</b>	<b>53,7%</b>



Specie	Litorale Adriatico			Totale	Totale Italia	% Adriatico su totale Italia
	Basso	Medio	Alto			
Veneridi	1	-	2.050	2.051	2.098	97,8%
Moscardini bianchi	648	241	nd	889	2.567	34,6%
Calamari	351	133	244	728	1.907	38,2%
Altri molluschi	25	252	364	641	1.046	61,3%
Polpi altri	392	99	2	493	2.902	17,0%
<b>Totale molluschi</b>	<b>5.714</b>	<b>21.141</b>	<b>18.900</b>	<b>45.755</b>	<b>57.117</b>	<b>80,1%</b>
Pannocchie	917	1.417	2.656	4.990	5.973	83,5%
Scampi	1.015	1.254	25	2.294	3.414	67,2%
Gamberi bianchi	766	52	-	818	8.244	9,9%
Altri crostacei	120	106	506	732	1.067	68,6%
Mazzancolle	30	270	231	531	636	83,5%
Gamberi rossi	97	67	-	164	1.778	9,2%
Aragoste e astici	15	1	1	17	269	6,3%
Gamberi viola	5	12	-	17	552	3,1%
<b>Totale crostacei</b>	<b>2.965</b>	<b>3.179</b>	<b>3.419</b>	<b>9.563</b>	<b>21.933</b>	<b>43,6%</b>
<b>Totale generale</b>	<b>29.998</b>	<b>44.917</b>	<b>50.347</b>	<b>125.262</b>	<b>216.568</b>	<b>57,8%</b>

In accordo ai dati sopra esposti, le specie più pescate nel tratto di mare considerato (ovvero medio Adriatico, in prossimità della linea di transizione con l'alto Adriatico) sono costituite da pesci pelagici, in particolare acciughe (10.377 ton), seguiti da pesci necto-bentonici o bentonici, quali naselli (2.765 ton) e triglie (1.856 ton).

Per quanto riguarda i molluschi è rilevante sottolineare come complessivamente l'80% dei molluschi pescati nel Mediterraneo provenga dal mar Adriatico. Un peso particolare assume il prelievo di vongole (15.309 ton nel medio Adriatico), di seppie (1.536 ton), di lumachini e murici (1.429 ton) e di totani (1.210 ton). Infine, un settore non trascurabile è costituito dalla pesca di crostacei, in particolare pannocchie (1.417 ton) e scampi (1.254 ton).

Con particolare riferimento alla produzione ittica della Regione Marche (sulle cui coste si affaccia il sito di progetto), le statistiche ISTAT relative all'anno 2008 la posizionano al terzo posto per produttività, con 30.810 ton pescate, preceduta solo da Sicilia (43.301 ton) e Puglia (35.474 ton). La percentuale più consistente del pescato regionale è costituita in particolare da vongole (38,2%) e acciughe (18,5%).

A supporto di quanto riportato nella precedente *Tabella*, si riportano di seguito i risultati di un monitoraggio condotto da eni S.p.A. – Divisione E&P negli anni 2002-2005 sulle acque circostanti la piattaforma Calipso, posta a poche decine di chilometri di distanza dal sito di progetto. Tale monitoraggio comprendeva anche alcune indagini sulla popolazione ittica, condotte tramite campionamenti di pesca effettuati sia nei pressi della piattaforma Calipso (entro un raggio di 50 m dalla struttura) sia in un'area localizzata a 1 miglio nautico a sud ovest dalla piattaforma stessa.



Nel corso dei campionamenti di pesca, condotti dal 2003 al 2005, sono state censite complessivamente 57 specie, di cui 43 pesci, 8 molluschi e 6 crostacei. Le specie campionate sono riportate nella successiva *Tabella*, suddivise tra specie bentoniche, necto-bentoniche e pelagiche. Dalle analisi condotte risultano, tra le specie più pescate, il nasello (*Merluccius merluccius*), la boga (*Boops boops*), la busbana (*Trisopterus minutus capelanus*), lo sgombro (*Scomber japonicus*) e il sugarello (*Trachurus mediterraneus*), tra i pesci, il polpo comune (*Octopus vulgaris*), la capasanta (*Pecten jacobaeus*) e il totano (*Illex coindetii*), tra i molluschi, e lo scampo (*Nephrops norvegicus*) tra i crostacei.

**Tabella 3.52: Specie Catturate presso Piattaforma Calipso e Sito di Controllo, Anni 2003-2005 (Fonte: Servizi di Monitoraggio Ambientale Campo Calipso – Rapporto Finale, 2006)**

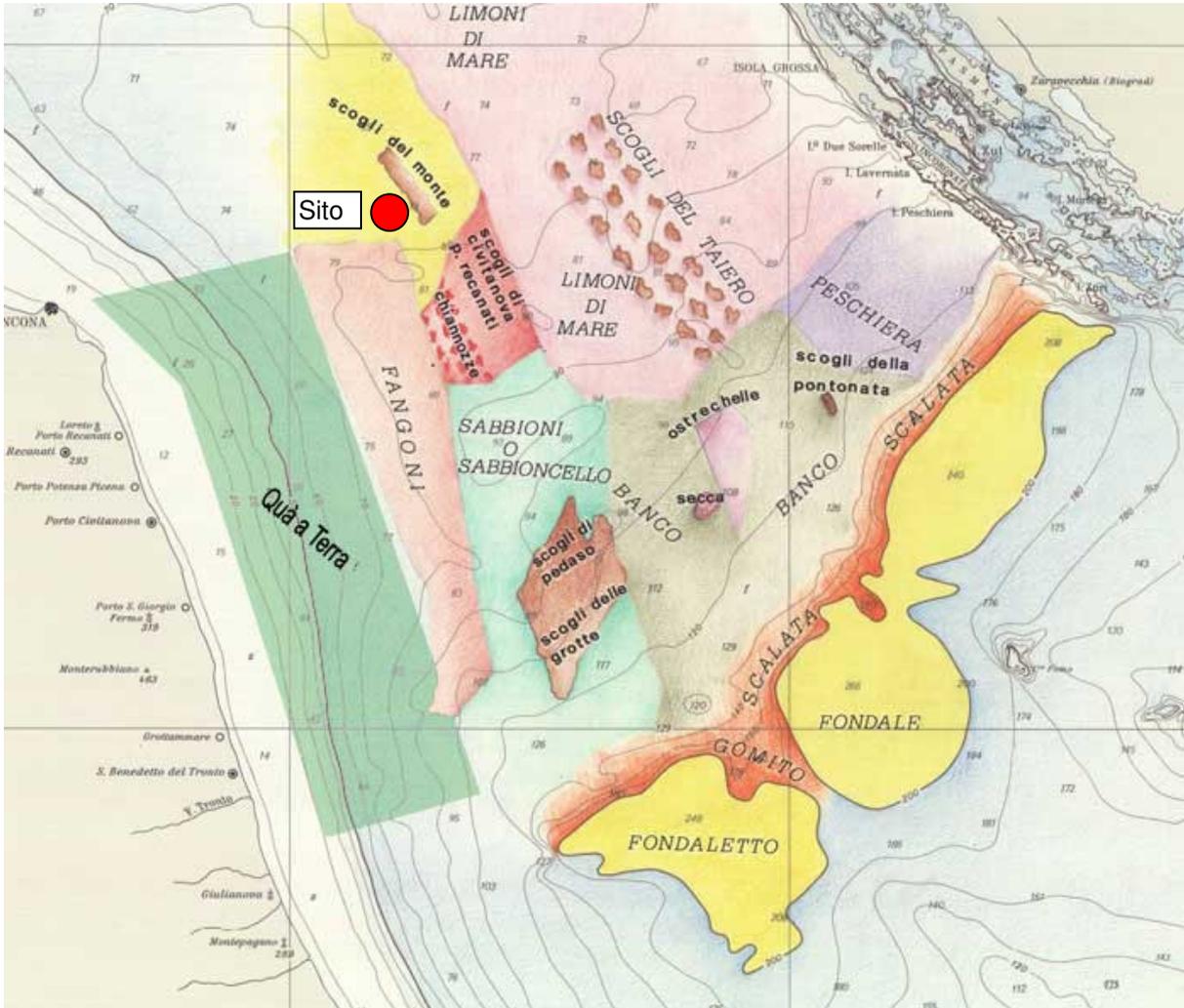
	Specie Bentoniche	Specie Necto-Bentoniche	Specie Pelagiche
	Cepola macrophthalma	Diplodus vulgaris	Alosa fallax fallax
	Chelidonichthys lucernus	Merlangius merlangus	Boops boops
	Conger conger	Merluccius merluccius	Coryphaena hippurus
	Eutrigla gurnardus	Pagellus acarne	Engraulis encrasicolus
	Gaidropsarus mediterraneus	Pagellus bogaraveo	Liza ramado
	Helicolenus dactylopterus	Pagellus erythrinus	Sarda sarda
	Lepidotrigla cavillone	Serranus hepatus	Sardina pilchardus
	Lophius budegassa	Spondilyosoma cantharus	Scomber japonicus
	Lophius piscatorius	Trisopterus minutus capelanus	Scomber scombrus
	Mullus barbatus barbatus		Spicara maena
	Mullus surmuletus		Trachurus mediterraneus
	Phycis blennoides		Trachurus trachurus
	Phycis phycis		
	Raja asterias		
	Scophthalmus rhombus		
	Scorpaena notata		
	Scorpaena porcus		
	Scorpaena scrofa		
	Solea solea		
	Squalus acanthias		
	Trachinus araneus		
	Trachinus draco		
MOLLUSCHI	Bolinus brandaris		Illex coindetii
	Cassidaria echinophora		Loligo vulgaris

