



Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Terri
del Mare – D.G. Valutazioni e Autorizzazioni Ai

E.prot DVA – 2015 – 0017881 del 08/07/2015

STABILIMENTO DI TARANTO

Spett.le
Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e
del Mare
DG Valutazioni Ambientali
Via C. Colombo, 44
00147 ROMA
aia@pec.minambiente.it

Spett.le
Commissione Istruttoria AIA-IPPC
Via Vitaliano Brancati, 48
00186 ROMA

Spett.le
Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca
Ambientale
Via V. Brancati, 48
00144 ROMA



Taranto: 07/07/2015
Ns. Rif.: DIR 225/15

Oggetto: DVA-DEC-2011-450 del 4/8/2011 di Autorizzazione Integrata Ambientale, come modificato dal Decreto di riesame DVA-DEC-2012-547 del 26/10/2012. Adempimenti previsti dal D.P.C.M. 14 marzo 2014 – prescrizione T26 b

In riferimento al D.P.C.M 14 marzo 2014 "Approvazione del piano delle misure e delle attività di tutela ambientale e sanitaria, a norma dell'articolo 1, commi 5 e 7, del decreto-legge 4 giugno 2013, n. 61, convertito, con modificazioni, dalla legge 3 agosto 2013, n. 89" e in particolare a quanto prescritto alla Parte I dell'Allegato " Attuazione del decreto di AIA del 04/08/2011 – prescrizione T26 b", si trasmette con la presente lo:

ILVA S.p.A. IN AMMINISTRAZIONE STRAORDINARIA
via Appio SS km 648 – 74123 Taranto – tel. +39 099 4811 – fax +39 099 4812271 – telex 860049



Sede Legale e Operativa: viale Certosa 239 – 20151 Milano – tel. +39 02 300351 – fax +39 02 30035536
Cap.Soc. euro 549.390.270,00 int.vers. – codice fiscale, partita IVA e numero iscrizione registro imprese Milano: 11435690158



STABILIMENTO DI TARANTO

"STUDIO PER LA VALUTAZIONE DELL'IMPATTO DELLE PRESE A MARE ILVA SUL MAR PICCOLO DI TARANTO, CON RIFERIMENTO ALLA EVENTUALE VARIAZIONE DEL REGIME CORRENTOMETRICO, DELLA SALINITÀ E CONTENUTO IN OSSIGENO DISCIOLTO DELLE ACQUE, NONCHÉ ALL'INFLUENZA SULL'ASPIRAZIONE DI MATERIALE PARTICELLARE"

redatto dal CNR - Istituto per l'Ambiente Marino Costiero U.O.S. Taranto in collaborazione con il CNR Istituto di Scienze Marine di Venezia e il Politecnico di Bari - DICATECh Dipartimento di Ingegneria Civile, Ambientale, del Territorio, Edile e di Chimica.

In considerazione dell'estensione del file, lo stesso sarà trasmesso comunque su supporto informatico.

Distinti saluti

ILVA S.p.A.
In Amministrazione Straordinaria
Stabilimento di Taranto

Il Direttore
Ing. Ruggero Cola

ILVA S.p.A. IN AMMINISTRAZIONE STRAORDINARIA
via Appia SS km 648 - 74123 Taranto - tel. +39 099 4811 - fax +39 099 4812271 - telex 860049



Sede Legale e Operativa: viale Certosa 239 - 20151 Milano - tel. +39 02 300351 - fax +39 02 30035536
Cap.Soc. euro 549.390.270,00 int.vers. - codice fiscale, partita IVA e numero iscrizione registro Imprese Milano: 11435690158

Pec Direzione

Da: direzione.taranto <direzione.taranto@ilvapec.com>
Inviato: martedì 7 luglio 2015 16:49
A: ministero ambiente
Oggetto: Nota ILVA S.p.A. in A. S. DIR 225/2015
Allegati: Relaz. Istituto Talassogr..pdf; Dir 225.pdf

Priorità: Alta

Si invia in allegato quanto indicato in oggetto.

Cordiali saluti

ILVA S.p.a. - In Amministrazione Straordinaria
Stabilimento di Taranto
Il Direttore
Ing. Ruggero Cola



***CNR – Istituto per l’Ambiente Marino Costiero
U.O.S. Taranto***

In collaborazione con



CNR – Istituto di Scienze Marine
Venezia



Politecnico di Bari – DICATECh
Dipartimento di Ingegneria Civile,
Ambientale, del Territorio, Edile e di
Chimica

**STUDIO PER LA VALUTAZIONE DELL'IMPATTO DELLE PRESE A MARE ILVA
SUL MAR PICCOLO DI TARANTO, CON RIFERIMENTO ALLA EVENTUALE
VARIAZIONE DEL REGIME CORRENTOMETRICO, DELLA SALINITÀ E
CONTENUTO IN OSSIGENO DISCIOLTO DELLE ACQUE, NONCHÉ
ALL'INFLUENZA SULL'ASPIRAZIONE DI MATERIALE PARTICELLARE.**

RELAZIONE FINALE
15 Maggio 2015



CNR-IAMC Taranto
CNR-ISMAR Venezia
Politecnico di Bari

Responsabile del Progetto

Dott. Nicola Cardellicchio (CNR-IAMC Taranto)

Collaborazione

Prof. Michele Mossa (Politecnico di Bari, DICATECh)

Dott.ssa Francesca De Pascalis (CNR-ISMAR Venezia)

Gruppo di Lavoro

Sig.ra Cristina Annicchiarico (CNR-IAMC)

Dott.ssa Francesca De Serio (Politecnico di Bari, DICATECh)

Dott.ssa Diana De Padova (Politecnico di Bari, DICATECh)

Dott.ssa Antonella Di Leo (CNR-IAMC)

Dott.ssa Santina Giandomenico (CNR-IAMC)

Dott.ssa Lucia Spada (CNR-IAMC)

Dott. Giorgio Alabiso (CNR-IAMC)

Dott. Luca Zaggia (CNR-ISMAR Venezia)

Dott. Giuliano Lorenzetti (CNR-ISMAR Venezia)

Dott.ssa Giorgia Manfè (CNR-ISMAR Venezia)

Data di inizio del progetto: 15/09/2014

INDICE

1. FINALITA' DEL PROGETTO	4
2. INTRODUZIONE E INQUADRAMENTO DELL'AREA DI STUDIO	4
2.1 Note storiche sul Mar Piccolo	4
2.2 Caratteristiche geomorfologiche del Mar Piccolo.....	5
2.3 Circolazione delle acque	6
2.4 Acque immesse in Mar Piccolo.....	6
2.5 Bibliografia.....	8
3. ANALISI STORICA DEI DATI DI SALINITÀ ED OSSIGENO DISCIOLTO RELATIVI ALLE ACQUE DEL MAR PICCOLO DI TARANTO.....	9
3.1 Le indagini di Attilio Cerruti.....	9
3.2 Le indagini di De Angelis & Della Valle.....	19
3.3 Le indagini di Aristocle Vatova	21
3.4 Le indagini di Terio.....	31
3.5 Le indagini di Strusi & Pastore	34
3.6 Le indagini di Cardellicchio et al. a partire dal 1981	42
3.6.1 Indagini idrologiche di Cardellicchio et al., 1981	42
3.6.2 Indagini idrologiche di Cardellicchio et al., 1984-1985	49
3.6.3 Indagini idrologiche Cardellicchio et al., 1986-1987.....	60
3.6.4 Indagine idrologica Cardellicchio et al., 1990-1991	66
3.6.5 Indagine idrologica Cardellicchio et al., 1991-1992.....	68
3.7 Indagini idrologiche condotte da Giorgio Alabiso (CNR-IAMC) nel 2008	77
3.8 Studi recenti: Cardellicchio et al., 2014	82
3.9 Bibliografia.....	88
4. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE SULLE VARIAZIONI DEI PARAMETRI CHIMICO-FISICI VALUTATI NEL CORSO DELLE VARIE INDAGINI.	89
4.1 Confronti annuali.....	89
4.2 Confronti relativi al periodo settembre-dicembre	96
5. MISURE CORRENTOMETRICHE NEL MAR PICCOLO DI TARANTO (CNR – ISMAR)	104
5.1 Transetti ADCP, acquisizione velocità al fondo	105
6. CLIMA METEOMARINO	109
6.1 Elaborazioni statistiche dei dati anemometrici.....	109
6.1 Elaborazione dei dati ondametrici triorari.....	110
6.2 Clima meteomariono misurato dal sistema di monitoraggio nel Mar Grande di Taranto	113
7. MODELLISTICA	117
7.1 Introduzione	117

7.2 Simulazioni correntometriche annuali con e senza le prese a mare ILVA: influenza sull'idrodinamica, temperatura, salinità e tempi di residenza: setup modellistico delle simulazioni di riferimento e di scenario	117
7.3 Risultati idrodinamici per l'anno 2013 (R-2013).....	121
7.4 Differenze tra le simulazioni R-2013 e S-2013.....	128
7.5 Conclusioni sull'influenza delle prese a mare ILVA in termini di corrente, temperatura salinità e tempi di rinnovo.....	134
7.6 Bibliografia.....	135
8. SIMULAZIONI NUMERICHE DEL TRASPORTO SOLIDO AL FONDO E IN SOSPENSIONE IN PRESENZA ED ASSENZA DELLE PRESE A MARE DELL'ILVA: SIMULAZIONI ANNUALI E STAGIONALI.....	137
8.1 Simulazione annuale in presenza delle prese a mare e scarichi ILVA (A1).....	138
8.2 Simulazione annuale in assenza delle prese a mare e scarichi ILVA (A2).....	141
8.3 Simulazione stagionale invernale in presenza delle prese a mare e scarichi ILVA (B1).....	144
8.4 Simulazione stagionale invernale in assenza delle prese a mare e scarichi ILVA (B2)	147
8. 5 Simulazione stagionale estiva in presenza delle prese a mare e scarichi ILVA (C1)	149
8. 6 Simulazione stagionale estiva in assenza delle prese a mare e degli scarichi ILVA (C2).....	152
8.7 Conclusioni sui processi di trasporto solido.....	155
8.8 Bibliografia.....	156
9. CONCLUSIONI	158
Allegato 1: RELAZIONE TECNICA IMPIANTO ILVA	161
Allegato 2: TABELLE RELATIVE AI DATI STORICI DI SALINITÀ, OSSIGENO DISCIOLTO, TEMPERATURA E CLOROFILLA	165
Allegato 3: CAMPAGNA OCEANOGRAFICA SETTEMBRE 2014 – DICEMBRE 2014 - MAR PICCOLO DI TARANTO. CARDELLICCHIO E COLL., CNR - IAMC – TA.....	211
Allegato 4: IL MODELLO SHYFEM 3D.....	228

1. FINALITA' DEL PROGETTO

In data 7 luglio 2014 con ordinativo n. 19688 –MP/GB, l'ILVA affidava al CNR- IAMC uno studio avente per obiettivo quello di valutare l'eventuale impatto sul bacino del Mar Piccolo di Taranto dell'aspirazione acque da parte delle prese a mare dello stabilimento siderurgico di Taranto, con riferimento alla eventuale variazione del regime correntometrico, della salinità, del contenuto in ossigeno disciolto delle acque, nonché all'influenza sull'aspirazione di materiale particellare. Lo studio era in relazione alla prescrizione T26 b) della Parte I dell'Allegato del D.P.C.M. 14 marzo 2014 “*Approvazione del piano delle misure e delle attività di tutela ambientale e sanitaria, a norma dell'art. 1, commi 5 e 7, del decreto legge 4 giugno 2013, n. 61, convertito, con modificazioni, dalla legge 3 agosto 2013, n.89*”. L'impianto di aspirazione ILVA è in funzione dagli anni '60 e convoglia all'interno dello stabilimento siderurgico acque di mare per gli impianti di raffreddamento (Figura 1.1). Considerato l'intervallo temporale a disposizione per lo svolgimento delle indagini (7 mesi) e l'impossibilità di programmare indagini della durata di almeno un anno, la strategia seguita per il raggiungimento degli obiettivi ha previsto: 1) l'analisi di serie storiche di dati disponibili riguardanti le caratteristiche chimico-fisiche delle acque (salinità, ossigeno disciolto, contenuto in pigmenti clorofilliani); 2) effettuazione di una nuova campagna di monitoraggio nel Mar Piccolo di Taranto per un aggiornamento sulle caratteristiche delle acque; 3) utilizzo di modelli matematici, in collaborazione con il CNR-ISMAR Venezia e il Politecnico di Bari, Dipartimento di Ingegneria Civile, Ambientale, del Territorio, Edile e di Chimica per la simulazione di scenari relativi alla influenza delle prese ILVA sui vari parametri oggetto di studio. L'allegato tecnico alla presente relazione (Allegato 1), fornito da ILVA, descrive in sintesi le caratteristiche generali dell'impianto di prese a mare.



Figura 1.1: Prese acqua di mare ILVA nel I Seno del Mar Piccolo

2. INTRODUZIONE E INQUADRAMENTO DELL'AREA DI STUDIO

2.1 Note storiche sul Mar Piccolo

Il Mar Piccolo è un bacino incassato nella parte settentrionale del Golfo di Taranto (Figura 2.1). Nell'antichità rappresentò un porto importante non solo per la città, ma anche per l'intera Italia magno-greca: fiorenti furono, infatti, i traffici con la Grecia e l'Asia minore. Le sue acque sono state sempre fonte di ricchezza per i tarantini, che vi hanno da secoli praticato redditizie attività di pesca e molluschicoltura. Sotto la dominazione romana, sulle sue sponde fiorirono numerose fabbriche di bisso, porpora e lana. Dopo il dominio romano, Taranto

inizio il suo declino: la città fu distrutta dai Saraceni nel 927 ed il Mar Piccolo vide compromessa l'allora unica comunicazione col mare per l'ostruzione, ad opera di macerie, del canale di Porta Napoli. Il ricambio delle acque e le comunicazioni col mare furono notevolmente migliorati con l'escavo del canale "Navigabile", iniziato dagli Aragonesi nel 1480 e portato alle odierne condizioni solo alle fine dell'800.



Figura 2.1: Mar Grande e Mar Piccolo di Taranto

Dopo il Medioevo lo sviluppo di Taranto fu legato allo sviluppo di attività legate al mare; si consolidarono così le attività di pesca e comparvero già alla fine del secolo XVI le prime forme di associazionismo tra i pescatori. Con l'unità d'Italia, il Mar Piccolo divenne "bene dello Stato" e fu dichiarato pubblico demanio. Oltre allo sviluppo della molluschicoltura, il bacino vide sorgere collateralmente attività portuali e militari, essendo oggetto dell'insediamento dell'Arsenale della Marina Militare. Diverse colmate lungo le coste, non ultima quella per la costruzione dell'Arsenale militare e la costruzione di moli e banchine modificarono nel tempo il profilo costiero. Gli inizi del 900 videro l'accrescersi dell'interesse verso la mitilicoltura, anche con l'istituzione nel 1914 del Laboratorio Demaniale di Biologia Marina divenuto poi Istituto Sperimentale Talassografico e oggi Istituto per l'Ambiente Marino Costiero.

2.2 Caratteristiche geomorfologiche del Mar Piccolo

Il bacino del Mar Piccolo consta di due Seni per forma assimilabili ad un ellisse: il primo ha un asse maggiore di 4 Km circa, mentre il secondo ha asse maggiore di circa 5 Km. La massa d'acqua del Mar Piccolo è valutabile intorno ai 152 milioni di m^3 , mentre la sua superficie è di circa 20.7 Km^2 . Per quanto concerne la batimetria la massima profondità riscontrata nel I Seno è di 13 metri, mentre nel II Seno è di 10 m. I valori della superficie del Mar Piccolo e le profondità medie dei due Seni sono riportate in Tabella 2.1.

Tabella 2.1: Caratteristiche fisiche del Mar Piccolo

	Mar Piccolo	I Seno	II Seno
superficie (m^2)	20 717 400	8 284 200	12 433 200
volume (m^3)	151 916 000	76 689 200	75 226 800
profondità media (m)	7.3	9.3	6.1

Da un punto di vista geologico il Mar Piccolo è stato formato dall'avanzamento della linea di

costa a seguito di una regressione marina e di un contemporaneo accumulo di un cordone litorale che col passare dei millenni è emerso formando l'attuale area su cui sorge la città di Taranto (Richetti, 1967). Nel territorio tarantino, le acque piovane, cadute sulle colline circostanti di tipo carsico e sulle campagne più o meno alte sul livello del mare, sono assorbite rapidamente dal suolo arido, filtrando attraverso calcari, sabbioni, etc.. Le acque giungono così su strati argillosi poco permeabili e si raccolgono talvolta in falde poste sotto il livello del mare. Qui, trovando delle fratture più o meno ampie e regolari, sia per pressione che per differente densità risalgono alla superficie originando i cosiddetti citri, sorgenti di acqua dolce che hanno per il Mar Piccolo un'importanza fondamentale perché agiscono da regolatori termoalini con notevole vantaggio per le attività di molluschicoltura.

2.3 Circolazione delle acque

Il collegamento tra le acque del Mar Piccolo e quelle del Mar Grande di Taranto avviene attraverso il canale di Porta Napoli (largo 25 m e profondo 2 m), ad ovest della città vecchia, e il canale detto "Navigabile" (lungo 375 m, largo 73 e profondo 12 m). La comunicazione tra i due Seni è assicurata da un braccio d'acqua largo 500 m circa tra le Punte Penna (a nord) e Pizzone (a sud). Il ricambio delle acque è legato a vari fattori tra cui i moti di marea, l'interazione del vento con la morfologia del bacino ed i fenomeni termoalini. Le maree sono di tipo semidiurno e poco rilevanti, come in tutto il Mediterraneo, cioè di appena 3-7 cm in periodi di quadrature e 19-27 cm in periodi di sigizie. La corrente di marea entrante (denominata Chioma) convoglia le acque del Mar Grande nel Mar Piccolo. Con lo "smontare" della marea, acque del Mar Piccolo escono verso il Mar Grande con una corrente in uscita detta Serra. Ogni fase di marea ha la durata di 6 ore e tra essi si interpone un periodo di inversione di circa 2 ore. Il ricambio delle acque è legato agli scambi con il Mar Grande. È stato calcolato (Strusi e Pastore, 1977) che ogni marea semidiurna (6 ore) sposta in Mar Piccolo circa 1 050 000 di m³ di acqua. Oltre all'azione mareale i flussi di scambio sono anche influenzati da effluenti continentali, rappresentati da corsi d'acqua superficiali e da sorgenti sottomarine (Citri). I Citri infatti, abbassando la salinità delle acque, fanno sì che acque meno salate e meno dense si dispongano prevalentemente in superficie. Gli studi modellistici più recenti (De Pascalis et al., 2013) hanno confermato, inoltre, che gli scambi tra Mar Grande e Mar Piccolo avvengono anche secondo gradienti termoalini con acque più salate in entrata sul fondo e acque dolci superficiali in uscita dal Mar Piccolo. L'effetto delle condizioni atmosferiche in relazione alla morfologia del bacino sono visibili anche in relazione alla temperatura. Nel II Seno, infatti, a causa del minor ricambio e della minore profondità, le acque sono più calde rispetto al I Seno in estate; viceversa in inverno sono più fredde.

2.4 Acque immesse in Mar Piccolo

In Mar Piccolo afferiscono sorgenti sia dell'acquifero profondo (Galeso, Battentieri e Riso) sia superficiale (Chianca e Tre Fontane) (Figura 2.2 a-b). Un volume rilevante d'acqua viene immesso nei due seni dai Citri. Una stima di massima attribuisce nel complesso ai Citri una portata media di un milione di m³ al giorno, valore che approssimativamente può essere diviso equamente per i due bacini. Il regime di erogazione delle acque è però incostante ed è difficile una sua precisa quantizzazione. Una stima recente delle portate delle sorgenti principali è stata effettuata nel corso del 2014 in uno studio riguardante la validazione del modello idrologico concettuale del Mar Piccolo, condotto dal CNR-IRPI (Polemio et al., 2014), nell'ambito del progetto RITMARE del Consiglio Nazionale delle Ricerche. La

Tabella 2.2 illustra le portate medie annue delle sorgenti principali ricavate da questa ricerca.

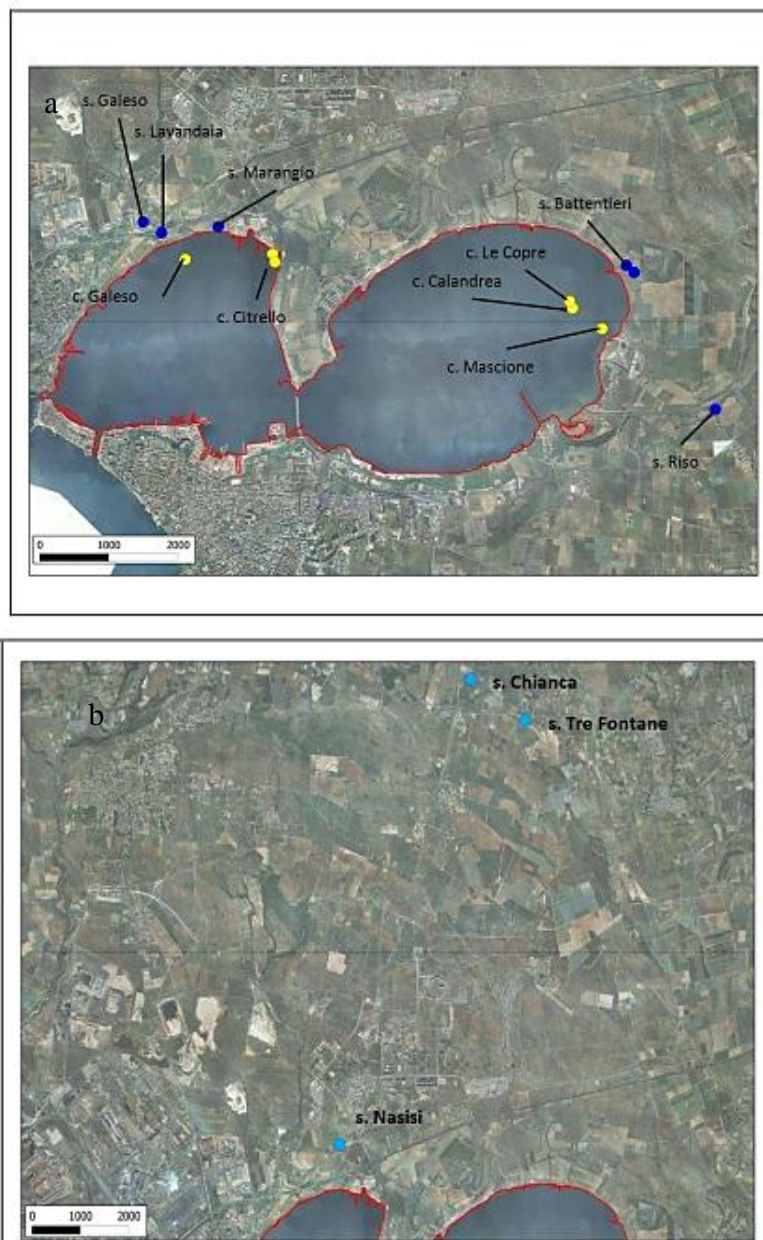


Figura 2.2 (a-b): Localizzazione dei principali citri, delle sorgenti profonde (Figura a) e superficiali (Figura b) (fonte: ARPA Puglia, 2014)

Tabella 2.2: Stima delle portate medie annuali delle principali sorgenti in Mar Piccolo (Polemio et al., 2014)

Sorgente	Portate stimate, valori medi annuali (mc/s)
Galeso	0.52
Citro Galeso	0.75
Citrello	0.35
Le Copre	0.65
Battentieri	0.17
Riso	0.12

La più significativa tra le sorgenti, in termini quantitativi, è la sorgente Galeso, la cui portata

massima, stimata recentemente (Arpa Puglia, 2014) è stata pari a $0.35 \text{ m}^3/\text{s}$. Si tratta di una vasta area sorgiva costituita da numerose polle che scaturiscono in una zona topograficamente depressa, estesa alcune migliaia di metri quadrati, ricoperta in gran parte da vegetazione palustre, contornata da un muretto, situata tra la provinciale Taranto-Martina Franca e la ferrovia Taranto-Brindisi, alla quota di 4,50 m slm. Tali polle danno luogo a un corso d'acqua, lungo circa 900 m, che sfocia nel Mar Piccolo. La sorgente è collegata idraulicamente all'omonimo "citro". La sorgente Battentieri si colloca lungo la fascia costiera orientale del Mar Piccolo, lungo la costa del Seno di Levante, in un avvallamento del terreno situato a circa 300 m di distanza dalla riva. All'altezza di un vecchio fabbricato anticamente adibito a convento, le acque sorgive convergono in un breve canale dal quale si diparte una derivazione che attraversa i ruderi di un ex mulino, da qui, dopo essersi nuovamente riunite, si riversano dopo pochi metri su altra limitata superficie palustre, dando poi origine al canale emissario (Cervaro) che sfocia a mare. La Sorgente Battentieri potrebbe essere collegata idraulicamente col citro "Le Copre" (Arpa Puglia, 2014).

La sorgente Riso è costituita da molte piccole polle scaturenti da una superficie esagonale di circa 1.400 m^2 ed è ubicata in prossimità della strada denominata Mulino, nei pressi della statale Taranto - S. Giorgio Jonico. La portata massima osservata nel corso del 2013 da studi recentemente effettuati è stata di $0.035 \text{ m}^3/\text{s}$. Le acque della sorgente defluiscono attraverso un canale in terra, in un piccolo canale, che a sua volta si immette nel canale d'Aiedda, sfociante nel Mar Piccolo (II Seno).

2.5 Bibliografia

ARPA Puglia (2014) - Il Mar Piccolo di Taranto, approfondimento tecnico-scientifico sulle interazioni tra il sistema ambientale ed i flussi di contaminanti da fonti primarie e secondarie elaborazione di un modello concettuale sito-specifico (conceptual site model). Rapporto Tecnico ARPA Puglia 04/2014, pp. 175.

Cotecchia V. (1977) - Studi e ricerche sulle acque sotterranee e sull'intrusione marina in Puglia (Penisola Salentina). CNR, Istituto di Ricerca sulle Acque, Roma. 178-181.

De Pascalis F., Ghezzi M. (2013) - Correnti e T/S nei Mari di Taranto. Deliverable SP3_WP4_AZ5_UO01_D01 progetto bandiera RITMARE.

Polemio M., Basso A., Casarano D., Dragone V., Limoni P.P., Romanazzi A., Santaloia F., Zuffianò L.E (2014) - Validazione del modello idrogeologico concettuale. Rapporto tecnico SP3_WP1_AZ2_UO03_D04 del 12/2014, pp. 21. CNR - Progetto Bandiera Ritmare.

Richetti G. (1967) - Osservazioni preliminari sulla geologia e morfologia dei depositi quaternari nei dintorni del Mar Piccolo (Taranto). Atti Ac. Goenia Sc. Nat., Catania, 6, XVIII, 123-130.

Stefanon A., Cotecchia F. (1969) - Prime notizie sulle caratteristiche di efflusso e sulle modalità di investigazione delle sorgenti subacquee ai fini di una loro captazione. La Ricerca Scientifica, Roma, 58, 165-195.

Stefanon A. (1969) - Relazione sulla campagna esplorativa al Mar Piccolo di Taranto ed al lago di Varano (9-22 dicembre, 1968) per la captazione di sorgenti subacquee. Relazione interna C.N.R.

Stefanon A. (1973) - Evaluation and capture of submarine springs. Atti 2° Convegno internazionale sulle acque sotterranee. Palermo, 28 aprile- 2 maggio. 12 p.

3. ANALISI STORICA DEI DATI DI SALINITÀ ED OSSIGENO DISCIOLTO RELATIVI ALLE ACQUE DEL MAR PICCOLO DI TARANTO

Questa fase del progetto ha riguardato la raccolta e l'analisi di serie storiche di dati sulla qualità delle acque del Mar Piccolo di Taranto. In particolare, sono stati considerati tutti gli studi riguardanti la caratterizzazione di parametri chimico-fisici quali temperatura, salinità, ossigeno disciolto, saturazione di ossigeno e clorofilla. A tale scopo sono stati esaminati dati pubblicati e non (relazioni tecniche) relativi sia a periodi antecedenti l'entrata in funzione delle prese a mare ILVA, sia a periodi successivi. L'indagine ha evidenziato purtroppo la insufficienza di informazioni scientifiche anteriormente al 1960, soprattutto per quel che riguarda le concentrazioni di clorofilla nelle acque. Quest'ultimo parametro è stato preso in considerazione come indicativo della concentrazione del materiale particellare sospeso di origine fitoplanctonica. Dalle pubblicazioni presenti presso la Biblioteca dell'Istituto per l'Ambiente Marino Costiero del CNR di Taranto è stato possibile analizzare dati sulla qualità delle acque risalenti ai periodi 1921-1922 e 1932-1934: questi dati si riferiscono a ricerche condotte dal prof. Attilio Cerruti, principale studioso del Mar Piccolo di quegli anni. Oltre a Cerruti, diversi altri studi hanno contribuito ad arricchire la serie storica, in particolare quelli di De Angelis & Della Valle (1959), di Terio (1966), di Vatova (1972), di Strusi & Pastore (1975), di Cardellicchio et al. (1981-1982, 1984-1987, 1990-1992), di Alabiso (2008). Per la corretta valutazione dei dati storici, sono stati considerati le metodologie analitiche utilizzate nelle diverse indagini e le condizioni meteo-climatiche (periodi dell'anno) in cui i dati sono stati raccolti, condizioni che possono influenzare la qualità del dato. E' opportuno sottolineare, inoltre, come già detto, che non vi sono dati sulla qualità delle acque relativi al II Seno del Mar Piccolo fino al 1971 e che i dati storici relativi alla clorofilla sono disponibili soltanto a partire dal 1981. Le medie annuali di salinità, ossigeno disciolto, ecc., ottenute dalle diverse campagne, sono poi state confrontate per evidenziare variazioni spazio-temporali dei parametri di studio, imputabili o meno all'entrata in esercizio delle prese ILVA. Nel confronto ed elaborazione dei dati, l'attenzione è stata rivolta al confronto di dati omogenei raccolti in stazioni il più possibile simili e negli stessi periodi dell'anno. Tutti i dati raccolti sono stati oggetto di elaborazione e valutazione.

3.1 Le indagini di Attilio Cerruti

I primi dati di salinità disponibili per il Mar Piccolo, risalgono al 1921 e sono inerenti a una stazione denominata St.Mp (Figura 3.1) ubicata nel I Seno nella zona "demaniale 28" (destinata all'epoca a campo sperimentale per la molluschicoltura dell'Istituto Demaniale di Biologia Marina di Taranto). La metodologia utilizzata dall'Autore per il calcolo della salinità consisteva nella determinazione dei cloruri con il metodo di Mohr-Knudsen e nel calcolo della salinità, espressa in grammi di sali per chilogrammo di acqua di mare, con l'utilizzo delle "Hydrographische Tabellen".



Figura 3.1: Localizzazione della stazione di studio in Mar Piccolo (Autore: Cerruti)

Nelle Figure 3.2 e 3.3 sono riportati gli andamenti della salinità (‰) osservati da febbraio a novembre del 1921 e da luglio ad ottobre del 1922 nella stazione St. Mp nel I Seno del Mar Piccolo, in corrispondenza della superficie (0 m), mezz'acqua (5 m) e fondo (10 m). I valori minimi e massimi di salinità in superficie osservati nel 1921 e nel 1922 sono stati rispettivamente: 34.9 (luglio) – 36.53 (aprile) e 35.19 (settembre) - 36.61 (agosto) g/Kg con valori medi annuali di 35.77 g/Kg nel 1921 e 35.86 g/Kg nel 1922. E' opportuno però considerare che i dati a disposizione nel 1921 coprono il periodo febbraio-novembre mentre nel 1922 le indagini hanno riguardato soltanto il periodo luglio-dicembre. Complessivamente, nei due anni di osservazione, in media si osserva uno scarto di salinità tra la superficie e il fondo di circa 1.5 - 1.7 g/Kg e ciò evidenzia un sistema di acque ben stratificato caratteristico degli ambienti di transizione come il Mar Piccolo. Tali differenze sono legate anche a parametri climatici, meteorologici e idrogeologici e gli scarti maggiori di salinità tra la superficie e il fondo, si osservano nei mesi estivi, in assenza di venti significativi e dunque con rimescolamenti delle masse d'acqua ridotti. Ciò è confermato dai minimi livelli di ossigeno (specialmente sul fondo) nei mesi di luglio e agosto (6.7 e 6.0 mg/L rispettivamente) dove si osservano deficit di ossigenazione. Nella Tabella 3.1 sono riportati i dati disponibili di temperatura, ossigeno disciolto e ossigeno % relativi solo a tre campagne di prelievo, effettuate tra luglio ed agosto nel 1922. In allegato 2, le Tabelle 1 e 2 mostrano i dati completi estrapolati dalla pubblicazione dell'Autore del 1925.

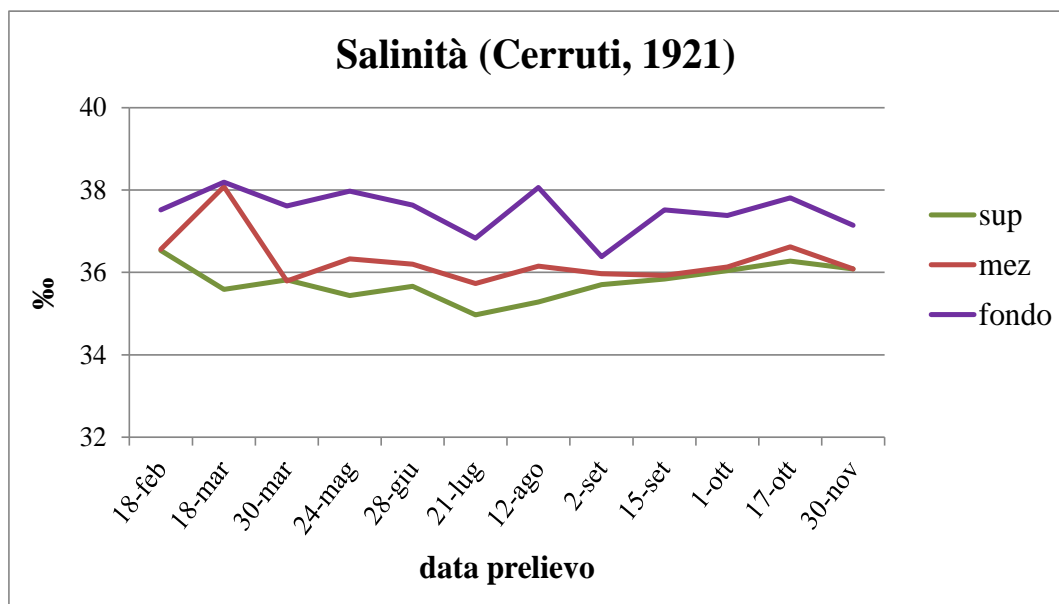


Figura 3.2: Andamento della salinità nella stazione St. Mp nel 1921 in superficie (sup), mezz'acqua (mez) e sul fondo

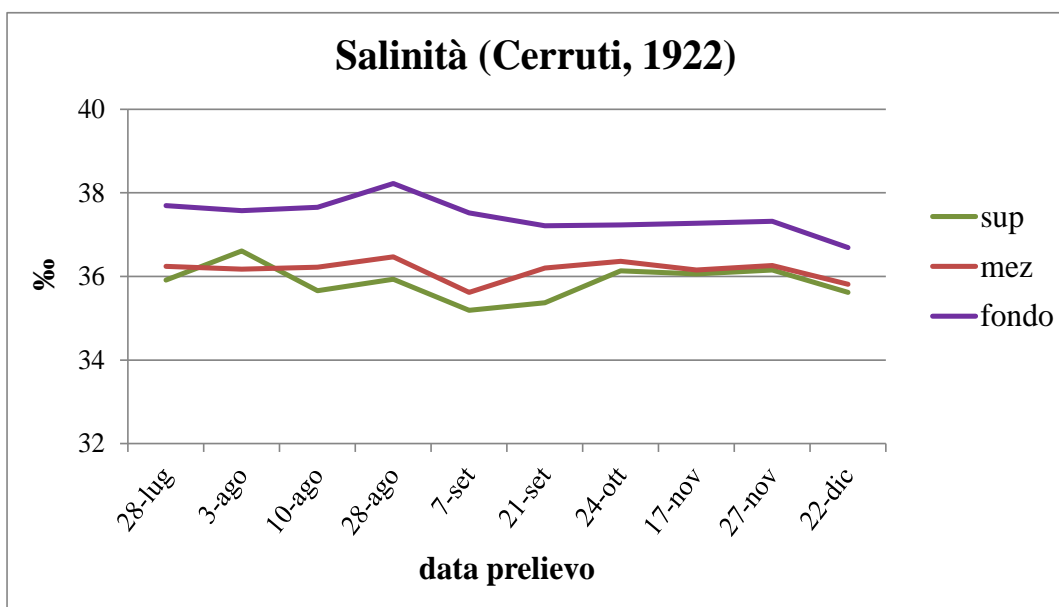


Figura 3.3: Andamento della salinità nella stazione St. Mp nel 1922 in superficie (sup), mezz'acqua (mez) e sul fondo

Tabella 3.1: Dati di temperatura (°C), ossigeno disciolto (mg/L) e ossigeno % relativi a tre campagne di prelievo in superficie (sup), a mezz'acqua (mez) e sul fondo nell'anno 1922

Data	Ossigeno (mg/L)			Ossigeno %			Temperatura (°C)		
	sup	mez	fondo	sup	mez	fondo	sup	mez	fondo
28-lug	8.08	7.92	6.72	122.43	119.84	100.53	26.32	25.82	24.66
3-ago	6.72	6.96	6.24	99.83	104.07	93.42	24.61	25.14	24.74
28-ago	8.76	7.64	5.68	132.83	115.78	87.14	26.05	25.83	25.97

Le ricerche di Cerruti, proseguirono nel 1932, fino al 1934, sempre nella stazione identificata con la sigla St.Mp. Ai fini del presente studio, per queste campagne sono stati presi in considerazione i valori di salinità, temperatura, ossigeno disciolto e ossigeno % determinati in superficie (0 m) e sul fondo (12.5 m). In Allegato 2, le Tabelle 3-11 mostrano i dati completi. Nelle Figure 3.4-3.7 sono riportati rispettivamente gli andamenti dei valori di salinità, temperatura, ossigeno disciolto e ossigeno % in superficie (0 m) e sul fondo (12.5 m) per gli anni 1932-1934 mentre le Figure 3.8-3.10 mostrano gli andamenti dei valori medi degli stessi parametri calcolati su base annua.

La Tabella 3.2 riassume i valori medi annuali di temperatura, salinità e ossigeno disciolto delle tre campagne di studio (1932-1934). Le informazioni mancanti nei grafici sono dovute essenzialmente a dati non determinati dall'Autore. Come si può notare tra il dicembre 1931 e il gennaio del 1935 i valori medi annui di salinità nella stazione St.Mp del I Seno variano da 35.75 a 36.29 g/Kg, con livelli più elevati nei mesi estivi, sia per la maggiore temperatura ed evaporazione delle acque che per una minore portata dei Citri e scarsità di precipitazioni. Tali valori sono confrontabili con quelli osservati negli studi precedenti dello stesso Autore, relativi al 1921-1922. Il minimo dato medio di salinità, osservato nel periodo marzo-aprile del 1932 (34.1 mg/kg) probabilmente è da attribuire alle ingenti precipitazioni (162 mm di pioggia) osservate in quel periodo, come riporta l'Autore nella sua pubblicazione.

Per quanto riguarda l'andamento delle temperature, i trend annuali sono pressoché confrontabili tra loro, nell'arco dei tre anni di osservazione con valori minimi in inverno (febbraio-marzo) e massimi in estate (agosto-settembre). In particolare il minimo valore medio di temperatura è stato osservato a febbraio del 1934 (9.44°C), mentre il massimo a settembre del 1932 (26.07 °C).

I valori medi di ossigeno disciolto sono risultati compresi tra 6.0 e 8.5 mg/L con valori minimi nel periodo estivo. E' possibile notare come le acque del Mar Piccolo, soprattutto negli strati superficiali, sono contraddistinte da un buon livello di ossigenazione (talvolta si osservano anche casi di soprassaturazione di ossigeno, come indicato nella Figura 3.7), mentre negli strati profondi si osservano livelli di ossigeno disciolto inferiori o addirittura deficitari.

La stratificazione delle acque comporta differenze nel contenuto di ossigeno disciolto tra le acque superficiali e di fondo. Nel periodo estivo, infatti, si è potuto osservare un deficit di ossigeno e una maggiore differenza tra le acque superficiali e quelle di fondo, dove spesso si riscontrano condizioni anossiche. Con l'aumento della temperatura e della stratificazione delle acque diminuisce la solubilità dell'ossigeno disciolto e la diffusione di questo gas lungo la colonna d'acqua. Nel periodo invernale, invece, si può notare che sono le acque di superficie ad avere una maggiore concentrazione di ossigeno disciolto rispetto alle acque di fondo.

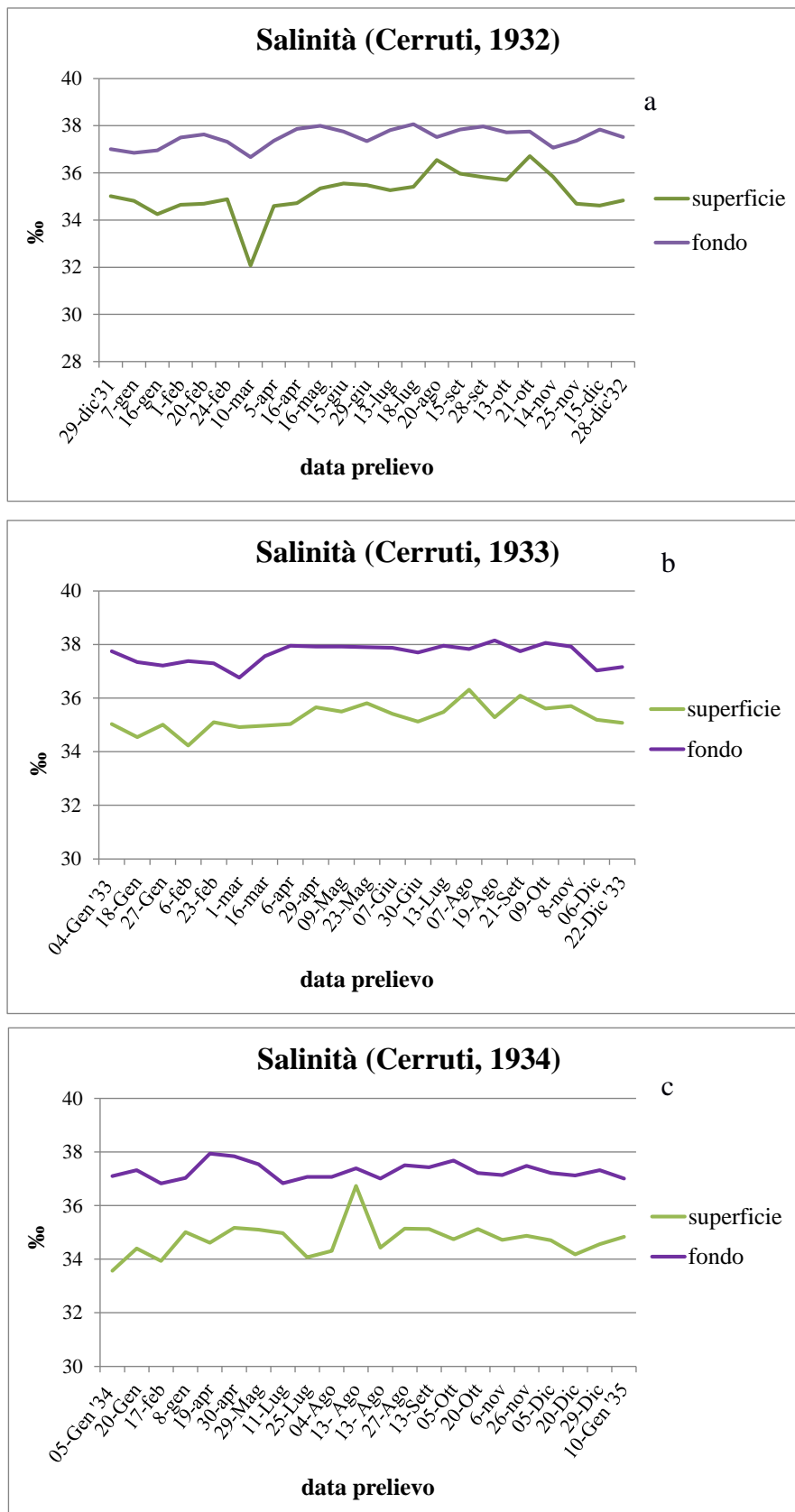


Figura 3.4 (a-c): Andamenti della salinità (%) in superficie (0 m) e sul fondo (12.5 m) dal 1932 al 1934

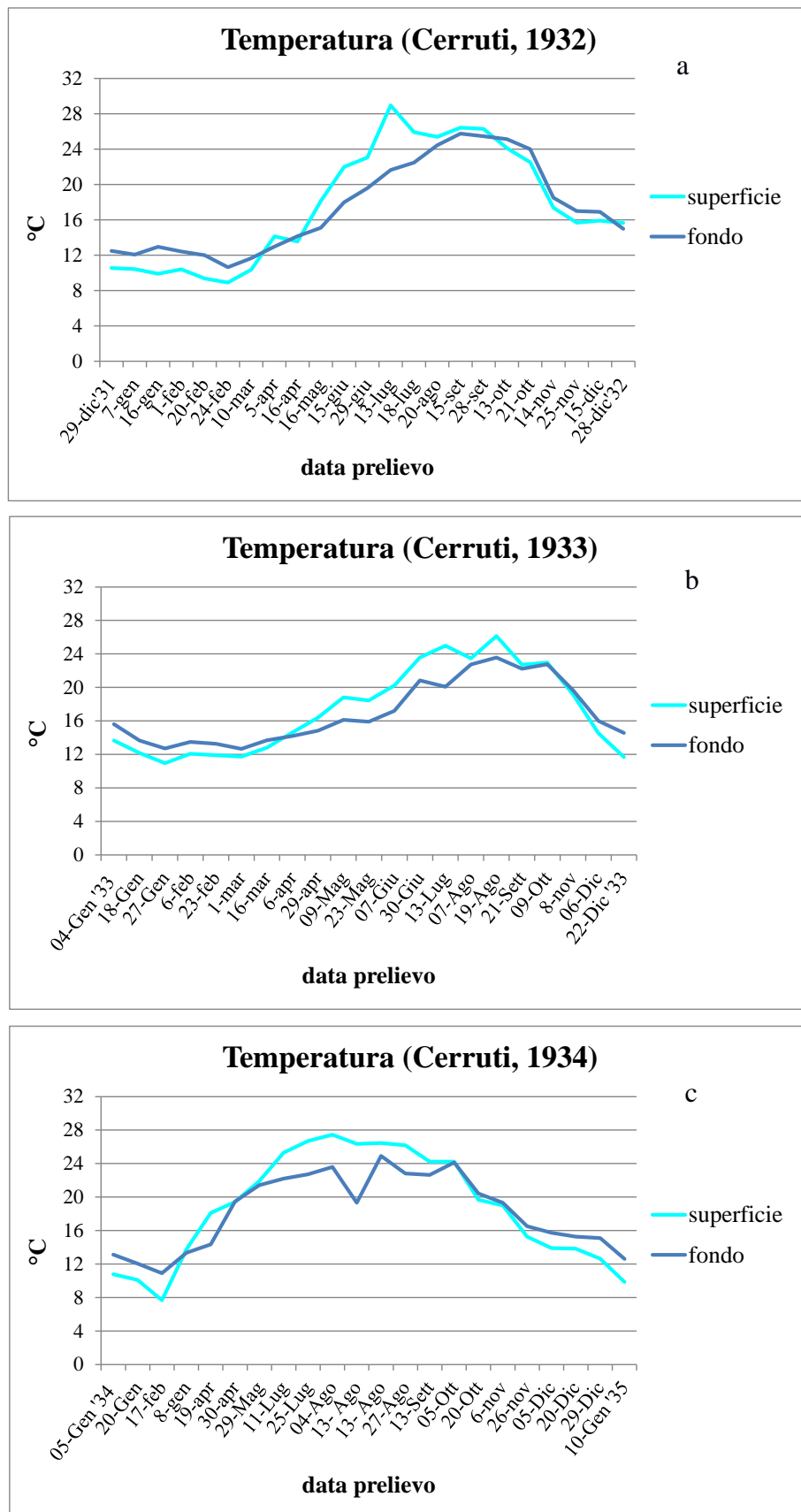


Figura 3.5 (a-c): Andamenti della temperatura (°C) in superficie (0 m) e sul fondo (12.5 m) dal 1932 al 1934

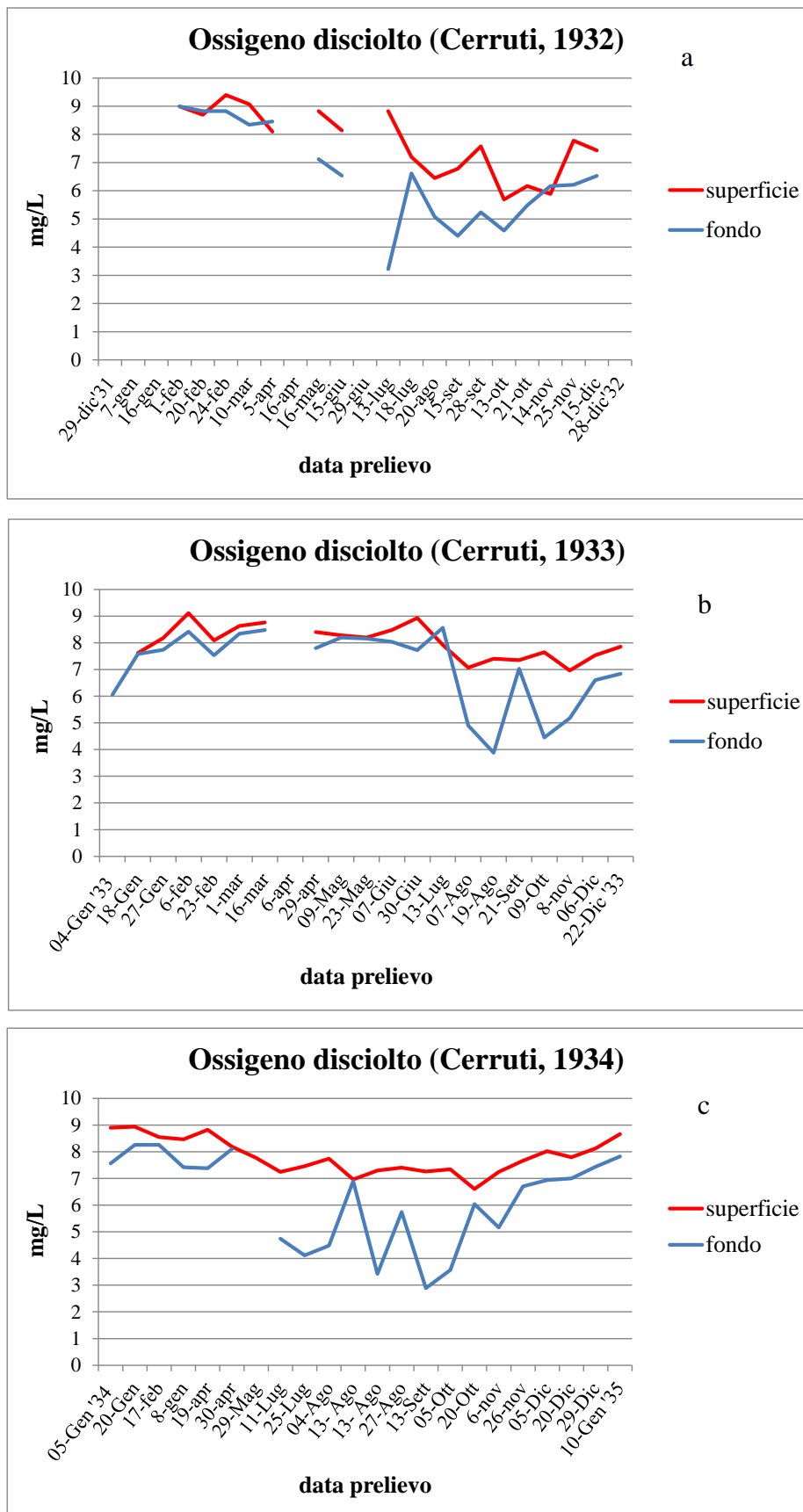


Figura 3.6 (a-c): Andamenti dell'ossigeno disciolto (mg/L) in superficie (0 m) e sul fondo (12.5 m) dal 1932 al 1934

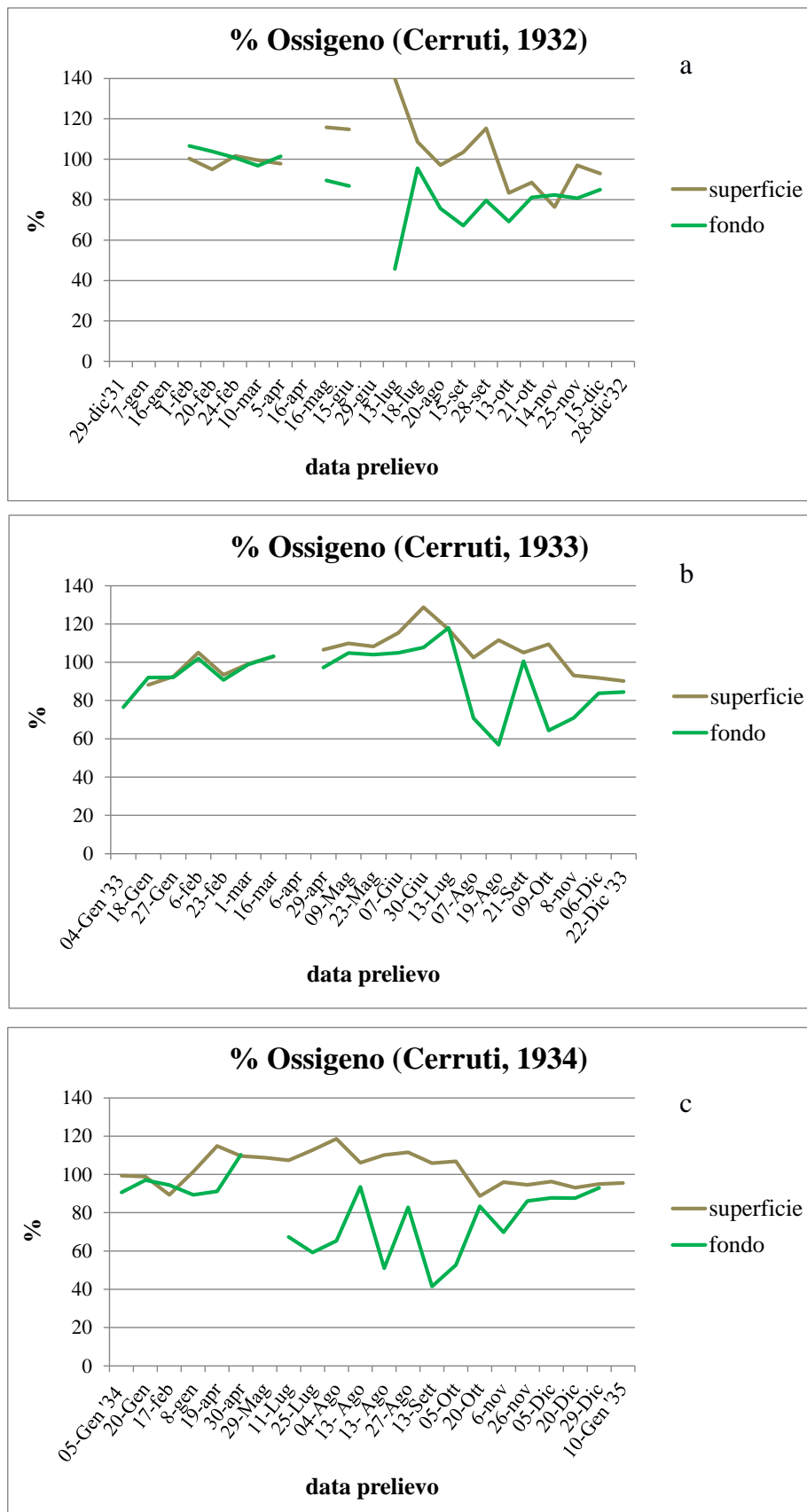


Figura 3.7 (a-c): Andamenti dell'ossigeno percentuale (%) in superficie (0 m) e sul fondo (12.5 m) dal 1932 al 1934

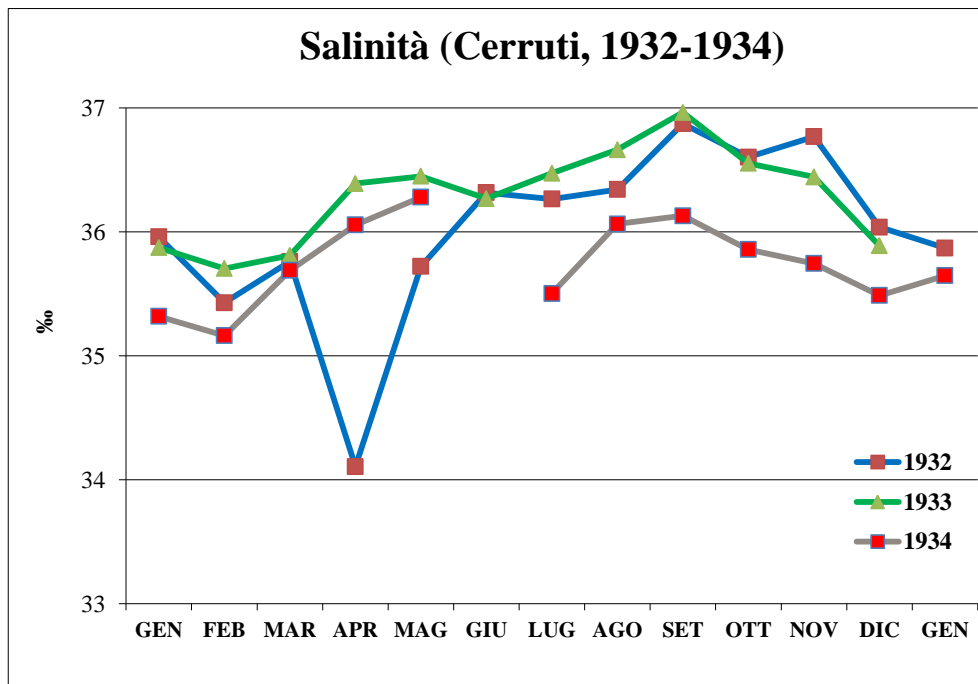


Figura 3.8: Andamenti medi mensili della salinità (‰) (valore medio tra superficie, mezz'acqua e fondo) osservati nel 1932 (dal 29 dicembre 1931 al 28 dicembre 1932), 1933 (dal 4 gennaio al 22 dicembre 1933) e nel 1934 (dal 5 gennaio 1934 al 10 gennaio 1935).

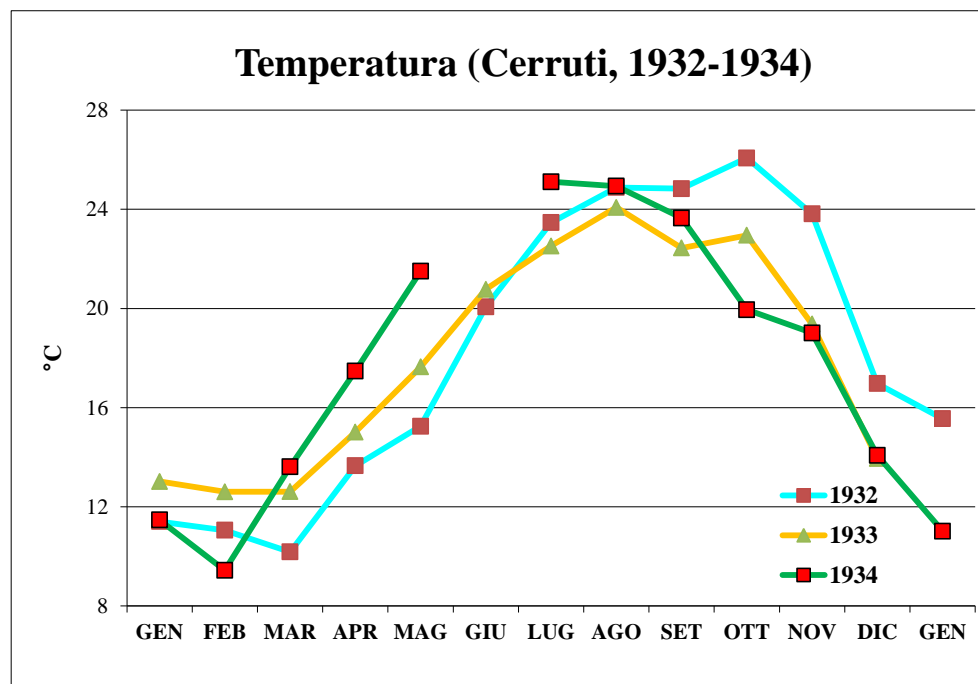


Figura 3.9: Andamenti medi mensili della temperatura (°C) (valore medio tra superficie, mezz'acqua e fondo) osservati nel 1932 (dal 29 dicembre 1931 al 28 dicembre 1932), 1933 (dal 4 gennaio al 22 dicembre 1933) e nel 1934 (dal 5 gennaio 1934 al 10 gennaio 1935).

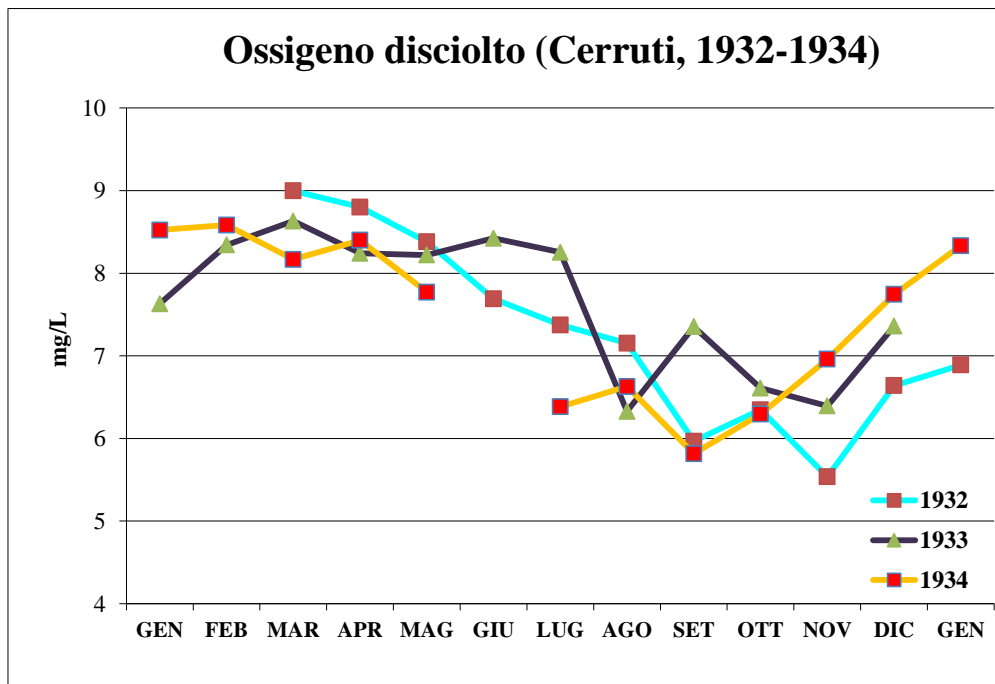


Figura 3.10: Andamenti medi mensili dell'ossigeno disciolto (mg/L) (valore medio tra superficie, mezz'acqua e fondo) osservati nel 1932 (dal 29 dicembre 1931 al 28 dicembre 1932), 1933 (dal 4 gennaio al 22 dicembre 1933) e nel 1934 (dal 5 gennaio 1934 al 10 gennaio 1935)

Tabella 3.2: Medie annuali di salinità (‰), ossigeno disciolto (mg/L) e temperatura (°C) relativi alle campagne di prelievo in superficie, mezz'acqua e fondo pubblicate da Cerruti (1938)

	Salinità ‰	Ossigeno mg/L	Temperatura °C
1932	36.00	7.25	18.25
1933	36.29	7.65	18.58
1934	35.75	7.47	17.60

3.2 Le indagini di De Angelis & Della Valle

Nel 1959, De Angelis & Della Valle pubblicarono un ulteriore studio, relativo ad indagini negli anni 1956-1958, riguardanti le condizioni fisico-chimiche del Mar Piccolo e del Mar Grande di Taranto, finalizzato alla conoscenza del ciclo stagionale del fitoplancton e zooplancton in relazione alle condizioni ambientali. La Figura 3.11 illustra la stazione di studio considerata dagli Autori.



Figura 3.11: Localizzazione della stazione di studio in Mar Piccolo (Autori: De Angelis & Della Valle)

I dati pubblicati (Figure 3.12-3.13) riguardano temperatura e salinità in superficie in corrispondenza della stazione denominata dagli stessi Autori come “III” e situata nella parte meridionale del I Seno, in prossimità del canale navigabile. Le Tabelle 12-14, in Allegato 2 illustrano i relativi dati. Nel corso dei tre anni di studio il valore minimo di salinità, pari a 34.25 g/Kg, fu osservato nel 1956 ad aprile mentre il massimo, corrispondente a 35.8 g/Kg fu registrato nei mesi di maggio e settembre dello stesso anno. Per la temperatura (Figura 3.13), il range fu 8.80 - 27.40 °C (rispettivamente a febbraio 1956 e ad agosto 1958). Il trend annuale delle temperature, nel complesso, è paragonabile a quello osservato da Cerruti negli suoi studi precedenti. La Tabella 3.3 illustra le medie annuali osservate.

Tabella 3.3: Medie annuali di salinità (‰) e temperatura (°C) relativi alle campagne di prelievo in superficie pubblicate da De Angelis e Della Valle (1959)

	Salinità ‰	Temperatura °C
1956	34.94	19.11
1957	35.09	19.34
1958	35.08	18.39

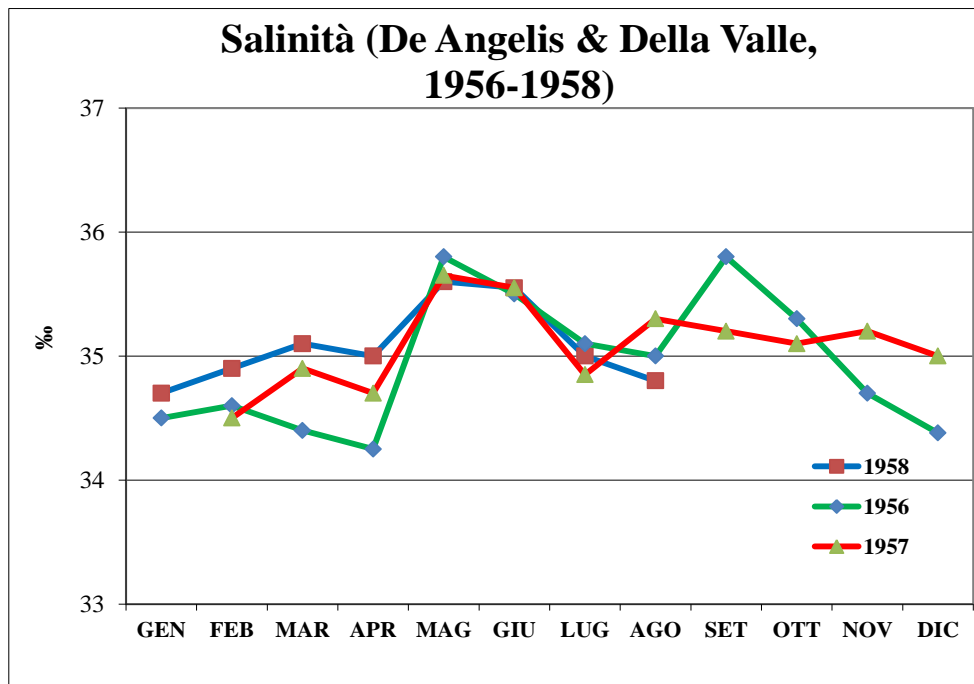


Figura 3.12: Andamenti mensili della salinità (‰) (valori misurati in superficie) osservati nel 1956 (dal 13 gennaio al 22 dicembre 1956), 1957 (dal 26 febbraio al 4 dicembre 1957) e nel 1958 (dal 26 gennaio al 21 agosto 1958)

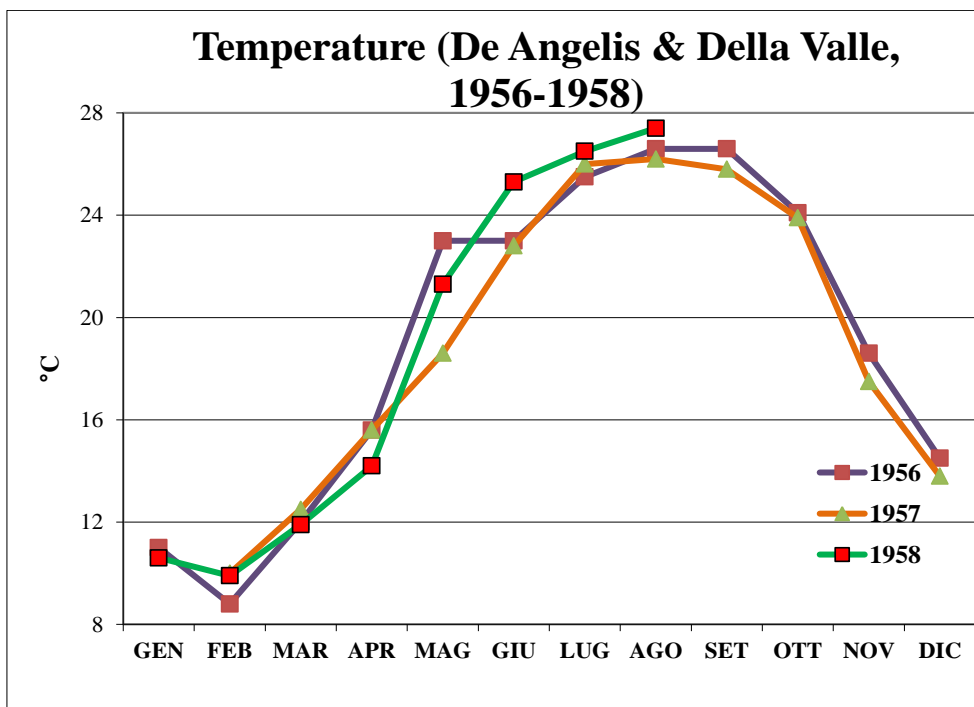


Figura 3.13: Andamenti mensili della temperatura (°C) (valori misurati in superficie) osservati nel 1956 (dal 13 gennaio al 22 dicembre 1956), 1957 (dal 26 febbraio al 4 dicembre 1957) e nel 1958 (dal 26 gennaio al 21 agosto 1958)

3.3 Le indagini di Aristocle Vatova

I dati successivi al 1959 disponibili sono quelli riportati da Aristocle Vatova in uno studio del 1972, relativi al periodo di osservazione 1962-1969, periodo in cui le prese a mare dello stabilimento siderurgico di Taranto avevano iniziato l'attività di aspirazione delle acque nel I Seno del Mar Piccolo. La Figura 3.14 mostra le stazioni di prelievo nello studio di Vatova.



Figura 3.14: Localizzazione della stazione di studio in Mar Piccolo (Autore: Vatova)

I dati si riferiscono alla stazione denominata con il numero 3, posizionata nel centro del I Seno, alla stazione 4, ubicata nel II Seno e alla stazione 5, aggiunta a partire dal giugno 1963, ubicata nel I Seno nei pressi delle prese a mare ILVA. In questa indagine furono effettuati prelievi di acqua a diverse profondità. Nello specifico, nella stazione 3 i prelievi furono effettuati a 0, 5 e 10 m di profondità; nella stazione 4 a 0, 5 ed 8 m e nella stazione 5 a 0 e 3 m. La metodologia utilizzata per la determinazione della salinità fu, anche in questo caso, quella basata sulla determinazione dei cloruri con il metodo di Mohr-Knudsen. L'Autore, purtroppo, riporta direttamente i valori medi mensili di salinità calcolati su tre profondità (per le stazioni 3 e 4) o su 2 profondità (per la stazione 5). Le Tabelle 15-18 in Allegato 2 illustrano i relativi dati. Le Figure 3.15-3.26 mostrano rispettivamente i valori medi mensili di salinità, temperatura, ossigeno disciolto e ossigeno percentuale dal 1962 al 1969 (medie calcolate tra superficie, mezz'acqua e fondo) rispettivamente nelle stazioni 3 (centro I Seno), 5 (prese a mare, I Seno) e nella stazione 4 (centro II Seno). I valori medi annuali di salinità, temperatura, ossigeno disciolto e ossigeno percentuale sono invece riportati nelle Figure 3.27-3.30. Nelle elaborazioni grafiche delle medie annuali non è stato considerato per la stazione 5 (prese a mare) l'anno 1963 in quanto le campagne di prelievo sono partite soltanto a giugno dello stesso anno.

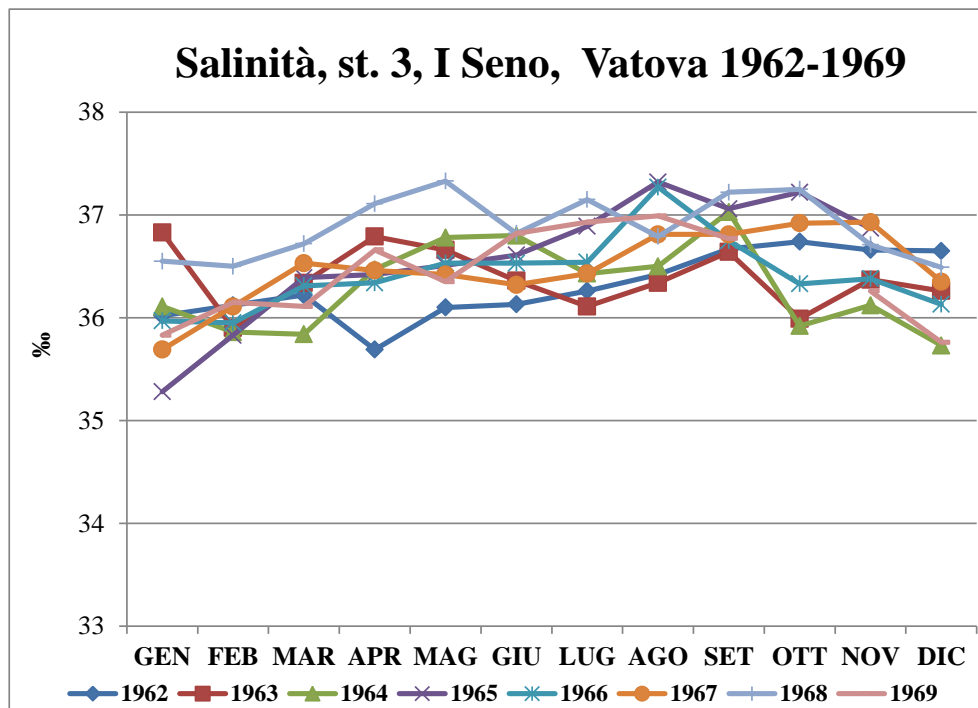


Figura 3.151: Andamenti mensili della salinit  (%) (valori medi tra superficie, mezz'acqua e fondo) osservati a partire dal 1962 al 1965 nella stazione 3 (centro I Seno)

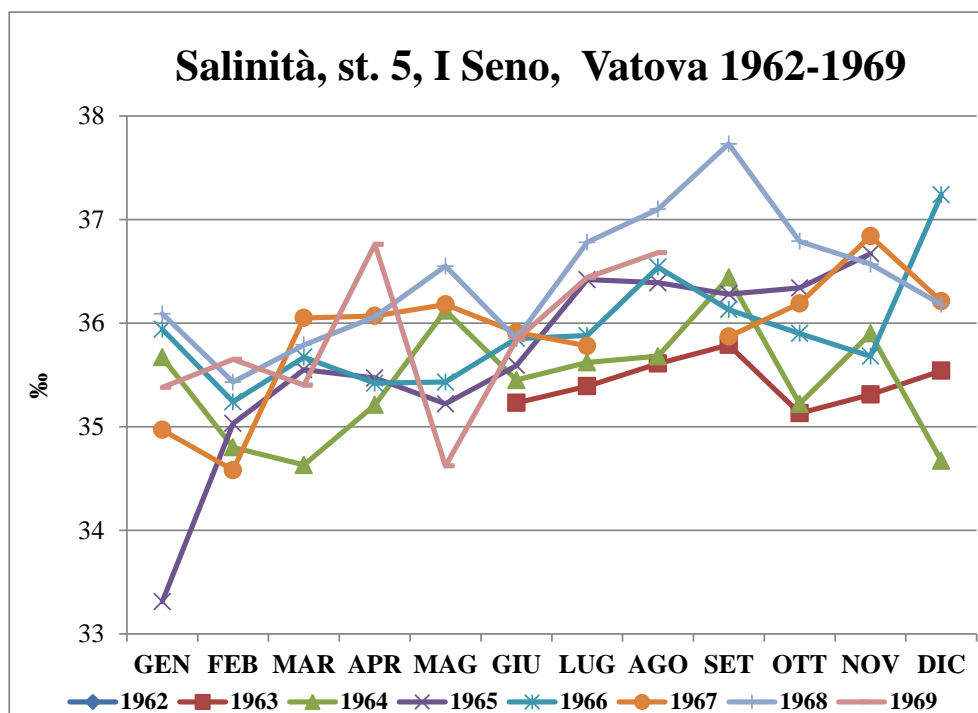


Figura 3.16: Andamenti mensili della salinit  (%) (valori medi tra superficie, mezz'acqua e fondo) osservati a partire dal 1962 al 1965 nella stazione 5 (prese a mare, I Seno)

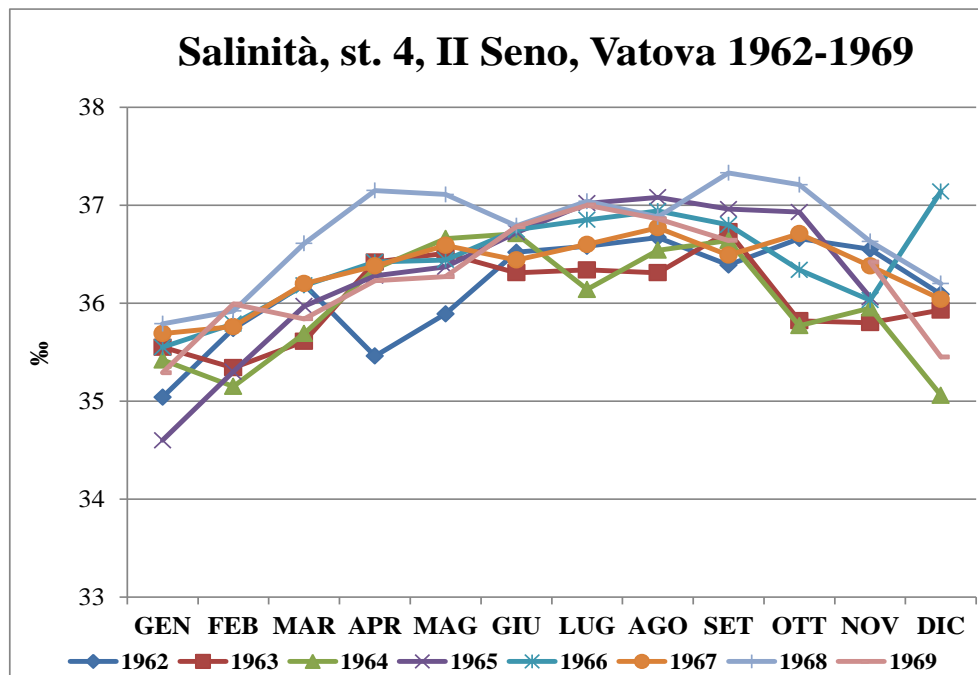


Figura 3.17: Andamenti mensili della salinità (‰) (valori medi tra superficie, mezz'acqua e fondo) osservati a partire dal 1962 al 1965 nella stazione 4 (II Seno)

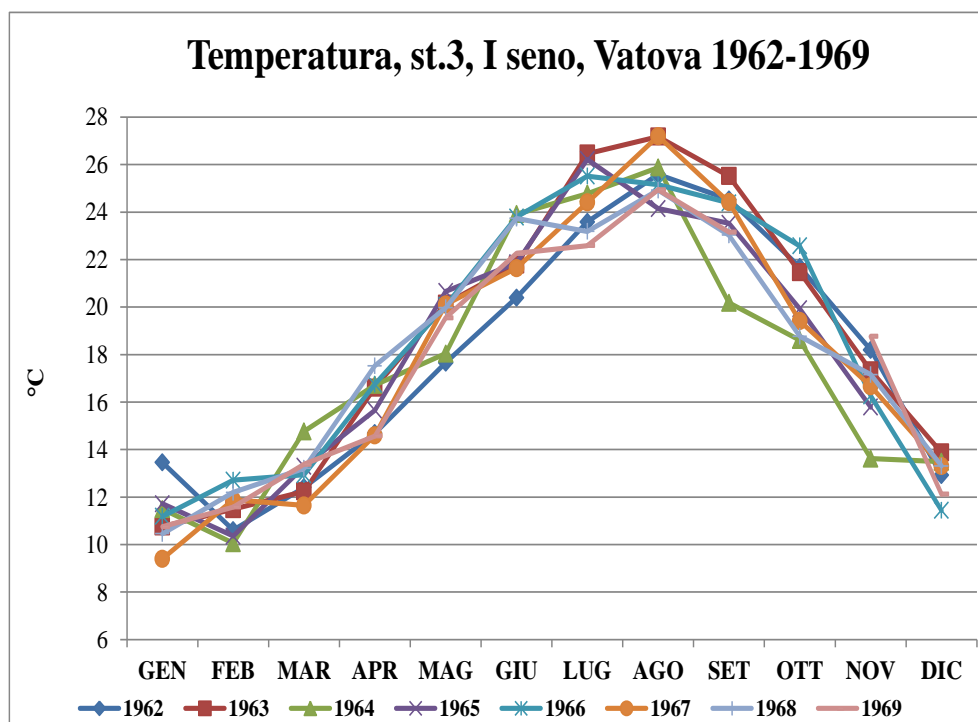


Figura 3.18: Andamenti mensili della temperatura °C (valori medi tra superficie, mezz'acqua e fondo) osservati a partire dal 1962 al 1965 nella stazione 3 (centro I Seno)

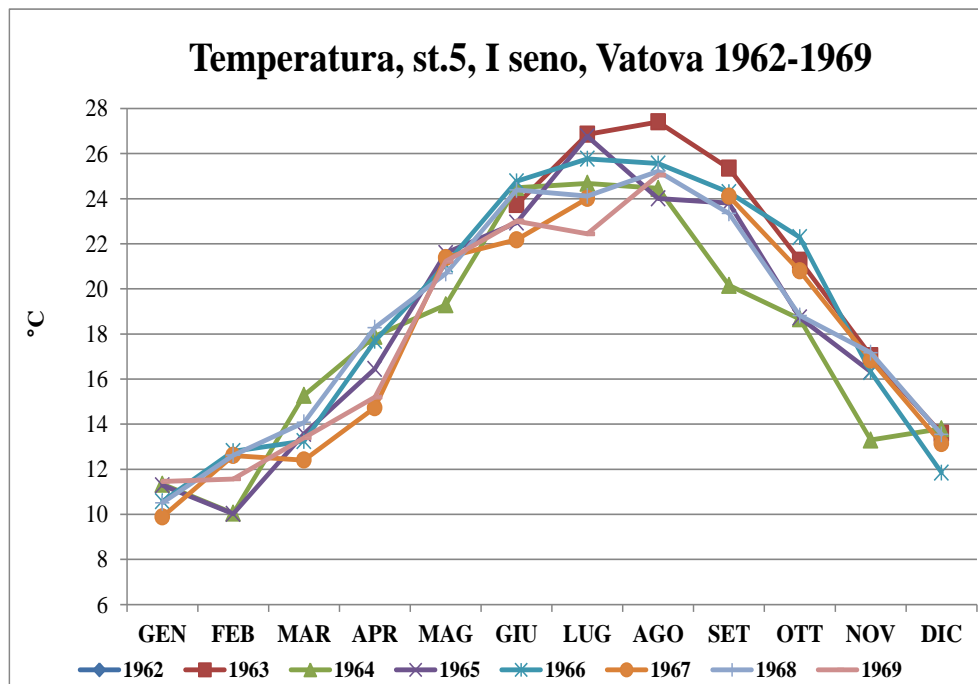


Figura 3.19: Andamenti mensili della temperatura °C (valori medi tra superficie, mezz'acqua e fondo) osservati a partire dal 1962 al 1965 nella stazione 5 (prese a mare, I Seno)

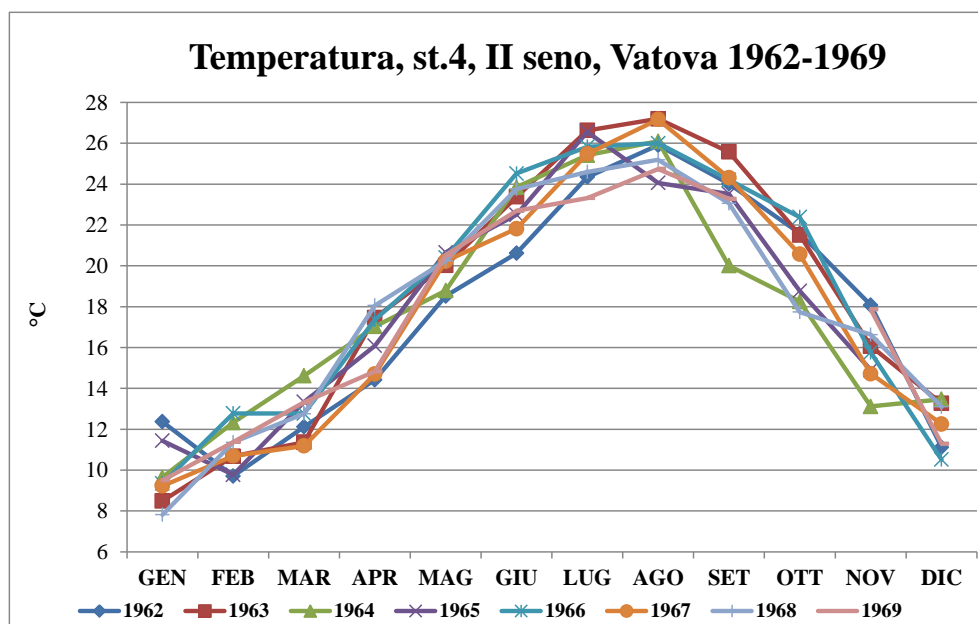


Figura 3.20: Andamenti mensili della temperatura °C (valori medi tra superficie, mezz'acqua e fondo) osservati a partire dal 1962 al 1965 nella stazione 4 (II Seno)

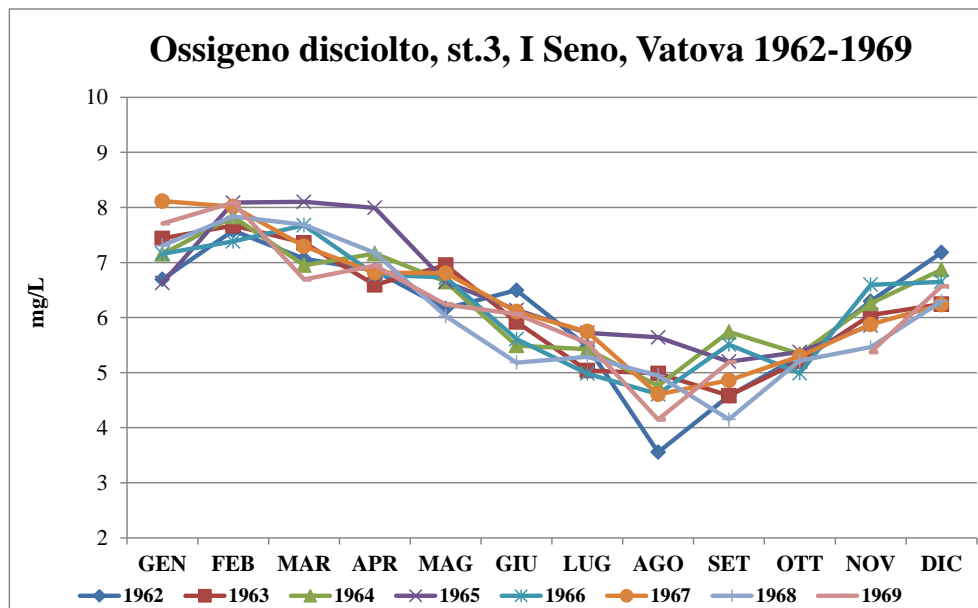


Figura 3.21: Andamenti mensili dell'ossigeno disciolto (mg/L) (valori medi tra superficie, mezz'acqua e fondo) osservati a partire dal 1962 al 1965 nella stazione 3 (centro I Seno)