	Specie Bentoniche	Specie Necto-Bentoniche	Specie Pelagiche
	Eledone cirrhosa		
	Octopus vulgaris		
	Pecten jacobaeus		
	Sepia officinalis		
CROSTACEI	Maja squinado		
	Nephrops norvegicus		
	Palinurus elephas		
	Parapenaeus longirostris		
	Solenocera membranacea		
	Squilla mantis		

Infine la successiva *Figura* riporta uno stralcio della Carta dei fondali dell'Adriatico centro settentrionale, in cui sono evidenziate le zone di pesca e le relative profondità, battute dalle flottiglie pescherecce di Ancona, Civitanova Marche, Porto San Giorgio e San Benedetto del Tronto. Ad essa fa seguito una descrizione sintetica delle principali caratteristiche di ciascuna zona di pesca e dei pesci pescabili.



Figura 3.65: Carta dei Fondali dell' Adriatico Centro Settentrionale (Fonte: [www.recchioni.it](http://www.recchioni.it))





**Tabella 3.53: Principali Caratteristiche delle Zone di Pesca Individuate nella Carta dei Fondali (Fonte: www.recchioni.it)**

Nome zona	Coordinate	Profondità	Distanza da costa	Estensione	Tipo di fondale	Pesci pescabili
Banco	43° 21' 36" N 15° 00' 74" E	100-120 m	53 miglia	24 miglia quadrate	Sabbioso	Nasello, Razza, Rospo, Spinarolo, Triglie, Zanchette romane, Sgombro, Alici, Cepole, Moscardini
Chiannozze	43° 36' 30" N 14° 34' 80" E	70-80 m	37-43 miglia	16-17 miglia quadrate	Sabbioso	Busbana, Nasello, Rospo, San Pietro, Spinarolo, Triglie
Fangoni	43° 23' 57" N 14° 09' 02" E	60-80 m	18-29 miglia	Da Monte Conero a Porto San Giorgio	Fangoso	Busbana, Nasello, Scampi, Seppia, Totani, Calamaretti, Gamberetti Rosa, Granchi, Moscardini
Fondale	43° 12' 41" N 15° 23' 40" E	200-250 m	54 miglia	Da sud-ovest a nord-est per 25 miglia	Fangoso e sabbioso	Nasello, Scampi, Totani
Fondaletto	42° 49' 57" N 14° 50' 84" E	180-220 m	40 miglia	10 miglia quadrate	Fangoso e sabbioso	Merluzzetti, Nasello, Scampi, Totani
Gomito	42° 58' 62" N 14° 57' 55" E	100-150 m	44 miglia	Da nord a sud per 20 miglia	Sabbioso e fangoso	Merluzzetti, Nasello, Sgombro, Suri Neri, Totani, Triglie
Limoni di Mare	43° 40' 00" N 15° 00' 42" E	80 m	58 miglia	Da sud-est a nord-ovest per 15 miglia	Sabbioso con numerosissimi limoni di mare	Busbana, Nasello, Rospo, Spinarolo, Triglie, Gattuccio, Razza, Scorfano
Ostrechelle	43° 22' 71" N 14° 52' 37" E	70-80 m	48 miglia	Dalla secca a nord a nord-est per 4 miglia	-	Calamaro, Nasello, Rospo, Triglie, Triglie Rosse
Peschiera	43° 31' 38" N 15° 16' 56" E	100-120 m	65 miglia	Da sud-est a nord-ovest per 13 miglia	Sabbioso	Nasello, San Pietro, Sgombro, Totani, Triglie



Nome zona	Coordinate	Profondità	Distanza da costa	da Estensione	Tipo di fondale	Pesci pescabili
Quà in terra	-	-	3-18 miglia	-	Da Monte Conero al Tronto. Da 3 a 5 miglia sabbioso, da 5 a 18 miglia sabbioso-fangoso	Sgombro, Sogliole, Mazzoline, Rombo, Panocchie, Zanchette, Mazzancolle, Calamaretti, Triglie, Seppia, Passera, Razza, Ricciola
Sabbioni Sabbioncello	o 43° 29' 57" N 14° 33' 65" E	70-80 m	29-38 miglia	17-18 miglia quadrate	Sabbioso	Nasello, Rospo, Scampi, Totani, Triglie, Gamberetti Rosa
Scalata	43° 22' 57" N 15° 10' 06" E	120-150 m	55 miglia	Da Sud-Est a Nord Ovest per 15 miglia	Sabbioso	Nasello, Sgombro, Triglie
Scogli del Monte	43° 47' 89" N 14° 13' 86" E	60-80 m	29-31 miglia	13 miglia quadrate	Sabbioso e fangoso	Busbana, Calamaro, Nasello, Scampi, Scorfano
Scogli del Taiero	43° 45' 00" N 14° 49' 50" E	60-80 m	45-50 miglia	5 miglia di larghezza e 30 miglia di lunghezza	Sabbioso con molti scogli	Nasello, Rombo, Rospo, San Pietro, Spinarolo, Triglie, Scorfano
Scogli della Pontonata	43° 26' 98" N 15° 02' 60" E	100 m	56 miglia	Da sud-est a nord-ovest per 3 miglia	Sabbioso con scogli anche alti	Nasello, San Pietro, Triglie, Triglie Rosse
Scogli delle Grotte	43° 18' 59" N 14° 36' 86" E	60-80 m	37 miglia	Da nord-ovest a sud-est per 4 miglia	Fangoso e sabbioso	Nessun pesce catalogato frequenta questa zona
Scogli di Civitanova-P. Recanati	43° 32' 85" N 14° 18' 67" E	60-70 m	29-37 miglia	17-18 miglia quadrate	Sabbioso	Busbana, Calamaro, Nasello, Rospo, Scampi, Triglie, Scorfano
Scogli di Pedaso	43° 23' 32" N 14° 33' 26" E	60 m a 80	35 miglia	Da nord-ovest a sud-est per 5 miglia	Fangoso e sabbioso	Nasello, Rospo, Scampi, Totani, Triglie Rosse

Il sito oggetto di studio si colloca nella zona denominata “Scogli del monte”, caratterizzata da profondità comprese tra 60 e 80 metri e dalla presenza di fondali sabbiosi. In quest’area si possono pescare pesci bentonici quali il busbana (o merluzzetto giallo), il nasello e lo scorfano, oltre a scampi e calamari.

### 3.7.1.1 Flotta Peschereccia

Al fine di completare l’analisi delle attività di pesca presenti nell’area in esame si riporta, nella successiva *Tabella*, per ciascuna regione affacciata sul bacino dell’alto e medio Adriatico, la consistenza della flotta peschereccia suddivisa per sistema di pesca ed i relativi quantitativi pescati nell’anno 2008. Tali dati sono stati ricavati dallo studio “Osservatorio Economico sulle Strutture Produttive della Pesca Marittima in Italia 2008”, pubblicato dall’Istituto di Ricerche Economiche per la Pesca e l’Acquacoltura (Irepa Onlus).