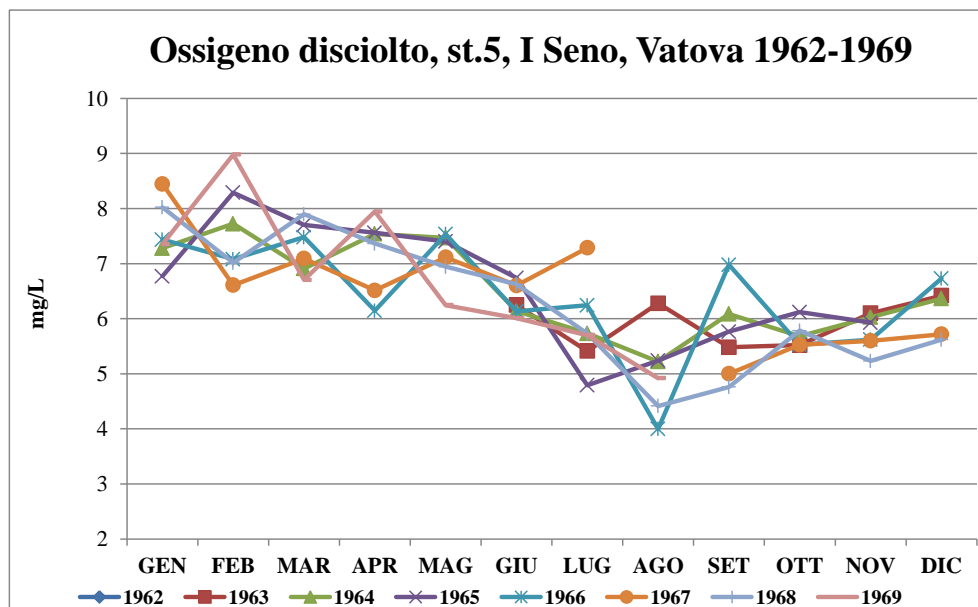


Figura 3.22: Andamenti mensili dell'ossigeno disciolto (mg/L) (valori medi tra superficie, mezz'acqua e fondo) osservati a partire dal 1962 al 1965 nella stazione 5 (prese a mare, I Seno)

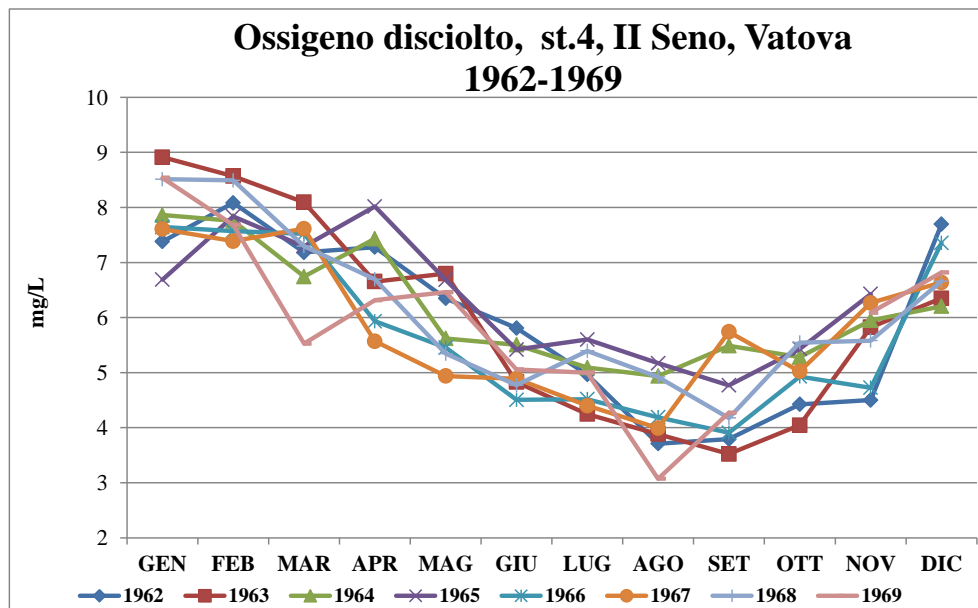


Figura 3.23: Andamenti mensili dell'ossigeno disciolto (mg/L) (valori medi tra superficie, mezz'acqua e fondo) osservati a partire dal 1962 al 1965 nella stazione 4 (II Seno)

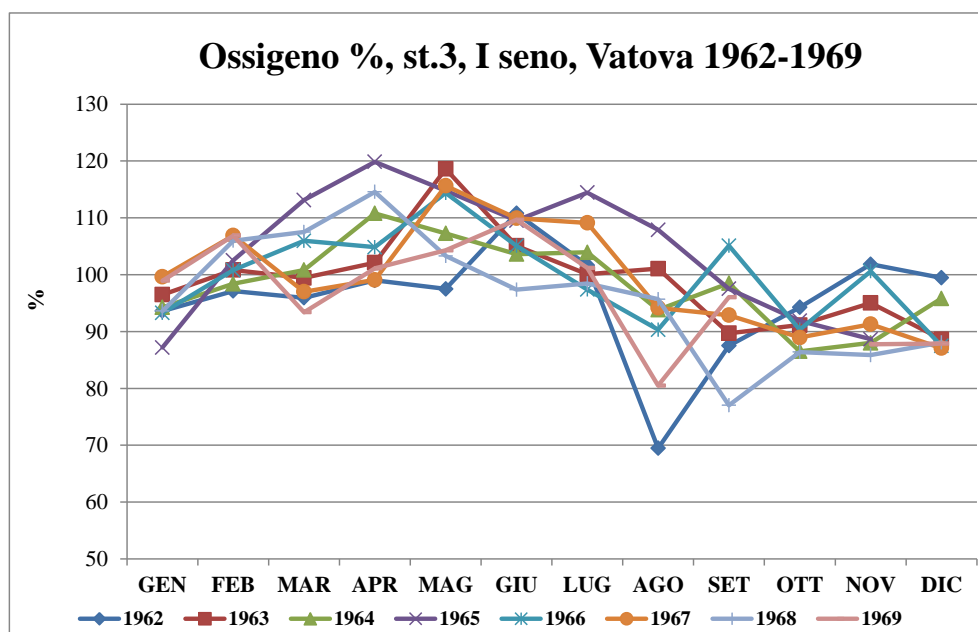


Figura 3.24: Andamenti mensili dell'ossigeno % (valori medi tra superficie, mezz'acqua e fondo) osservati a partire dal 1962 al 1965 nella stazione 3 (centro I Seno)

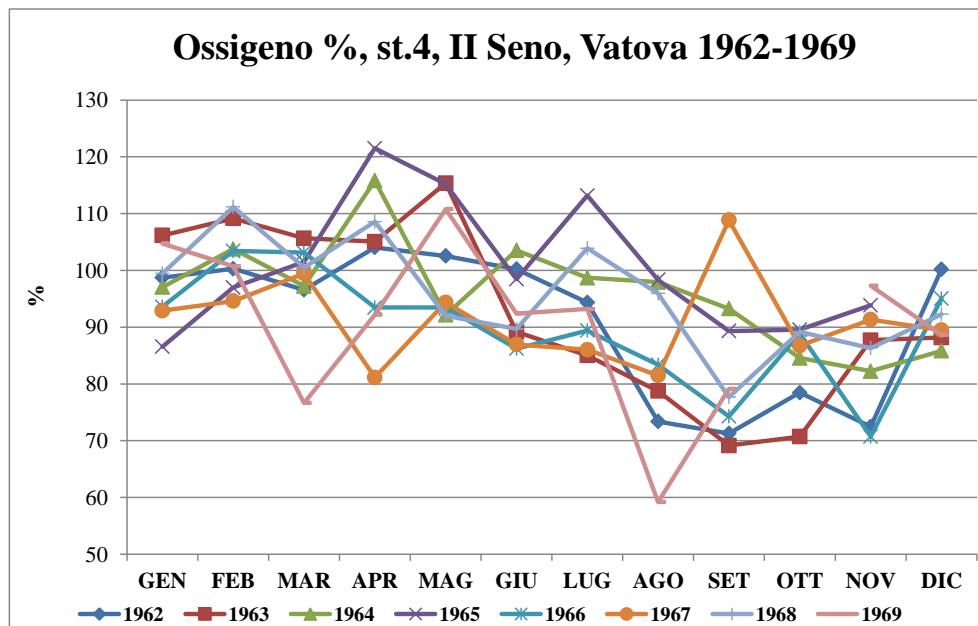


Figura 3.25: Andamenti mensili dell'ossigeno percentuale (%) (valori medi tra superficie, mezz'acqua e fondo) osservati a partire dal 1962 al 1965 nella stazione 4 (II Seno)

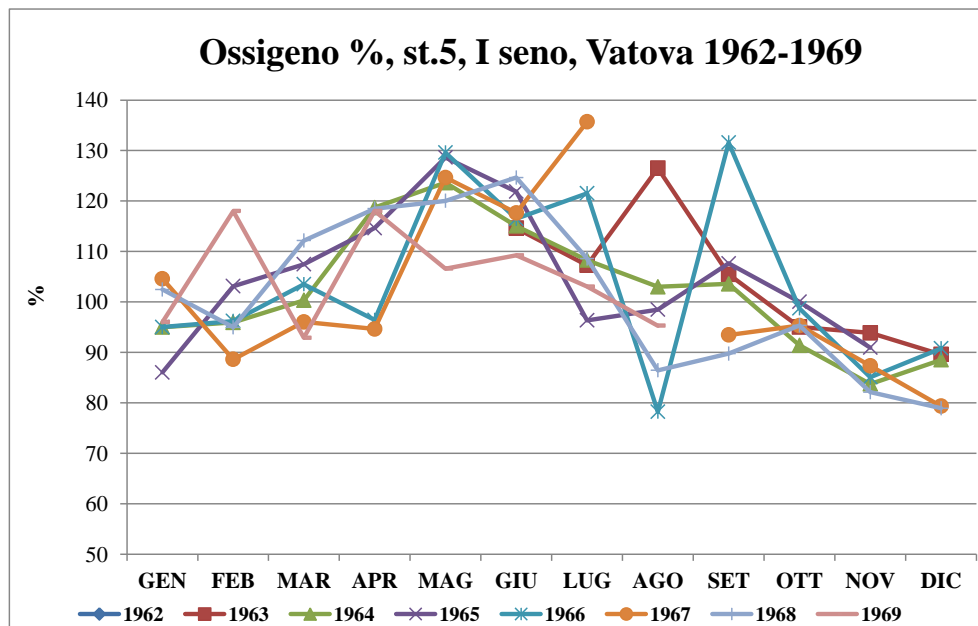


Figura 3.26: Andamenti mensili dell'ossigeno percentuale (%) (valori medi tra superficie, mezz'acqua e fondo) osservati a partire dal 1962 al 1965 nella stazione 5 (prese a mare, I Seno)

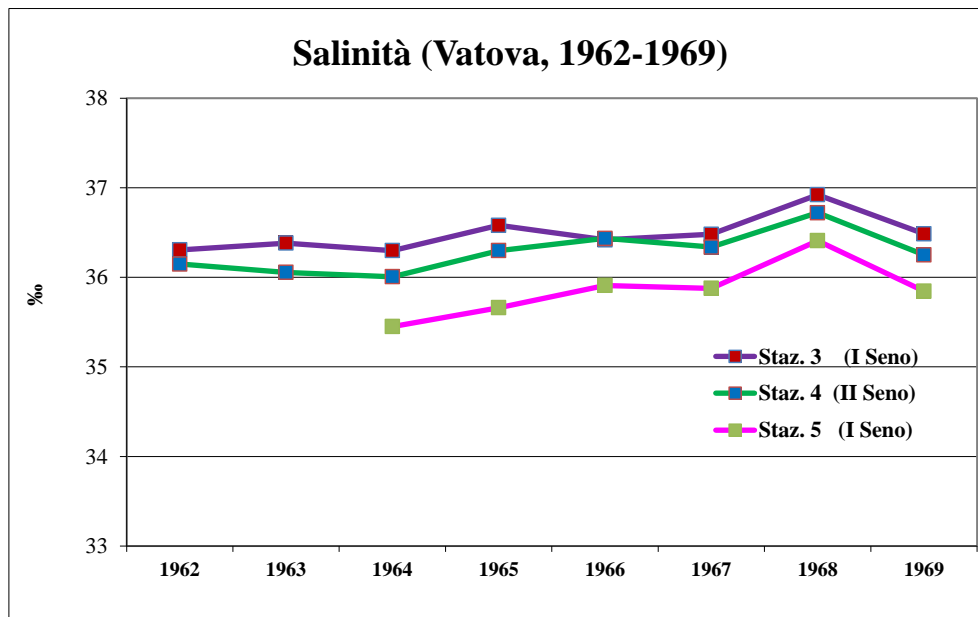


Figura 3.27: Medie annuali di salinità (‰), relativi alle campagne di prelievo in superficie, mezz'acqua e fondo pubblicate da Vatova (1972)

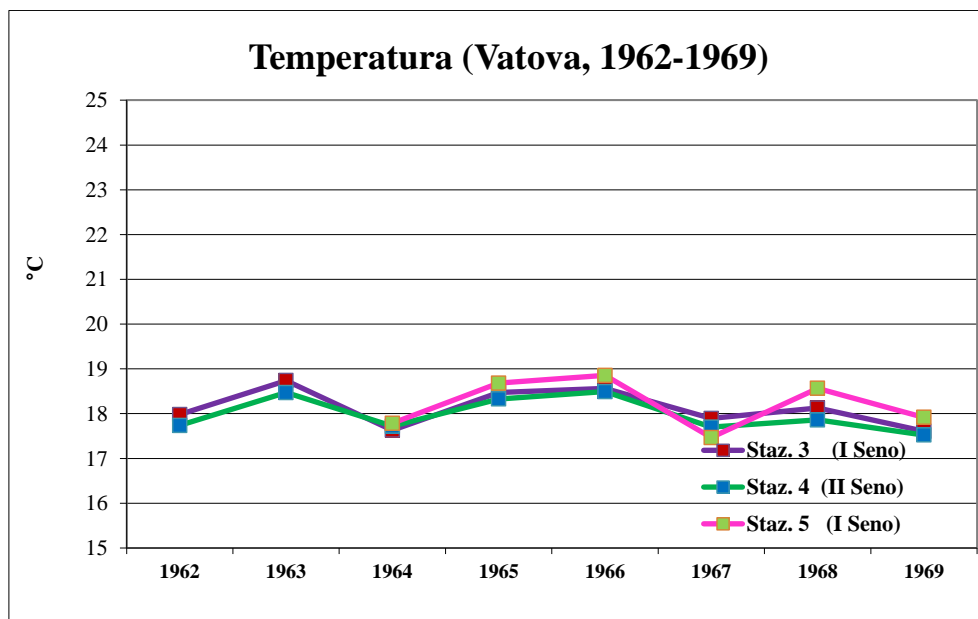


Figura 3.28: Medie annuali temperatura (°C) relativi alle campagne di prelievo in superficie, mezz'acqua e fondo pubblicate da Vatova (1972)

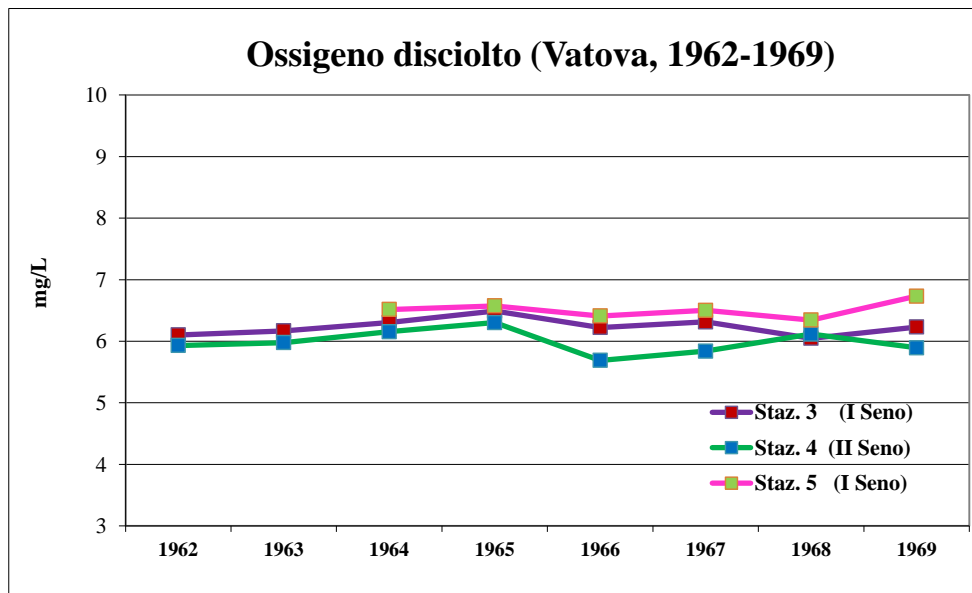


Figura 3.29: Medie annuali di ossigeno disciolto (mg/L) relativi alle campagne di prelievo in superficie, mezz'acqua e fondo pubblicate da Vatova (1972)

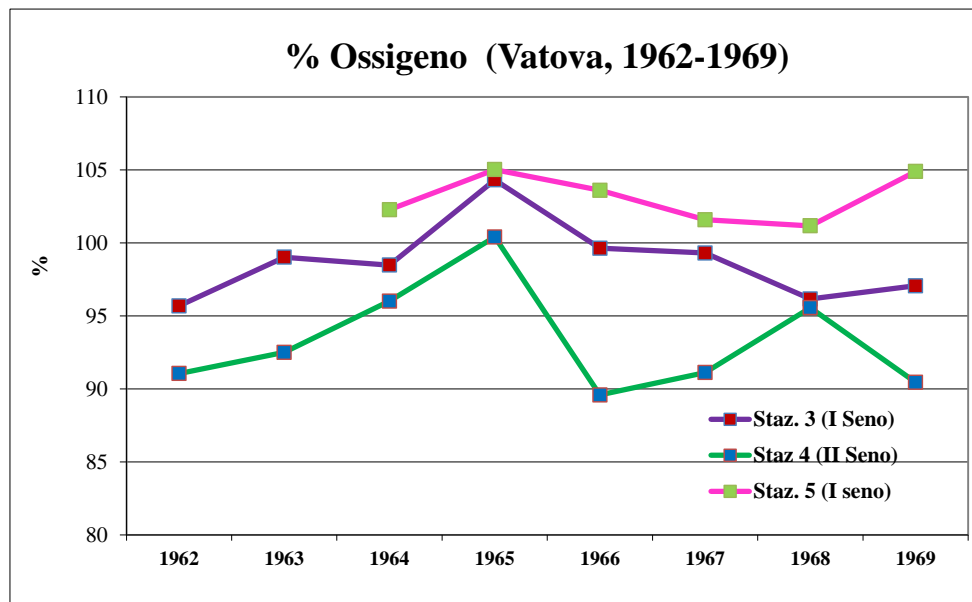


Figura 3.30: Medie annuali di ossigeno percentuale (%) relativi alle campagne di prelievo in superficie, mezz'acqua e fondo pubblicate da Vatova (1972)

La Tabella 3.4 riassume per ciascun parametro i valori minimi e massimi riscontrati con il relativo periodo di osservazione.

Tabella 3.4: Valori minimi e massimi di salinità (%), temperatura (°C) e ossigeno (mg/L) relativi alle campagne di prelievo 1962-1969 pubblicate da Vatova (1972)

	Stazione	Ubicazione	Min	mm/aa	Max	mm/aa
salinità %	3	I Seno	35.28	gen-65	37.33	mag-68
	5	I Seno	33.31	gen-67	37.73	set-68
	4	II Seno	34.60	gen-68	37.33	set-68
temperatura °C	3	I Seno	9.40	gen-67	27.2	ago-67
	5	I Seno	9.89	gen-67	27.41	ago-63
	4	II Seno	7.82	gen-68	27.2	ago-63
ossigeno mg/L	3	I Seno	3.55	ago-62	8.11	gen-67
	5	I Seno	4.00	ago-66	8.98	feb-68
	4	II Seno	3.07	ago-88	8.91	gen-63

In linea con i trend annuali, a gennaio sono stati registrati i valori più bassi di salinità e temperatura mentre i valori maggiori sono stati riscontrati nel periodo primaverile-estivo. I minimi valori di salinità osservati nel mese di gennaio sono legati al regime delle piogge e al conseguente aumento della portata dei citri. Per quanto riguarda l'ossigeno, i valori più bassi sono stati osservati ad agosto (con conseguenti situazioni di sottosaturazione), mentre i valori massimi nel periodo invernale (gennaio-febbraio). Per quanto concerne gli andamenti medi annuali, i valori medi di salinità (Figura 3.27) nella stazione 3, al centro del I Seno, sono complessivamente più alti che nel II Seno, segno di una maggiore influenza di acque a maggiore salinità provenienti dal Mar Grande. Nella stazione 5 invece (I Seno, prese a mare) i livelli di salinità appaiono più bassi forse per l'influenza della vicinanza del Citro Galeso e dell'immissione in Mar Piccolo di acque salmastre Fiume Galeso. In questa stazione, si assiste ad un graduale aumento della salinità dal 1964 al 1969, malgrado l'intercalarsi, come riportato dall'Autore, di una annata molto piovosa (603.8 mm) nel 1966. I valori medi annuali di temperatura, ossigeno disciolto e di conseguenza di ossigeno %, mostrano degli andamenti pressoché simili di anno in anno. Dalla Figura 3.30 si evince come la percentuale di ossigenazione sia più alta nel I Seno rispetto al II Seno con valori superiori anche in corrispondenza delle prese a mare ILVA.

3.4 Le indagini di Terio

Nello stesso arco temporale delle indagini condotte da Vatova, Terio e collaboratori pubblicarono nel 1966 ulteriori dati riferiti al periodo marzo 1964 - maggio 1965. La Figura 3.31 illustra la stazione di studio.



Figura 3.31: Localizzazione della stazione di studio in Mar Piccolo (Autori: Terio et al.)

I prelievi sembrano essere stati effettuati in superficie ogni decade di ciascun mese e, in alcuni casi, ogni sette giorni in funzione delle condizioni meteo-climatiche. In allegato, i dati dell'Autore sono ripostati nelle Tabelle 19 e 20 dell'Allegato 2. Le Figure 3.32-3.34 riportano i dati di salinità, temperatura e ossigeno disciolto (medie mensili) rilevati nella sola stazione indicata con il numero 3, posizionata nel I Seno in corrispondenza delle prese a mare ILVA. I dati sono stati raccolti durante una campagna di misure eseguita dalla Commissione paritetica istituita per studiare l'influenza delle prese a mare ILVA sull'ecosistema Mar Piccolo.

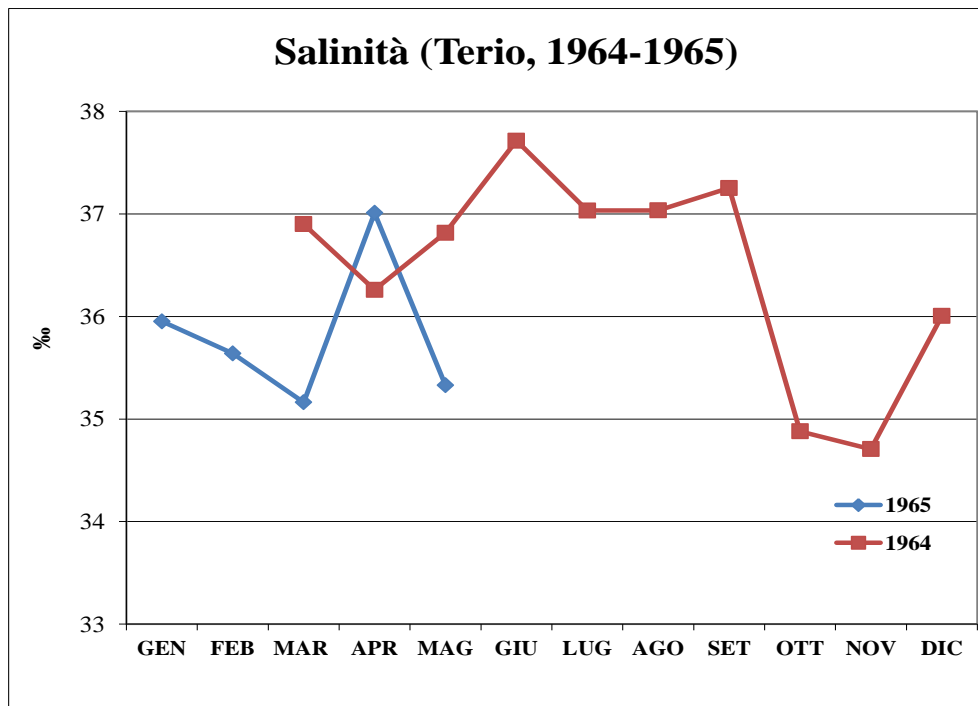


Figura 3.32: Andamenti mensili della salinità (‰) (valori misurati in superficie) osservati nel 1964 (dal 10 marzo al 22 dicembre 1964) e 1965 (dal 2 gennaio al 31 maggio 1965)

Anche se le campagne non hanno coperto tutti i mesi dell'anno, il valore medio di salinità nel 1964 è stato pari a 36.46 g/Kg. Nel 1965 sono state effettuate rilevazioni di temperatura, salinità e ossigeno disciolto solo da gennaio a maggio. La temperatura media nel 1964 è stata di 19.10 °C mentre il valore medio di ossigeno nello stesso anno è stato pari a 5.34 mg/L.

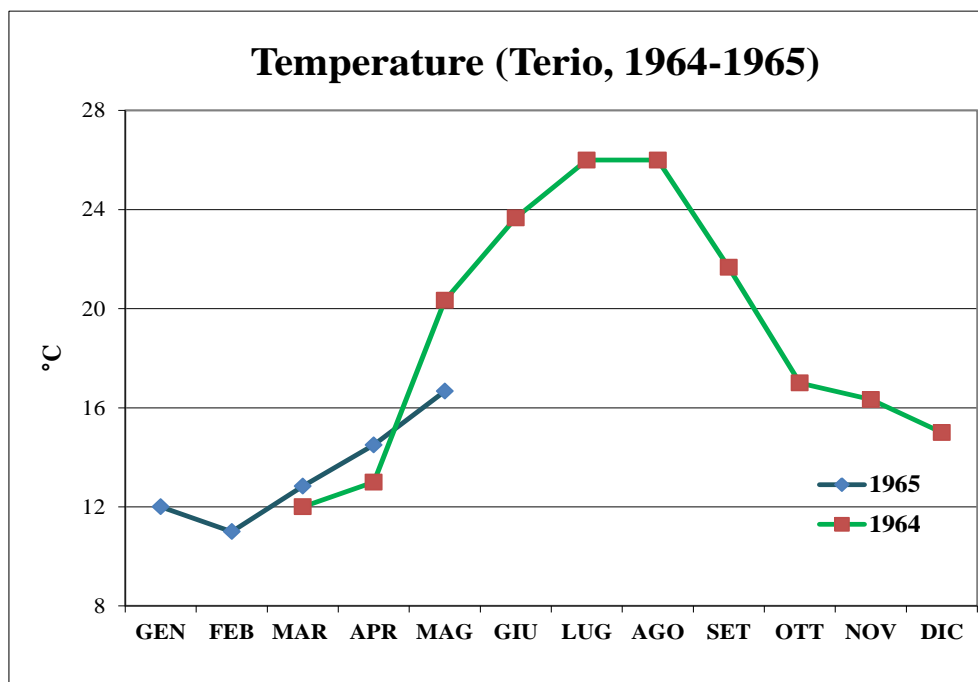


Figura 3.33: Andamenti mensili della temperatura (°C) (valori misurati in superficie) osservati nel 1964 (dal 10 marzo al 22 dicembre 1964) e 1965 (dal 2 gennaio al 31 maggio 1965)

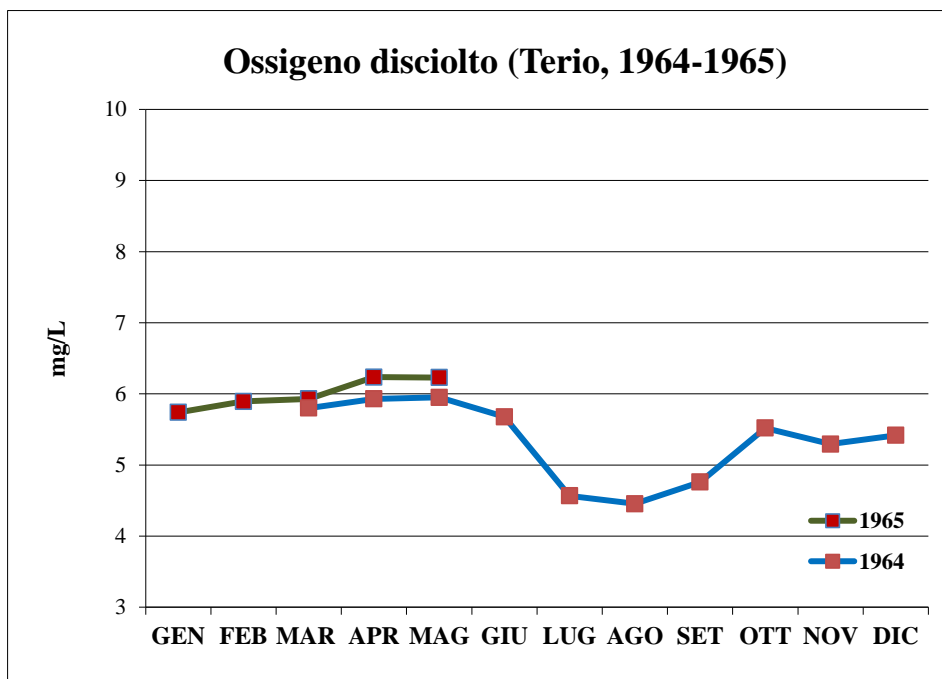


Figura 3.34: Andamenti mensili della concentrazione di ossigeno disciolto (mg/L) (valori misurati in superficie) osservati nel 1964 (dal 10 marzo al 22 dicembre 1964) e 1965 (dal 2 gennaio al 31 maggio 1965)

3.5 Le indagini di Strusi & Pastore

Tra il 1970 e il 1971 Strusi e Pastore condussero una campagna di studio in Mar Piccolo. Per il presente lavoro, le stazioni prese in considerazione, al fine di poter confrontare i dati, sono state quelle denominate dagli stessi Autori con il numero 2 (zona prospiciente le prese a mare nel I Seno), con il numero 4 (centro I Seno) e la stazione n. 6 (nel centro del II Seno) (Figura 3.35). I prelievi di acqua furono effettuati a due profondità (0-5 m) nella stazione 2 adiacente alle prese a mare, su tre quote (0-5-10 m) nella stazione 4 del I Seno e su due quote (0-10 m) nella stazione 6 del II Seno. Il metodo impiegato per la determinazione della salinità era sempre quello di Mohr basato sulla determinazione dei cloruri.



Figura 3.35: Localizzazione delle stazioni di studio in Mar Piccolo (Autore: Strusi & Pastore)

Nelle Tabelle 21-24 in Allegato 2 sono riportati i dati di salinità, ossigeno disciolto, ossigeno % e temperatura rilevati nelle tre stazioni del Mar Piccolo. Le Figure 3.36-3.47 illustrano gli andamenti mensili superficiali della salinità (‰), ossigeno disciolto (mg/L), ossigeno percentuale (%) e temperatura (°C) osservati nel 1970 (aprile-dicembre) e 1971 (gennaio-marzo) in superficie (stazioni 2 - 4 e 6) e sul fondo (st. 4 e 6). Da una analisi complessiva dei dati di salinità è possibile notare, in linea con gli studi degli anni precedenti, nella stazione 4 (I Seno) e 6 (II Seno) una evidente stratificazione delle acque con valori maggiori sul fondo con uno scarto fino al 2.5 ‰ circa. In superficie i valori medi di salinità nelle stazioni 2, 4 (I Seno) e 6 (II Seno) sono stati rispettivamente 35.70, 35.92 e 36.13 ‰ mentre sul fondo nelle stazioni 4 e 6 sono stati osservati valori medi pari a 37.79 e 36.98 ‰ rispettivamente.

Relativamente all'ossigeno disciolto, i dati superficiali indicano un buon livello di ossigenazione nelle tre stazioni con valori medi pari a 6.07, 6.79 e 6.66 mg/L rispettivamente per le stazioni 2, 4 e 6. La situazione cambia in profondità dove si osservano situazioni di deficit specialmente nei mesi estivi portando a conseguenti situazioni di sottosaturazione. Sul fondo il valore medio riscontrato nella stazione 4 (I Seno) è stato 5.13 mg/L; nel II Seno (St. 6) di 4.62 mg/L. L'andamento delle temperature è risultato coerente con quello degli anni precedenti.

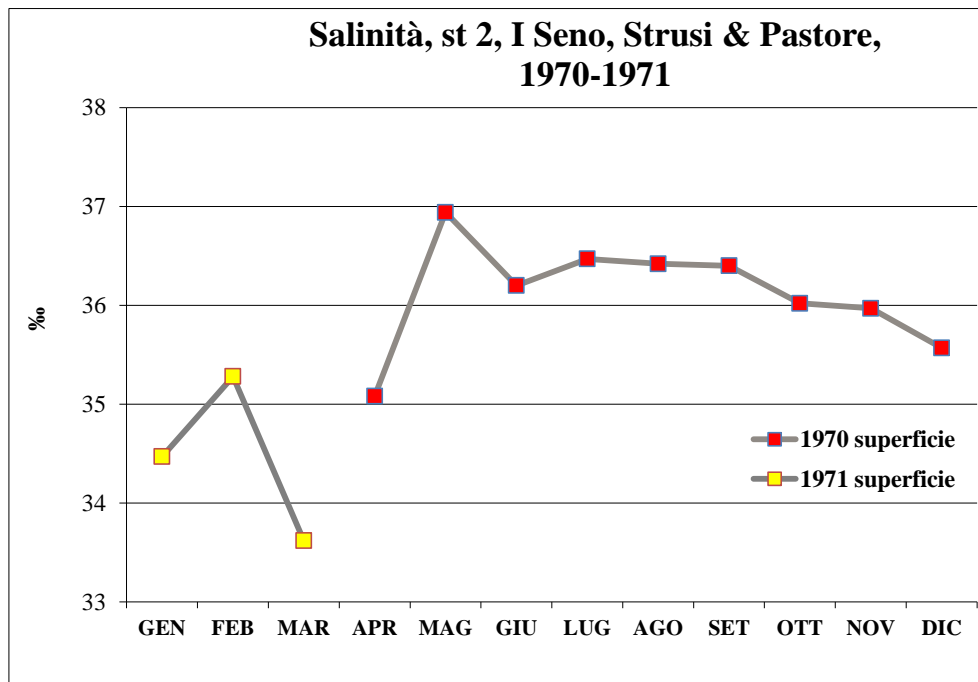


Figura 3.36: Andamenti mensili della salinità (‰) (valori misurati in superficie) osservati nel 1970 (aprile-dicembre) e 1971 (gennaio-marzo) nella stazione 2 (I Seno)

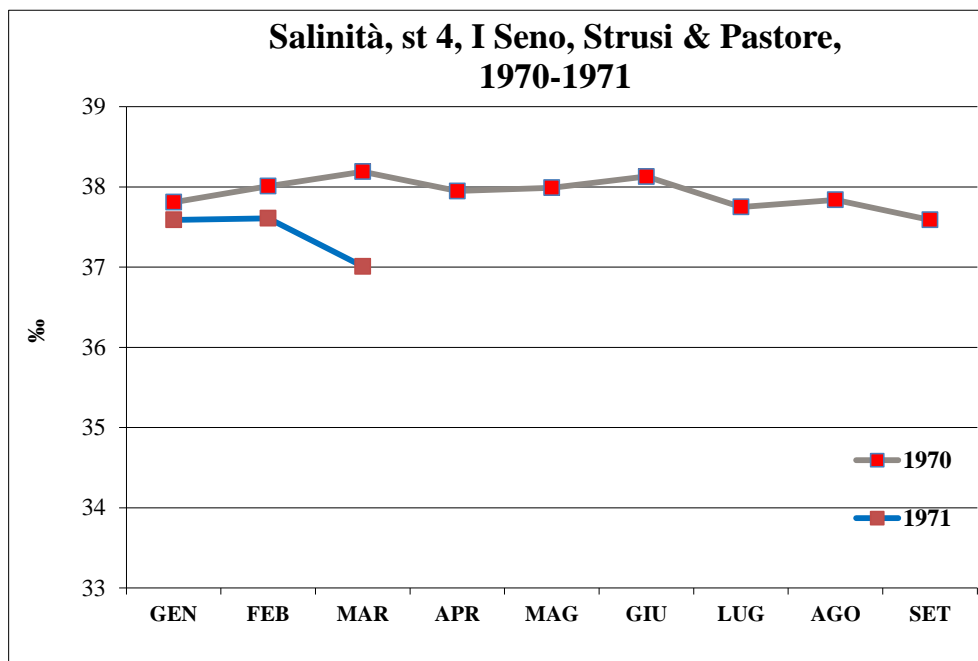


Figura 3.37: Andamenti mensili della salinità (‰) (valori misurati in superficie e sul fondo) osservati nel 1970 (aprile-dicembre) e 1971 (gennaio-marzo) nella stazione 4 (I Seno)

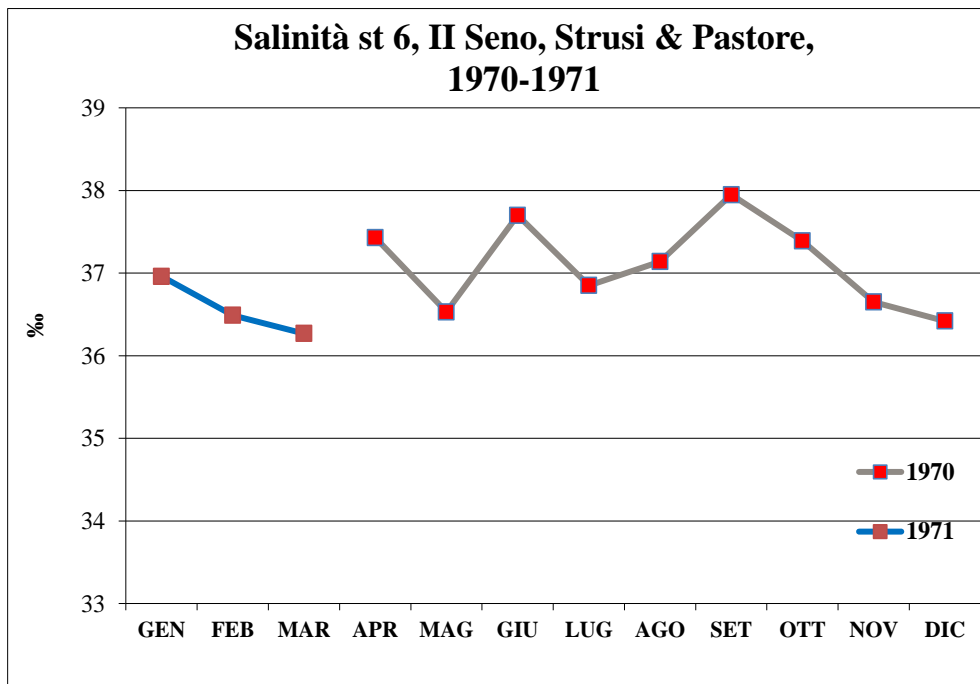


Figura 3.38: Andamenti mensili della salinità (‰) (valori misurati in superficie e sul fondo) osservati nel 1970 (aprile-dicembre) e 1971 (gennaio-marzo) nella stazione 6 (II Seno)

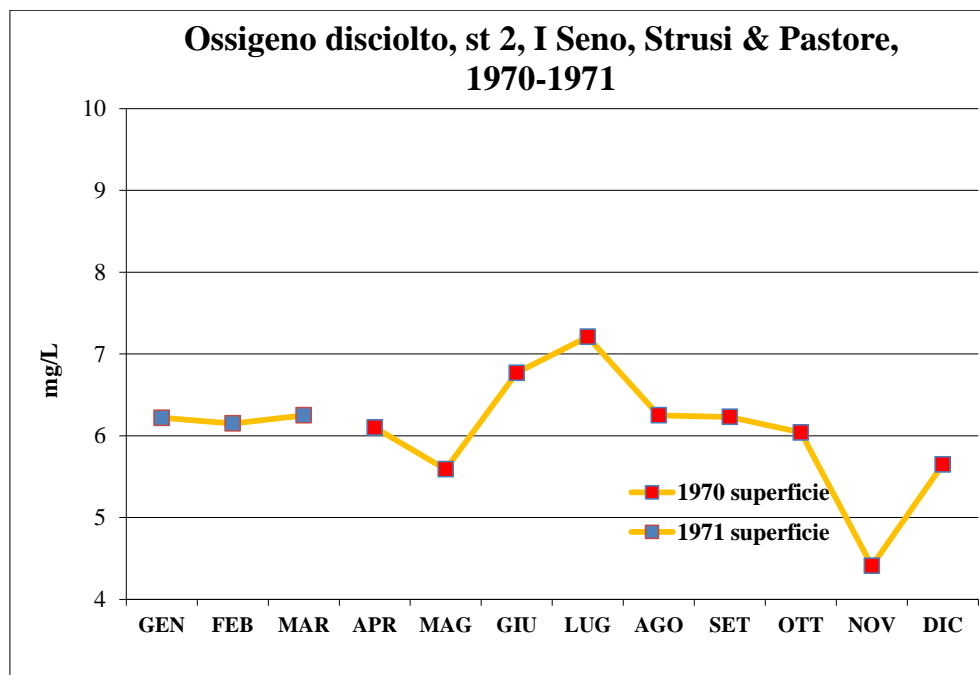


Figura 3.39: Andamenti mensili dell'ossigeno disciolto (mg/L) (valori misurati in superficie) osservati nel 1970 (aprile-dicembre) e 1971 (gennaio-marzo) nella stazione 2 (I Seno)

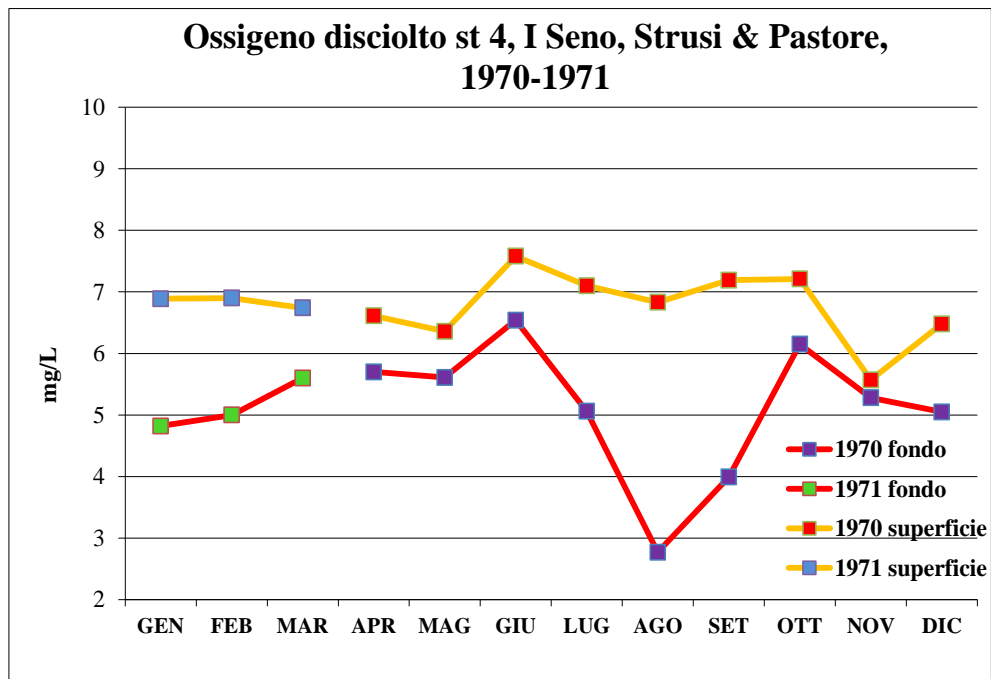


Figura 3.40: Andamenti mensili dell'ossigeno disciolto (mg/L) (valori misurati in superficie e sul fondo) osservati nel 1970 (aprile-dicembre) e 1971 (gennaio-marzo) nella stazione 4 (I Seno)

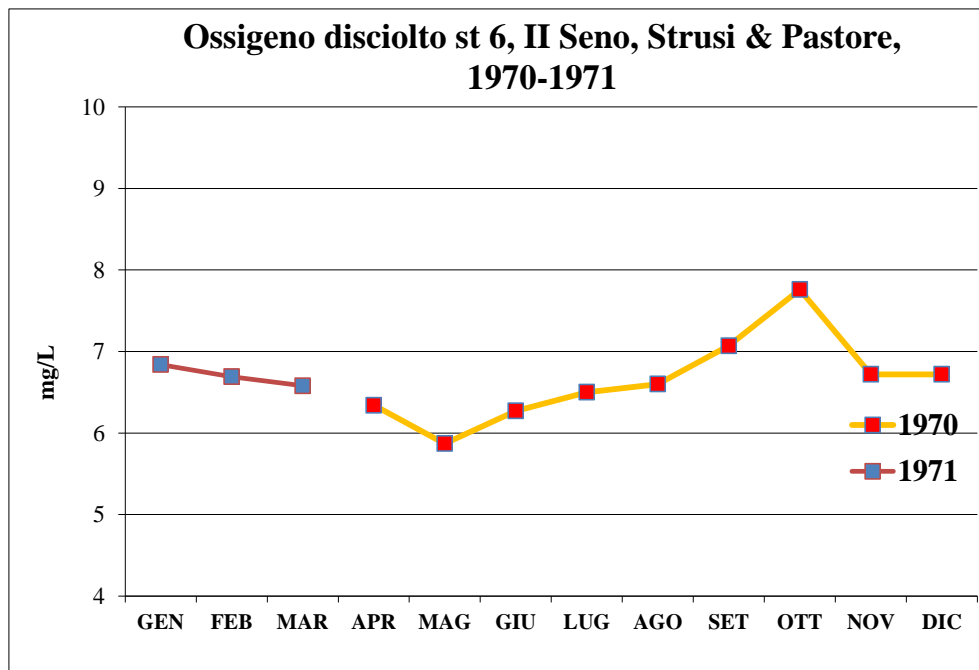


Figura 3.41: Andamenti mensili dell'ossigeno disciolto (mg/L) (valori misurati in superficie e sul fondo) osservati nel 1970 (aprile-dicembre) e 1971 (gennaio-marzo) nella stazione 6 (II Seno)

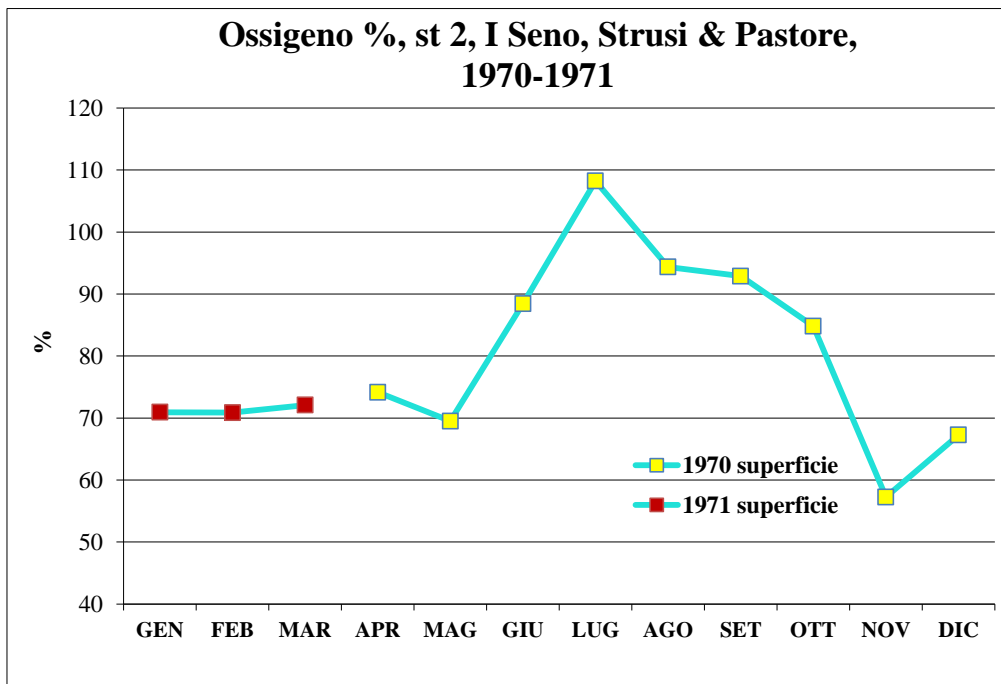


Figura 3.42: Andamenti mensili della ossigeno percentuale (%) (valori misurati in superficie) osservati nel 1970 (aprile-dicembre) e 1971 (gennaio-marzo) nella stazione 2 (I Seno)

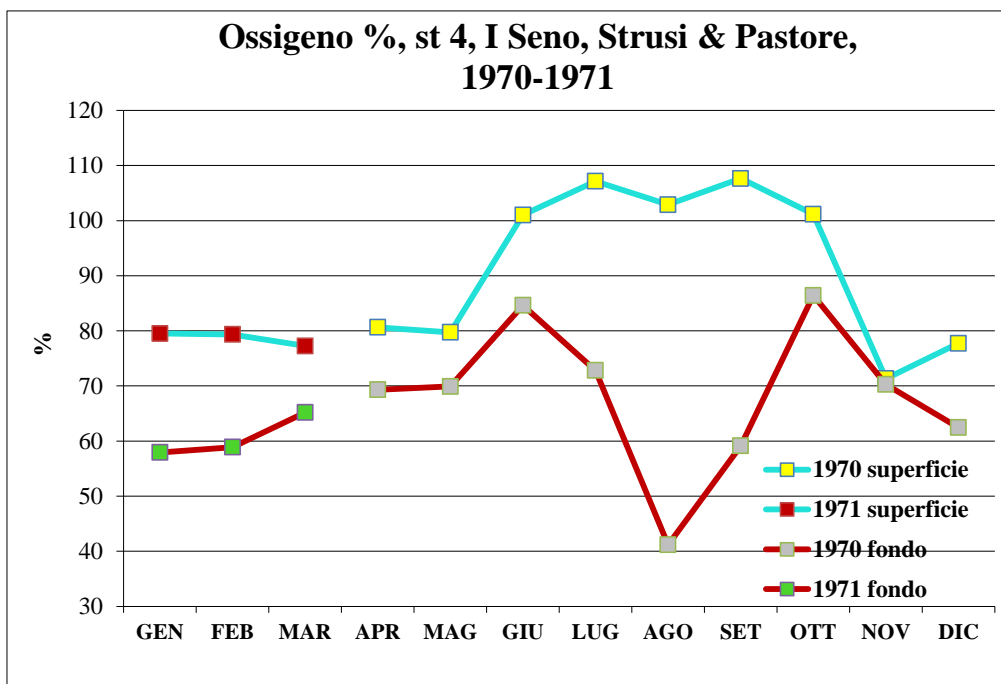
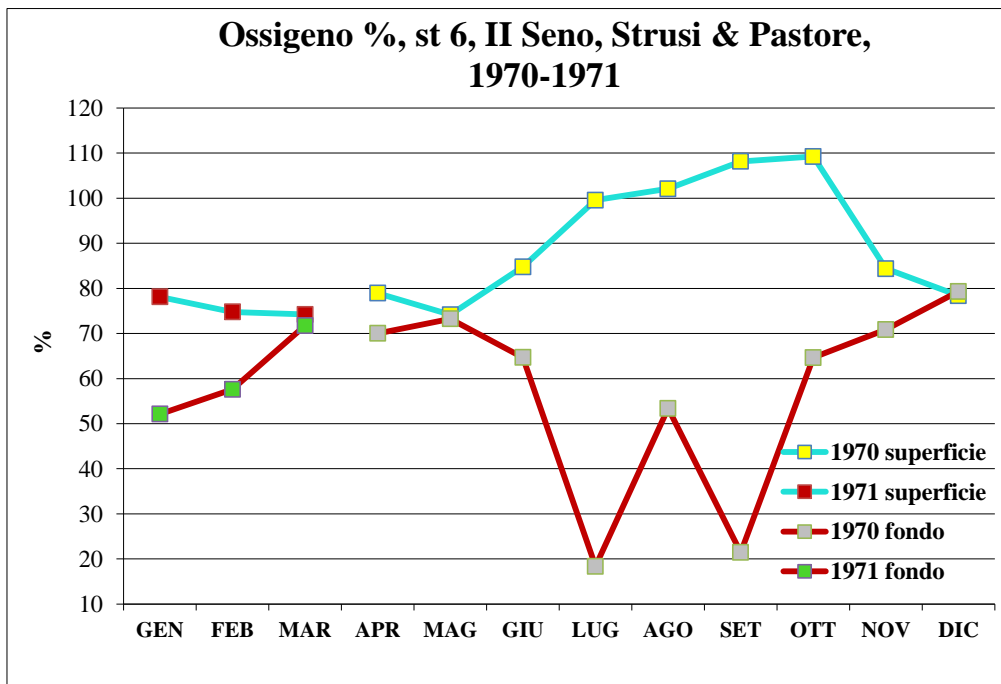


Figura 3.43: Andamenti mensili della ossigeno percentuale (%) (valori misurati in superficie e sul fondo) osservati nel 1970 (aprile-dicembre) e 1971 (gennaio-marzo) nella stazione 4 (I Seno)



7Figura 3.44: Andamenti mensili della ossigeno percentuale (%) (valori misurati in superficie e sul fondo) osservati nel 1970 (aprile-dicembre) e 1971 (gennaio-marzo) nella stazione 6 (II Seno)

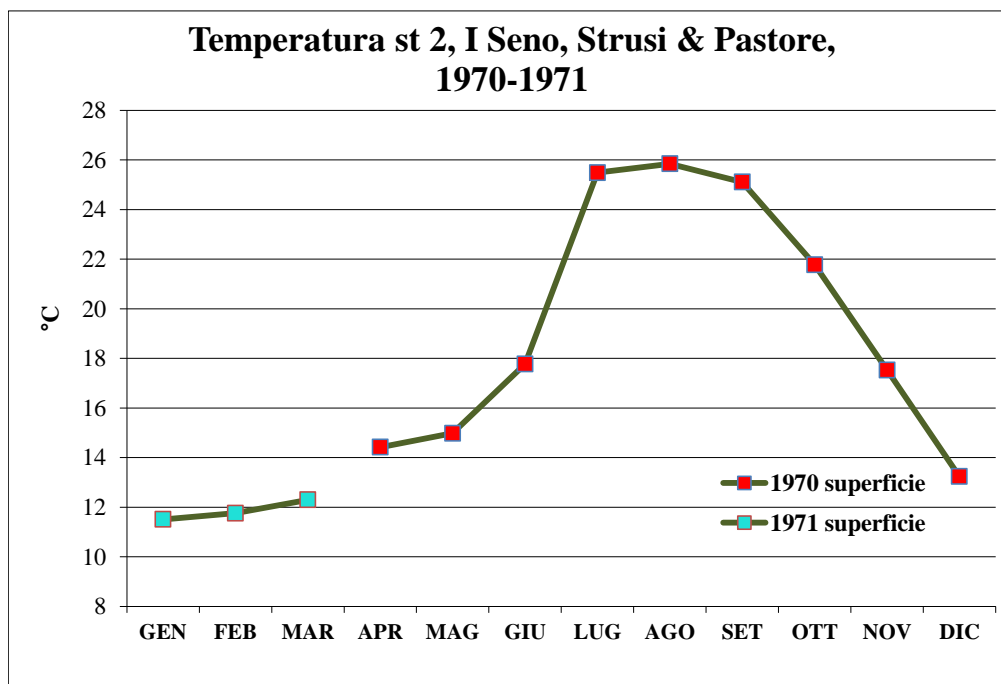


Figura 3.45: Andamenti mensili della temperatura (°C) (valori misurati in superficie) osservati nel 1970 (aprile-dicembre) e 1971 (gennaio-marzo) nella stazione 2 (I Seno)

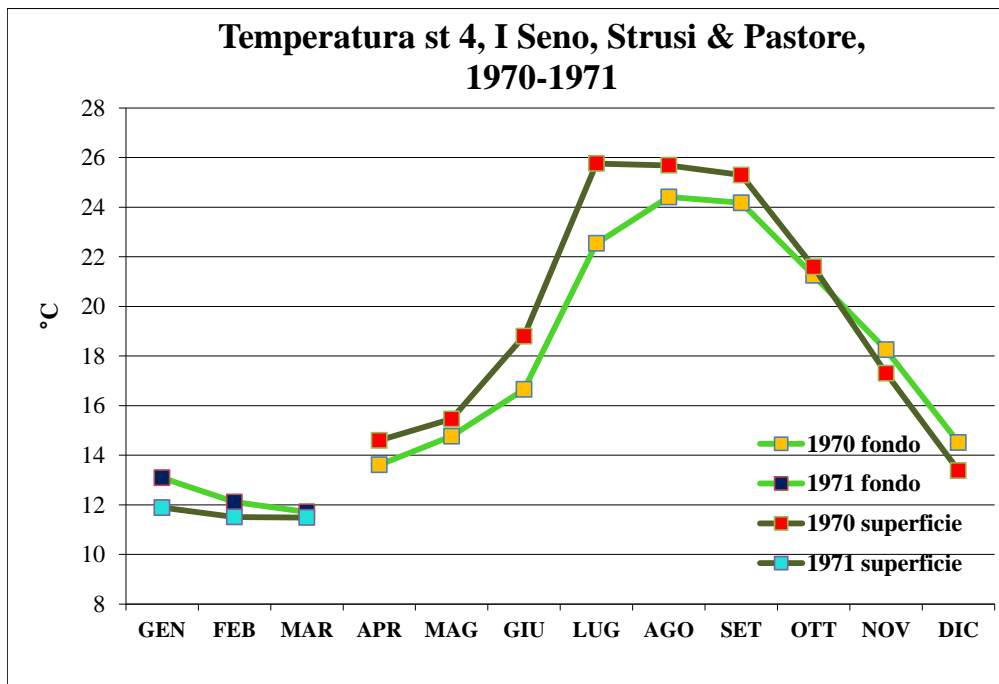


Figura 3.46: Andamenti mensili della temperatura (°C) (valori misurati in superficie e sul fondo) osservati nel 1970 (aprile-dicembre) e 1971 (gennaio-marzo) nella stazione 4 (I Seno)

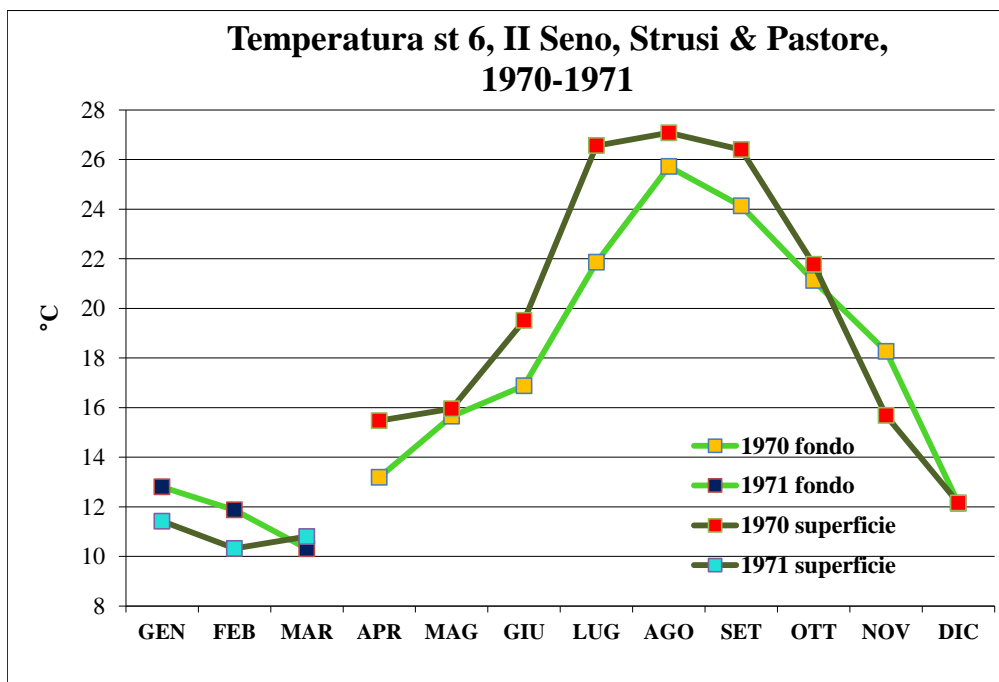


Figura 3.47: Andamenti mensili della temperatura (°C) (valori misurati in superficie e sul fondo) osservati nel 1970 (aprile-dicembre) e 1971 (gennaio-marzo) nella stazione 6 (II Seno)

Per maggiore semplicità in Tabella 3.5 sono riportate le medie annuali per ciascuna stazione considerata di salinità, ossigeno, ossigeno % e temperatura.

Tabella 3.5: Valori medi di salinità, ossigeno disciolto, ossigeno % e temperatura riferiti al periodo aprile 1970 – marzo 1971 osservati da Strusi & Pastore nelle stazioni 2, 4 (I Seno) e 6 (II Seno) in superficie (sup), mezz'acqua (mez) e sul fondo (fon)

	Salinità ‰			Ossigeno mg/L			Saturazione %			Temperatura °C		
	sup	mez	fon	sup	mez	fon	sup	mez	fon	sup	mez	fon
St.2	35.70	36.16	-	6.07	5.90		79.24	76.77	-	17.65	17.57	-
St.4	35.92	36.38	37.79	6.79	6.49	5.13	88.78	83.56	66.52	17.73	17.21	17.26
St.6	36.13	-	36.98	6.66	-	4.62	87.23	-	58.12	17.76	-	17.00

3.6 Le indagini di Cardellicchio et al. a partire dal 1981

A partire dal 1981, le indagini oceanografiche per il controllo delle acque del Mar Piccolo furono riprese da Cardellicchio e collaboratori dell'Istituto Sperimentale Talassografico di Taranto. Nella campagna condotta negli anni 1981-82 non furono determinati però i dati di salinità, in quanto le indagini ebbero la finalità di valutare solo parametri quali temperatura, O₂ disciolto, azoto ammoniacale, azoto nitroso, azoto nitrico e carica batterica.

Dal 1984 fino al 1992 sono state invece effettuate quattro campagne oceanografiche condotte rispettivamente negli anni 1984-1985 (da maggio a dicembre 1984 e da gennaio ad aprile 1985), 1986-1987 (da ottobre a dicembre 1986 e da gennaio a febbraio 1987), 1990-1991 (maggio, luglio e ottobre 1990 e gennaio 1991), 1991-1992 (da marzo a dicembre 1991 e da gennaio a febbraio 1992).

Per poter effettuare il confronto con dati precedenti, le stazioni prese in considerazione, sono state quelle più o meno corrispondenti a quelle oggetto di indagini precedenti. In particolare:

- per la campagna 1981: la stazione 3 nel I Seno (prese a mare), la stazione 7 nel centro del I Seno e la stazione 15 nel centro del II Seno.
- per la campagna 1984-85: la stazione 4 nel I Seno (prese a mare), la stazione 7 nel I Seno, la stazione 12 nel centro I Seno, la stazione 25 nel centro del II Seno;
- per la campagna 1986-87: la stazione 12 nel I Seno e la stazione 25 nel II Seno;
- per la campagna 1990-91: la stazione 4 (prese a mare), la stazione 12 nel I Seno, la stazione 25 nel II Seno;
- per la campagna 1991-92: la stazione 4 (prese a mare), la stazione 2 nel I Seno e la stazione 6 nel II Seno.

Nelle Tabelle 25-47 in Allegato 2 si riportano i valori medi mensili registrati alle 3 profondità (superficie, mezz'acqua e fondo) della salinità (g/Kg), ossigeno disciolto (mg/L), ossigeno percentuale (%), temperatura e clorofilla (ove disponibile) (mg/mc).

3.6.1 Indagini idrologiche di Cardellicchio et al., 1981

La Figura 3.48 illustra il posizionamento delle stazioni di campionamento scelte per la campagna di studio condotta nel 1981.



Figura 3.48: Localizzazione delle stazioni di studio in Mar Piccolo (Autori: Cardellicchio et al., 1981)

Gli andamenti delle medie mensili di ossigeno disciolto, ossigeno percentuale, temperatura e clorofilla relativi alla campagna 1981 nelle stazioni 3 (I Seno), 7 (I Seno) e 15 (II Seno) sono riportati nelle Figure 3.49-3.57.

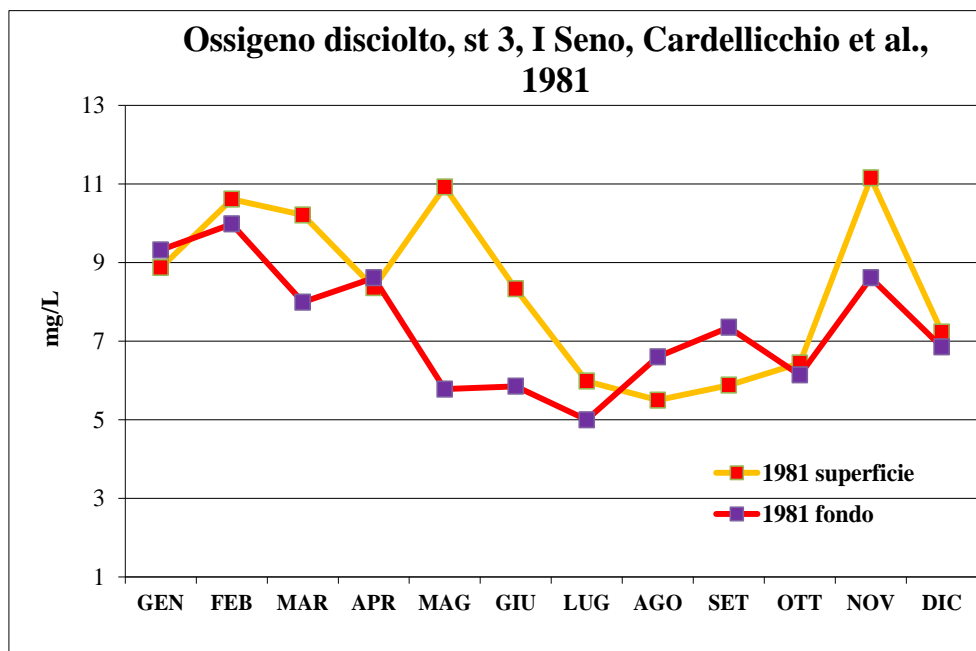


Figura 3.49: Andamenti mensili dell'ossigeno disciolto (mg/L) (valori misurati in superficie e sul fondo) osservati nel 1981 (gennaio-dicembre) nella stazione 3 (I Seno)

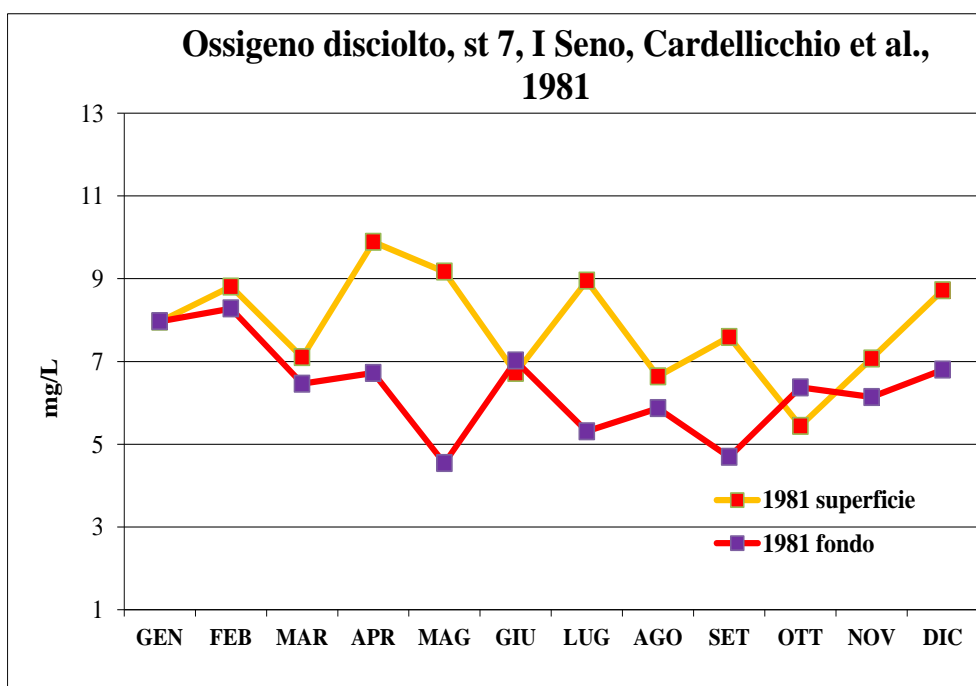


Figura 3.50: Andamenti mensili dell'ossigeno disciolto (mg/L) (valori misurati in superficie e sul fondo) osservati nel 1981 (gennaio-dicembre) nella stazione 7 (I Seno)

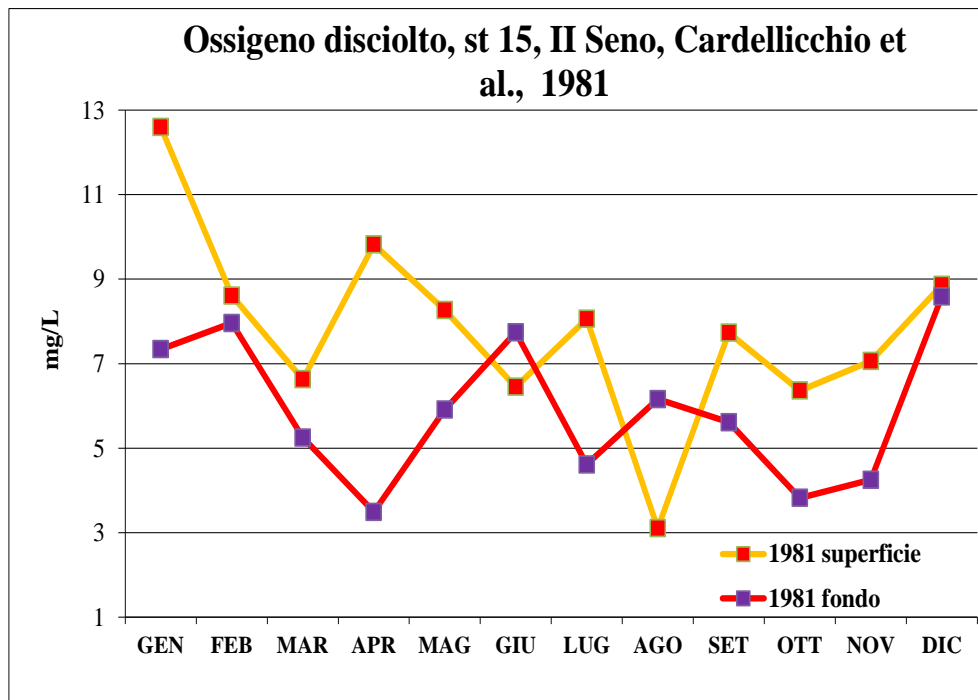


Figura 2: Andamenti mensili dell'ossigeno disciolto (mg/L) (valori misurati in superficie e sul fondo) osservati nel 1981 (gennaio-dicembre) nella stazione 15 (II Seno)

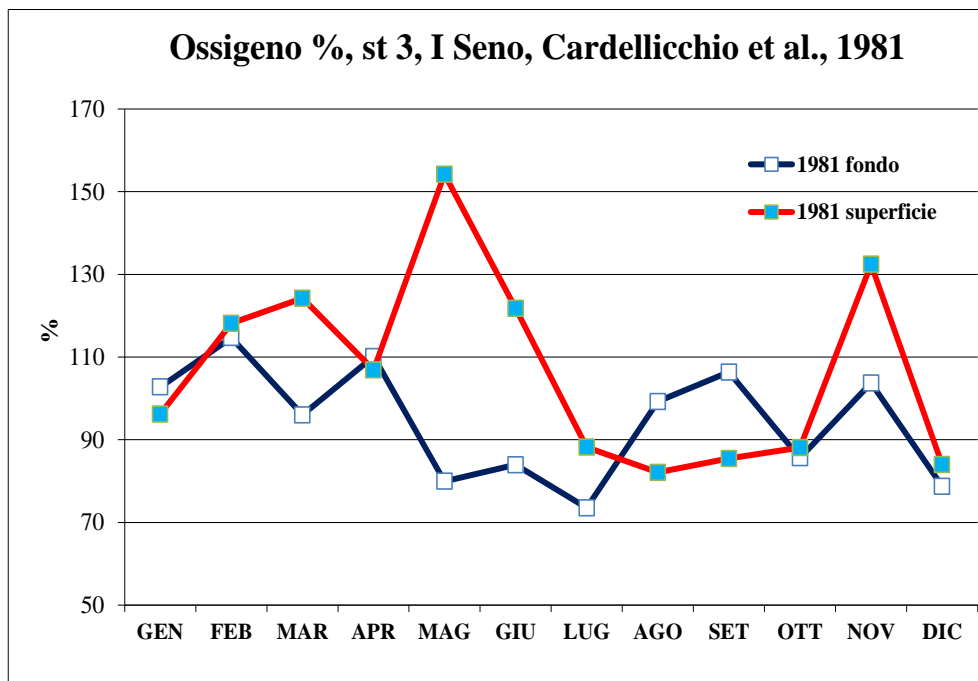


Figura 3.52: Andamenti mensili della ossigeno percentuale (%) (valori misurati in superficie e sul fondo) osservati nel 1981 (gennaio-dicembre) nella stazione 3 (I Seno)

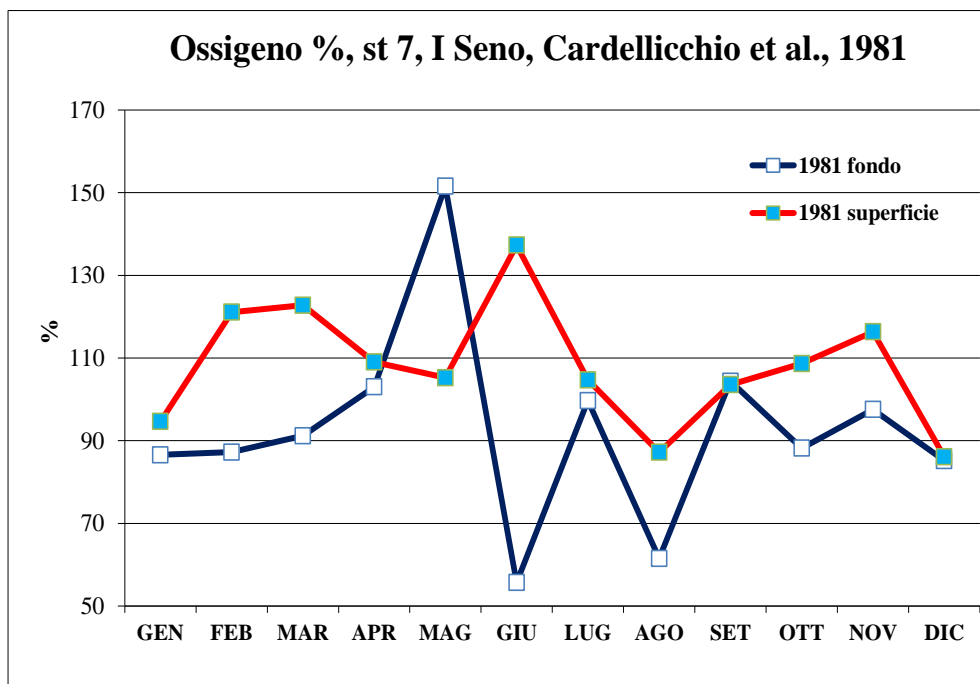


Figura 3.53: Andamenti mensili dell'ossigeno percentuale (%) (valori misurati in superficie e sul fondo) osservati nel 1981 (gennaio-dicembre) nella stazione 7 (I Seno)

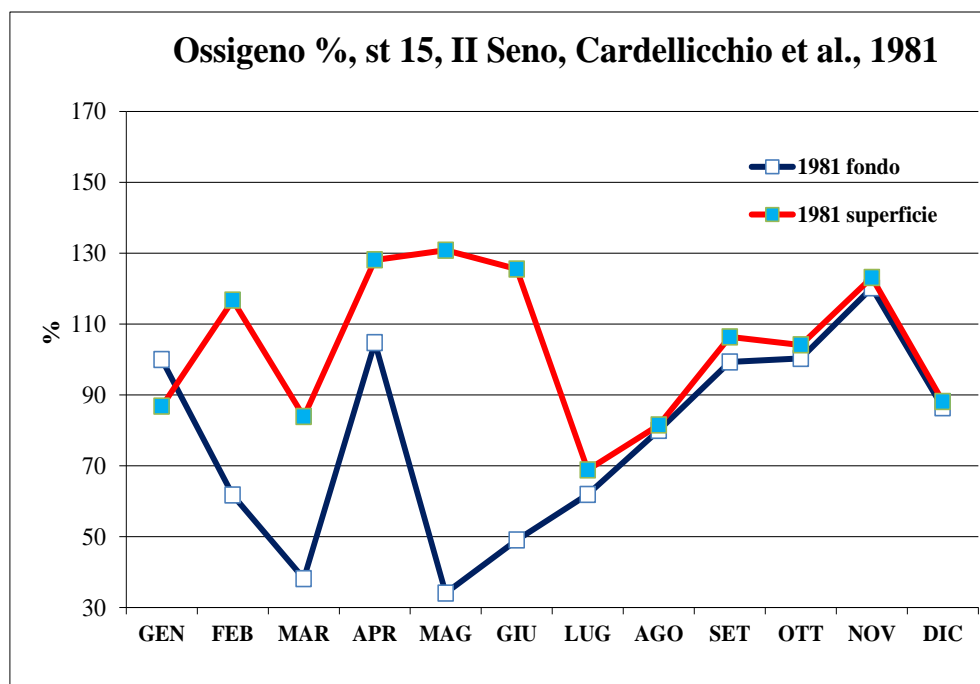


Figura 3.54: Andamenti mensili della ossigeno percentuale (%) (valori misurati in superficie e sul fondo) osservati nel 1981 (gennaio-dicembre) nella stazione 15 (II Seno)

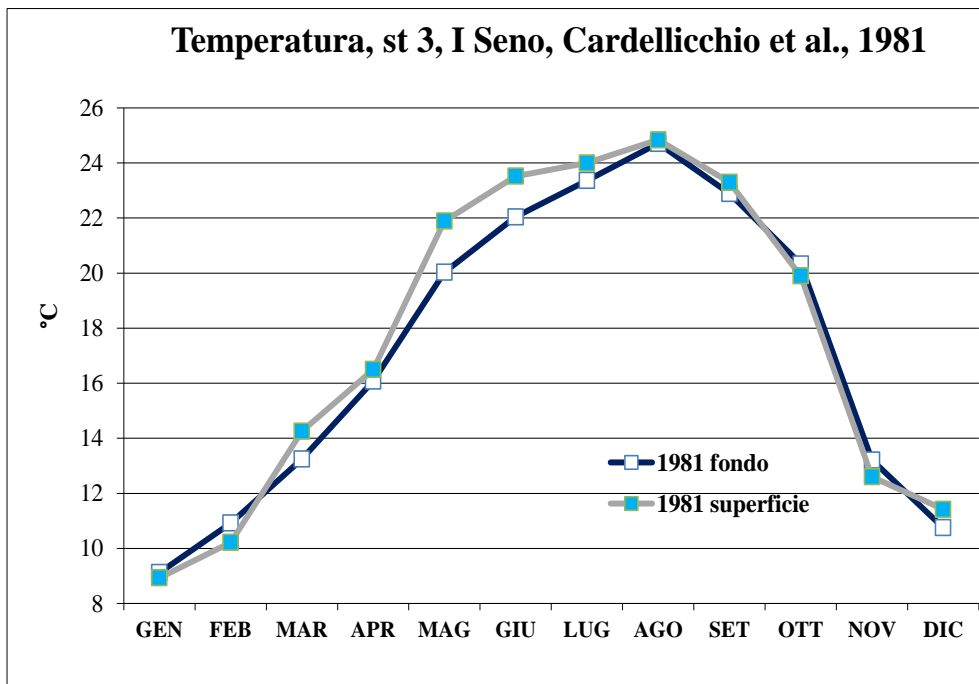


Figura 3.55: Andamenti mensili della temperatura (°C) (valori misurati in superficie e sul fondo) osservati nel 1981 (gennaio-dicembre) nella stazione 3 (I Seno)

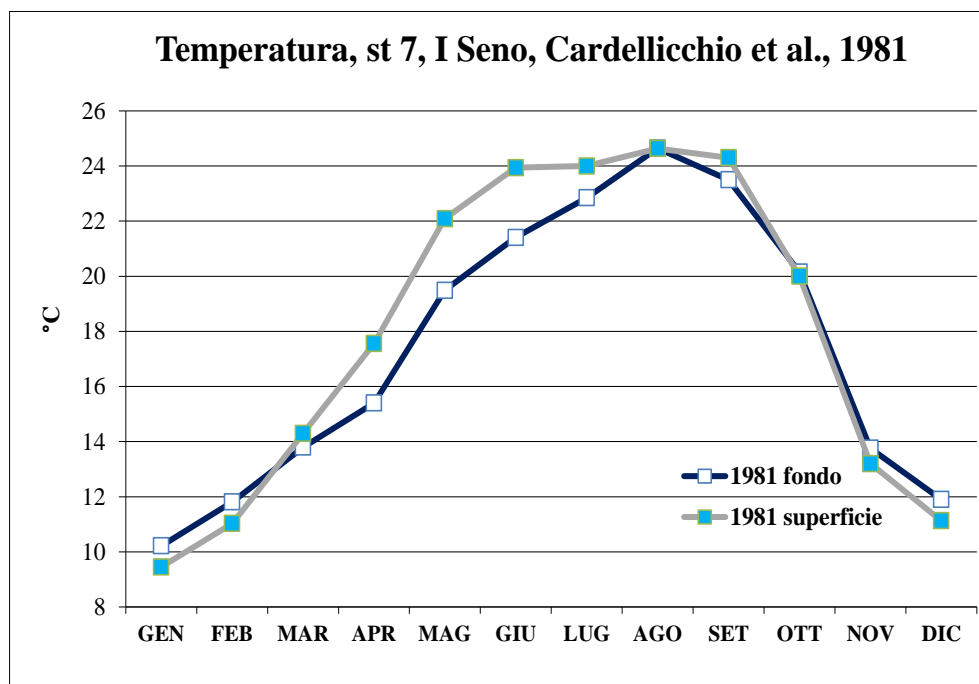


Figura 3.56: Andamenti mensili della temperatura (°C) (valori misurati in superficie e sul fondo) osservati nel 1981 (gennaio-dicembre) nella stazione 7 (I Seno)

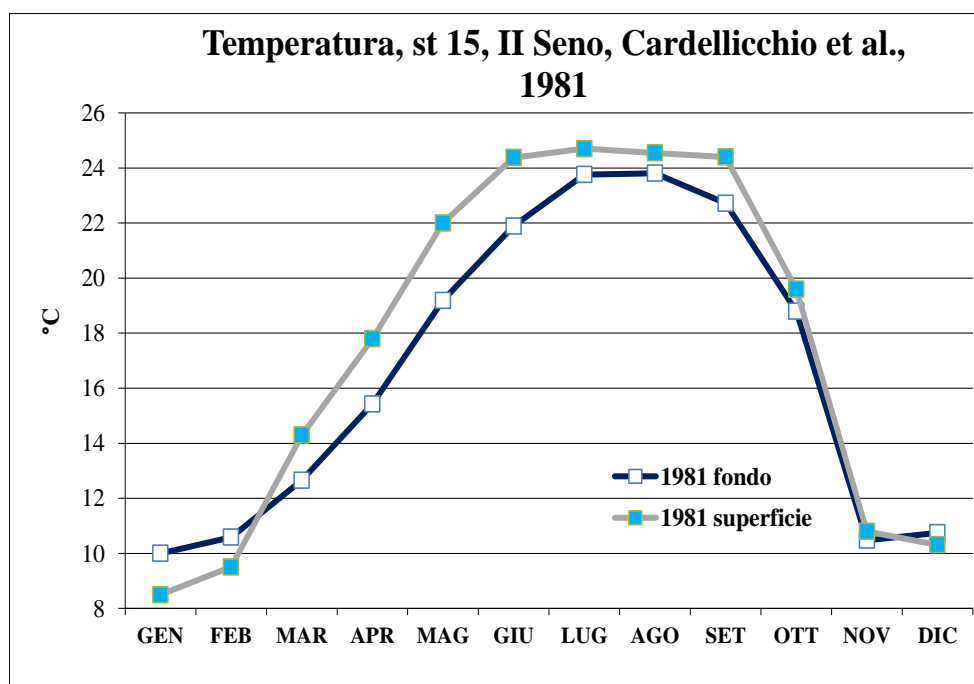


Figura 3.57: Andamenti mensili della temperatura (°C) (valori misurati in superficie e sul fondo) osservati nel 1981 (gennaio-dicembre) nella stazione 15 (II Seno)

La Tabella 3.6 riassume i valori minimi e massimi con le relative medie di ossigeno disciolto, ossigeno %, temperatura osservati nel 1981 nelle tre stazioni considerate.

Tabella 3.6: Valori minimi, massimi e medie annuali di salinità (‰) e ossigeno disciolto (mg/L), ossigeno percentuale (%) e temperatura (°C) riscontrati da Cardellicchio et al. nel 1984-1985

MAR PICCOLO Cardellicchio et al., 1981							
	Stazione		Min	mm/aa	Max	mm/aa	media annuale
ossigeno mg/L	3	sup	5.50	ago-81	11.15	nov-81	8.29
		fon	5.00	lug-81	9.98	feb-91	7.34
	7	sup	5.44	ott-81	9.89	apr-81	8.29
		fon	4.54	mag-81	8.28	feb-81	7.12
	15	sup	3.10	ago-81	12.6	gen-81	7.97
		fon	3.49	ago-81	8.59	dic-81	6.19
Ossigeno %	3	sup	83.97	dic-81	154.24	mag-81	106.81
		fon	73.53	lug-81	118.15	fe-81	94.56
	7	sup	86.13	dic-81	137.32	giu-81	106.06
		fon	55.68	giu-81	151.57	mag-81	92.66
	15	sup	66.81	lug-81	130.83	mag-81	103.65
		fon	34.06	mag-81	88.14	dic-81	77.98
temperatura °C	3	sup	8.93	gen-81	24.84	ago-81	17.62
		fon	9.12	gen-81	24.71	ago-81	17.21
	7	sup	9.45	gen-81	24.64	ago-81	17.97
		fon	10.22	gen-81	24.65	ago-81	17.41
	15	sup	8.50	gen-81	27.70	lug-81	17.57
		fon	10.00	gen-81	23.81	ago-81	16.67

Come si nota nei mesi più freddi la concentrazione dell'ossigeno disciolto risulta maggiore, mentre tra Giugno ed Ottobre si registrano deficit soprattutto sui fondali. La situazione

registrata nel 1981 per l'ossigeno disciolto è stata, nel complesso, meno precaria di quella riscontrata in annate precedenti (es. Strusi e Pastore, 1975) in cui nei mesi da Giugno ad Ottobre sono stati misurati valori di concentrazione compresi tra 2.75 mg/L e 5 mg/L. Per quanto riguarda l'ossigeno relativo, condizioni di sovrasaturazione sia nel I che nel II Seno si presentano più volte durante l'anno, soprattutto durante il mese di maggio nelle acque superficiali. Tale situazione è imputabile a notevoli concentrazioni fitoplanctoniche nelle acque superficiali, soprattutto in primavera. Per quanto riguarda il fattore profondità, le acque superficiali presentano mediamente un buon tasso di ossigenazione. L'analisi della percentuale di ossigeno conferma tali risultati, peraltro confrontabili con quelli medi rilevati da Vatova (1972). Dall'esame dell'andamento dei valori medi di temperatura, si può notare che dal mese di Gennaio, nel quale si osservano i valori più bassi, la temperatura sale fino a raggiungere i valori massimi nel mese di Agosto. Man mano che ci si avvicina ai mesi più caldi, l'andamento delle temperature superficiali si differenzia dalle temperature del fondo. Da Settembre, la temperatura scende piuttosto bruscamente registrando un salto di circa 8 °C tra i mesi di Ottobre e Novembre. L'incremento di temperatura tra Gennaio e Febbraio è modesto (1.13°C), mentre aumenta di circa 3-4 °C da Febbraio a Giugno. Durante i mesi estivi (Giugno, Luglio ed Agosto), l'incremento è modesto. La distribuzione delle temperature medie conferma la presenza di due differenti regimi termici: uno primaverile-estivo, caratterizzato da valori medi superficiali più elevati rispetto a quelli di fondo, ed uno, autunno-invernale, di inversione termica in cui le temperature di fondo sopravanzano quelle di superficie.

3.6.2 Indagini idrologiche di Cardellicchio et al., 1984-1985

La Figura 3.58 illustra le stazioni considerate in questo studio.



Figura 3.58: Localizzazione delle stazioni di studio in Mar Piccolo (Autore: Cardellicchio et al.)

Per la campagna di studio 1984-1985, gli andamenti delle medie mensili di salinità, temperatura, ossigeno disciolto, ossigeno % e clorofilla nelle stazioni 4 (I Seno), 7 (I Seno), 12 (I Seno) e 25 (II Seno) sono riportati nelle Figure 3.59-3.75.