**Tabella 3.54: Composizione Flotta Peschereccia e Catture per Sistemi di Pesca, Anno 2008 (Fonte: Osservatorio Economico sulle Strutture Produttive della Pesca Marittima in Italia 2008, Irepa Onlus)**

Regione	Sistemi di pesca	Flotta peschereccia		Catture	
		Numero unità	%	Tonnellate	%
Marche	Strascico	185	20,6	9.326	30,3
	Volante	27	3,0	6.709	21,8
	Draghe idrauliche	219	24,4	11.763	38,2
	Piccola pesca	459	51,2	2.974	9,7
	Palangari	6	0,7	37	0,1
	<b>Totale</b>	<b>896</b>	<b>100,0</b>	<b>30.810</b>	<b>100,0</b>
Veneto	Strascico	209	28,2	6.207	28,8
	Volante	42	5,7	9.019	41,9
	Draghe idrauliche	160	21,6	4.812	22,3
	Piccola pesca	330	44,5	1.511	7,0
	<b>Totale</b>	<b>741</b>	<b>100,0</b>	<b>21.549</b>	<b>100,0</b>
Friuli Venezia Giulia	Strascico	44	9,8	1.253	24,9
	Circuizione	20	4,5	847	16,8
	Draghe idrauliche	41	9,1	1.340	26,6
	Piccola pesca	344	76,6	1.596	31,7
	<b>Totale</b>	<b>449</b>	<b>100,0</b>	<b>5.036</b>	<b>100,0</b>
Emilia Romagna	Strascico	184	27,8	6.084	25,6
	Volante	34	5,1	11.135	46,9
	Draghe idrauliche	54	8,2	3.526	14,8
	Piccola pesca	390	58,9	3.019	12,7
	<b>Totale</b>	<b>662</b>	<b>100,0</b>	<b>23.763</b>	<b>100,0</b>

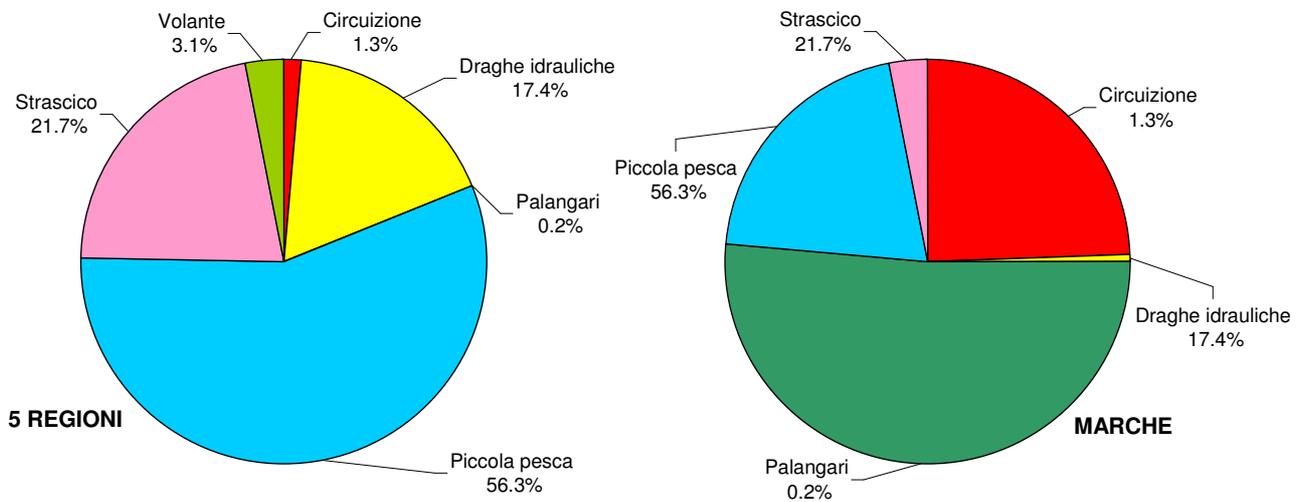
Regione	Sistemi di pesca	Flotta peschereccia		Catture	
		Numero unità	%	Tonnellate	%
Abruzzo	Strascico	95	16,9	3.393	28,2
	Circuizione	24	4,3	4.939	41,1
	Draghe idrauliche	103	18,3	3.172	26,4
	Piccola pesca	340	60,5	522	4,3
	Totale	562	100,0	12.026	100,0
Totale Regioni		3.310	-	93.184	-
Totale Italia		13.374	-	216.567	-

Dalla precedente *Tabella* si evince che la flotta complessiva delle regioni identificate – Marche, Veneto, Friuli Venezia Giulia, Emilia Romagna e Abruzzo – nel 2008 contava 3.310 unità, circa il 25% del totale nazionale. Con riferimento alla sola Regione Marche, nel 2008 le 896 unità pescherecce disponibili rappresentavano il 27% della flotta complessiva delle regioni considerate ed il 7% del totale nazionale.

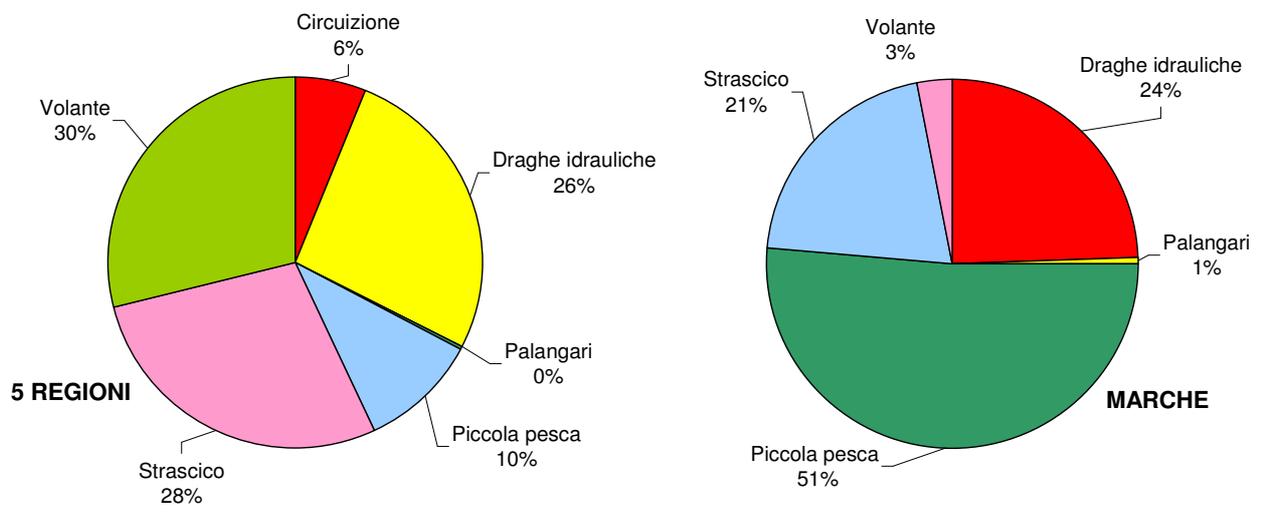
Complessivamente tale flotta è composta prevalentemente da natanti che praticano la piccola pesca (il 56,3% del totale), pescherecci con reti a strascico (21,7%) e draghe idrauliche (17,4%). I sistemi di pesca più produttivi risultano essere i volanti (che rendono il 28,8% della produzione totale), le reti a strascico (28,2%) e le draghe idrauliche (26,4%), seguiti dai natanti che praticano la piccola pesca (10,3%).

Con il solo riferimento alla sola regione Marche si evidenzia la sostanziale coerenza dei dati riferibili alla composizione della flotta rispetto alla sommatoria delle regioni identificate, mentre si riscontra un disallineamento in termini di produttività dei sistemi di pesca. In particolare nella regione Marche il sistema più produttivo risulta essere quello con draghe idrauliche (38,2%), seguito dalla pesca a strascico (30,3%) e dalla pesca volante (21,8%). E' interessante infine notare la pratica della pesca con palangari, peculiare rispetto alle altre regioni che si affacciano sull'Adriatico..

**Figura 3.66: Consistenza della Flotta Peschereccia per Sistema di Pesca nel 2008 (Fonte: Irepa Onlus 2008)**



**Figura 3.67: Cature della Flotta Peschereccia per Sistema di Pesca nel 2008 (Fonte: Irepa Onlus 2008)**



### 3.7.2 Acquacoltura

Al fine di identificare la presenza di impianti di acquacoltura nel tratto di costa prospiciente l'area di progetto si è consultata la banca dati presente sul Portale Regionale Acque e Acquacoltura ([www.pesca.marche.it](http://www.pesca.marche.it)), dove si riporta come siano presenti lungo la costa delle Marche 4 impianti di acquacoltura, tutti dedicati all'allevamento di mitili, le cui caratteristiche sono sintetizzate nella successiva *Tabella*.