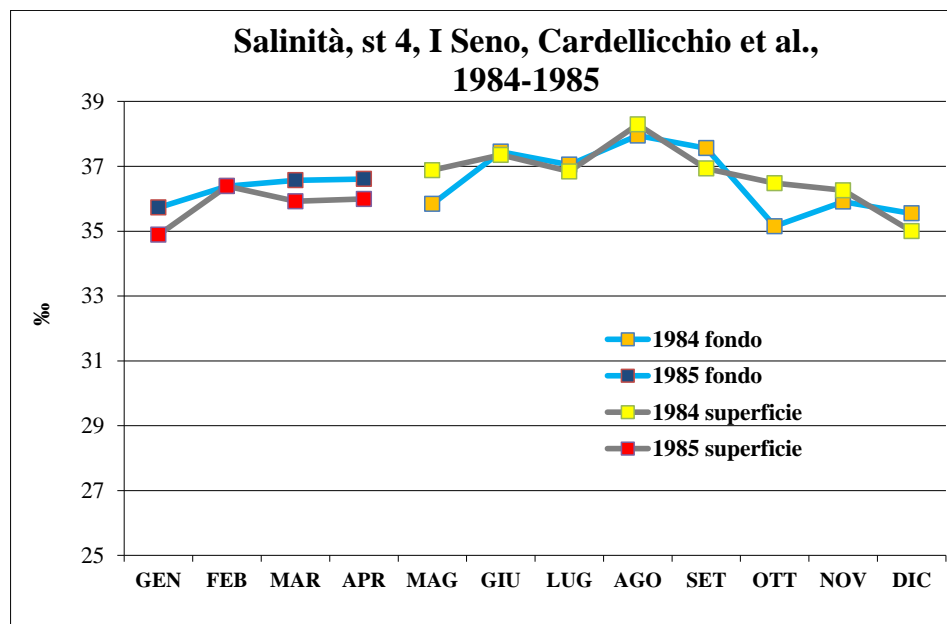


Figura 3.59: Andamenti mensili della salinità (g/Kg) (valori misurati in superficie e sul fondo) osservati nel 1984 (maggio-dicembre) e 1985 (gennaio-aprile) nella stazione 4 (I Seno)

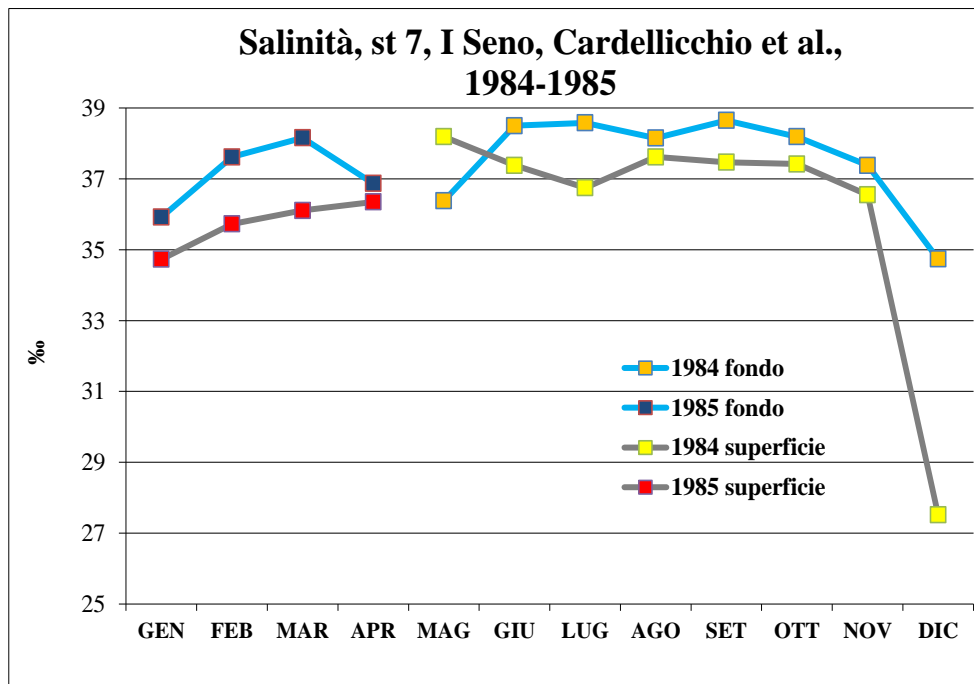


Figura 3.60: Andamenti mensili della salinità (g/Kg) (valori misurati in superficie e sul fondo) osservati nel 1984 (maggio-dicembre) e 1985 (gennaio-aprile) nella stazione 7 (I Seno)

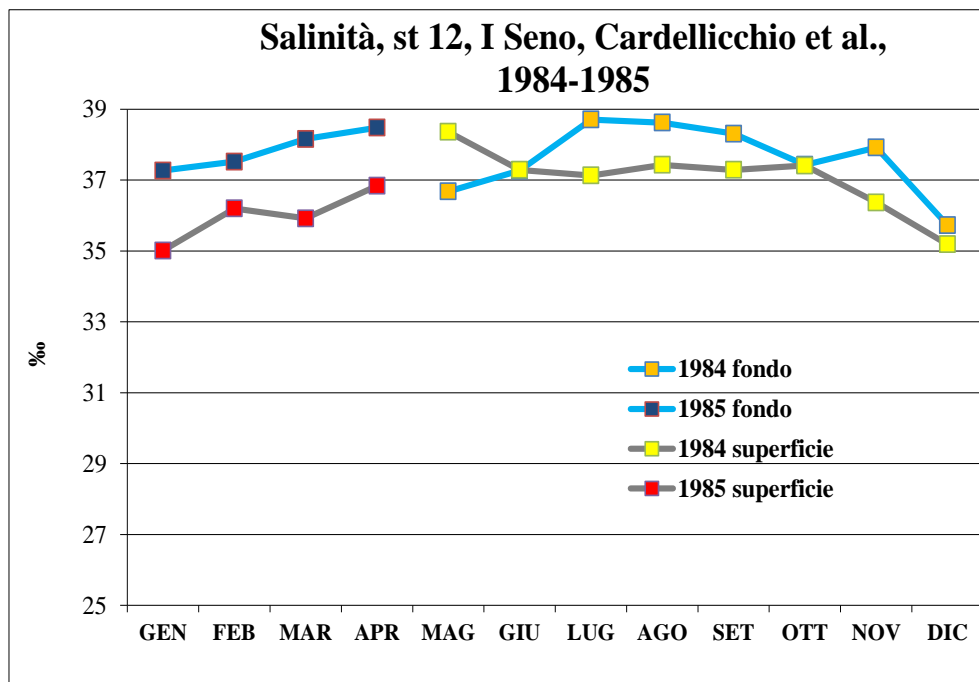


Figura 3.61: Andamenti mensili della salinità (g/Kg) (valori misurati in superficie e sul fondo) osservati nel 1984 (maggio-dicembre) e 1985 (gennaio-aprile) nella stazione 12 (I Seno)

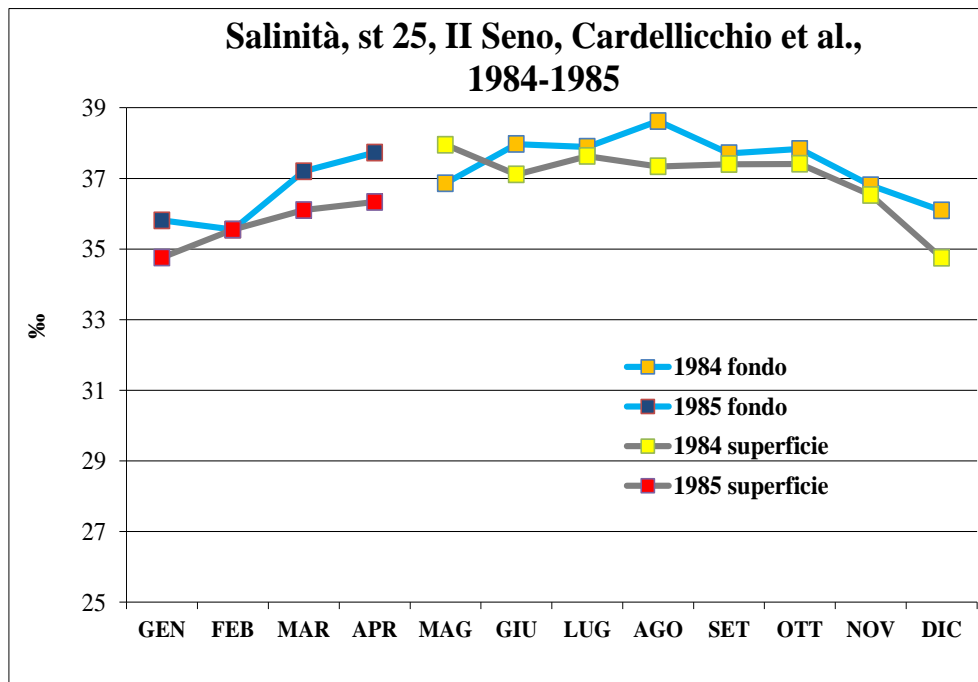


Figura 3.62: Andamenti mensili della salinità (g/Kg) (valori misurati in superficie e sul fondo) osservati nel 1984 (maggio-dicembre) e 1985 (gennaio-aprile) nella stazione 25 (II Seno)

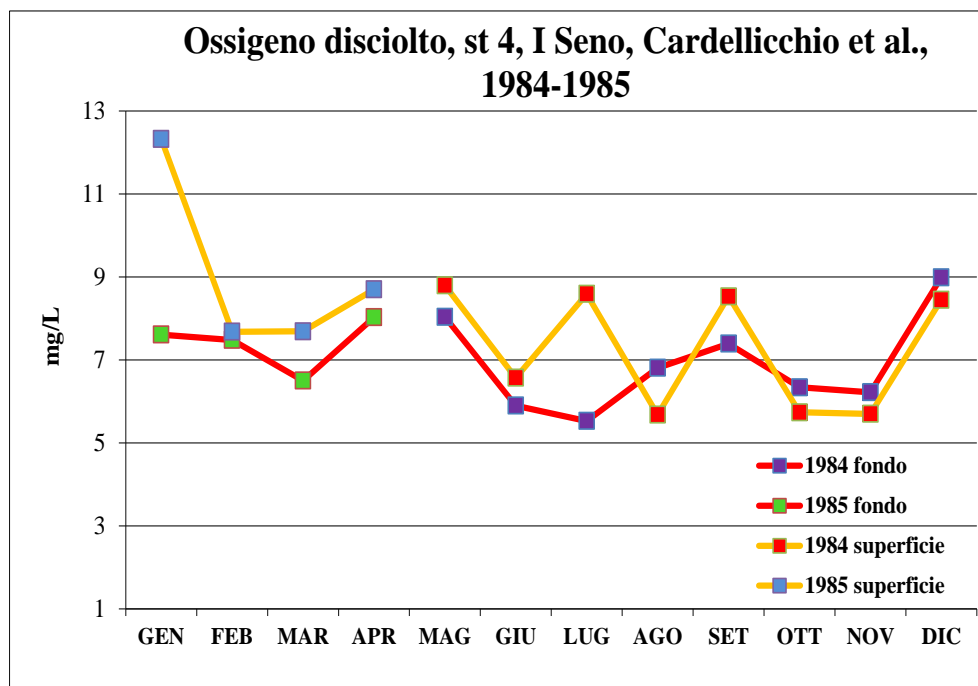


Figura 3.63: Andamenti mensili dell'ossigeno disciolto (mg/L) (valori misurati in superficie e sul fondo) osservati nel 1984 (maggio-dicembre) e 1985 (gennaio-aprile) nella stazione 4 (I Seno)

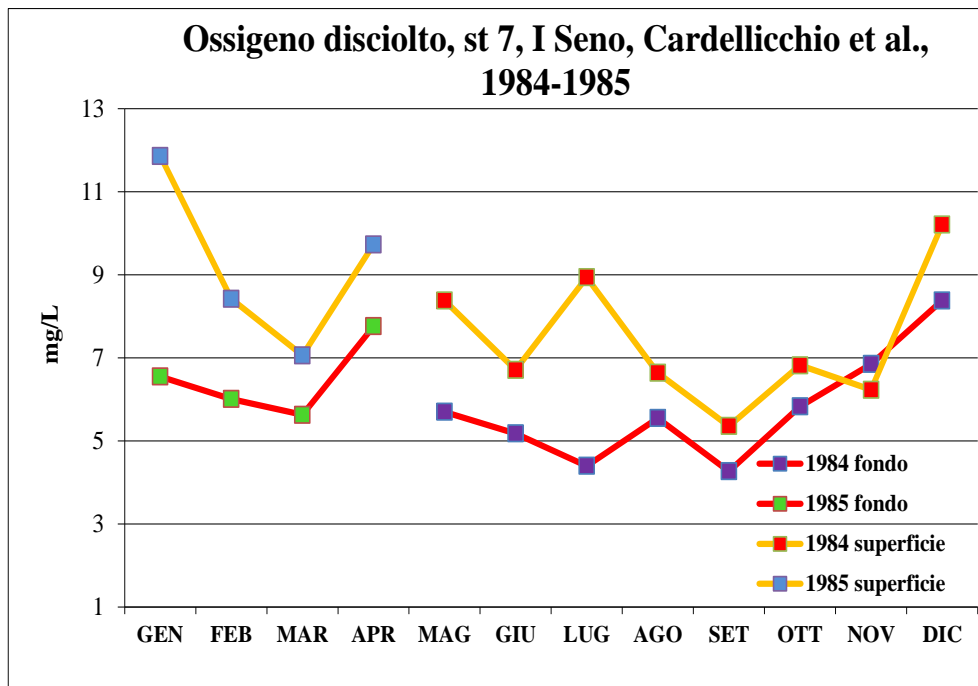


Figura 3.64: Andamenti mensili dell'ossigeno disciolto (mg/L) (valori misurati in superficie e sul fondo) osservati nel 1984 (maggio-dicembre) e 1985 (gennaio-aprile) nella stazione 7 (I Seno)

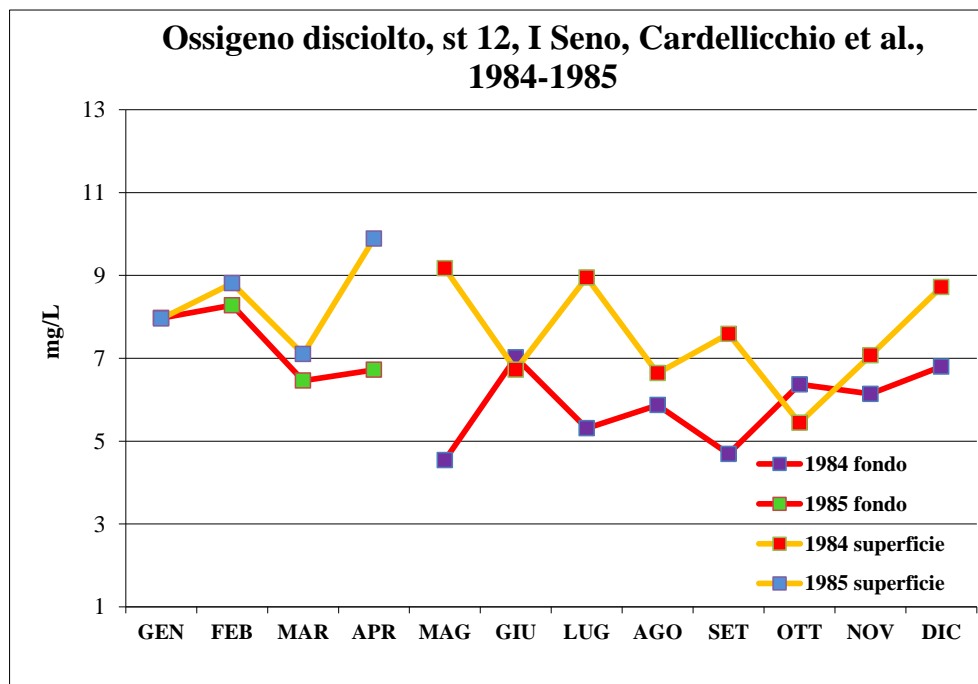


Figura 3.65: Andamenti mensili dell'ossigeno disciolto (mg/L) (valori misurati in superficie e sul fondo) osservati nel 1984 (maggio-dicembre) e 1985 (gennaio-aprile) nella stazione 12 (I Seno)

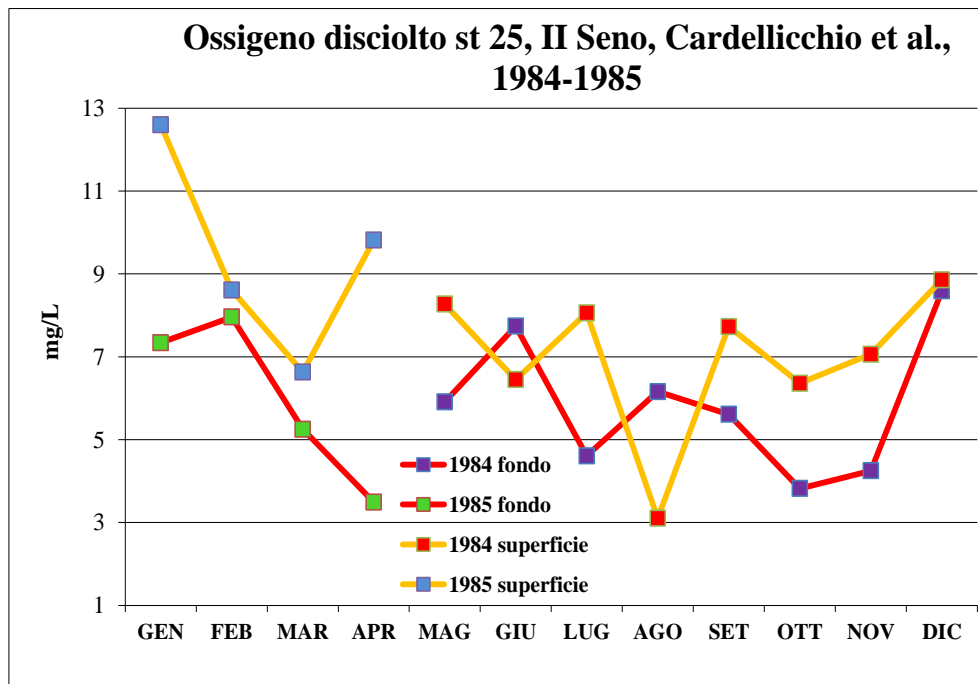


Figura 3.66: Andamenti mensili dell'ossigeno disciolto (mg/L) (valori misurati in superficie e sul fondo) osservati nel 1984 (maggio-dicembre) e 1985 (gennaio-aprile) nella stazione 25 (II Seno)

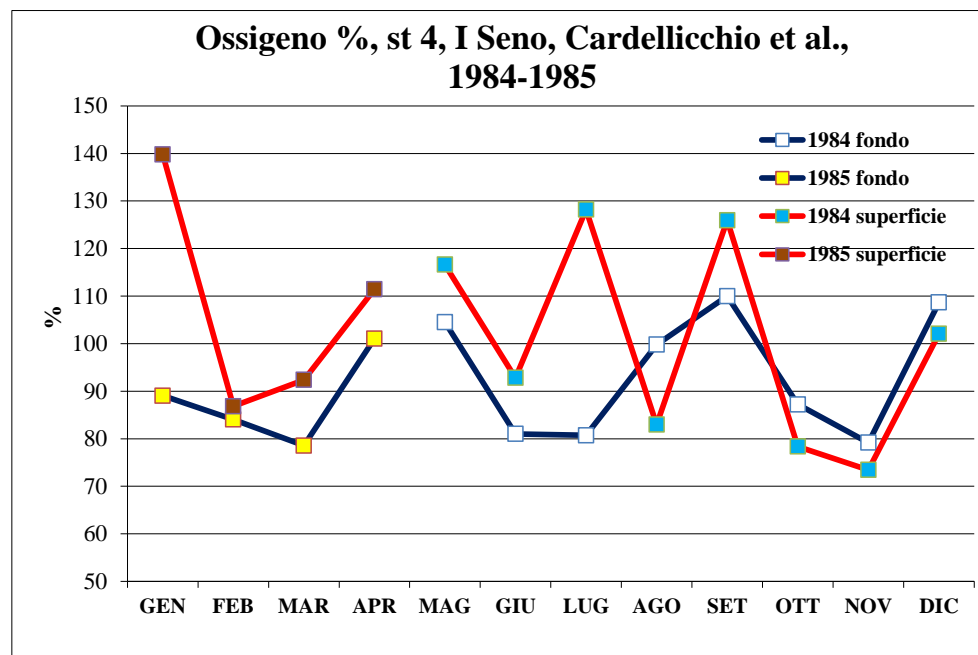


Figura 3.67: Andamenti mensili della ossigeno percentuale (%) (valori misurati in superficie e sul fondo) osservati nel 1984 (maggio-dicembre) e 1985 (gennaio-aprile) nella stazione 4 (I Seno)

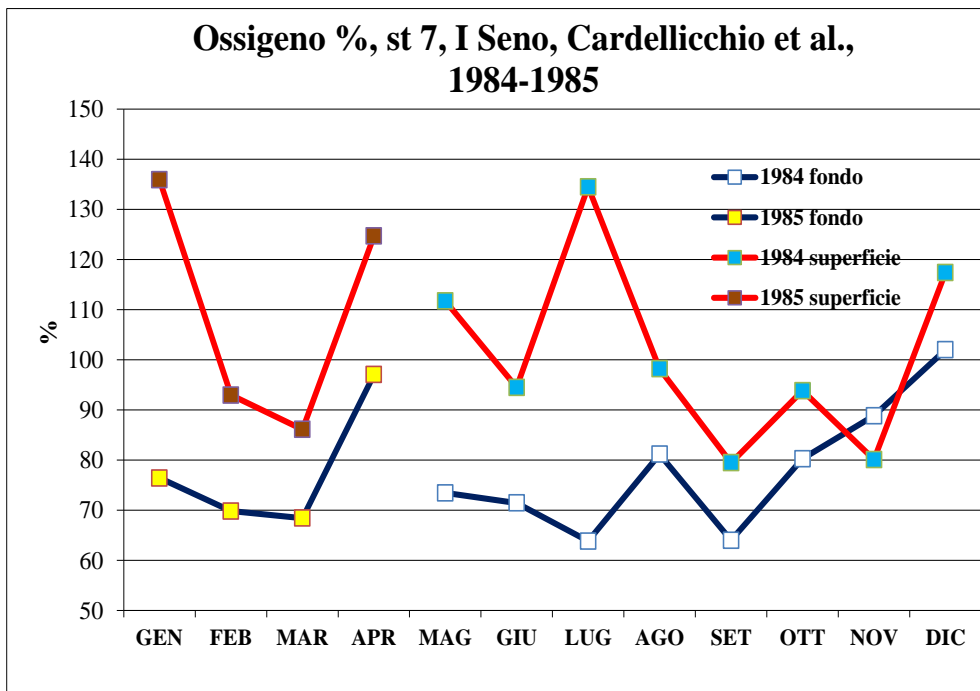


Figura 3.68: Andamenti mensili della ossigeno percentuale (%) (valori misurati in superficie e sul fondo) osservati nel 1984 (maggio-dicembre) e 1985 (gennaio-aprile) nella stazione 7 (I Seno)

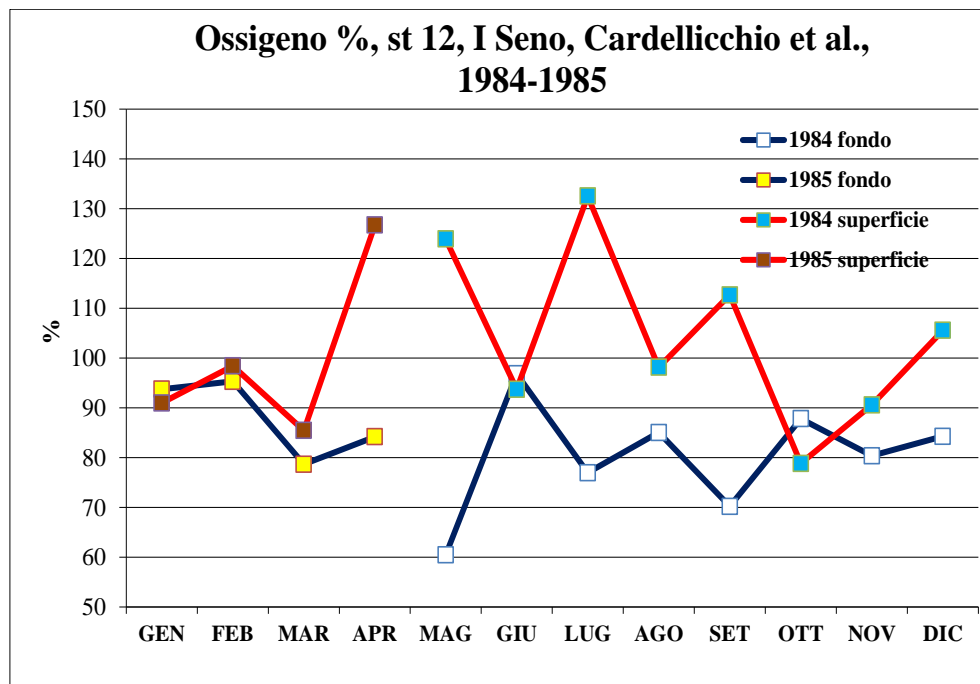


Figura 3.69: Andamenti mensili della ossigeno percentuale (%) (valori misurati in superficie e sul fondo) osservati nel 1984 (maggio-dicembre) e 1985 (gennaio-aprile) nella stazione 12 (I Seno)

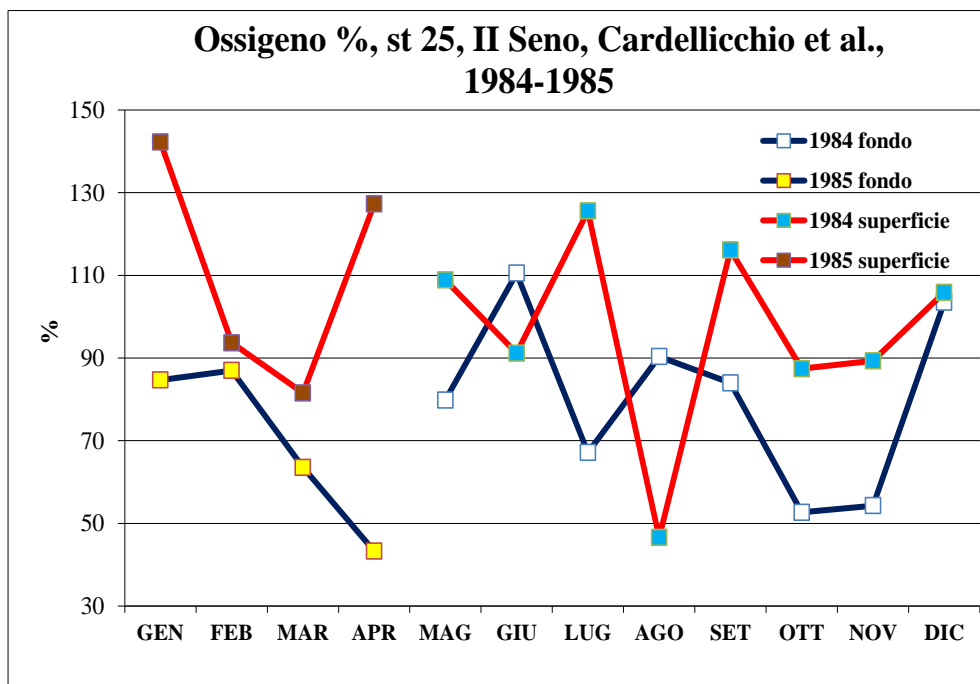


Figura 3.70: Andamenti mensili della ossigeno percentuale (%) (valori misurati in superficie e sul fondo) osservati nel 1984 (maggio-dicembre) e 1985 (gennaio-aprile) nella stazione 25 (II Seno)

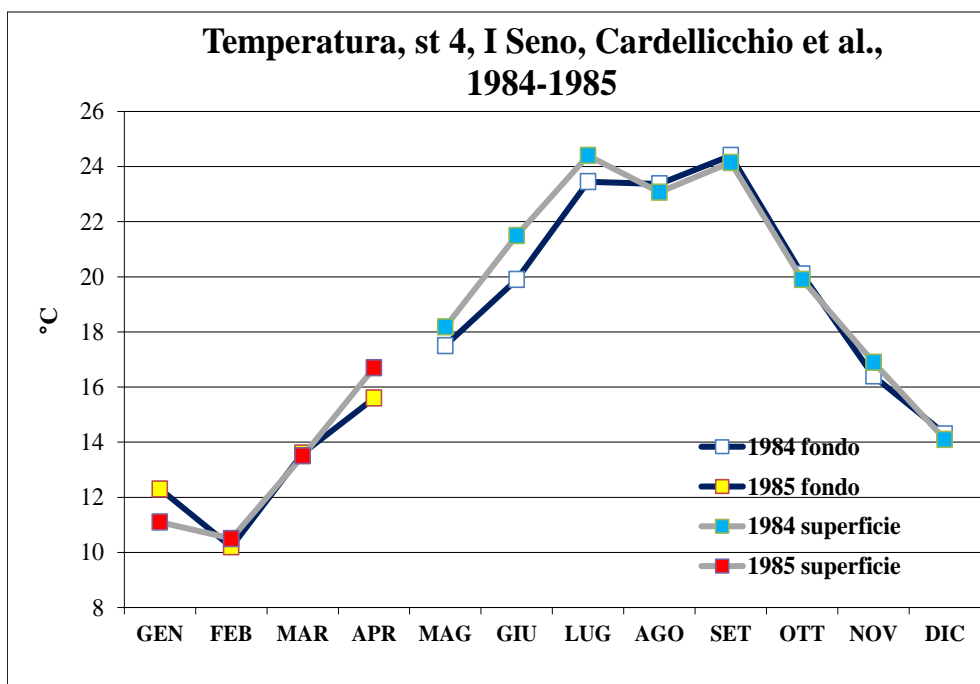


Figura 3.71: Andamenti mensili della temperatura (°C) (valori misurati in superficie e sul fondo) osservati nel 1984 (maggio-dicembre) e 1985 (gennaio-aprile) nella stazione 25 (II Seno)

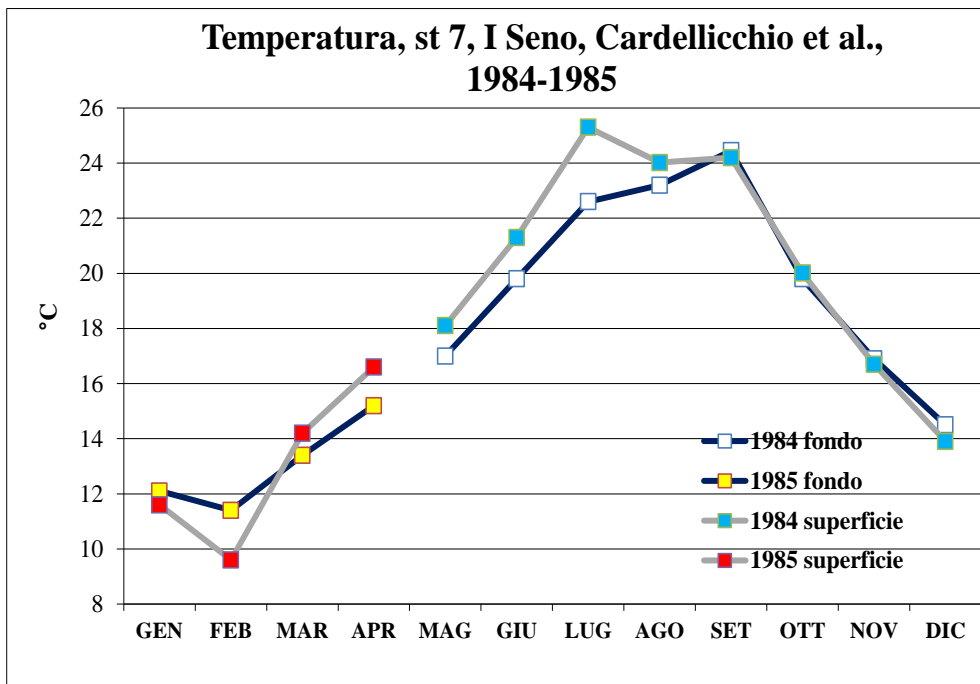


Figura 3.72: Andamenti mensili della temperatura (°C) (valori misurati in superficie e sul fondo) osservati nel 1984 (maggio-dicembre) e 1985 (gennaio-aprile) nella stazione 7 (I Seno)

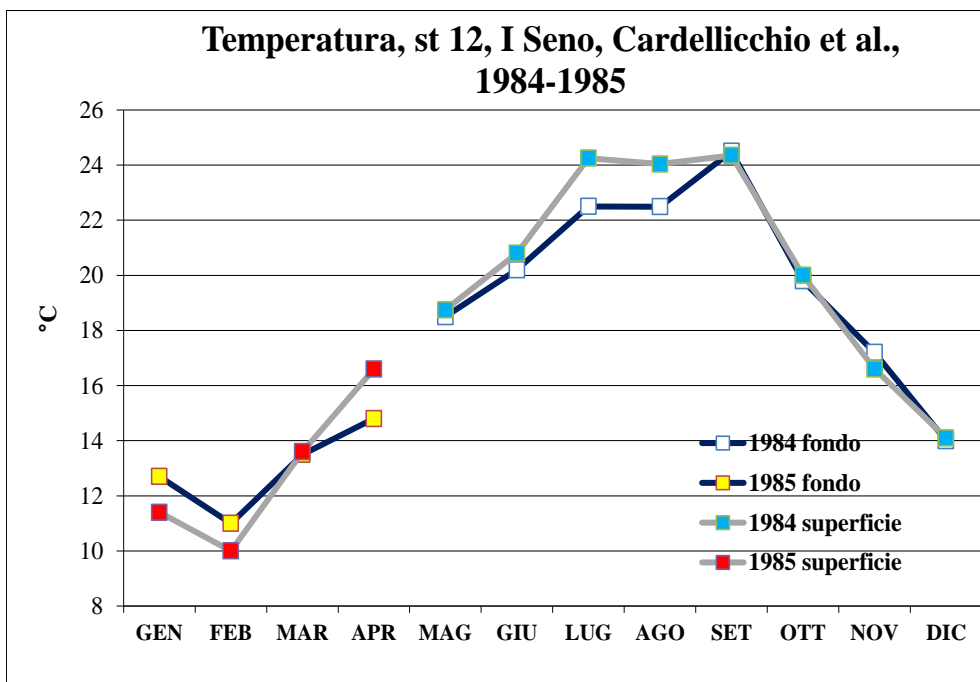


Figura 3.73: Andamenti mensili della temperatura (°C) (valori misurati in superficie e sul fondo) osservati nel 1984 (maggio-dicembre) e 1985 (gennaio-aprile) nella stazione 12 (I Seno)

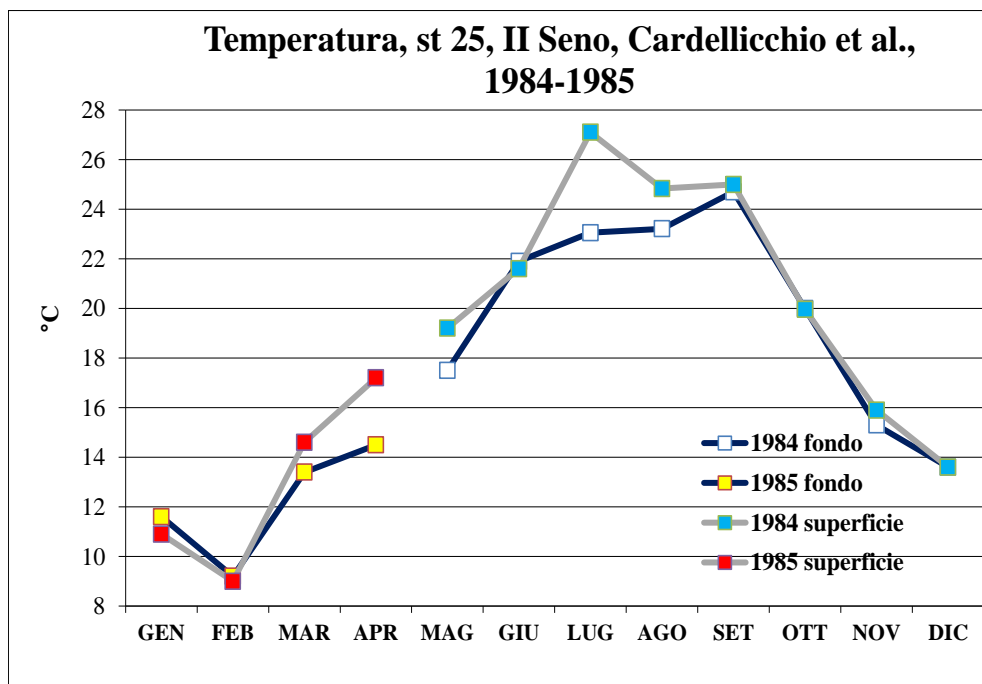


Figura 3.74: Andamenti mensili della temperatura (°C) (valori misurati in superficie e sul fondo) osservati nel 1984 (maggio-dicembre) e 1985 (gennaio-aprile) nella stazione 25 (II Seno)

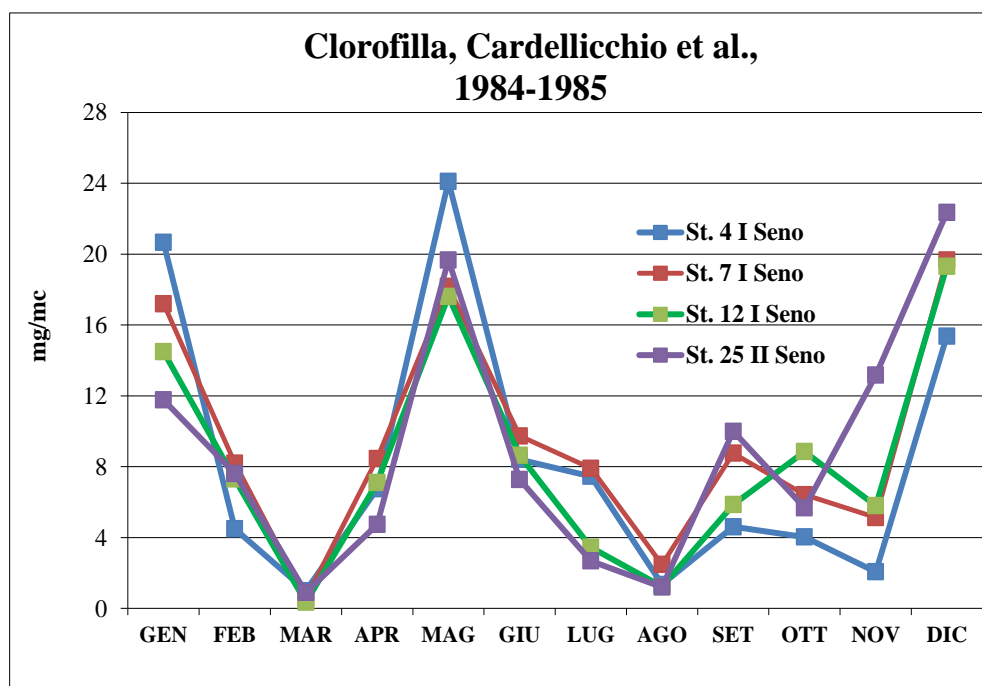


Figura 3.75: Andamenti mensili della clorofilla (mg/mc) (valori misurati in superficie) osservati nel 1984 (maggio-dicembre) e 1985 (gennaio-aprile) nelle stazioni 4,7, 12 (I Seno) e 25 (II Seno)

La Tabella 3.7 riassume i valori minimi e massimi con le relative medie di salinità, ossigeno disciolto, ossigeno %, temperatura e clorofilla (solo superficie) osservati nel 1984-1985 nelle tre stazioni considerate. I risultati ottenuti confermano i trend annuali di ossigeno disciolto e salinità. I livelli di ossigenazione maggiori sono stati osservati nei mesi invernali mentre i minori nei mesi estivi, specialmente nel II Seno; al contrario le salinità maggiori sono state osservate nei mesi estivi, quelle minori nei mesi più freddi. Considerando la distribuzione delle medie mensili della salinità per il I Seno e per il II Seno, si osserva un andamento pressoché costante tra i due Seni. Nel mese di Dicembre è ben evidente un decremento di tale valore sia nel I che nel II Seno dovuto principalmente all'aumento delle precipitazioni con

conseguente aumento della portata dei fiumi e dei citri, mentre nei mesi estivi è evidente un aumento della salinità. Per quanto riguarda l'ossigeno relativo, condizioni di soprassaturazione, sia nel I che nel II Seno, si presentano più volte durante l'anno, soprattutto durante i mesi di Luglio e Gennaio nelle acque superficiali. La variabilità del parametro nelle acque superficiali è fortemente influenzata dalla biomassa autotrofa in sospensione. Le fluttuazioni attorno al valore di saturazione sono per lo più conseguenti all'apporto di ossigeno proveniente dai processi fotosintetici. Valori in sovrasaturazione coincidono sempre con fioriture microalgali. Considerando il fattore profondità, le acque superficiali presentano mediamente un buon tasso di ossigenazione. Nelle acque di fondo i valori tendenti alla sottosaturazione sono determinati dalla domanda di ossigeno nei processi ossidativi e respiratori. Le concentrazioni medie della clorofilla a evidenziano che la distribuzione di questo parametro nelle acque del I e del II Seno del Mar Piccolo è simile con valori massimi nel mese di Dicembre e minimi nel mese di Marzo. In Mar Piccolo si osserva uno spostamento del massimo fitoplanctonico dai mesi prettamente primaverili e autunnali ai mesi invernali a causa di fattori meteorologici. Per quanto riguarda l'andamento del valore medio annuale si osserva una situazione più o meno simile tra i 2 Seni.

Tabella 3.7: Valori minimi, massimi e medie annuali di salinità (‰) e ossigeno disciolto (mg/L), ossigeno percentuale (%), temperatura (°C) e clorofilla (mg/mc) riscontrati da Cardellicchio et al. nel 1984-1985

MAR PICCOLO Cardellicchio et al., 1984-1985							
Stazione		Min	mm/aa	Max	mm/aa	media annuale	
salinità ‰	4	sup	35.00	dic-84	38.29	ago-84	36.44
		fon	34.89	gen-85	37.95	ago-84	36.48
	7	sup	27.52	dic-84	38.19	mag-84	35.99
		fon	34.74	dic-84	38.65	set-84	37.68
	12	sup	35.01	dic-84	38.36	mag-84	36.70
		fon	35.73	dic-84	38.71	lug-84	37.68
	25	sup	34.75	dic-84	37.95	mag-85	36.57
		fon	35.55	feb-85	38.62	ago-85	37.17
ossigeno mg/L	4	sup	5.68	ago-84	12.32	gen-85	7.87
		fon	5.53	lug-84	8.99	dic-84	7.07
	7	sup	5.36	set-84	11.36	gen-85	8.03
		fon	4.27	set-84	8.38	dic-84	6.01
	12	sup	5.44	ott-84	9.89	apr-85	7.84
		fon	4.54	ago-84	8.28	feb-85	6.35
	25	sup	3.10	ago-84	12.6	gen-85	7.80
		fon	3.49	apr-85	8.59	dic-84	5.89
ossigeno %	4	sup	73.43	nov-84	139.78	gen-85	102.57
		fon	78.55	mar-85	109.88	set-84	91.98
	7	sup	79.46	set-85	135.88	geb-85	104.11
		fon	63.84	lug-84	101.99	dic-84	78.06
	12	sup	78.82	ott-84	132.53	lug-84	103.13
		fon	60.46	mag-84	93.72	giu-84	81.82
	25	sup	46.55	ago-84	142.22	gen-85	101.30
		fon	43.26	apr-85	110.53	giu-84	76.73
temperatura °C	4	sup	10.50	feb-85	24.4	lug-84	17.83
		fon	10.20	feb-85	24.15	set-84	17.59
	7	sup	9.60	feb-85	25.30	lug-84	17.96
		fon	11.40	feb-85	24.45	set-84	17.53
	12	sup	10.00	feb-85	24.35	set-84	17.87
		fon	11.00	feb-85	24.50	set-84	17.60
	25	sup	9.00	feb-85	27.10	lug-84	18.24
		fon	9.20	feb-85	24.70	set-84	17.33
clorofilla mg/mc	4	sup	1.00	mar-84	24.11	mag-84	8.36
	7	sup	0.56	mar-84	19.66	dic-84	9.39
	12	sup	0.35	mar-84	19.31	dic-84	8.30
	25	sup	0.90	mar-84	22.35	dic-84	8.92

3.6.3 Indagini idrologiche Cardellicchio et al., 1986-1987

La Figura 3.76 illustra le stazioni di campionamento considerate per le indagini svolte nel periodo 1986-1987.



Figura 3.76: Localizzazione delle stazioni di prelievo (Autore: Cardellicchio et al.)

In questa campagna, i dati a disposizione di salinità, ossigeno disciolto, ossigeno % e temperatura e clorofilla (dati non pubblicati) riguardano solo i periodi ottobre-dicembre per il 1986 e gennaio-febbraio per il 1987. Le Figure 3.77-3.86 illustrano gli andamenti delle medie mensili della salinità e dell'ossigeno disciolto relativi alla campagna 1986-1987 nelle stazioni 12 (I Seno) e 25 (II Seno).

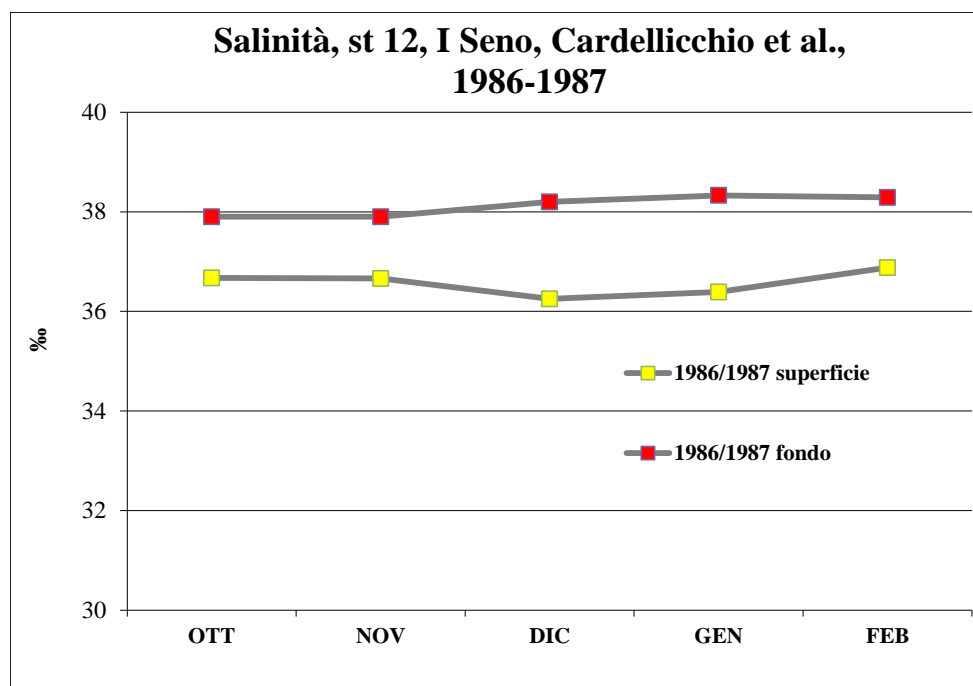


Figura 3.77: Andamenti mensili della salinità (g/Kg) (valori misurati in superficie e sul fondo) osservati nel 1985 (ottobre-dicembre) e 1986 (gennaio-febbraio) nella stazione 12 (I Seno)

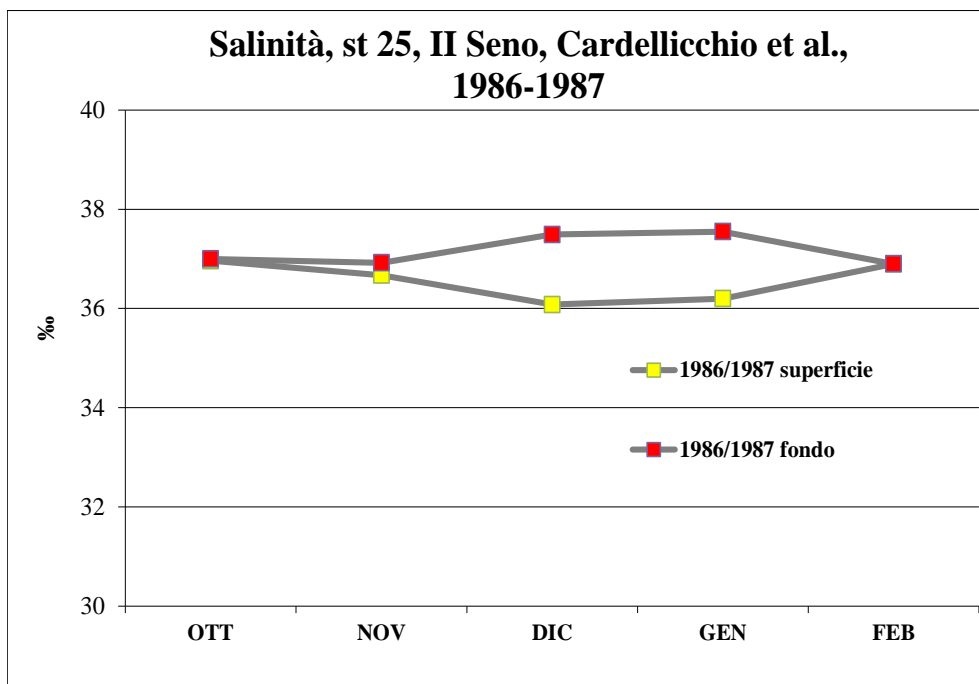


Figura 3.78: Andamenti mensili della salinità (g/Kg) (valori misurati in superficie e sul fondo) osservati nel 1986 (ottobre-dicembre) e 1987 (gennaio-febbraio) nella stazione 25 (II Seno)

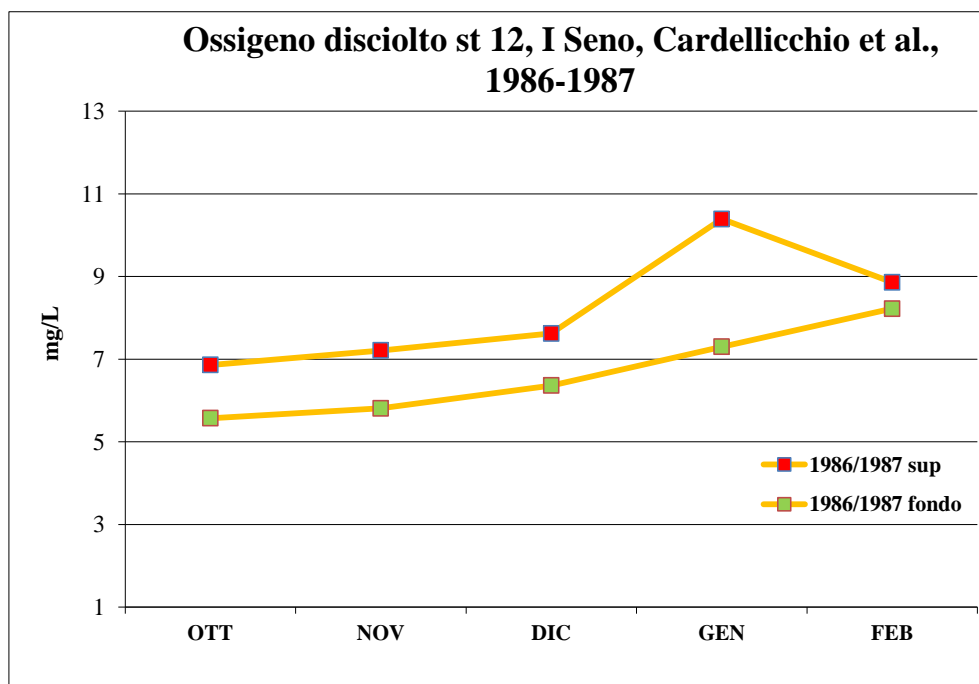


Figura 3.79: Andamenti mensili dell'ossigeno disciolto (mg/L) (valori misurati in superficie e sul fondo) osservati nel 1986 (ottobre-dicembre) e 1987 (gennaio-febbraio) nella stazione 12 (I Seno)

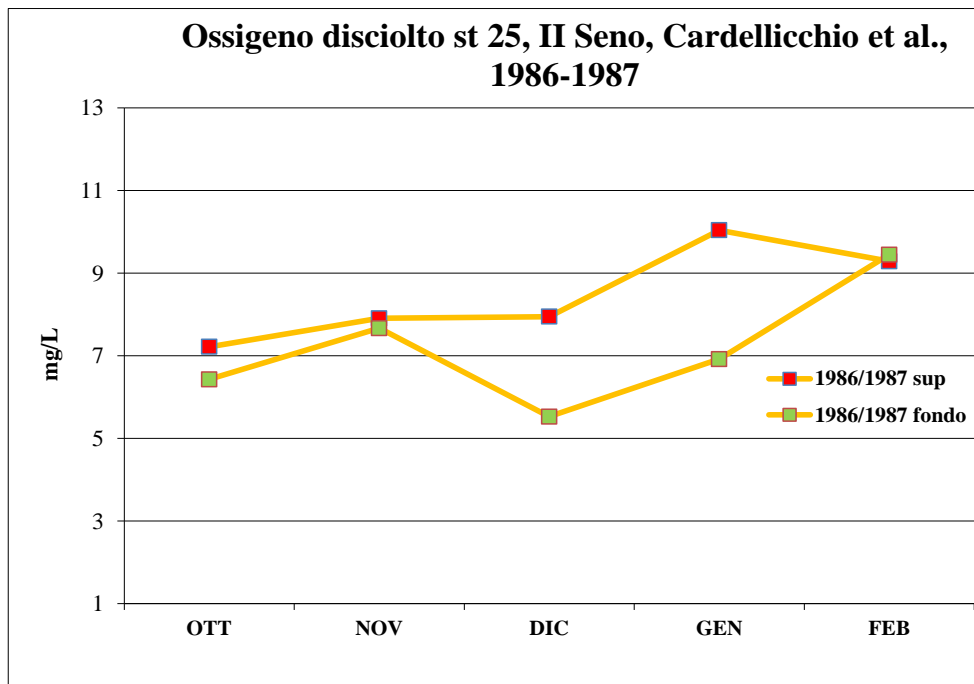


Figura 3.80: Andamenti mensili dell'ossigeno disciolto (mg/L) (valori misurati in superficie e sul fondo) osservati nel 1986 (ottobre-dicembre) e 1987 (gennaio-febbraio) nella stazione 25 (II Seno)

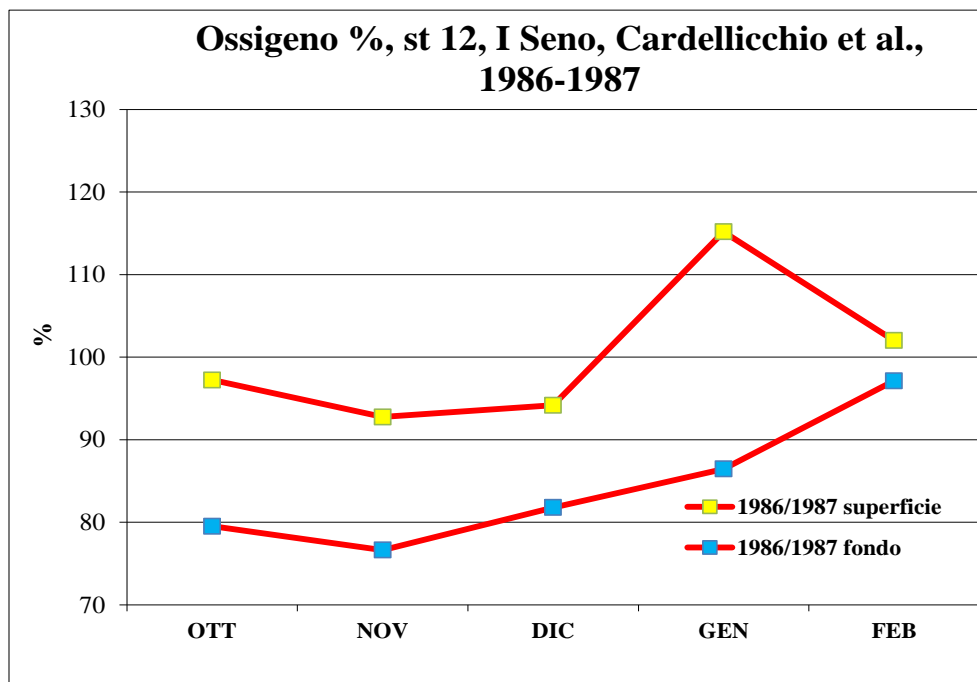


Figura 3.81: Andamenti mensili della ossigeno percentuale (%) (valori misurati in superficie e sul fondo) osservati nel 1986 (ottobre-dicembre) e 1987 (gennaio-febbraio) nella stazione 12 (I Seno)

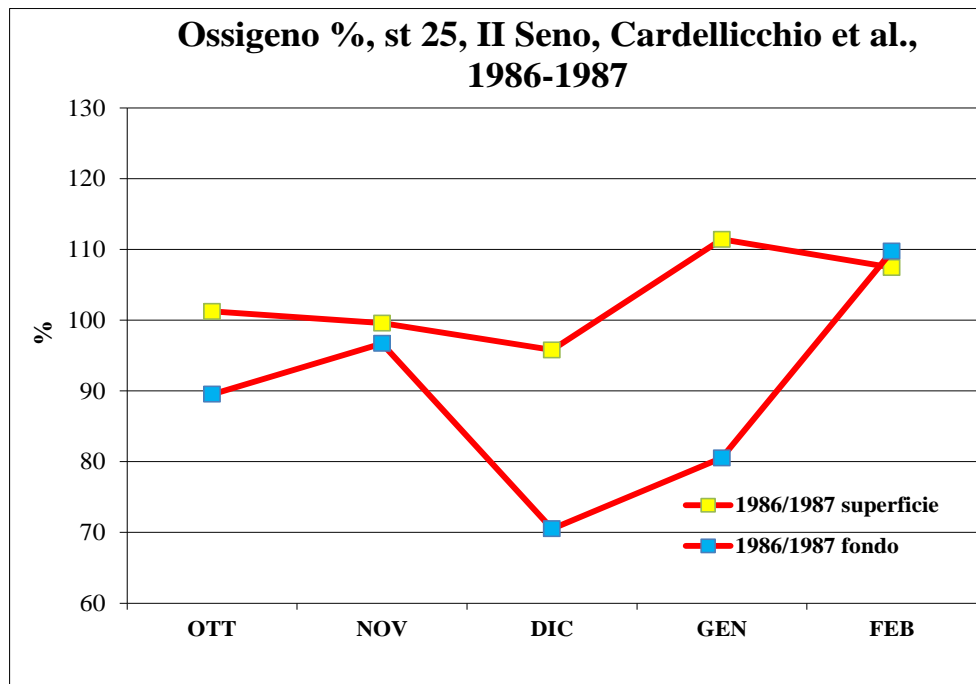


Figura 3.82: Andamenti mensili della ossigeno percentuale (%) (valori misurati in superficie e sul fondo) osservati nel 1986 (ottobre-dicembre) e 1987 (gennaio-febbraio) nella stazione 25 (II Seno)

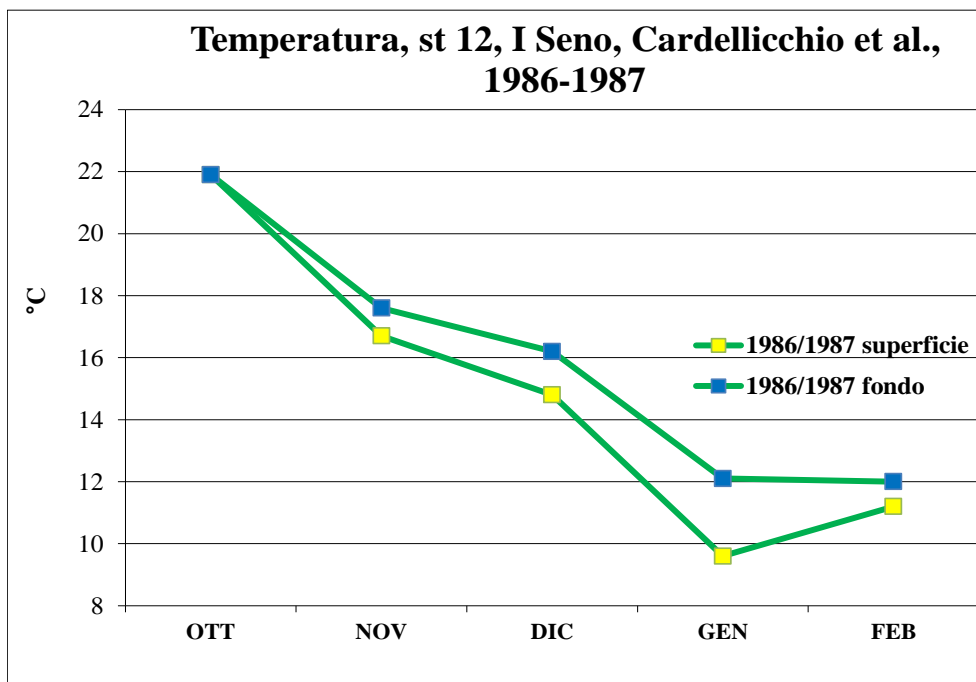


Figura 3.83: Andamenti mensili della temperatura (°C) (valori misurati in superficie e sul fondo) osservati nel 1986 (ottobre-dicembre) e 1987 (gennaio-febbraio) nella stazione 12 (I Seno)

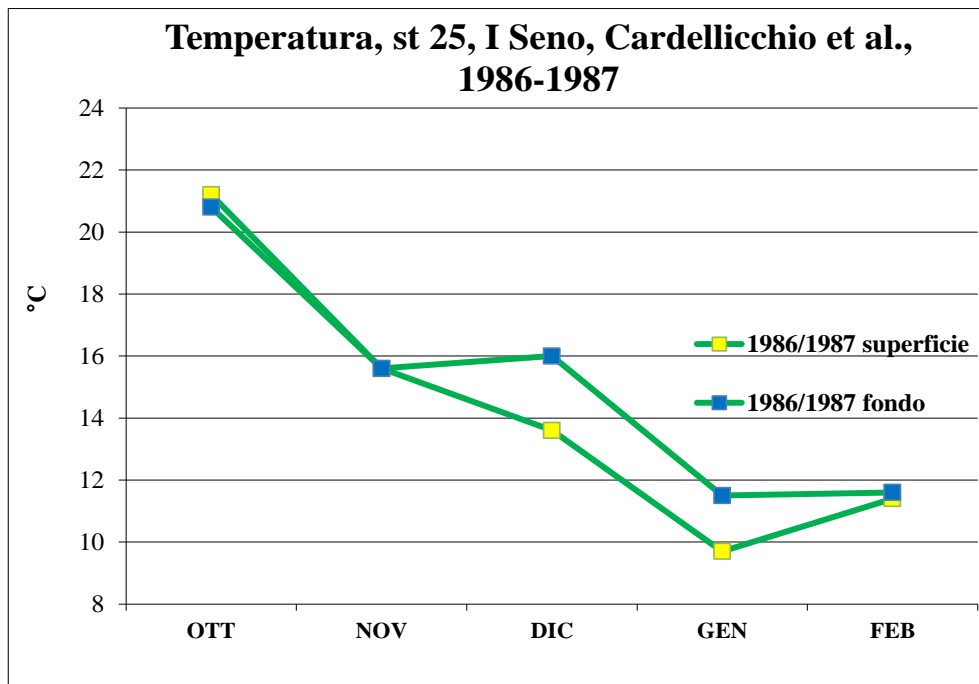


Figura 3.84: Andamenti mensili della temperatura (°C) (valori misurati in superficie e sul fondo) osservati nel 1986 (ottobre-dicembre) e 1987 (gennaio-febbraio) nella stazione 25 (II Seno)

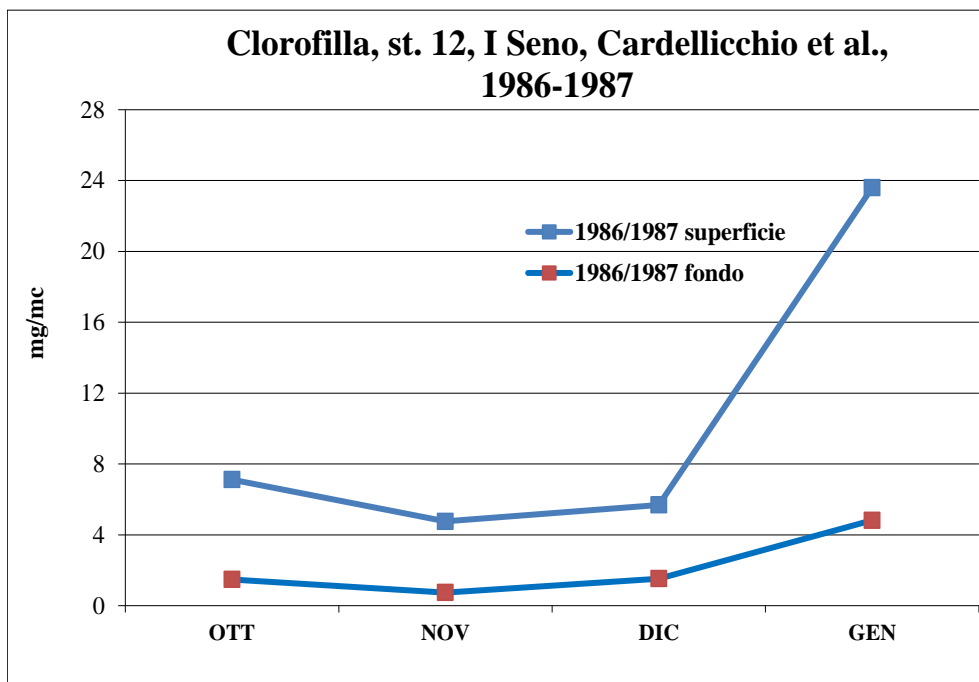


Figura 3.85: Andamenti mensili della clorofilla (mg/mc) (valori misurati in superficie e sul fondo) osservati nel 1986 (ottobre-dicembre) e 1987 (gennaio-febbraio) nella stazione 12 (II Seno)

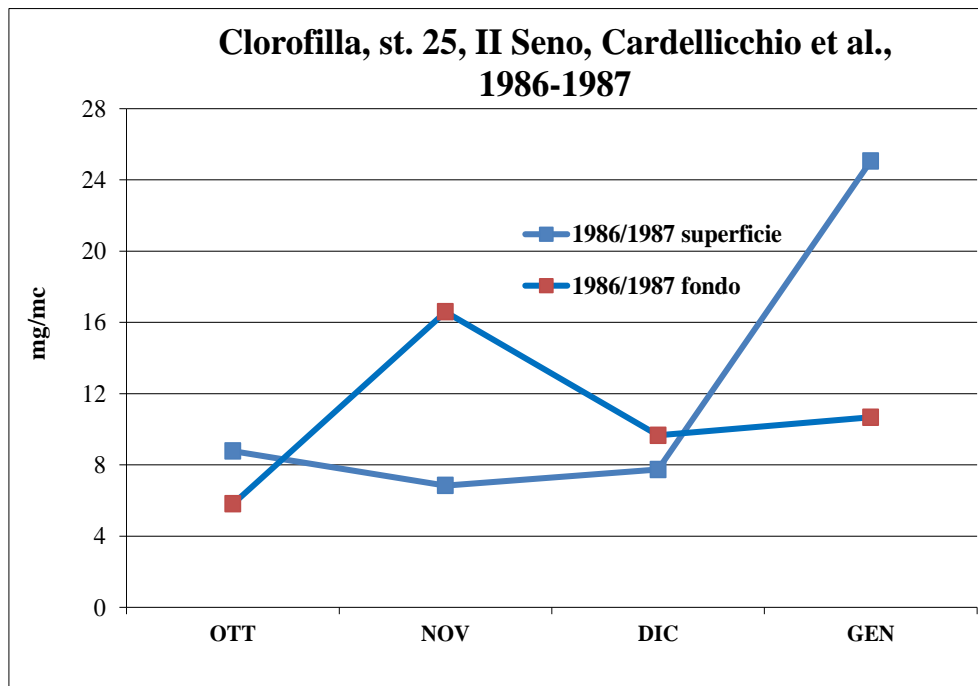


Figura 3.86: Andamenti mensili della clorofilla (mg/mc) (valori misurati in superficie e sul fondo) osservati nel 1986 (ottobre-dicembre) e 1987 (gennaio-febbraio) nella stazione 25 (II Seno)

Si riportano in Tabella 3.8 le medie della salinità, ossigeno disciolto e percentuale, temperatura e clorofilla relative al periodo di osservazione 1986-1987.

Tabella 3.8: Valori medi di salinità (‰), ossigeno disciolto (mg/L), ossigeno percentuale (%), temperatura (°C) e clorofilla (mg/mc) riscontrati da Cardellicchio et al. nel 1986-1987

MAR PICCOLO Cardellicchio et al., 1986-1987			
	Stazione		media
salinità ‰	12	sup	36.57
		fon	38.12
	25	sup	36.56
		fon	37.17
ossigeno mg/L	12	sup	8.19
		fon	6.65
	25	sup	8.48
		fon	7.20
ossigeno %	12	sup	100.27
		fon	84.30
	25	sup	103.09
		fon	89.40
temperatura °C	12	sup	14.84
		fon	15.96
	25	sup	14.30
		fon	15.10
clorofilla mg/mc	12	sup	10.29
		fon	2.15
	25	sup	12.11
		fon	10.68

3.6.4 Indagine idrologica Cardellicchio et al., 1990-1991

I dati di queste indagini si riferiscono al periodo 1990-1991, in cui sono state effettuate misure di salinità, ossigeno disciolto, temperatura e clorofilla nei mesi di maggio, luglio e ottobre 1990 e gennaio 1991 (dati non pubblicati). La Figura 3.87 illustra le stazioni di prelievo considerate per questo periodo di osservazione.



Figura 3.87: Localizzazione delle stazioni di prelievo (Autori: Cardellicchio et al.)

La Tabella 3.9, riporta a titolo esemplificativo le medie osservate in superficie e fondo di salinità e ossigeno disciolto per i 4 mesi di osservazione.

Tabella 3.9: Valori medi di salinità (‰), ossigeno disciolto (mg/L), ossigeno percentuale (%), temperatura (°C) e clorofilla (mg/mc) riscontrati da Cardellicchio et al. nel 1990-1991

MAR PICCOLO Cardellicchio et al., 1990-1991			
		Stazione	media
salinità	‰	4	sup 35.95 fon 37.40
		12	sup 36.67 fon 38.15
	25	sup 37.01 fon 37.54	
	ossigeno mg/L	4	sup 7.08 fon 6.35
		12	sup 7.66 fon 5.88
		25	sup 7.25 fon 5.90
ossigeno %	4	sup 97.02 fon 85.71	
	12	sup 105.83 fon 79.50	
	25	sup 99.40 fon 77.95	
	temperatura° C	4	sup 20.11 fon 19.11
		12	sup 20.14 fon 18.94
		25	sup 20.42 fon 18.59
clorofilla mg/mc	4	sup 1.24	
	12	sup 2.05	
	25	sup 2.90	

3.6.5 Indagine idrologica Cardellicchio et al., 1991-1992

Nel periodo 1991-1992 indagini sulla qualità delle acque sono state condotte nelle stazioni 2, 4 (I Seno) e 6 (II Seno) da marzo 1991 a febbraio 1992 (dati non pubblicati). La Figura 3.88 illustra le stazioni di prelievo considerate in questo studio.

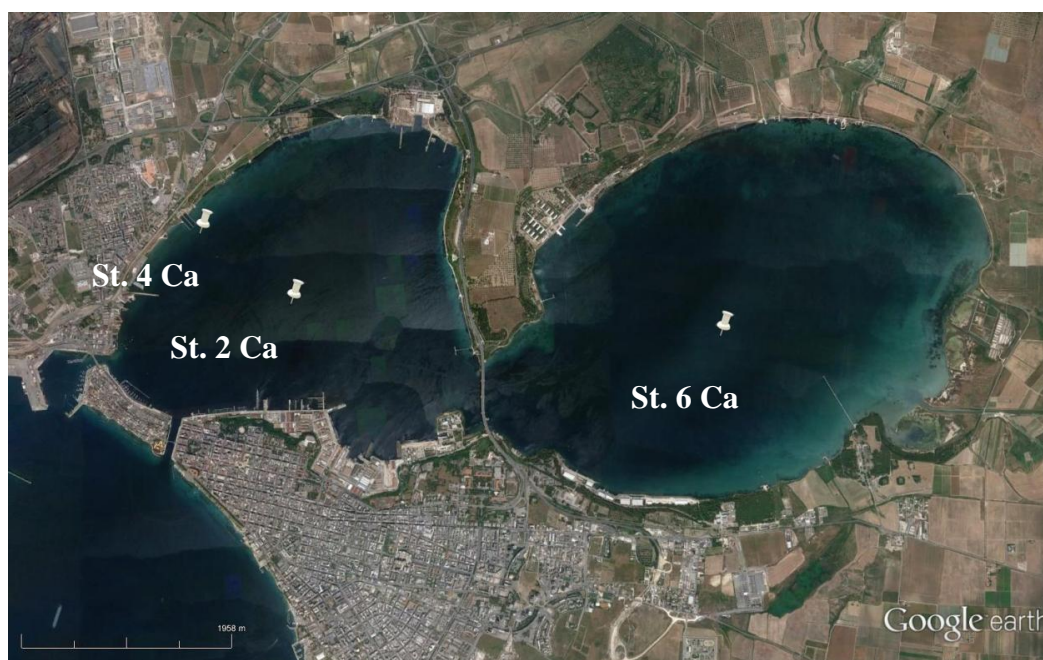


Figura 3.88: Localizzazione delle stazioni di prelievo (Autori: Cardellicchio et al.)

Le Figure 3.89-3.103 mostrano gli andamenti delle medie mensili della salinità, dell'ossigeno disciolto, della ossigeno %, della temperatura e della clorofilla relativi alla campagna 1991-1992 nelle stazioni 2, 4 (I Seno) e 6 (II Seno).

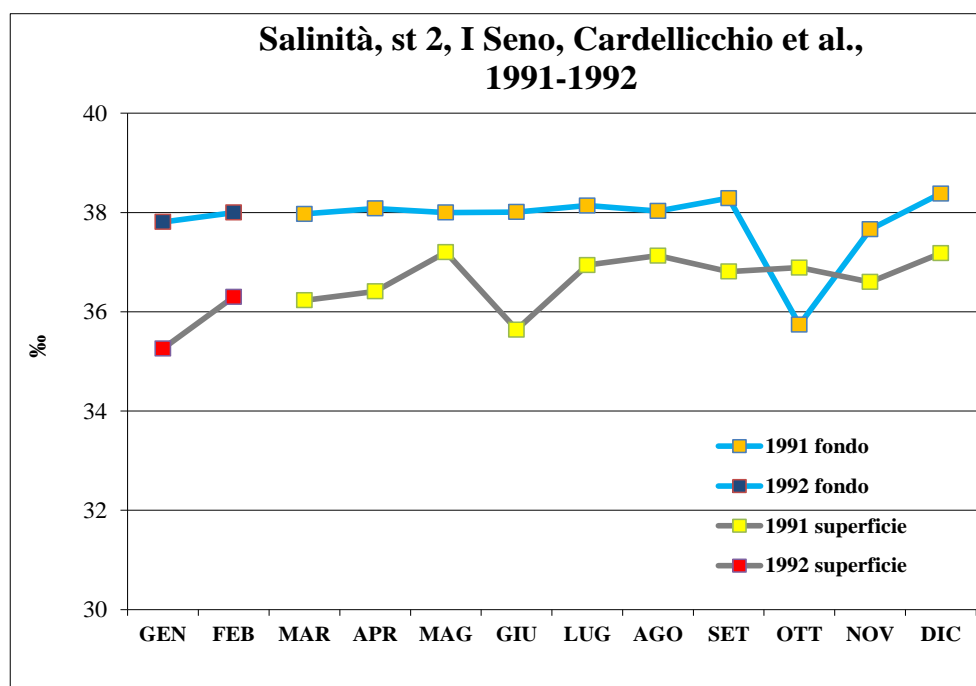


Figura 3.89: Andamenti mensili della salinità (g/Kg) (valori misurati in superficie e sul fondo) osservati nel 1991 (marzo-dicembre) e 1992 (gennaio-febbraio) nella stazione 2 (I Seno)

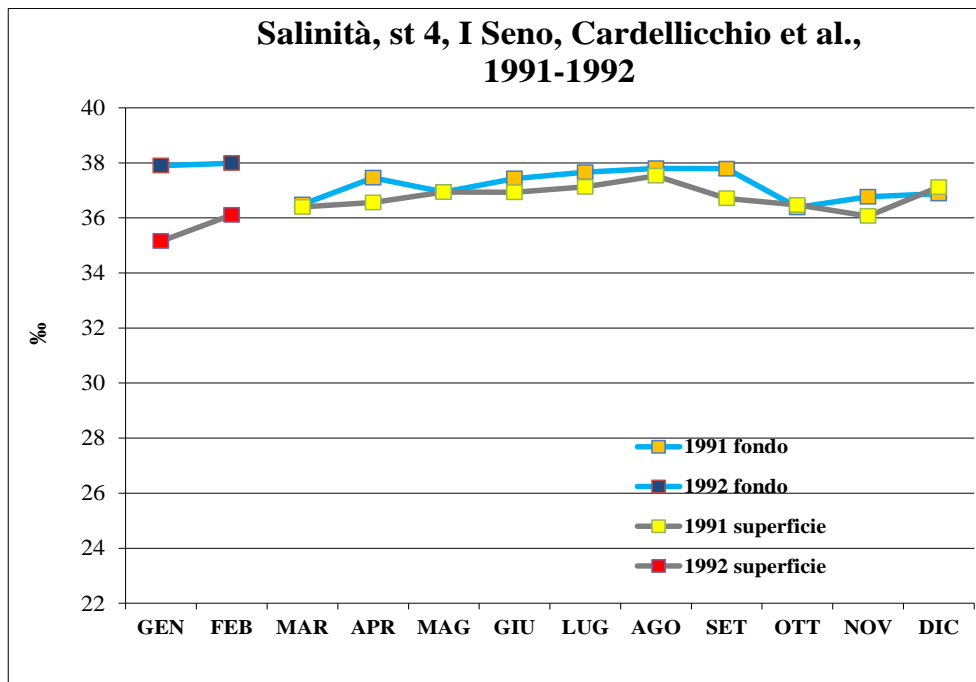


Figura 3.90: Andamenti mensili della salinità (g/Kg) (valori misurati in superficie e sul fondo) osservati nel 1991 (marzo-dicembre) e 1992 (gennaio-febbraio) nella stazione 4 (I Seno)

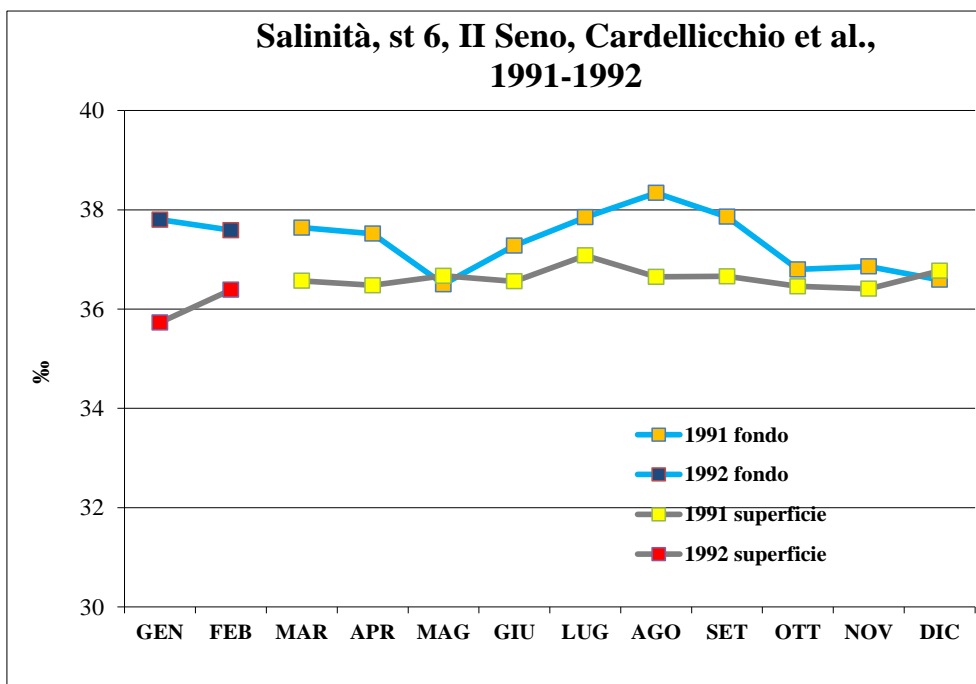


Figura 3.91: Andamenti mensili della salinità (g/Kg) (valori misurati in superficie e sul fondo) osservati nel 1991 (marzo-dicembre) e 1992 (gennaio-febbraio) nella stazione 6 (II Seno)

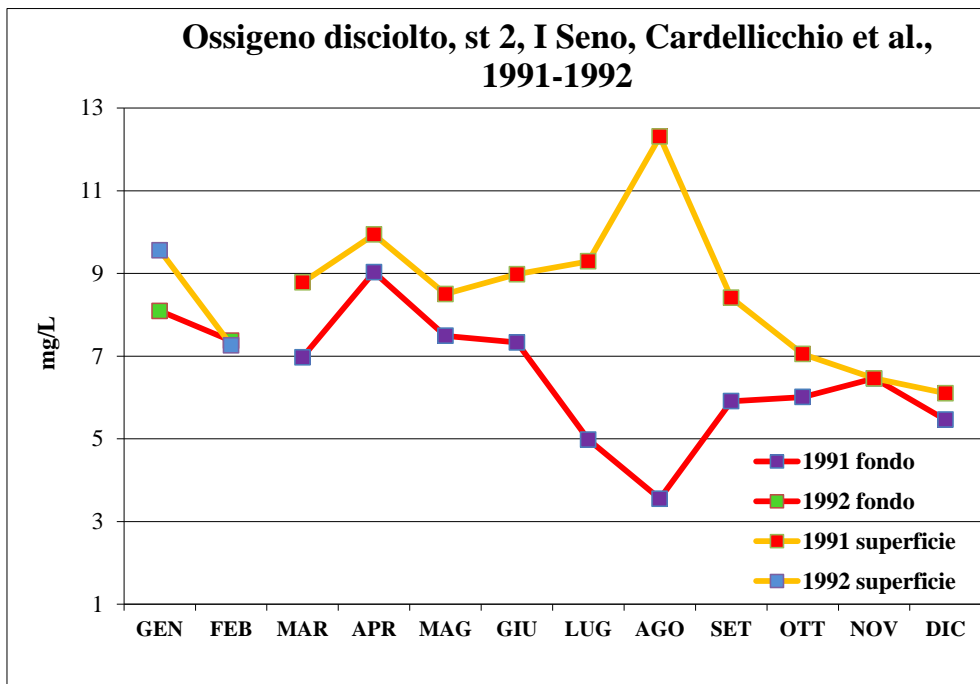


Figura 3.92: Andamenti mensili dell'ossigeno disciolto (mg/L) (valori misurati in superficie e sul fondo) osservati nel 1991 (marzo-dicembre) e 1992 (gennaio-febbraio) nella stazione 2 (I Seno)

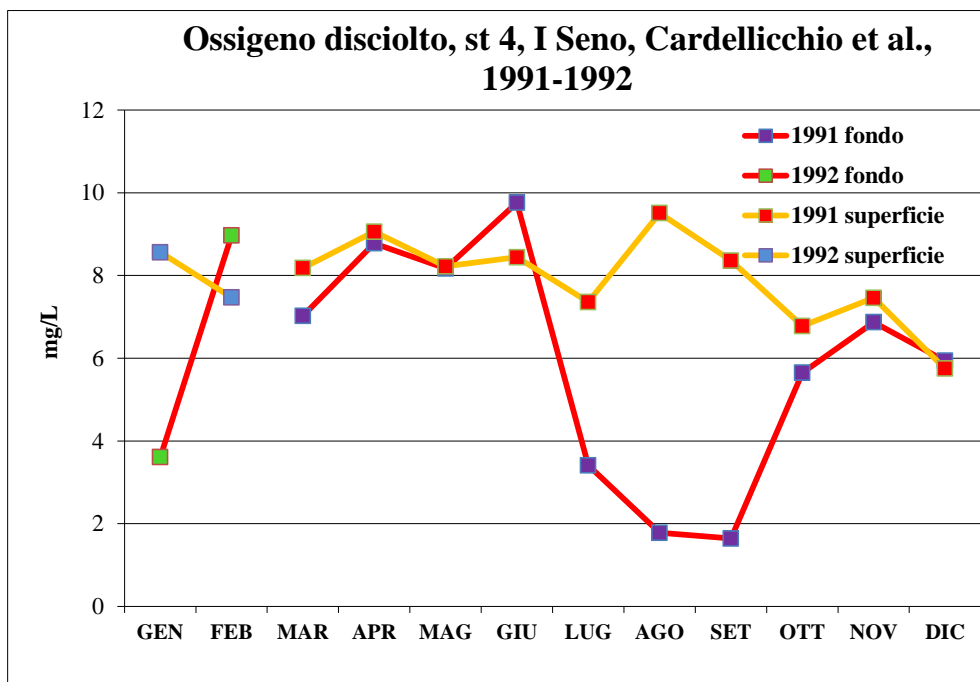


Figura 3.93: Andamenti mensili dell'ossigeno disciolto (mg/L) (valori misurati in superficie e sul fondo) osservati nel 1991 (marzo-dicembre) e 1992 (gennaio-febbraio) nella stazione 4 (I Seno)

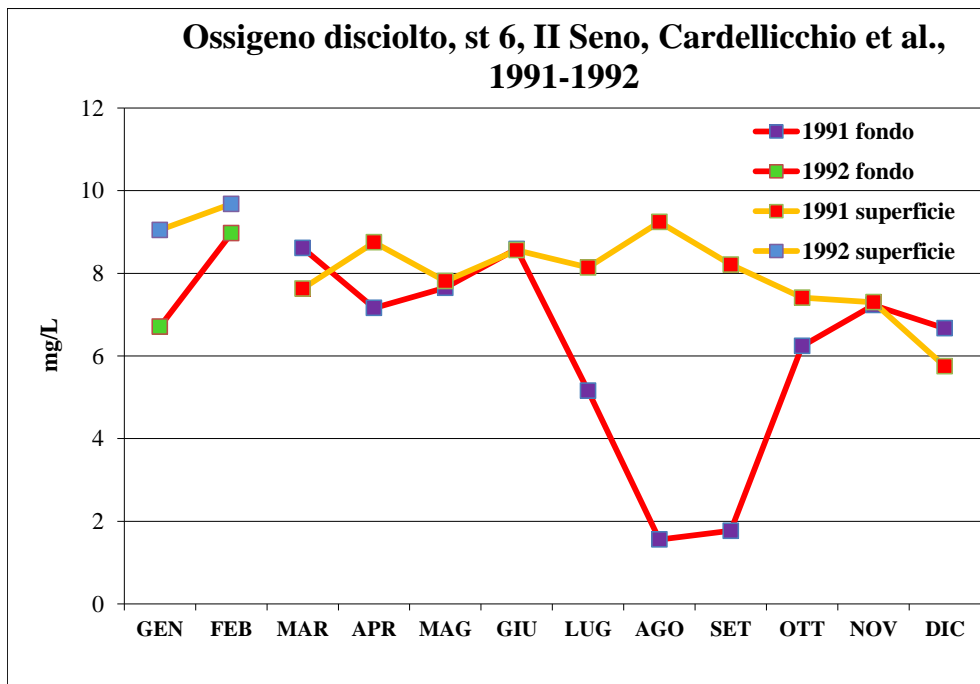


Figura 3.94: Andamenti mensili dell'ossigeno disciolto (mg/L) (valori misurati in superficie e sul fondo) osservati nel 1991 (marzo-dicembre) e 1992 (gennaio-febbraio) nella stazione 6 (II Seno)

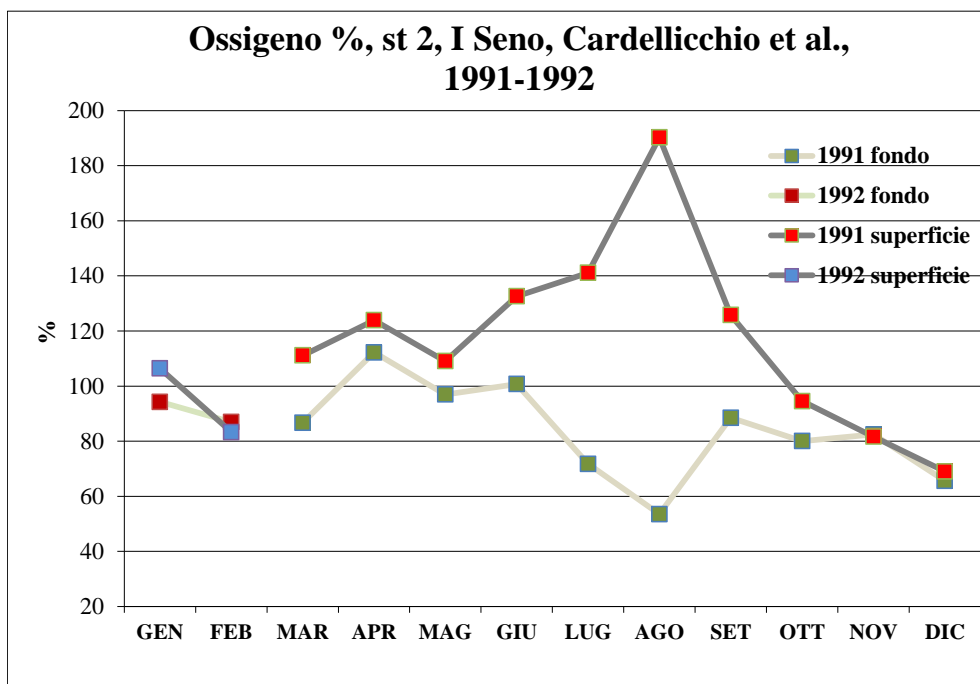


Figura 3.95: Andamenti mensili della ossigeno percentuale (%) (valori misurati in superficie e sul fondo) osservati nel 1991 (marzo-dicembre) e 1992 (gennaio-febbraio) nella stazione 2 (I Seno)