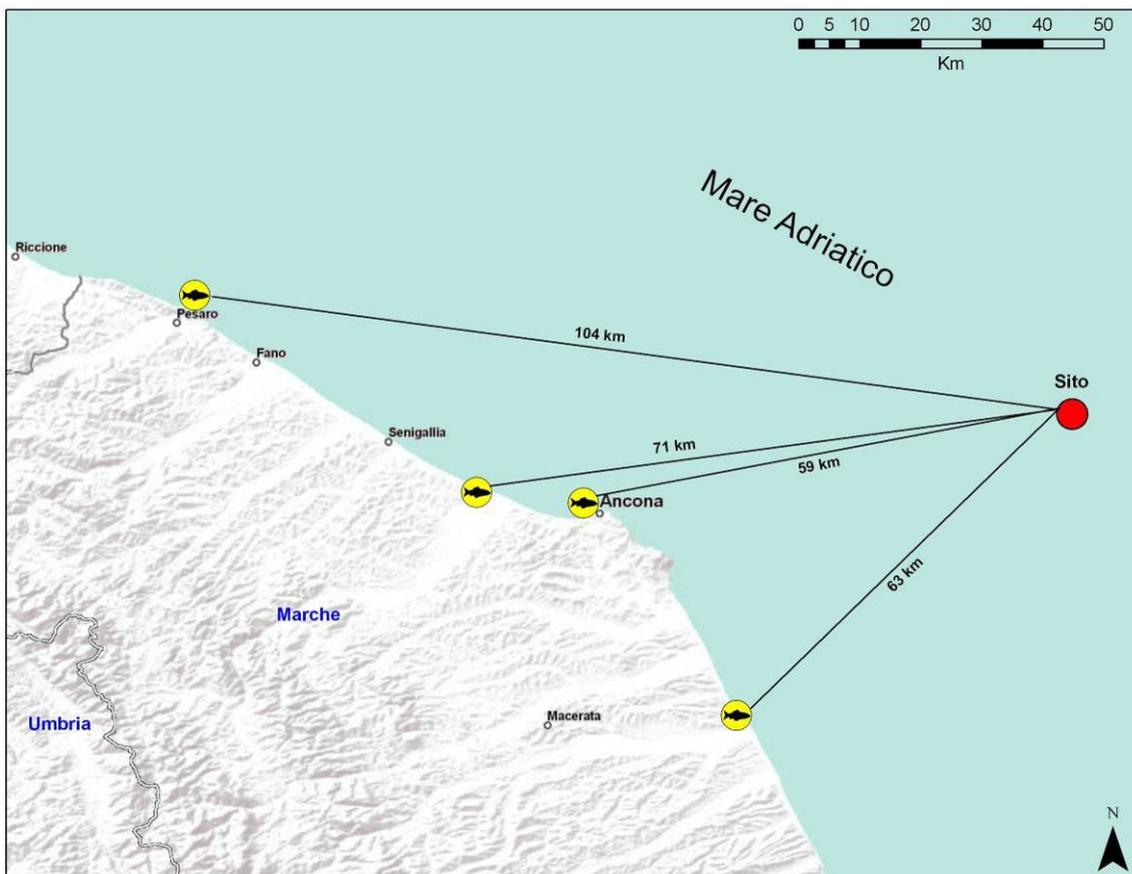
Al riguardo si rammenta la notevole distanza dalla linea di costa del sito di progetto (maggiore di 50 km), che esclude qualsiasi tipo di relazione tra tali siti e l'area di progetto.

**Tabella 3.55: Impianti di Acquacoltura Presenti sulle Coste Marchigiane**

Specie allevate	Tipo allevamento	Caratteristiche acqua	Numero bacini	Superficie (mq)
Mitili	Estensivo	Acqua salata	1	4.000
Mitili	Sommerso	Acqua salata	1	1.000.000
Mitili	Estensivo	Acqua salata	1	1.102.500
Mitili	Galleggiante	Acqua salata	-	-

Nella successiva *Figura* è indicata la localizzazione dei suddetti impianti ed è data evidenza della distanza che intercorre tra gli stessi ed il sito di progetto.

**Figura 3.68: Impianti di Acquacoltura nelle Marche (Fonte: Elaborazione cartografica ERM)**



### 3.7.3 Traffico Marittimo e Commerciale

In virtù della conformazione fisica del mare Adriatico, il traffico commerciale e passeggeri relativo al tratto di mare prossimo al sito risulta strettamente correlato al traffico da e per i porti dell'alto e medio Adriatico, in particolare Ancona, Ravenna, Venezia e Trieste.

Con la finalità di poter avere una visione d'insieme dei potenziali volumi di transiti nelle aree interessate si sono acquisiti i dati relativi alla movimentazione merci e passeggeri nei suddetti porti, negli anni 2008 e 2009, pubblicati dalle relative autorità portuali (cfr. seguenti *Tablelle*).

**Tabella 3.56: Movimentazione Merci e Passeggeri (Imbarchi + Sbarchi) del Porto di Ancona ([www.autoritaportuale.ancona.it](http://www.autoritaportuale.ancona.it))**

	Totale 2008	Totale 2009	Differenza	Differenza %
Merci liquide (petrolio e derivati)	4.853.842	4.647.885	-205.957	-4,24%
Merci solide	1.365.876	1.234.770	-131.106	-9,60%
Merci nei tir e trailer	2.409.487	2.072.858	-336.629	-13,97%
Merci nei contenitori	797.899	817.443	19.544	2,45%
<b>Totale merci (tonnellate)</b>	<b>9.427.104</b>	<b>8.772.956</b>	<b>-654.148</b>	<b>-6,9%</b>
Totale contenitori (numero)	66.270	67.499	1.229	1,9%
Totale contenitori (teu)	102.151	105.503	3.352	3,3%
Totale contenitori via FS (teu)	16.863	35	-16.828	-99,8%
Totale contenitori via FS + mare (teu)	119.014	105.538	-13.476	-11,3%
Totale auto	309.010	343.265	34.255	11,1%
Totale tir	190.542	174.402	-16.140	-8,5%
Totale trailer	18.529	15.514	-3.015	-16,3%
Totale tir + trailer	209.071	189.916	-19.155	-9,2%
Numero passeggeri	1.443.467	1.496.962	53.495	3,7%
Numero crocieristi sbarco/imbarco	14.336	22.713	8.377	58,4%
Numero crocieristi in transito	47.087	52.732	5.645	12,0%
<b>Totale passeggeri</b>	<b>1.504.890</b>	<b>1.572.407</b>	<b>67.517</b>	<b>4,5%</b>

**Tabella 3.57: Movimentazione Merci e Passeggeri (Imbarchi + Sbarchi) del Porto di Ravenna ([www.port.ravenna.it](http://www.port.ravenna.it))**

	Totale 2008	Totale 2009	Differenza	Differenza %
Merci rinfuse liquide	4.833.823	4.631.802	-202.021	-4,18%
Merci rinfuse solide	11.728.193	8.599.686	-3.128.507	-26,68%
Merci in colli	9.334.297	5.471.388	-3.862.909	-41,38%
<b>Totale merci (tonnellate)</b>	<b>25.896.313</b>	<b>18.702.876</b>	<b>-7.193.437</b>	<b>-27,8%</b>

	Totale 2008	Totale 2009	Differenza	Differenza %
Totale contenitori (numero)	149.304	125.066	-24.238	-16,23%
Totale contenitori (teu)	214.324	185.022	-29.302	-13,67%
Numero navi	7.580	6.486	-1.094	-14,43%
Numero passeggeri	7.842	7.015	-827	-10,55%
Numero crocieristi	8.867	10.328	1.461	16,48%
Totale passeggeri	16.709	17.343	634	3,79%

**Tabella 3.58: Movimentazione Merci e Passeggeri (Imbarchi + Sbarchi) del Porto di Venezia ([www.port.venice.it](http://www.port.venice.it))**

	Totale 2008	Totale 2009	Differenza	Differenza %
Merci liquide	12.331.190	11.674.399	-656.791	-5,33%
Merci solide	8.512.651	6.328.905	-2.183.746	-25,65%
Merci in colli	9.395.351	7.186.540	-2.208.811	-23,51%
Totale merci (tonnellate)	30.239.192	25.189.844	-5.049.348	-16,7%
Totale contenitori (numero)	244.894	238.217	-6.677	-2,73%
Totale contenitori (teu)	379.072	369.474	-9.598	-2,53%
Numero navi	4.974	4.294	-680	-13,67%
Numero passeggeri	1.720.703	1.888.670	167.967	9,76%
Di cui crocieristi	1.215.598	1.420.446	204.848	16,85%

**Tabella 3.59: Movimentazione Merci e Passeggeri (Imbarchi + Sbarchi) del Porto di Trieste ([www.porto.trieste.it](http://www.porto.trieste.it))**

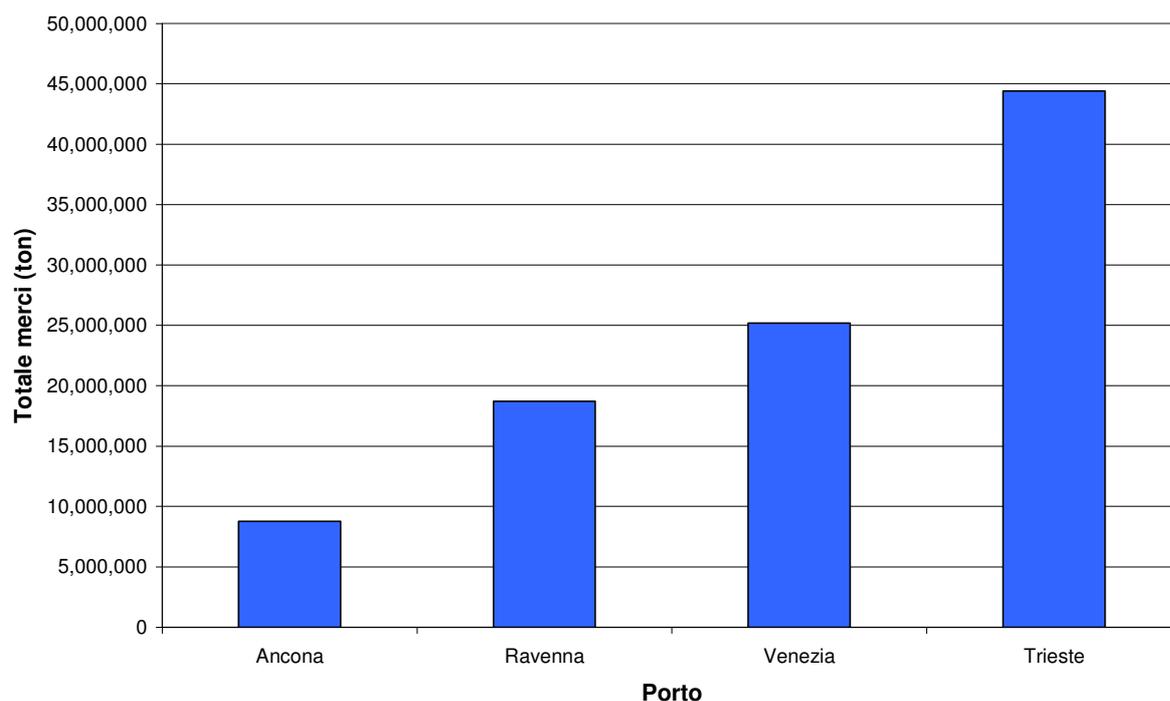
	Totale 2008	Totale 2009	Differenza	Differenza %
Merci rinfuse liquide	37.268.454	35.025.452	-2.243.002	-6,02%
Merci rinfuse solide	1.805.533	1.541.324	-264.209	-14,63%
Merci in colli	9.205.120	7.826.546	-1.378.574	-14,98%
Totale merci (tonnellate)	48.279.107	44.393.322	-3.885.785	-8,05%
Totale contenitori (numero)	-	-	-	-
Totale contenitori (teu)	335.943	276.957	-58.986	-17,56%
Numero navi	3.705	3.435	-270	-7,29%
Numero passeggeri	153.212	71.964	-81.248	-53,03%
Di cui crocieristi sbarco/imbarco	61.518	2.903	-58.615	-95,28%
Di cui crocieristi in transito	26.222	3.530	-22.692	-86,54%

I successivi grafici sintetizzano i dati riportati nelle precedenti *Table*, mostrando i quantitativi di merci e di passeggeri movimentati (totale ingressi ed uscite) nei porti considerati nell'anno 2009.

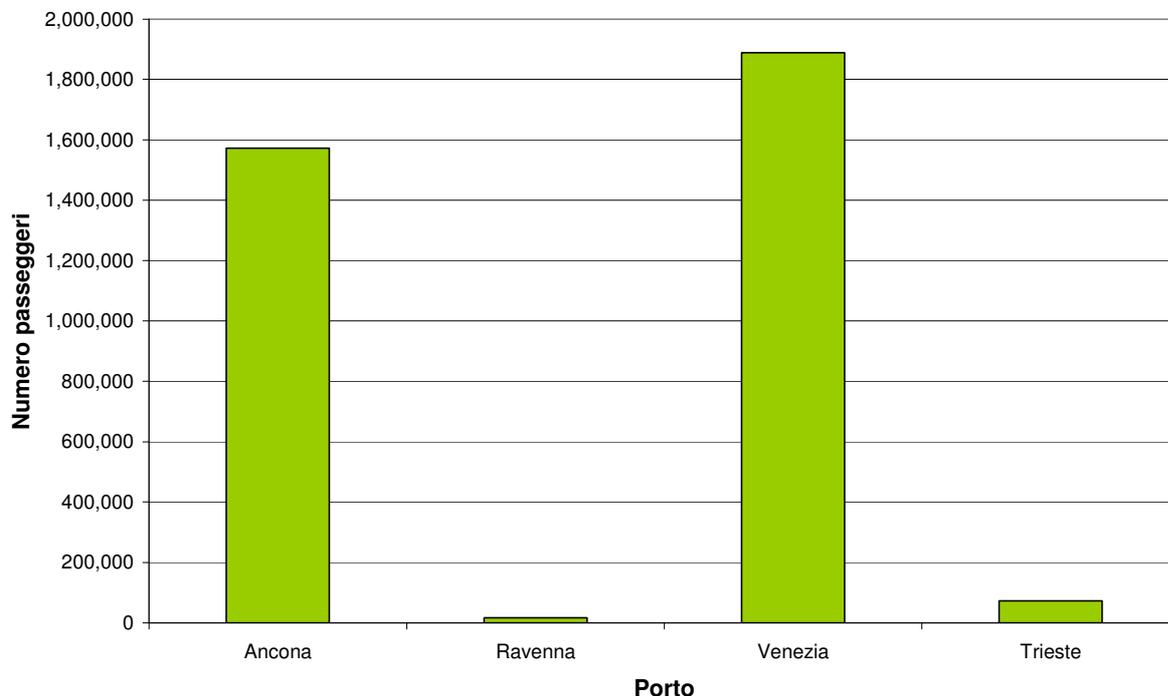
Con riferimento al trasporto merci, il porto che movimentata il maggior quantitativo di prodotti risulta quello di Trieste, con 44.393.322 tonnellate, seguito da Venezia (25.189.844 ton), Ravenna (18.702.876 ton) e Ancona (8.772.956 ton).

Per quanto riguarda il traffico passeggeri, invece, si osserva che il principale flusso si verifica da/per Venezia ed Ancona, rispettivamente con 1.888.670 e 1.572.407 passeggeri, mentre Trieste e Ravenna rivestono un ruolo marginale, con 71.964 e 17.343 passeggeri.