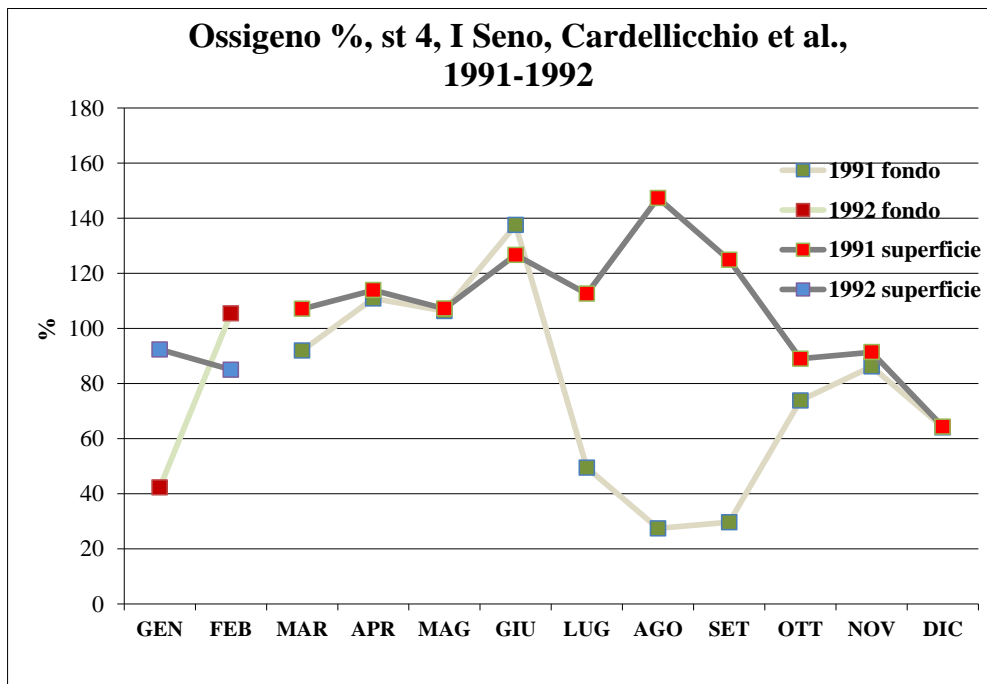


Figura 3.96: Andamenti mensili della ossigeno percentuale (%) (valori misurati in superficie e sul fondo) osservati nel 1991 (marzo-dicembre) e 1992 (gennaio-febbraio) nella stazione 4 (I Seno)

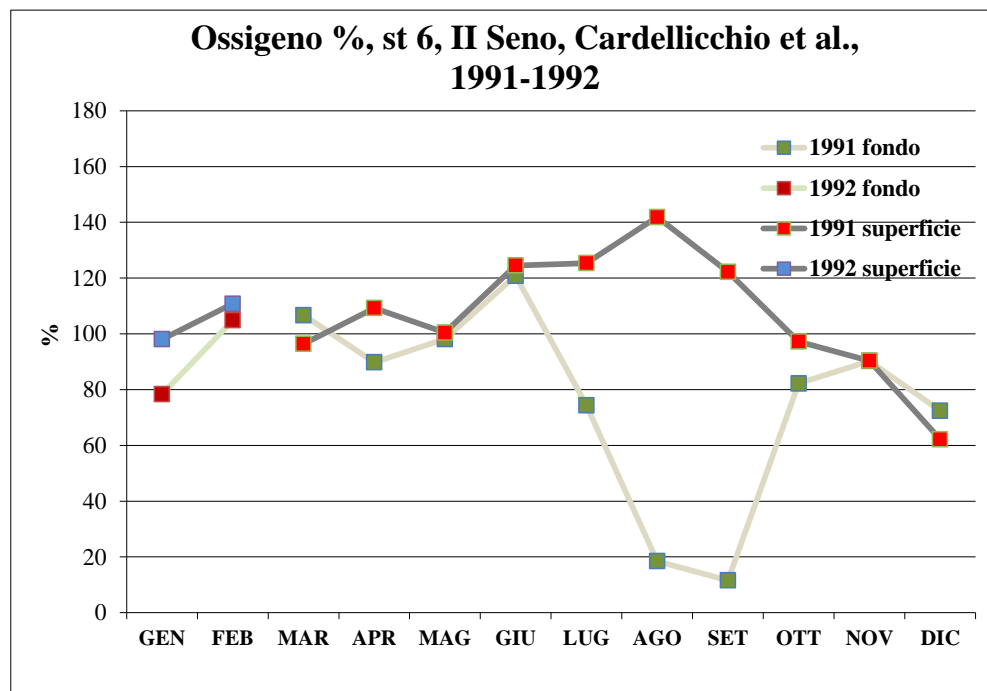


Figura 3.97: Andamenti mensili della ossigeno percentuale (%) (valori misurati in superficie e sul fondo) osservati nel 1991 (marzo-dicembre) e 1992 (gennaio-febbraio) nella stazione 6 (II Seno)

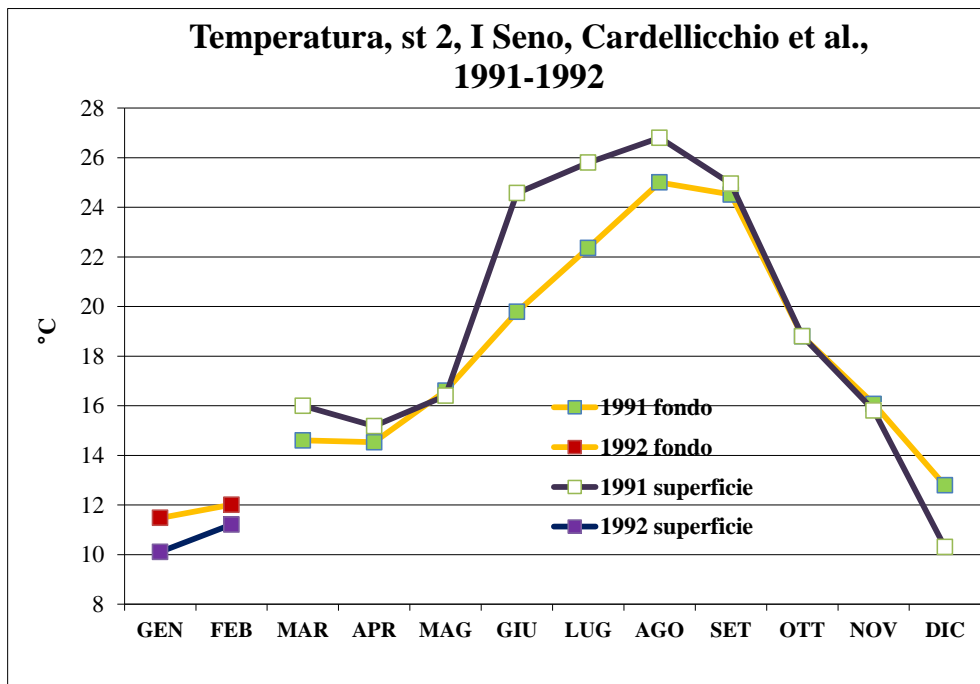


Figura 3.98: Andamenti mensili della temperatura (°C) (valori misurati in superficie e sul fondo) osservati nel 1991 (marzo-dicembre) e 1992 (gennaio-febbraio) nella stazione 2 (I Seno)

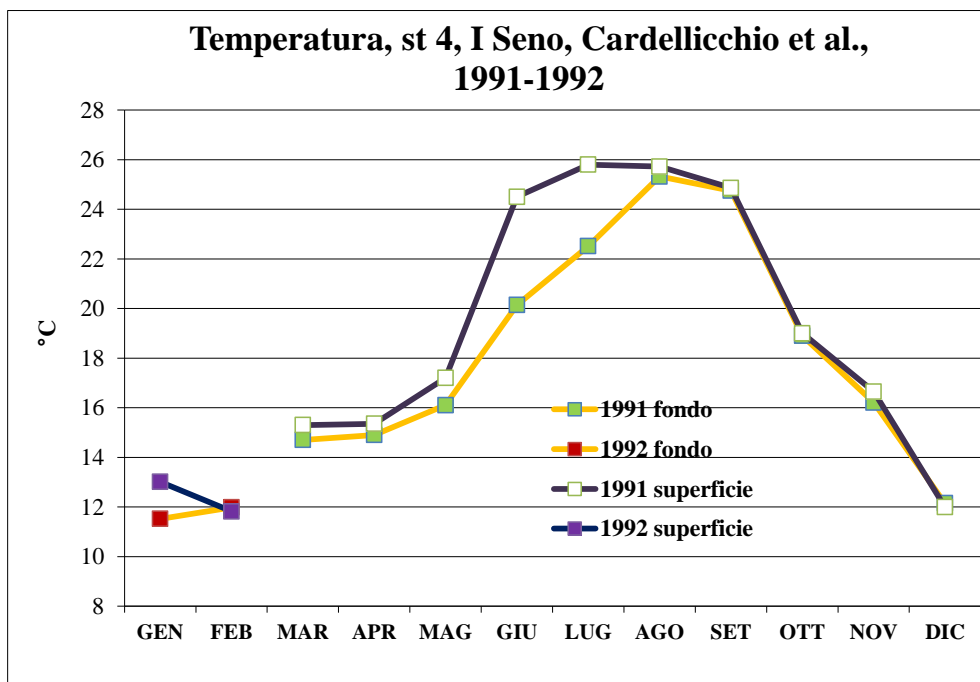


Figura 3.99: Andamenti mensili della temperatura (°C) (valori misurati in superficie e sul fondo) osservati nel 1991 (marzo-dicembre) e 1992 (gennaio-febbraio) nella stazione 4 (I Seno)

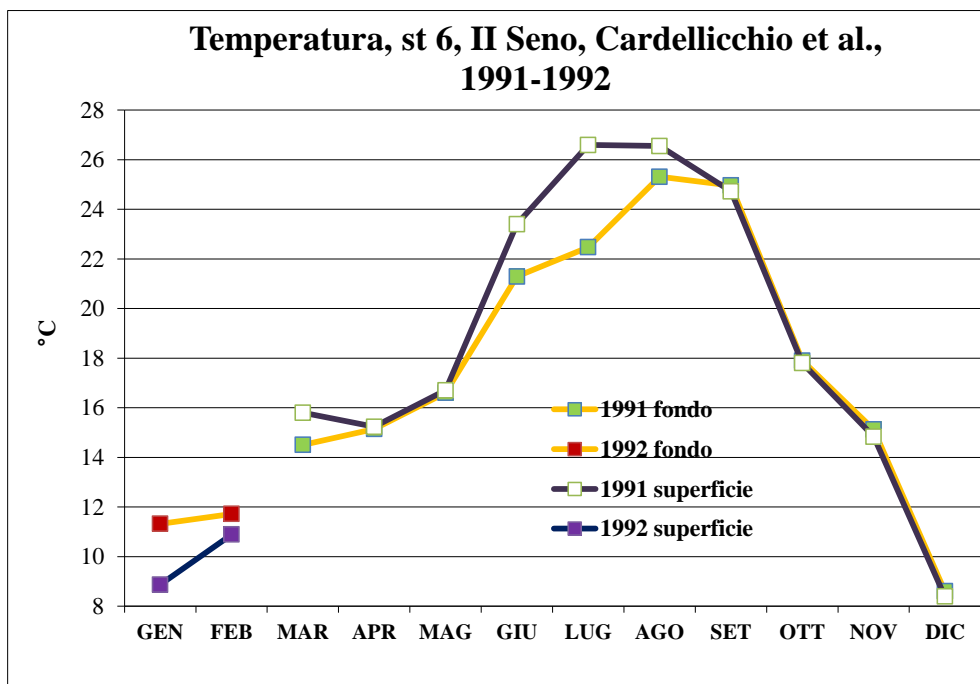


Figura 3.100: Andamenti mensili della temperatura (°C) (valori misurati in superficie e sul fondo) osservati nel 1991 (marzo-dicembre) e 1992 (gennaio-febbraio) nella stazione 6 (II Seno)

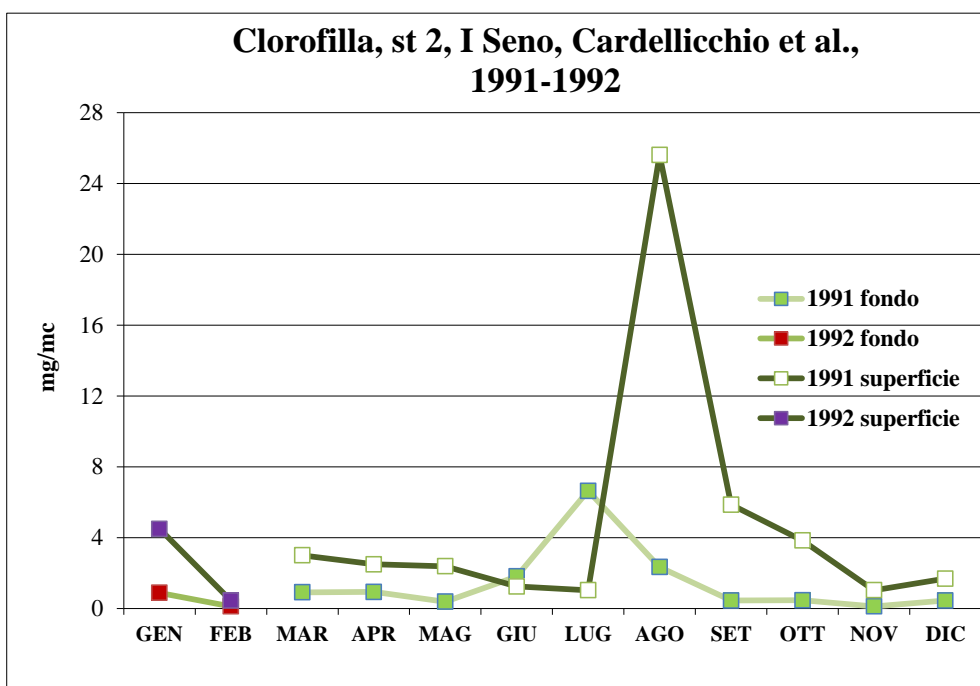


Figura 3.101: Andamenti mensili della clorofilla (mg/mc) (valori misurati in superficie e sul fondo) osservati nel 1991 (marzo-dicembre) e 1992 (gennaio-febbraio) nella stazione 2 (I Seno)

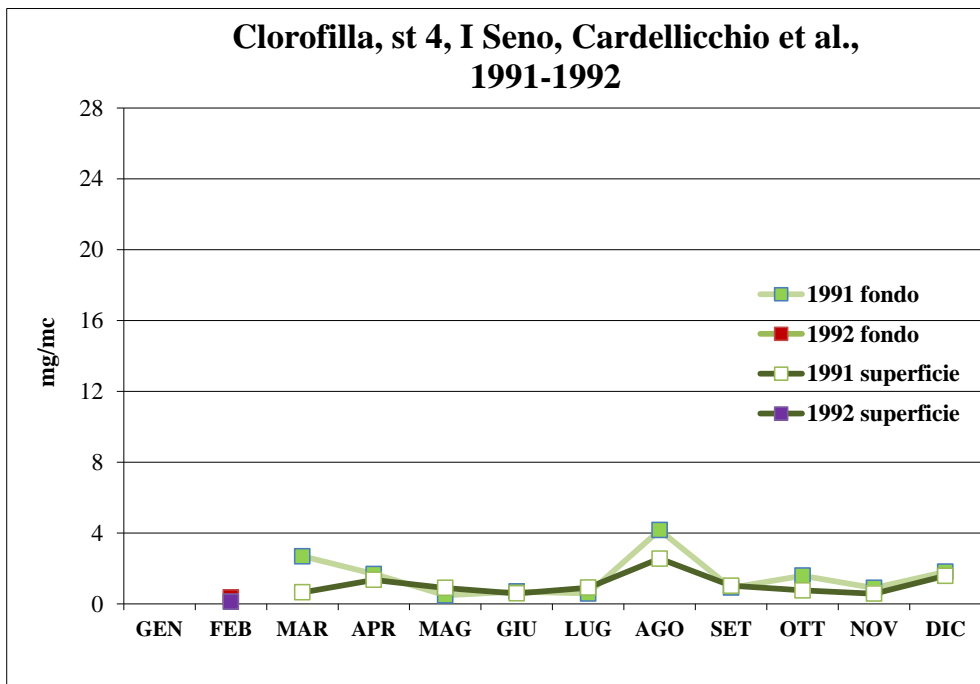


Figura 3.102: Andamenti mensili della clorofilla (mg/mc) (valori misurati in superficie e sul fondo) osservati nel 1991 (marzo-dicembre) e 1992 (gennaio-febbraio) nella stazione 4 (I Seno)

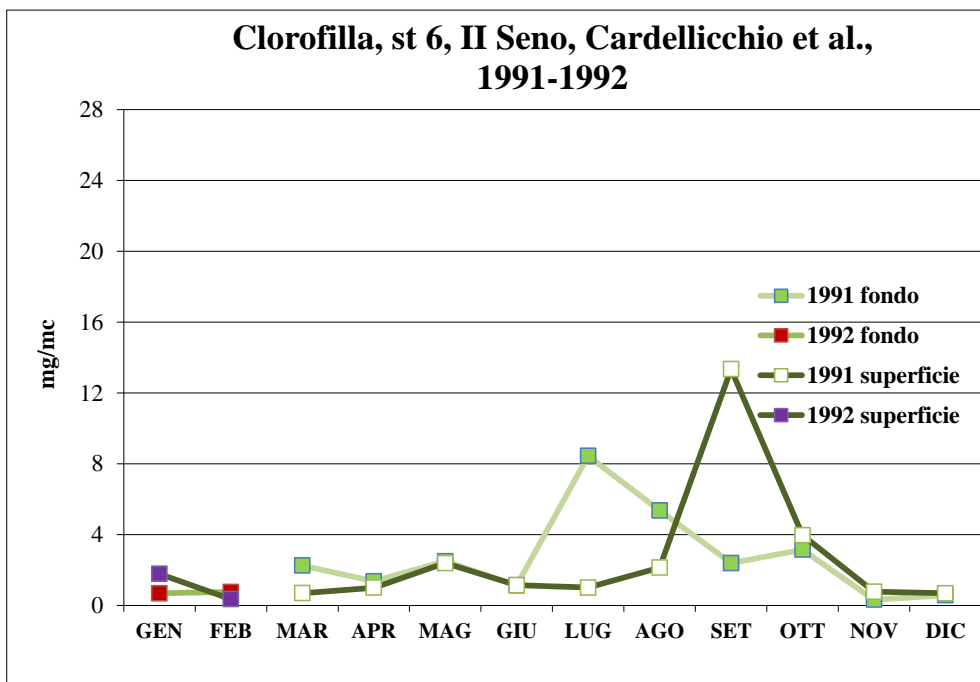


Figura 3.103: Andamenti mensili della clorofilla (mg/mc) (valori misurati in superficie e sul fondo) osservati nel 1991 (marzo-dicembre) e 1992 (gennaio-febbraio) nella stazione 6 (II Seno)

La Tabella 3.10 riassume i valori minimi e massimi con le relative medie di salinità, ossigeno disciolto, ossigeno %, temperatura e clorofilla (solo superficie) osservati nel 1991-1992 nelle tre stazioni considerate.

Tabella 3.10: Valori minimi, massimi e medie annuali di salinità (g/Kg), ossigeno disciolto (mg/L), ossigeno percentuale (%), temperatura (°C) e clorofilla (mg/mc) riscontrati da Cardellicchio et al. nel 1991-1992

MAR PICCOLO Cardellicchio et al., 1991-1992								
		Stazione	Min	mm/aa	Max	mm/aa	media annuale	
salinità	%	2	sup	35.26	gen-92	37.2	36.55	
			fon	35.74	ott-91	38.29	37.84	
	4	sup	35.16	gen-92	36.78	lug-91	36.59	
		fon	37.31	ott-91	38.23	set-91	37.29	
	6	sup	35.73	gen-92	37.08	lug-91	36.54	
		fon	35.60	mag-91	38.34	ago-91	37.39	
ossigeno	mg/L	2	sup	6.10	dic-91	12.32	7.87	
			fon	3.55	ago-91	8.99	apr-91	7.07
		4	sup	5.75	dic-91	9.51	ago-91	7.93
			fon	1.64	set-91	9.76	giu-91	5.97
		6	sup	5.75	dic-91	9.68	feb-91	8.13
			fon	1.56	ago-91	5.56	giu-91	6.34
ossigeno	%	2	sup	69.00	dic-91	190.29	114.06	
			fon	53.52	ago-91	112.21	apr-91	84.98
		4	sup	64.35	dic-91	147.34	giu-91	105.14
			fon	27.42	ago-91	137.49	giu-91	75.41
		6	sup	62.20	dic-91	141.86	ago-91	106.56
			fon	11.59	set-91	120.85	gen-92	78.17
temperatura	°C	2	sup	10.11	gen-92	26.80	17.99	
			fon	11.48	gen-92	25.00	ago-91	17.38
		4	sup	11.82	feb-92	25.80	lug-91	18.43
			fon	11.52	gen-92	25.72	ago-91	17.43
		6	sup	8.39	dic-91	26.59	lug-91	17.48
			fon	8.60	dic-91	25.31	ago-91	17.08
clorofilla	mg/mc	2	sup	0.44	feb-92	25.61	4.42	
			fon	0.12	feb-92	6.64	lug-91	1.29
		4	sup	0.12	feb-92	2.55	ago-91	1.00
			fon	0.35	feb-92	4.16	ago-91	1.44
		6	sup	0.35	feb-92	13.34	set-91	2.44
			fon	0.32	nov-91	8.44	lug-91	2.41

Anche in questo periodo di osservazione, si confermano, nel complesso i trend annuali di ossigeno disciolto, salinità e temperatura. I valori maggiori di salinità sono stati osservati nei mesi estivi, mentre i livelli più bassi, in superficie, nei mesi invernali. Considerando le medie mensili della salinità per il I Seno e per il II Seno, si osservano dei valori piuttosto confrontabili. I livelli di ossigenazione del bacino sono risultati discreti, ad eccezione, come confermato da situazioni di sottosaturazione, dei mesi più caldi, sul fondo, a seguito dell'incremento della domanda di ossigeno per i processi ossidativi e respiratori. Le concentrazioni medie della clorofilla evidenziano valori maggiori (4.42 mg/mc) nel centro del I Seno rispetto alla zona prospiciente alle prese a mare (stazione 4) e al II Seno (1.00 e 2.44 mg/mc rispettivamente). Il valore massimo di clorofilla è stato osservato nell'agosto del 1991 nella stazione 2 nel I Seno (25.61 mg/mc) in superficie.

3.7 Indagini idrologiche condotte da Giorgio Alabiso (CNR-IAMC) nel 2008

Nel corso del 2008 Alabiso e coll. hanno effettuato indagini idrologiche in diverse stazioni del Mar Piccolo di Taranto. Per questo studio (dati non pubblicati) sono state considerate le stazioni 7 (centro I Seno) e 12 (centro II Seno) (Figura 3.104).



Figura 3.104: Localizzazione delle stazioni di prelievo (Autore: Alabiso)

Le Figure 3.105-3.110 illustrano gli andamenti della temperatura, salinità e ossigeno percentuale osservati durante la campagna condotta nel 2008. Le Tabelle 48-50 in Allegato 2 mostrano i dati estrapolati da questa ricerca.

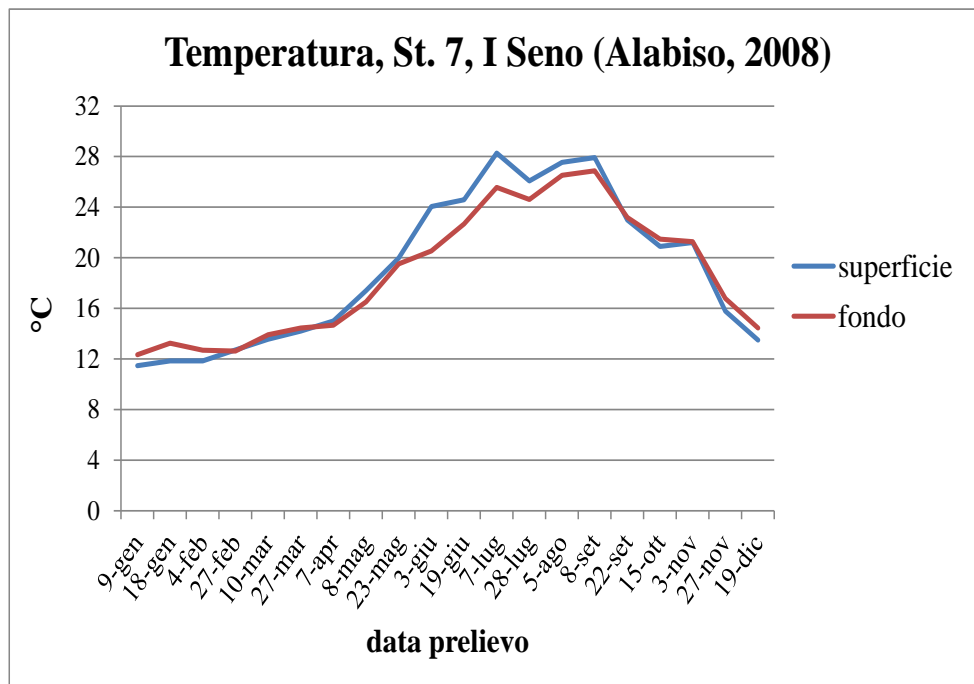


Figura 3.105: Andamenti della temperatura (°C) in superficie e sul fondo osservati nel 2008 da Alabiso nella stazione 7 (I Seno)

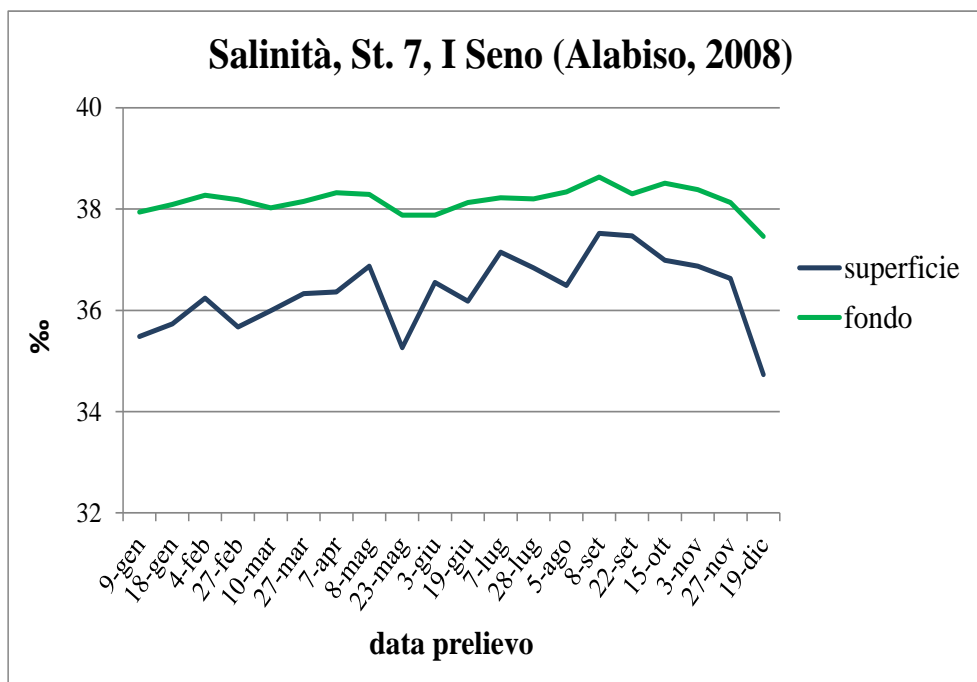


Figura 3.106: Andamenti della salinità (g/Kg) in superficie e sul fondo osservati nel 2008 da Alabiso nella stazione 7 (I Seno)

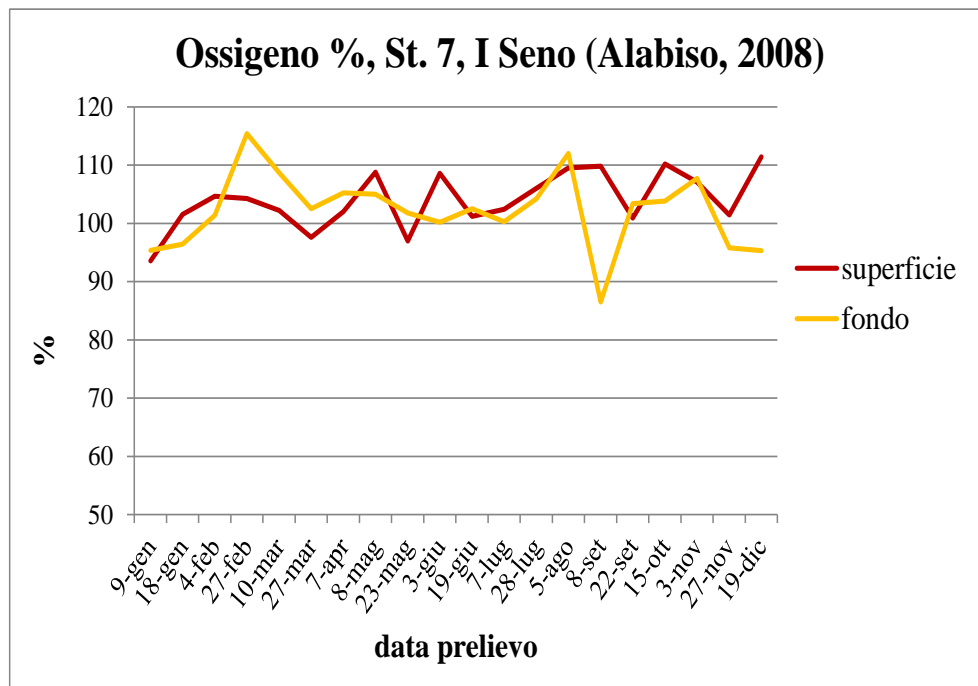


Figura 3.107: Andamenti della ossigeno percentuale (%) in superficie e sul fondo osservati nel 2008 da Alabiso nella stazione 7 (I Seno)

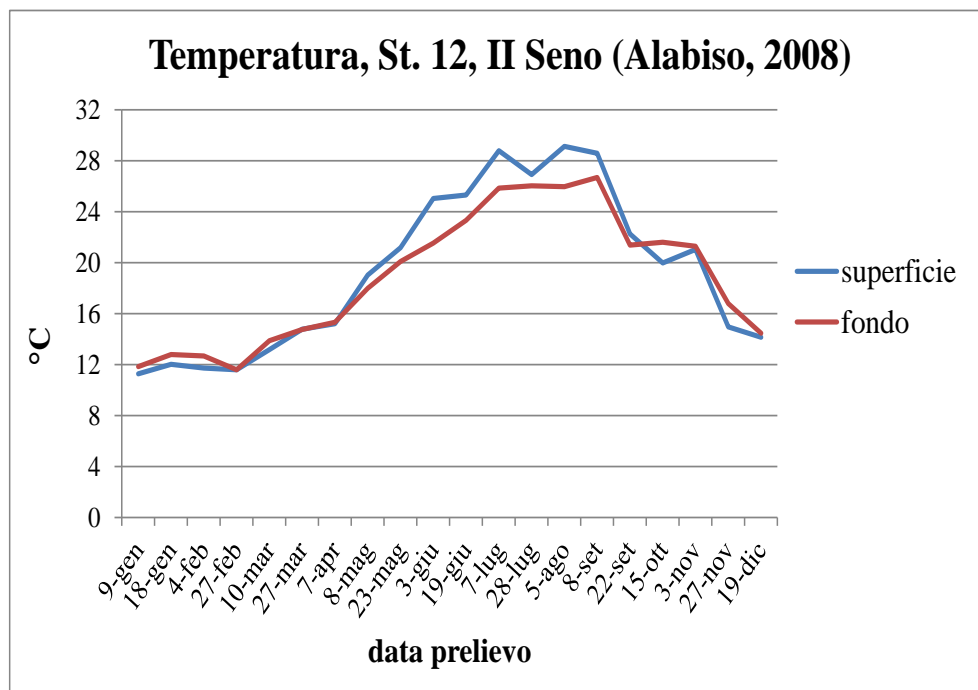


Figura 3.108: Andamenti della temperatura (°C) in superficie e sul fondo osservati nel 2008 da Alabiso nella stazione 12 (II Seno)

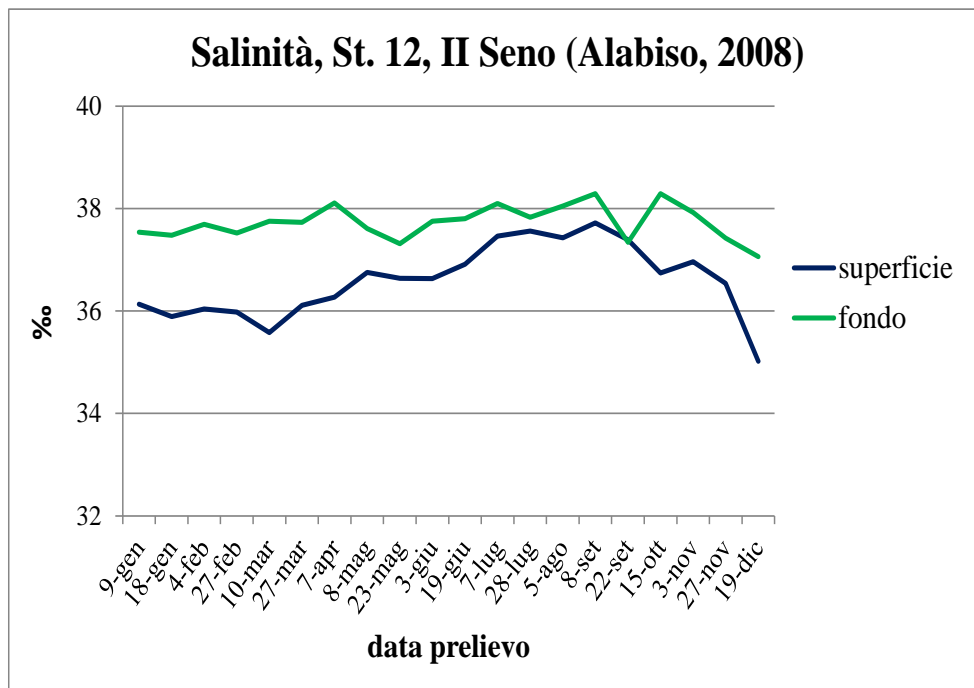


Figura 3.109: Andamenti della salinità (g/Kg) in superficie e sul fondo osservati nel 2008 da Alabiso nella stazione 12 (II Seno)

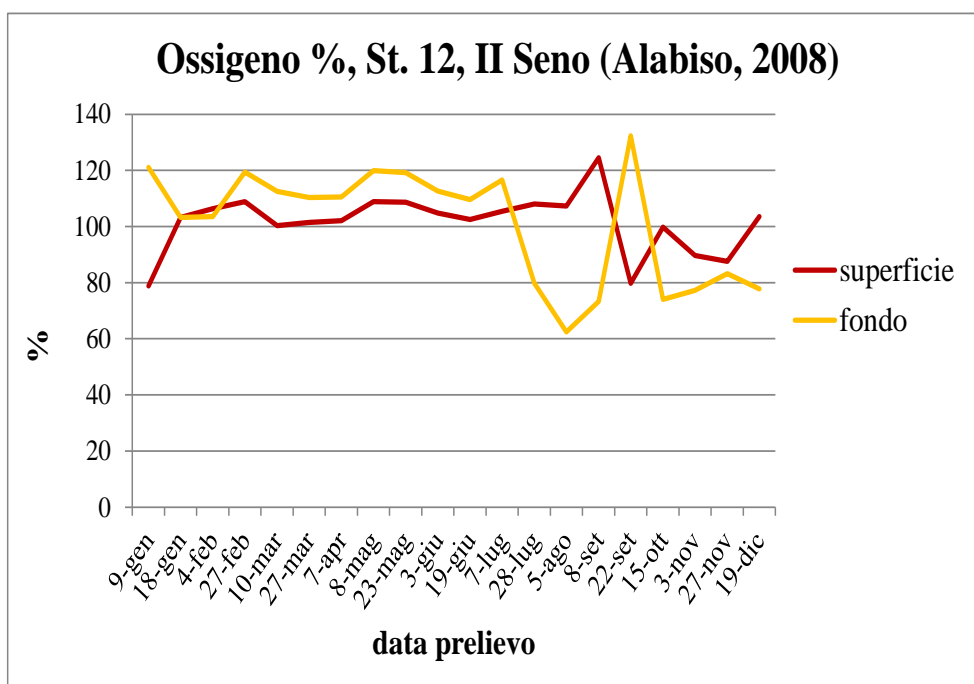


Figura 3.110: Andamenti della ossigeno percentuale (%) in superficie e sul fondo osservati nel 2008 da Alabiso nella stazione 12 (II Seno)

La Tabella 3.11 riassume i valori minimi, massimi e le medie annuali dei suddetti parametri.

Tabella 3.11: Valori minimi, massimi e medie annuali di salinità (g/Kg), ossigeno percentuale (%) e temperatura (°C) riscontrati da Alabiso nel 2008

MAR PICCOLO Alabiso, 2008								
Stazione		Min	mese	Max	mese	media annuale		
temperatura °C	7	sup	11.46	gen	28.27	lug	19.04	
		fon	12.34	gen	26.88	set	18.70	
	12	sup	11.27	gen	29.11	ago	19.30	
		fon	11.59	feb	26.67	set	18.78	
	salinità ‰	7	sup	34.73	dic	37.52	set	36.37
			fon	37.46	dic	38.63	set	38.17
12		sup	35.02	dic	37.72	set	36.59	
		fon	37.34	set	38.29	ott	37.73	
ossigeno %	7	sup	93.56	gen	111.42	dic	104.01	
		fon	86.50	set	115.40	feb	102.17	
	12	sup	78.79	gen	124.50	set	101.58	
		fon	62.46	ago	132.31	set	100.93	

Anche per il 2008 possono ritenersi valide le considerazioni effettuate per gli andamenti degli stessi parametri in anni di studio precedenti.

3.8 Studi recenti: Cardellicchio et al., 2014

Nel corso del 2014 è stata condotta una campagna di studio che ha interessato il periodo settembre-dicembre 2014 (vedi relazione allegata). Al fine di poter confrontare i dati sono state considerate tre delle quindici stazioni oggetto delle indagini: la stazione 6 nella zona antistante le prese a mare (I Seno), la stazione 10, nel centro del I Seno e la stazione 14 nel centro del II Seno. La Figura 3.111 illustra la posizione delle le tre stazioni.



Figura 3.111: Localizzazione delle stazioni di prelievo (Autori: Cardellicchio et al. 2014)

La Tabella 54 in Allegato 2 riporta i dati di temperatura (in superficie, mezz'acqua e fondo), di salinità (in superficie, mezz'acqua e fondo), ossigeno percentuale e disciolto (in superficie e sul fondo) e clorofilla (in superficie) delle stazioni 6, 10 e 14. Le Figure 3.112-3.116 illustrano gli andamenti dei suddetti parametri nelle stazioni di campionamento.