**Figura 3.69: Movimentazione Merci nei Principali Scali Adriatici Considerati Anno 2009 (Elaborazione ERM)**



**Figura 3.70: Movimentazione Passeggeri nei Principali Scali Adriatici Considerati Anno 2009 (Elaborazione ERM)**

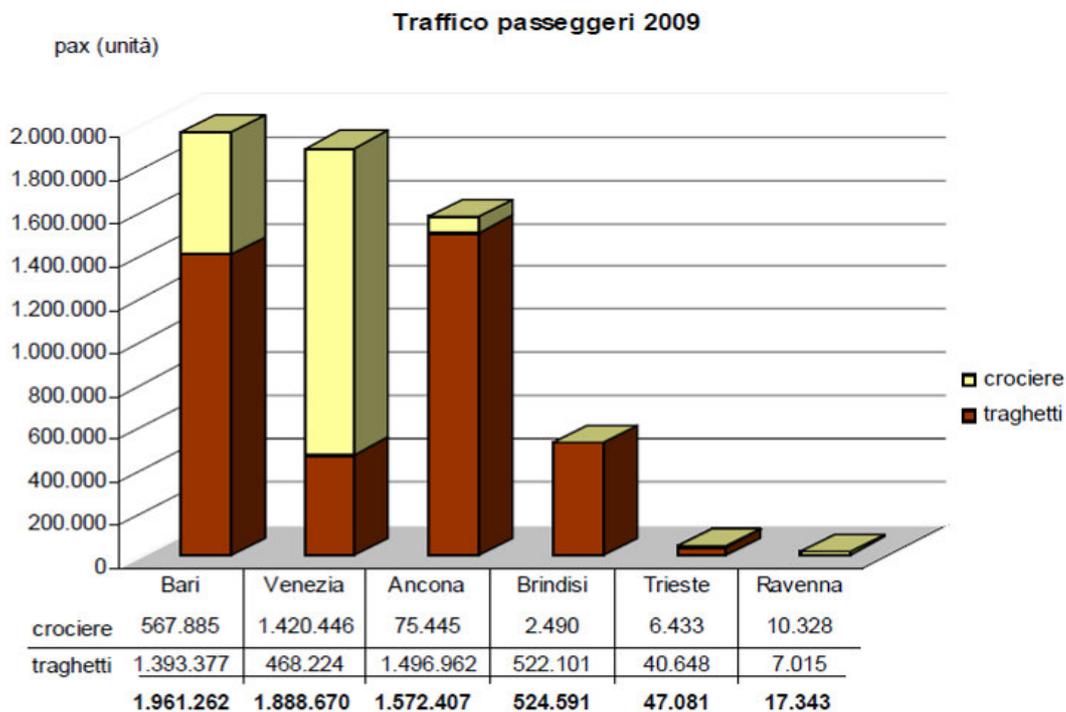


I valori forniti dalle autorità portuali sono confermati dalla successiva analisi, basata sulle informazioni contenute nel rapporto "Analisi Traffici Adriatico (Trieste, Venezia, Ravenna, Ancona, Bari, Brindisi) 2005-2009", pubblicato dall'Autorità Portuale di Ancona. I successivi sottoparagrafi riportano alcuni dati relativi al traffico di passeggeri, al traffico Tir ed al traffico merci, nei principali scali adriatici. Oltre ai dati relativi ai quattro porti precedentemente considerati, verranno pertanto analizzati anche i dati dei porti di Bari e Brindisi.

### 3.7.3.1 Traffico Passeggeri e TIR

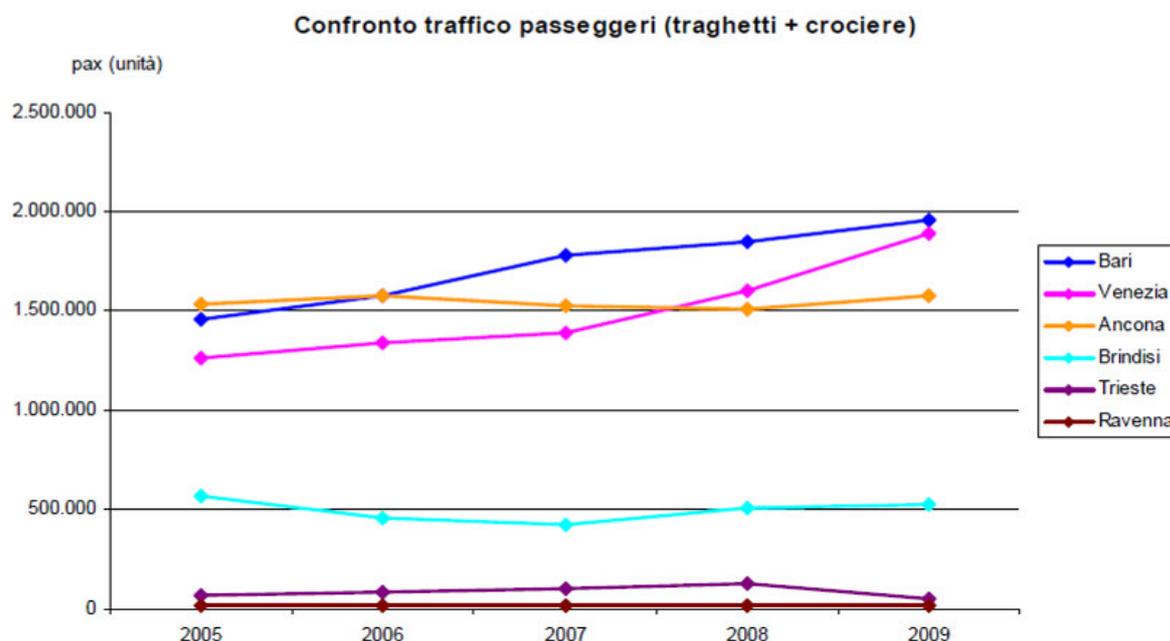
Con riferimento al traffico di passeggeri su rotte internazionali tramite traghetti e crociere nei principali scali adriatici, nell'anno 2009, Bari si colloca al primo posto con 1.961.262 movimenti, segnando un incremento del 6% rispetto al 2008, seguita da Venezia, con 1.888.670 transiti (+18% rispetto al 2008), e Ancona, con 1.572.407 (+4%). Questi tre porti movimentano complessivamente oltre 5,4 milioni di passeggeri, pari al 90% del traffico internazionale in Adriatico.

**Figura 3.71: Traffico Passeggeri dai Principali Scali Adriatici Anno 2009 (Fonte: Analisi Traffici Adriatico 2005-2009, Autorità Portuale di Ancona, 2010)**



In termini di andamento temporale dei volumi di traffico passeggeri si evidenzia come la situazione (riferita al quinquennio 2005-2009) sia tendenzialmente stabile per i porti presenti (o interessati) l'area di studio. Unica eccezione è rappresentata dal porto di Venezia, da e per il quale giocoforza si hanno rotte dirette o provenienti dal basso Adriatico, che presenta invece un marcato trend positivo (cfr. seguente *Figura*).

**Figura 3.72: Variazioni Traffico Passeggeri nei Principali Scali Adriatici Anni 2005-2009 (Fonte: Analisi Traffici Adriatico 2005-2009, Autorità Portuale di Ancona, 2010)**



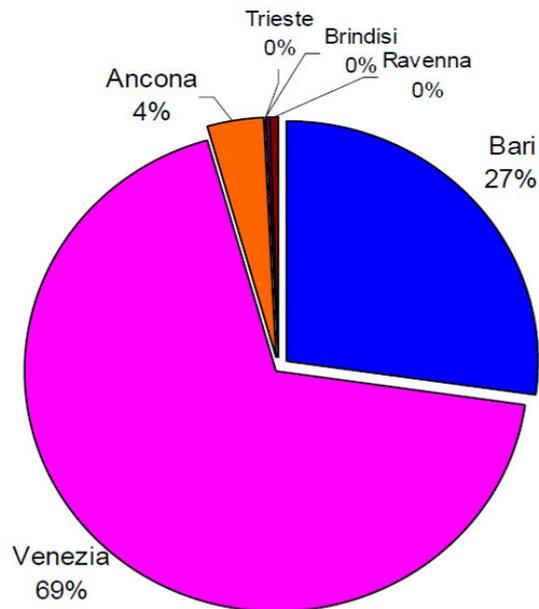
Con riferimento al segmento traghetti, la destinazione internazionale principale rimane la Grecia, con oltre 2.401.000 transiti, pari al 61% del totale, ed Ancona risulta il principale scalo, con oltre 1.116.000 passeggeri (47%). Segue l'Albania, con oltre 1.032.000 transiti (leadership di Bari con il 76% del traffico) e la Croazia, con oltre 391.000 passeggeri (leadership di Ancona scalo principale con il 78% del traffico).

**Tabella 3.60: Distribuzione Traffico Passeggeri per Mercati di Origine/Destinazione Anno 2009**

	Trieste	Bari	Ancona	Venezia	Brindisi	Ravenna	Totale
Grecia	0	457.472	1.116.939	468.224	358.939	0	2.401.574
Albania	34.254	786.405	48.600	0	163.162	0	1.032.421
Croazia	0	87.823	303.470	0	0	0	391.293
Montenegro	0	61.677	15.380	0	0	0	77.057
Turchia	6.394	0	12.573	0	0	0	18.967
Italia	0	0	0	0	0	7.015	7.015
<b>Totale</b>	<b>40.648</b>	<b>1.393.377</b>	<b>1.496.962</b>	<b>468.224</b>	<b>522.101</b>	<b>7.015</b>	<b>3.928.327</b>

Con riferimento al segmento crociere, invece, nel 2009 oltre 2.000.000 crocieristi hanno utilizzato i porti adriatici come *home port* o scali di transito. Si tratta di una crescita del 13% rispetto al 2008 e del 78% rispetto a cinque anni fa (1.168.000 i crocieristi del 2005). La crescita dell'ultimo anno ha caratterizzato tutti gli scali adriatici, ad eccezione del porto di Trieste che ha perso il 93% del traffico. La successiva *Figura* mostra le quote di mercato del 2009.

**Figura 3.73: Quote di Mercato del Traffico Crocieristico dei Principali Scali Adriatici Anno 2009**  
(Fonte: Analisi Traffici Adriatico 2005-2009, Autorità Portuale di Ancona, 2010)



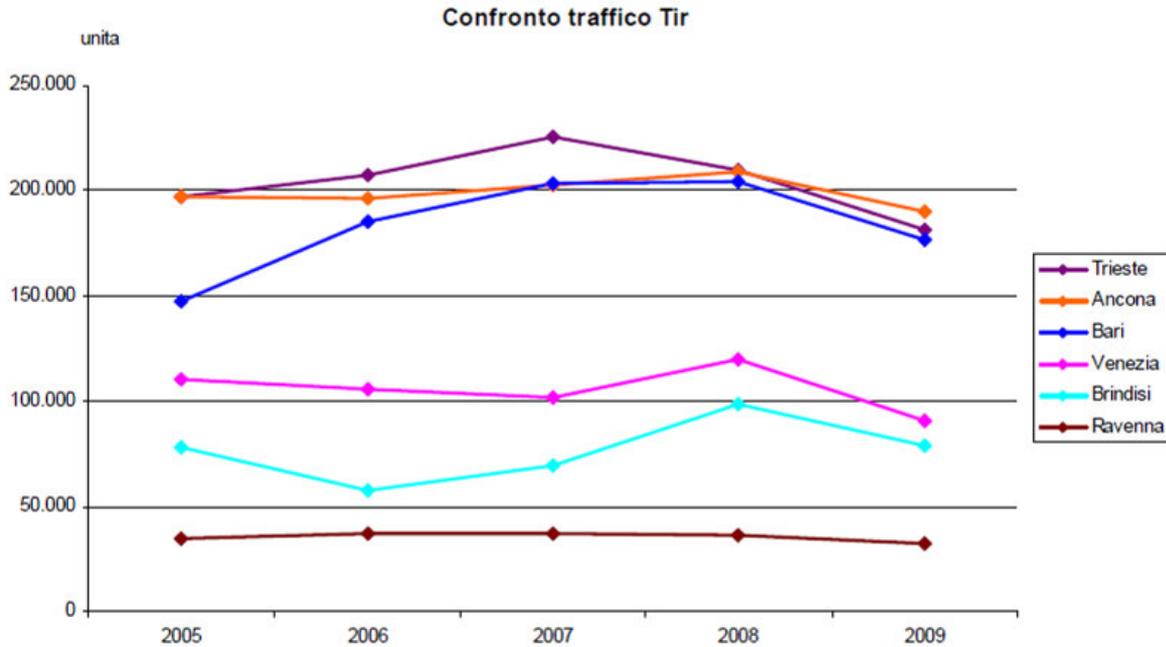
Per quanto riguarda il traffico tir, nel 2009 i porti adriatici hanno contato circa 750.000 transiti, registrando rispetto all'anno precedente un calo significativo, pari al 15%. Si tratta di un dato che caratterizza tutti gli scali adriatici e che certamente dipende dalla situazione di crisi economica internazionale e della Grecia in particolare.

Il porto di Ancona è quello che ha subito la perdita minore (-9%), registrando quasi 190.000 transiti, seguito da Trieste (quasi 182.000 tir, in calo del 13%) e Bari (176.600 tir, anch'esso in calo del 13%). Questi tre scali rappresentano il 73% della movimentazione di tir nel mar Adriatico.

**Tabella 3.61: Andamento del Traffico Tir Anni 2005-2009**

	2005	2008	2009	Variazione 09-08	Variazione 09-05
Ancona	197.254	209.071	189.916	-9%	-4%
Trieste	197.396	209.601	181.738	-13%	-8%
Bari	147.709	203.988	176.674	-13%	20%
Venezia	110.414	120.219	90.365	-25%	-18%
Brindisi	78.192	98.480	78.566	-20%	0%
Ravenna	34.902	36.036	32.589	-10%	-7%
<b>Totale</b>	<b>765.867</b>	<b>877.395</b>	<b>749.848</b>	<b>-15%</b>	<b>-2%</b>

**Figura 3.74: Variazioni Traffico Tir nei Principali Scali Adriatici Anni 2005-2009 (Fonte: Analisi Traffici Adriatico 2005-2009, Autorità Portuale di Ancona, 2010)**

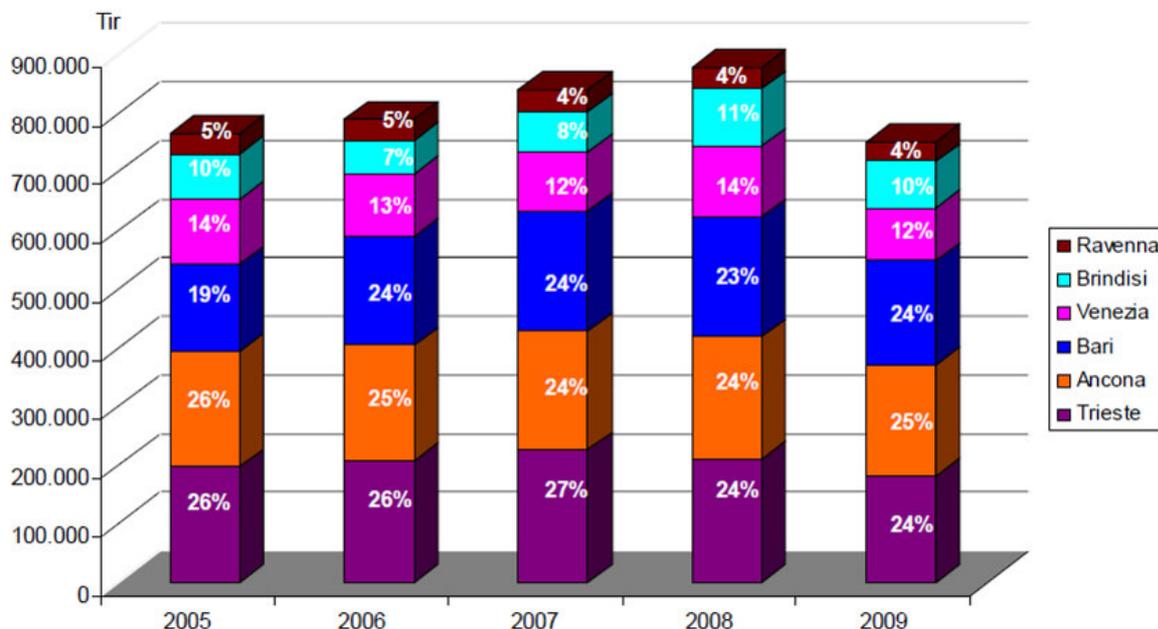


Nella successiva *Figura* è rappresentato l'andamento delle quote di mercato negli ultimi 5 anni.

**Figura 3.75: Variazioni Quote di Mercato del Traffico nei Principali Scali Adriatici Anni 2005-2009 (Fonte: Analisi Traffici Adriatico 2005-2009, Autorità Portuale di Ancona, 2010)**



Traffico TIR - quote di mercato



Per quanto riguarda i Paesi di riferimento di questo traffico, al primo posto si colloca la Grecia, con quasi 452.000 tir, pari al 60% della movimentazione complessiva. Ancona è leader di questo settore con oltre 174.000 transiti, pari al 38%. Segue il traffico da e per la Turchia, che gravita quasi interamente sul porto di Trieste, con oltre 171.000 tir, e quello da e per l'Albania, con quasi 79.000 tir, la cui leadership spetta a Bari che ne detiene il 67%.

**Tabella 3.62: Distribuzione del Traffico Tir per Mercati di Origine/Destinazione Anno 2009**

	Ancona	Trieste	Bari	Venezia	Brindisi	Ravenna	Totale
Grecia	174.331	0	119.609	90.365	67.612	0	451.917
Turchia	83	171.334	0	0	0	0	171.417
Italia	0	0	0	0	0	30.520	30.520
Albania	4.224	10.404	53.163	0	10.954	0	78.745
Croazia	11.211	0	269	0	0	0	11.480
Montenegro	67	0	3.554	0	0	0	3.621
Altro	0	0	79	0	0	2.069	2.148
<b>Totale</b>	<b>189.916</b>	<b>181.738</b>	<b>176.674</b>	<b>90.365</b>	<b>78.566</b>	<b>32.589</b>	<b>749.848</b>

### 3.7.3.2 Traffico Merci

Complessivamente nel 2009 sono state movimentate, nei porti adriatici considerati, 111.379.175 tonnellate di merci, registrando rispettivamente una calo del 14% rispetto al 2008 e del 9% rispetto al 2005. Il porto di Trieste costituisce lo scalo più importante, con oltre 44 milioni di tonnellate movimentate nel 2009, pari al 40% del traffico in Adriatico, seguito da Venezia, con 23,5 milioni di tonnellate, e Ravenna, con 18,7 milioni. Questi tre scali movimentano complessivamente il 78% del traffico merci in Adriatico.

**Tabella 3.63: Movimentazione Totale Merci**

	2009	Variazione 2009-2008	Variazione 2009-2005	Quota di mercato 2009
Bari	4.935.722	-3%	12%	4%
Ancona	8.772.956	-7%	-5%	8%
Brindisi	11.016.486	-14%	11%	10%
Ravenna	18.702.876	-28%	-22%	17%
Venezia	23.557.813	-13%	-12%	21%
Trieste	44.393.322	-8%	-7%	40%
<b>Totale</b>	<b>111.379.175</b>	<b>-14%</b>	<b>-9%</b>	

Le successive *Figure* mostrano rispettivamente l'andamento del traffico merci nei porti adriatici negli ultimi cinque anni e la ripartizione delle quote di mercato.

**Figura 3.76: Andamento Quantitativi di Merci Movimentati Anni 2005-2009 (Fonte: Analisi Traffici Adriatico 2005-2009, Autorità Portuale di Ancona, 2010)**

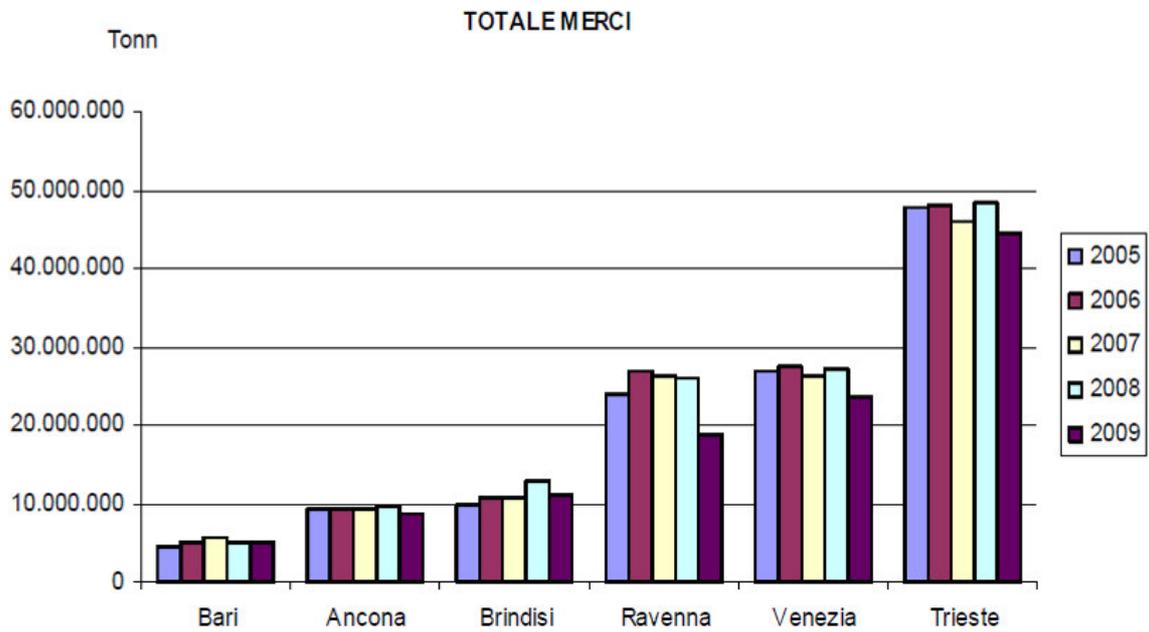
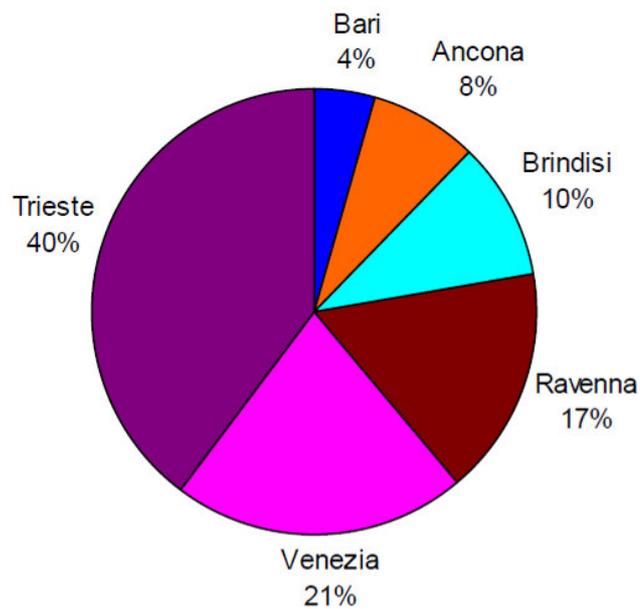


Figura 3.77: Andamento Quantitativi di Merci Movimentati Anni 2005-2009 (Fonte: Analisi Traffici Adriatico 2005-2009, Autorità Portuale di Ancona, 2010)

Traffico merci 2009 - quote di mercato



 <p>eni S.p.A. Exploration &amp; Production Division</p>	<p>Doc. SICS 194 Studio di Impatto Ambientale Campo Gas ELETTRA</p>	<p>Pag. 135</p>
--	---	-----------------

### 3.8 RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

Autorità per l'Energia Elettrica ed il Gas, "Relazione Annuale sullo Stato dei Servizi e sull'Attività Svoluta Anno 2010" (sito web [www.autorita.energia.it](http://www.autorita.energia.it))

Autorità Portuale di Ancona. "Analisi Traffici Adriatico (Trieste, Venezia, Ravenna, Ancona, Bari, Brindisi) 2005-2009" (sito web [www.autoritaportuale.ancona.it](http://www.autoritaportuale.ancona.it))

Branco Alessandro, "Le piramidi sommerse", da "Mondo sommerso", Gennaio-Febbraio 1979

Dipartimento di Biologia Animale e dell'Uomo, Sapienza Università di Roma, "Protezione e valorizzazione della fascia costiera del Circeo tramite posizionamento di ostacoli dissuasivi artificiali"

Eni S.p.A. - Divisione E&P, "Servizi di Monitoraggio Ambientale Campo Calipso - Rapporto Finale (2002 – 2005)", Luglio 2006

Gargiullo Stefano, Okely Edoardo, "Atlante archeologico dei mari d'Italia. Vol. 3: Sicilia, Puglia, regioni adriatiche", 1993

Irepa Onlus, "Osservatorio Economico sulle Strutture Produttive della Pesca Marittima in Italia 2008" (sito web <http://www.irepa.org/pubblicazioni/pesca/osservatori>)

Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, "Elenco Ufficiale delle Aree Naturali Protette, 5° Aggiornamento", 2003

In aggiornamento