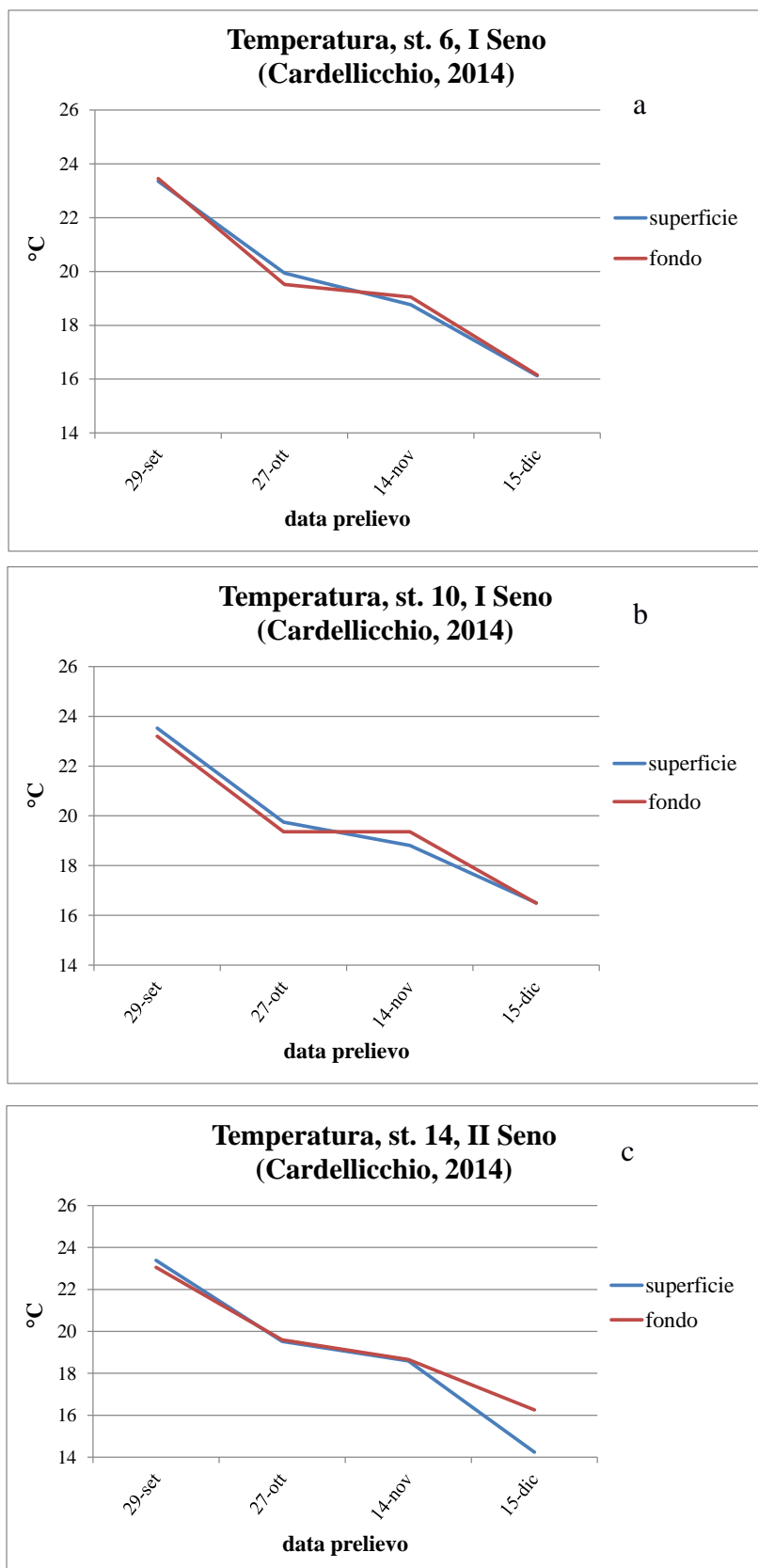


Figura 3.112 (a-c): Andamenti della temperatura (°C) in superficie e sul fondo nelle stazioni 6, 10 (I Seno) e 14 (II Seno)

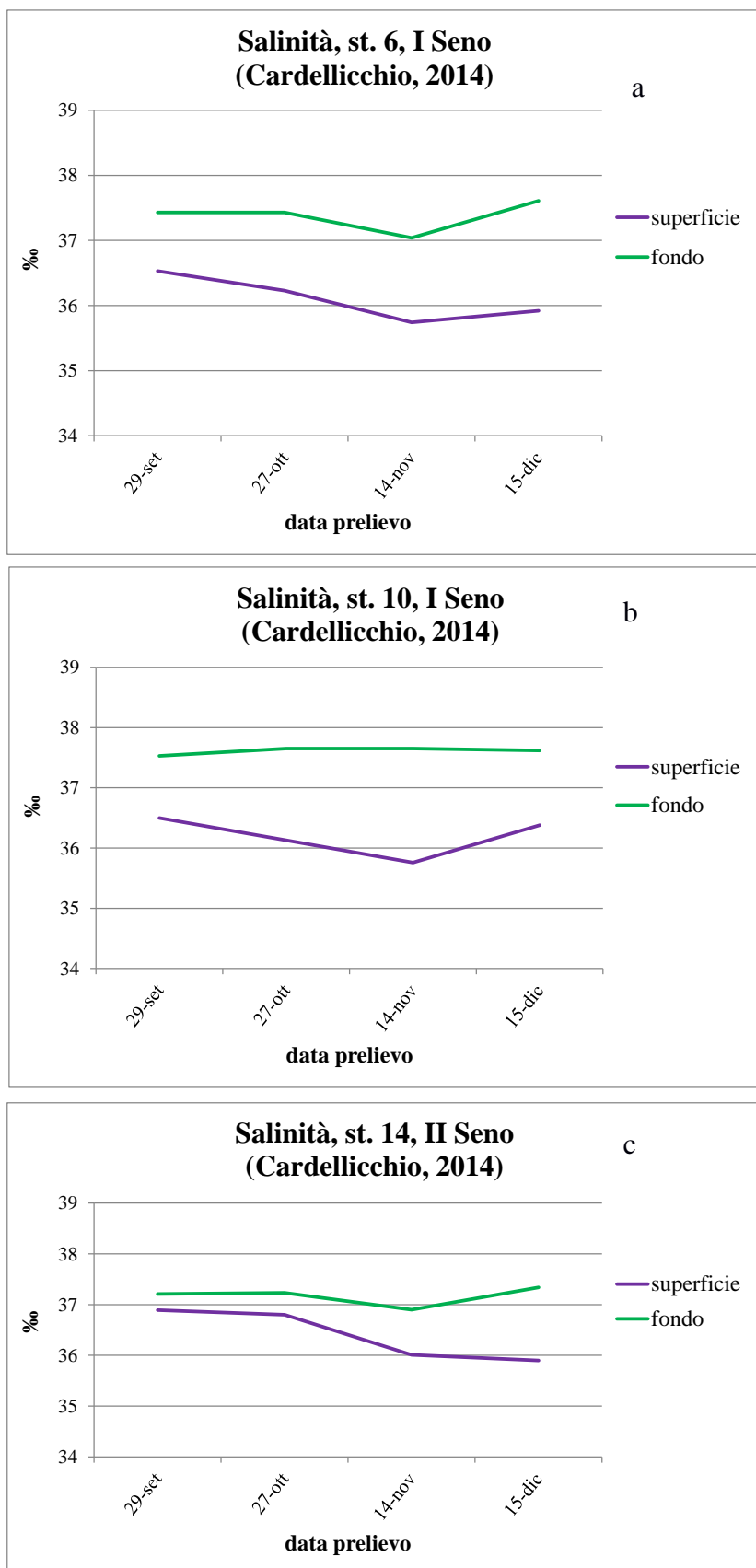


Figura 3.113 (a-c): Andamenti della salinità (‰) in superficie e sul fondo nelle stazioni 6, 10 (I Seno) e 14 (II Seno)

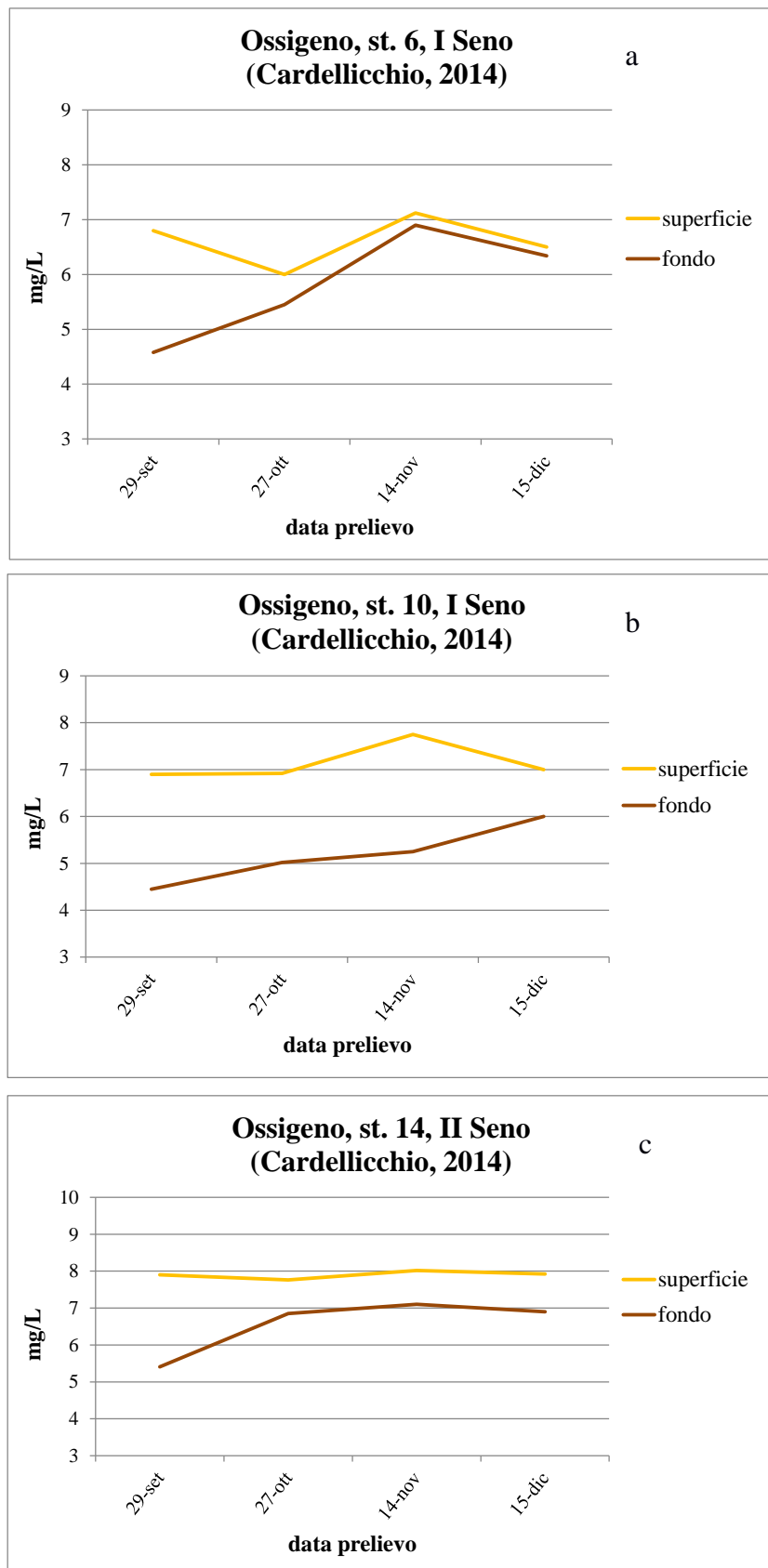


Figura 3.114: Andamenti dell'ossigeno disciolto (mg/L) in superficie e sul fondo nelle stazioni 6, 10 (I Seno) e 14 (II Seno)

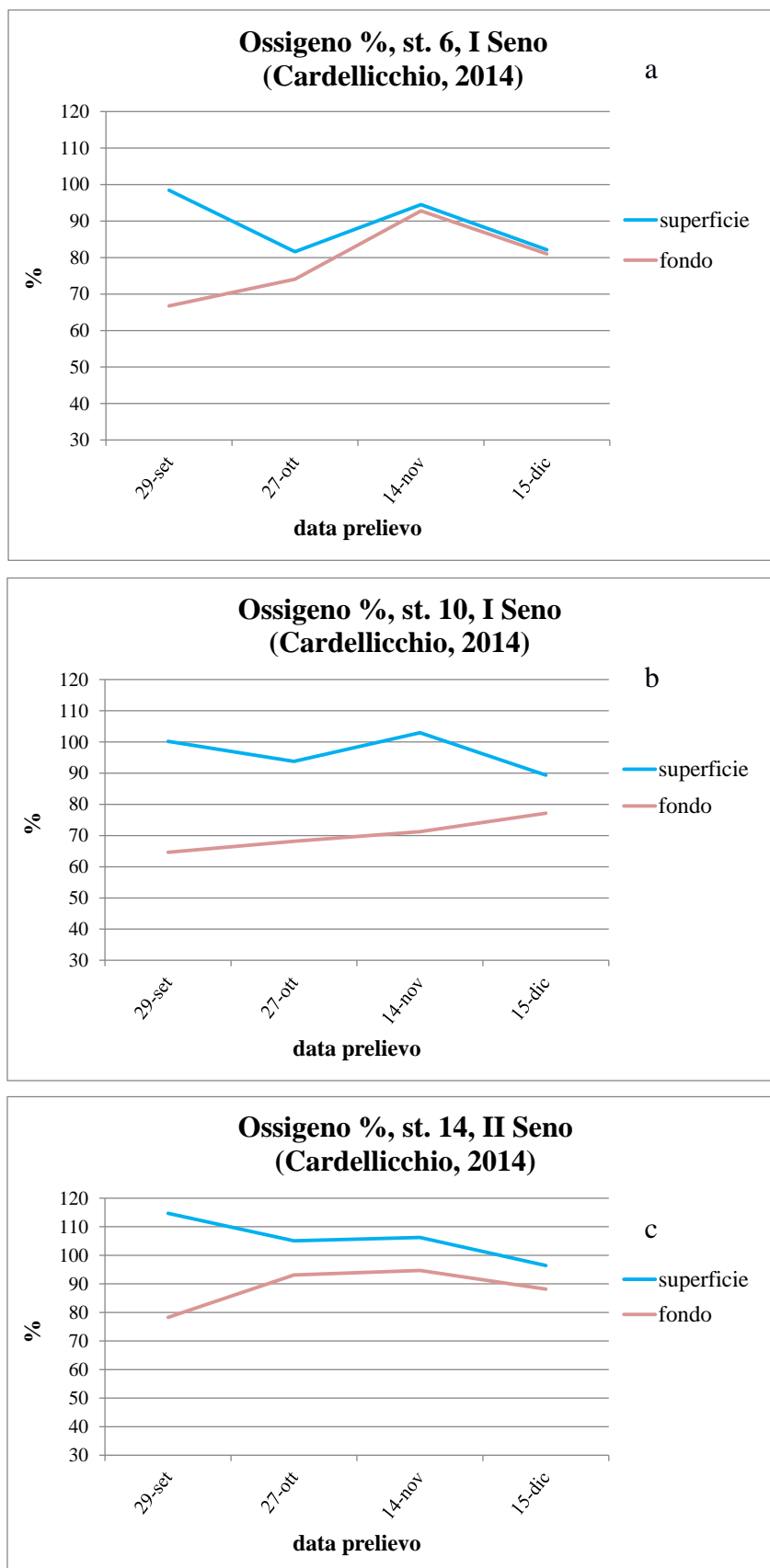


Figura 3.115 (a-c): Andamenti dell'ossigeno percentuale (%) in superficie e sul fondo nelle stazioni 6, 10 (I Seno) e 14 (II Seno)

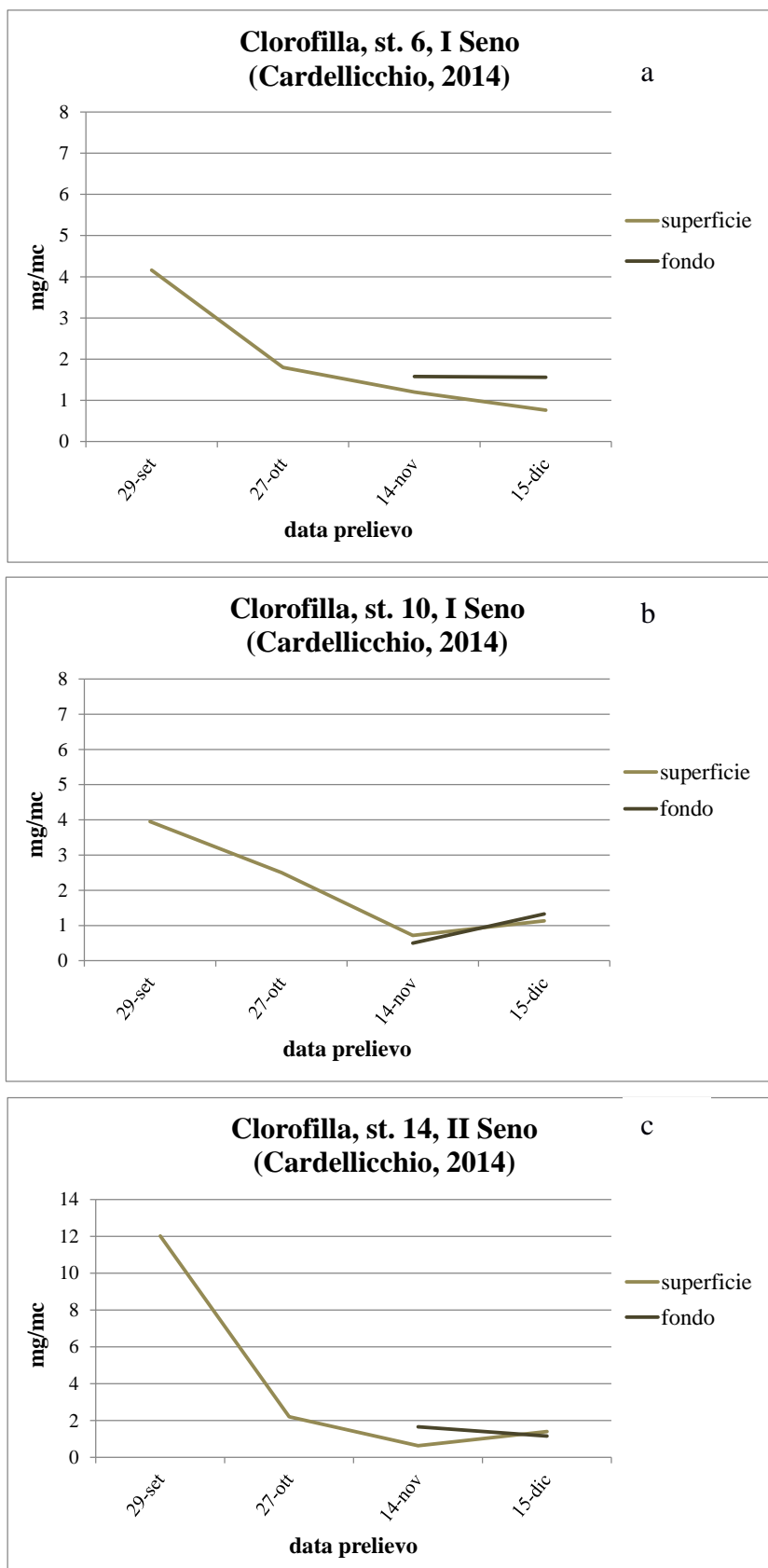


Figura 3.116 (a-c): Andamenti della clorofilla (mg/mc) in superficie e sul fondo nelle stazioni 6, 10 (I Seno) e 14 (II Seno)

3.9 Bibliografia

Annicchiarico C., Cardellicchio N., Di Leo A., Giandomenico S., Spada L. (2009) - Caratterizzazione chimico-fisica delle acque del Mar Piccolo di Taranto (Campagna 1981). Rapporto tecnico n°117/ISTTA/CHIMICA/CN/aprile 2009; pagine 59.

Annicchiarico C., Cardellicchio N., Di Leo A., Giandomenico S., Spada L. (2010) - Caratterizzazione chimico-fisica delle acque del Mar Piccolo di Taranto (campagna 1984-1985). Rapporto tecnico n°139/ISTTA/CHIMICA/CN/febbraio 2010; pagine 76.

Cerruti A. (1925) - Il Mar Piccolo ed il Mar Grande di Taranto. Preliminari oceanografici. Mem 303 del Provv. Gen. Stato, Roma.

Cerruti A. (1934) - Nuovo contributo all'a oceanografia dei mari che circondano Taranto. Atti Soc. Ital. Progr. Sci., XXII Riun., Bari, ottobre 1933, vol. V, Pavia.

Cerruti A. (1938a) - Ricerche oceanografiche nel Mar Piccolo, nel Mar Grande e nel Golfo di Taranto durante il triennio 1932-34. Atti R. Acc. Sc. F. M., Napoli, Vol. I, S.3, n.2, 1-171.

Cerruti A. (1938b) - Le condizioni oceanografiche e biologiche del Mar Piccolo di Taranto durante l'agosto del 1938. Boll. Pesca Pisc. Idrobiol., 14(6), 711-751.

Cerruti A. (1938c) - Le sorgenti sottomarine (Citri) del Mar Piccolo di Taranto. Ann. R. Ist. Sup. Nav., XVI, 171-196.

Cerruti A. (1948a) - Sulle sorgenti sottomarine del mari tarantini e sulla loro eventuale utilizzazione per l'irrigazione del Salento. Collana Estratti dal Risveglio Agricolo n°44.

Cerruti A. (1948b) - Ulteriori notizie sulle sorgenti sottomarine (Citri) del Mar Grande e del Mar Piccolo di Taranto e sulla loro eventuale utilizzazione. Boll. Pesca Pisc. Idrobiol., Roma, XXIV, vol. III, 20 p.

De Angelis G.M., Della Valle R. (1959) - Il ciclo stagionale del plancton in rapporto alle condizioni fisico-chimiche del Mar Piccolo e del Mar Grande di Taranto. Nota preliminare. Boll. Pesca Pisc. Idrobiol., XIV (n.s.) I, 21-44.

Lo Giudice P. (1913) - Sulle condizioni fisico-biologiche del Mar Piccolo di Taranto in rapporto alla mitilicoltura e alla ostricoltura e sullo stato attuale delle zone patrimoniali del predetto mare. Rivista di Pesca e Idrobiol., 8(15), 135-157.

Strusi A., Pastore M. (1975) - Osserazioni idrografiche nel Mar Grande e nel Mar Piccolo di Taranto (campagna 1970-71). Oebalia, vol. 1, n.1, 5-64.

Terio B., Renzoni A., Mirigliano G. (1966) - Relazione sulle influenze esercitate nel bacino del Mar Piccolo di Taranto dal funzionamento della presa di acqua a mare installata dalla S.p.A. Italsider. Cacucci Editore, Bari.

Vatova A. (1972a) - Osservazioni fisico-chimiche periodiche nel Mar Grande e nel Mar Piccolo di Taranto (1962-1969). Boll. Pesca Pisc. Idrobiol., XXVII (n.s.) 1, 43-79.

4. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE SULLE VARIAZIONI DEI PARAMETRI CHIMICO-FISICI VALUTATI NEL CORSO DELLE VARIE INDAGINI.

Al fine di confrontare in modo omogeneo i dati storici illustrati nei paragrafi precedenti, sono stati effettuati differenti confronti ed elaborazioni, considerando stazioni più o meno analoghe e durata dei periodi di osservazione simili. Per questo motivo sono state prese in considerazione tre “stazioni guida” comuni più o meno ai diversi Autori quali: stazioni limitrofe alle prese a mare ILVA, stazione centro I Seno e stazione centro II Seno. Inoltre, sono state considerate due tipologie di medie: medie annuali, per le campagne di studio distribuite su interi anni e medie corrispondenti al periodo di osservazione settembre-dicembre per poter confrontare i dati storici con la campagna effettuata nel 2014 proprio in questo periodo dell’anno. E’ opportuno sottolineare che non ci sono informazioni relative al II Seno fino al 1971, e sono stati esclusi i dati riportati da Vatova (periodo 1962-1969) poiché l’Autore riporta solo un dato medio, e non si è certi, in quanto non espressamente indicato, se si tratta di una media tra differenti profondità. I confronti sono stati effettuati sui dati disponibili di salinità, ossigeno disciolto e temperatura. Le informazioni storiche relative alla clorofilla sono disponibili soltanto a partire dal 1981 con i dati riportati da Cardellicchio et al. in varie indagini.

4.1 Confronti annuali

Le Figure 4.1 (a-c) e 4.2 (a-c) riportano le medie annuali e le linee di tendenza della salinità e ossigeno disciolto in superficie e sul fondo, nelle stazioni che possono essere considerate, per la loro localizzazione, come “centro I Seno”. Le medie sono state calcolate considerando i dati riportati dai seguenti Autori: Cerruti nel 1921 e nel periodo 1932-1934 nella stazione Mp; Strusi & Pastore per il 1970/1971 nella stazione 4; Cardellicchio et al. per il 1984 (stazione 12) e 1991/92 (stazione 2) e Alabiso per il 2008 nella stazione 7. Non ci sono dati disponibili di ossigeno disciolto per gli anni 1921-1922 e dati di salinità per il 1981.

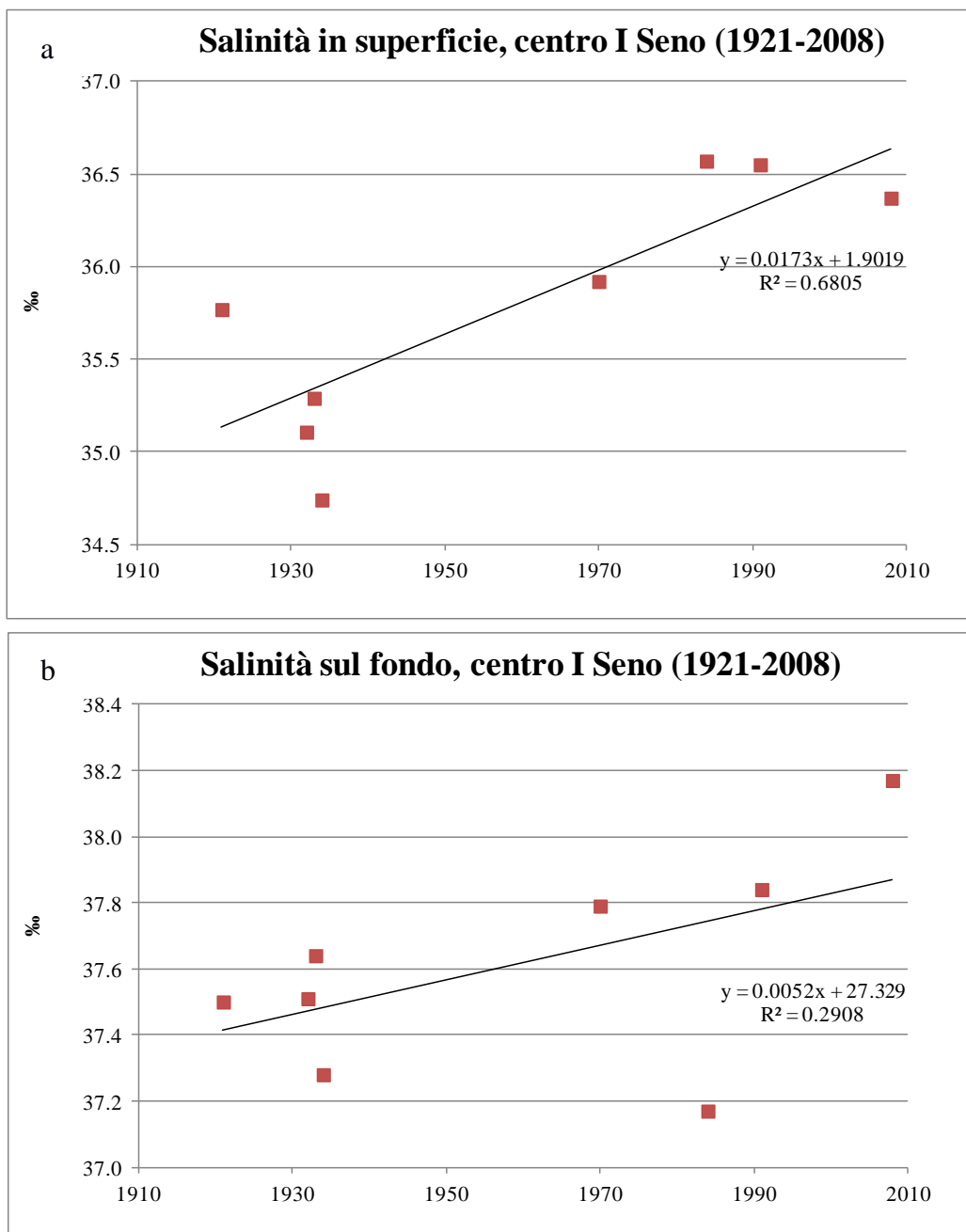


Figura 4.1 (a-b): Andamenti medi annuali della salinità (‰) in superficie e sul fondo nel centro del I Seno dal 1921 al 2008

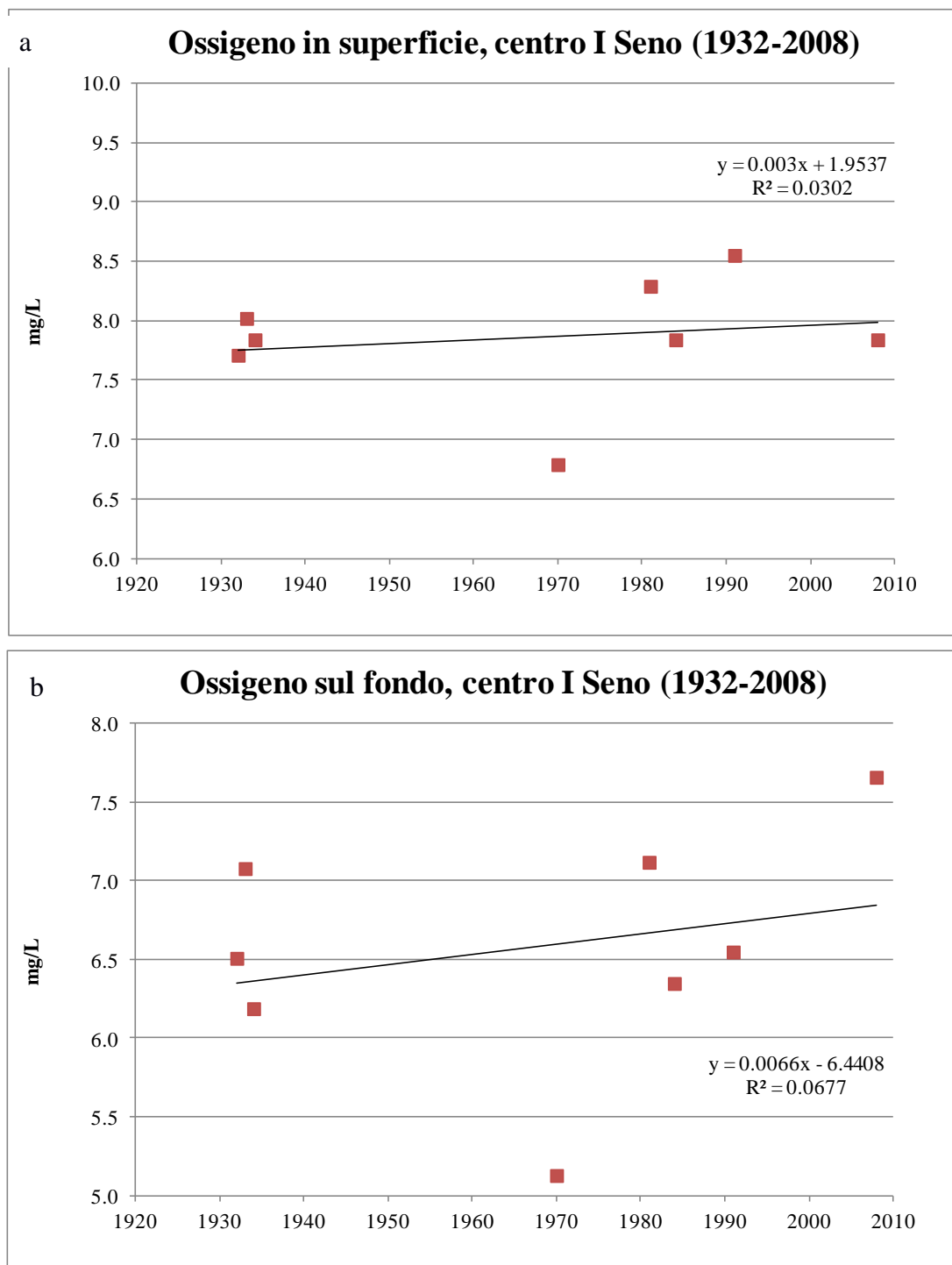


Figura 4.2 (a-b): Andamenti medi annuali dell'ossigeno disciolto (mg/L) in superficie e sul fondo nel centro del I Seno dal 1932 al 2008

Nelle Figure 4.3 (a-c) e 4.4 (a-c) sono invece illustrate le medie annuali e le linee di tendenza di salinità e ossigeno disciolto nelle stazioni riconducibili al “Centro II Seno” ovvero: la stazione 6 (Strusi & Pastore, anni 1970/71), la stazione 25 (Cardellicchio et al, anni 1984/1985), la stazione 6 (Cardellicchio et al., anni 1991/92) e la stazione 12 (Alabiso, anno 2008).

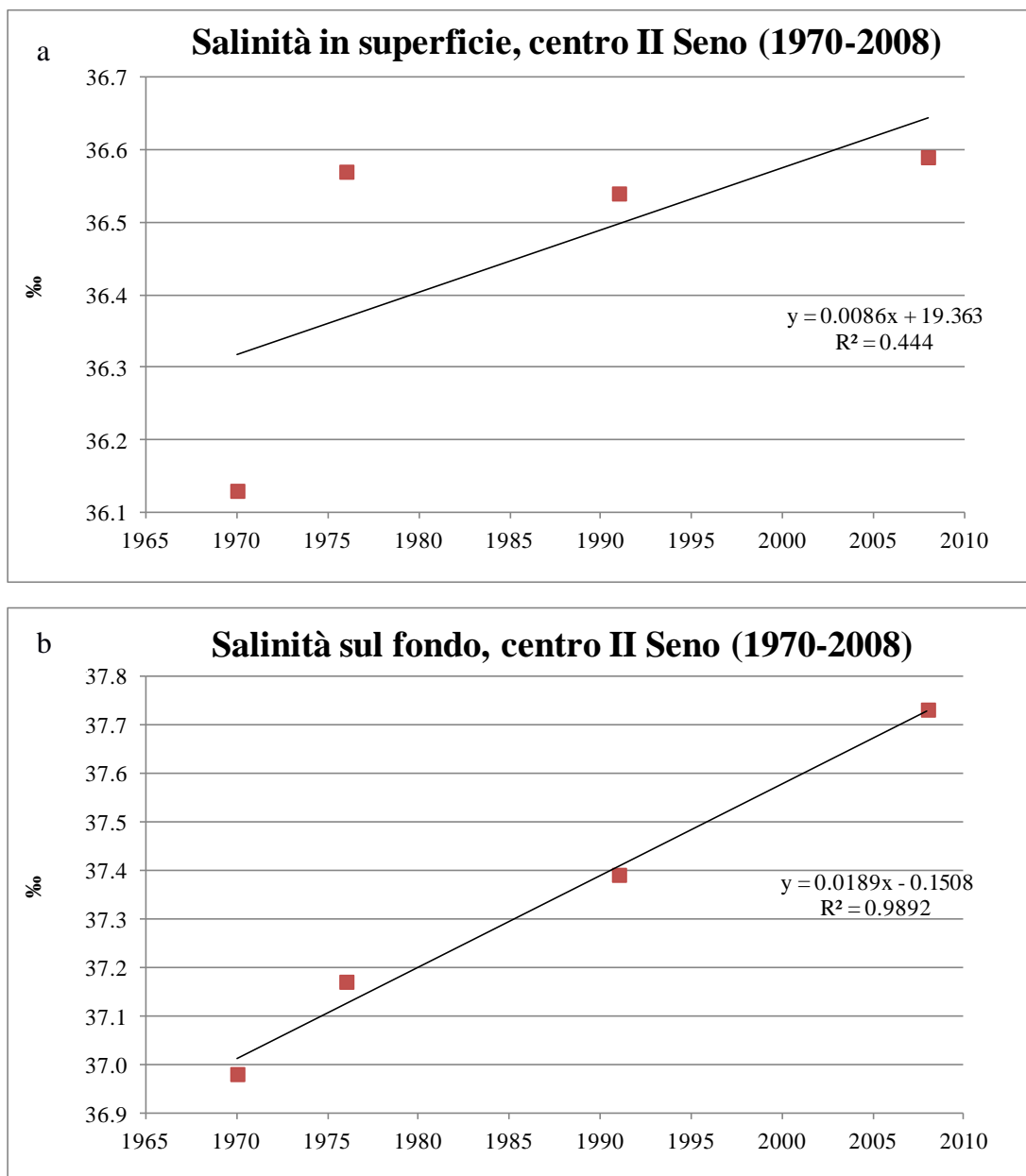


Figura 4.3(a-b): Andamenti medi annuali della salinità (‰) in superficie e sul fondo nel centro del II Seno dal 1970 al 2008

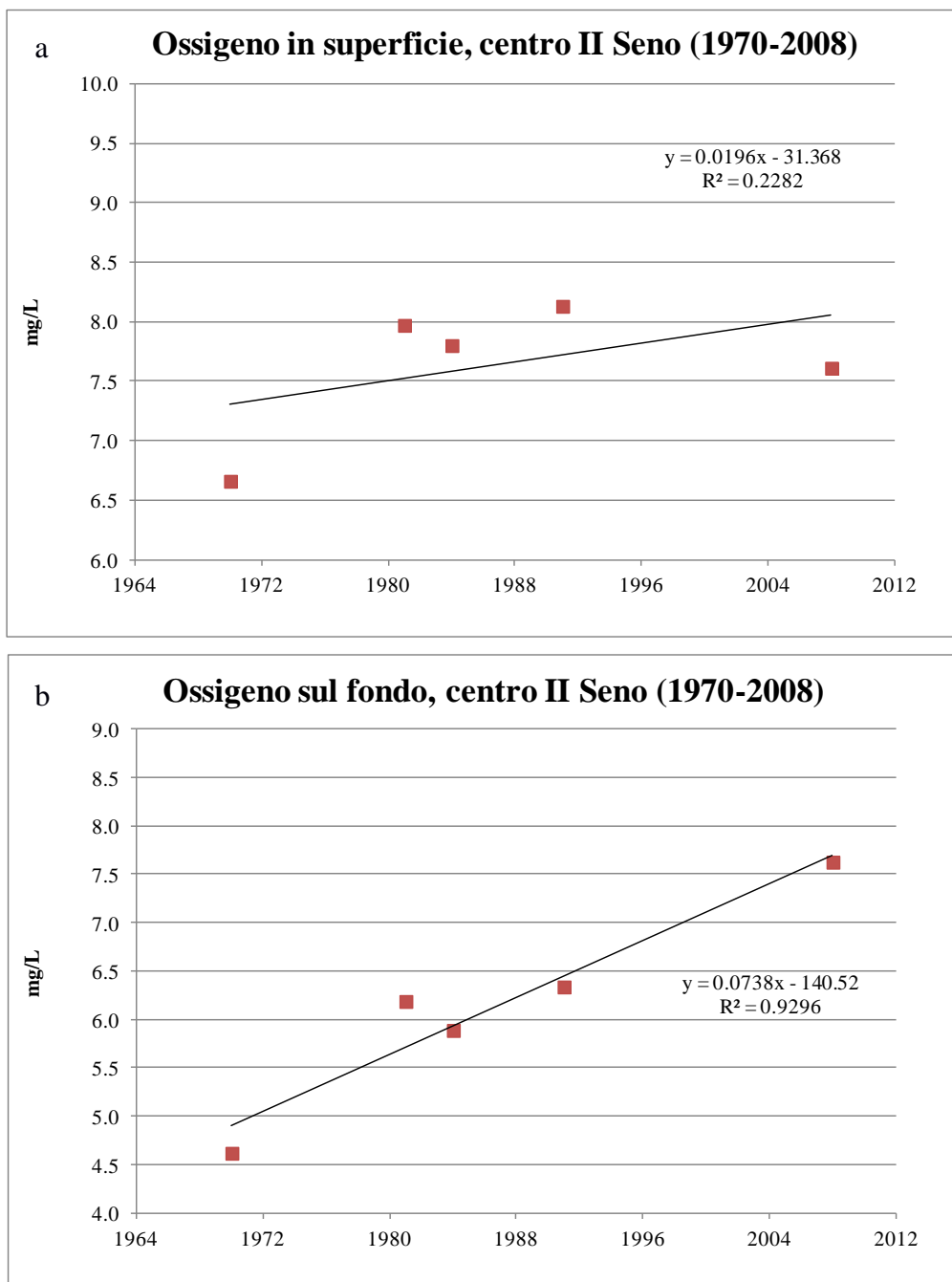


Figura 4.4 (a-b): Andamenti medi annuali dell'ossigeno disciolto (mg/L) in superficie e sul fondo nel centro del II Seno dal 1970 al 2008

Relativamente alle stazioni di studio vicine all'area in cui sono posizionate le prese a mare dell'ILVA, i primi dati disponibili sono quelli di Terio e risalgono al 1964/65 (esclusivamente in superficie) nella stazione denominata dall'Autore n. 3. In questa area è inoltre possibile effettuare un confronto con i dati di Strusi e Pastore (1970/71), relativi alla stazione 2 e con i dati riportati da Cardellicchio et al. nella stazione 4, risalenti al 1984/85 e 1991/92. Le Figure 4.5 e 4.6 mostrano le medie annuali di salinità e ossigeno disciolto in superficie.

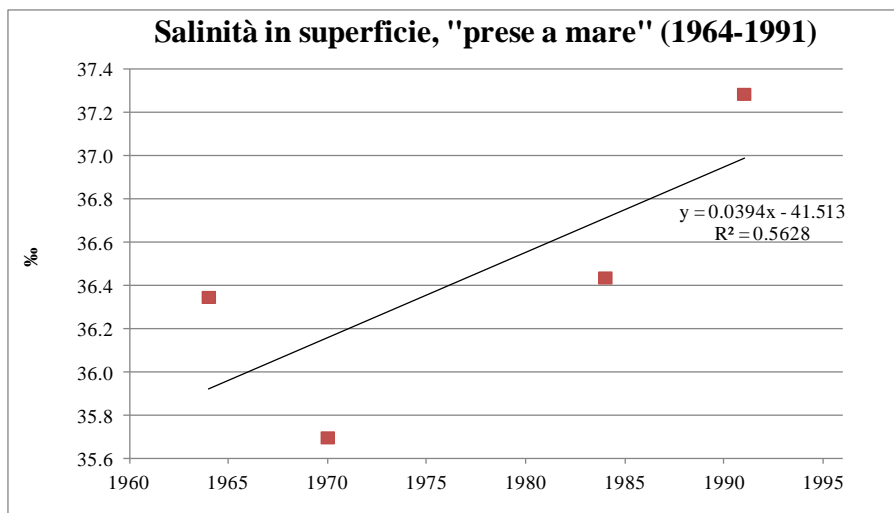


Figura 4.5: Andamenti medi annuali della salinità (‰) in superficie nell'area antistante le prese a mare ILVA dal 1964 al 1992

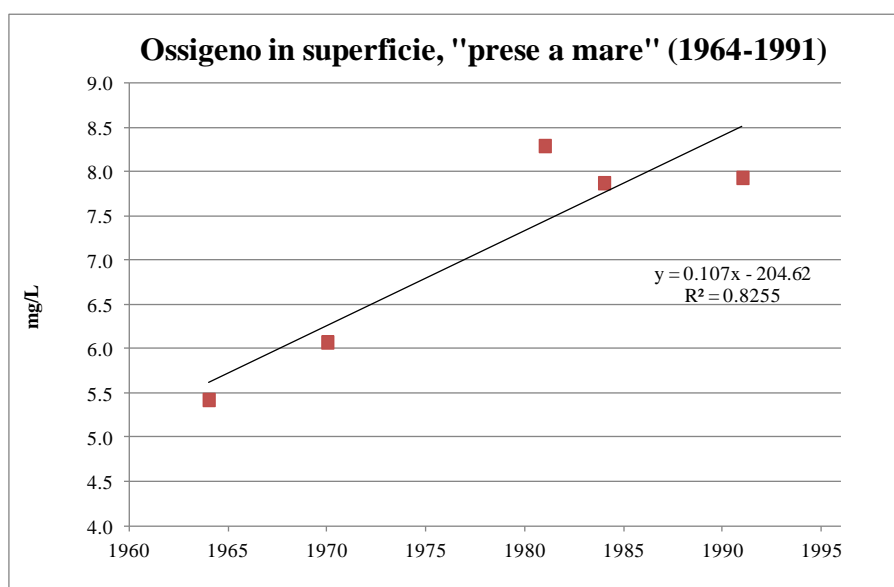


Figura 4.6: Andamenti medi annuali dell'ossigeno disciolto (mg/L) in superficie nell'area antistante le prese a mare ILVA 1964 al 1992

Purtroppo non ci sono dati sufficienti relativi al fondo nell'area delle prese a mare ILVA ad eccezione del 1984/85 (salinità media: 36.48 ‰; ossigeno medio annuo: 7.07 mg/L) e del 1991/92 (salinità media: 37.29 ‰; ossigeno medio annuo: 5.97 mg/L). Osservando gli andamenti delle medie annuali di salinità nelle figure precedenti è possibile evidenziare un trend positivo di tale parametro, specialmente nel centro del I Seno dove i dati a disposizione sono maggiori rispetto alle altre zone del bacino. In particolare, è possibile evidenziare in questa area un "incremento" di salinità. Ricavando i dati per interpolazione e considerando l'intervallo di tempo tra l'anno 1959, anno immediatamente antecedente all'entrata in funzione delle prese a mare, e il 2008, si osserva un incremento di salinità nel I Seno pari a circa 0.8 g/Kg in superficie e 0.3 g/kg sul fondo.

Anche per l'ossigeno disciolto, le medie annuali mostrano un trend in leggero aumento sia nel I che nel II Seno. In particolare, interpolando i dati tra il 1959 e il 2008 si ricava per il I Seno un incremento di ossigeno disciolto pari a 0.2 mg/L in superficie e 0.3 mg/L sul fondo.

L'incremento del contenuto di ossigeno disciolto soprattutto nel II Seno potrebbe essere stato determinato non solo dal maggiore ricambio delle acque ma anche dalla progressiva chiusura, nel corso degli anni, di alcuni scarichi civili ed industriali affluenti in Mar Piccolo e quindi dalla minore richiesta di ossigeno per i processi di degradazione della sostanza organica. Fattori stagionali, come la temperatura, sono importanti nelle variazioni di questo parametro. Un aumento della temperatura diminuisce la solubilità dell'ossigeno atmosferico nell'acqua di mare, mentre l'incremento del fitoplancton, in relazione alla fotosintesi clorofilliana porterebbe ad un aumento del contenuto di ossigeno disciolto. Considerando che negli ultimi anni il contenuto in clorofilla delle acque (e quindi in fitoplancton) appare in diminuzione (vedi in seguito), l'aumento dell'ossigeno disciolto potrebbe essere correlato a una maggiore movimentazione delle acque e a un minor carico organico del bacino. Questo esempio dimostra come complesso sia l'ecosistema Mar Piccolo, al cui equilibrio concorrono una serie di fattori, spesso contrastanti. La Tabella 4.1 riassume i valori degli incrementi ricavati interpolando i dati disponibili per i due Seni del Mar Piccolo in alcuni periodi di osservazione.

Tabella 4.1: Incrementi di salinità (‰) e ossigeno disciolto (mg/L) ottenuti per interpolazione dal confronto dei valori medi annuali dei parametri nel centro I Seno (dal 1959 al 2008), centro II Seno (dal 1970 al 2008) e in corrispondenza delle prese a mare ILVA (dal 1964 al 1991)

	Centro I Seno 1959-2008		Centro II Seno 1970-2008		Prese a mare 1964-1991	
	Δ_{sup}	Δ_{fon}	Δ_{sup}	Δ_{fon}	Δ_{sup}	Δ_{fon}
Salinità ‰	0.8	0.3	0.3	0.7	1.0	-
Ossigeno mg/L	0.2	0.3	0.8	2.8	2.9	-

Come si può notare i maggiori incrementi di salinità riguardano le acque del I Seno (in superficie) e quelle del II Seno (sul fondo). Questo incremento potrebbe essere dovuto al richiamo di acque più dense e saline dal Mar Grande per un aumento degli scambi con questo bacino.

Per quanto concerne i valori medi annuali di clorofilla, gli unici dati a disposizione che si riferiscono a una intera annata sono quelli riportati da Cardellicchio et al. nel 1984 in superficie (8.36, 8.30, 8.92 mg/m³ rispettivamente per le stazioni "prese a mare", centro I Seno e centro II Seno) e nel 1991 (4.42, 1.00, 2.44 mg/m³ rispettivamente per le stazioni "prese a mare", centro I Seno e centro II Seno). Come si può notare passando dal 1984 al 1991 si osserva un decremento del valore medio della clorofilla nelle tre aree di osservazione da 8.53 mg/m³ a 2.62 mg/m³. I maggiori decrementi si osservano nelle stazioni centro I Seno e centro II Seno.

4.2 Confronti relativi al periodo settembre-dicembre

Le Figure 4.6 e 4.7 (a-c) illustrano gli andamenti medi di salinità e ossigeno disciolto relativi al periodo settembre-dicembre in differenti anni di studio nelle stazioni centro I Seno, centro II Seno, prese a mare ILVA. Per il centro I Seno è stata considerata la stazione Mp per gli anni 1921-22 e 1932-34; la stazione 4 per gli anni 1970-71; la stazione 12 per il 1984 e 1986; la stazione 2 per il 1991; la stazione 7 per il 2008 e la stazione 10 per le indagini del 2014.

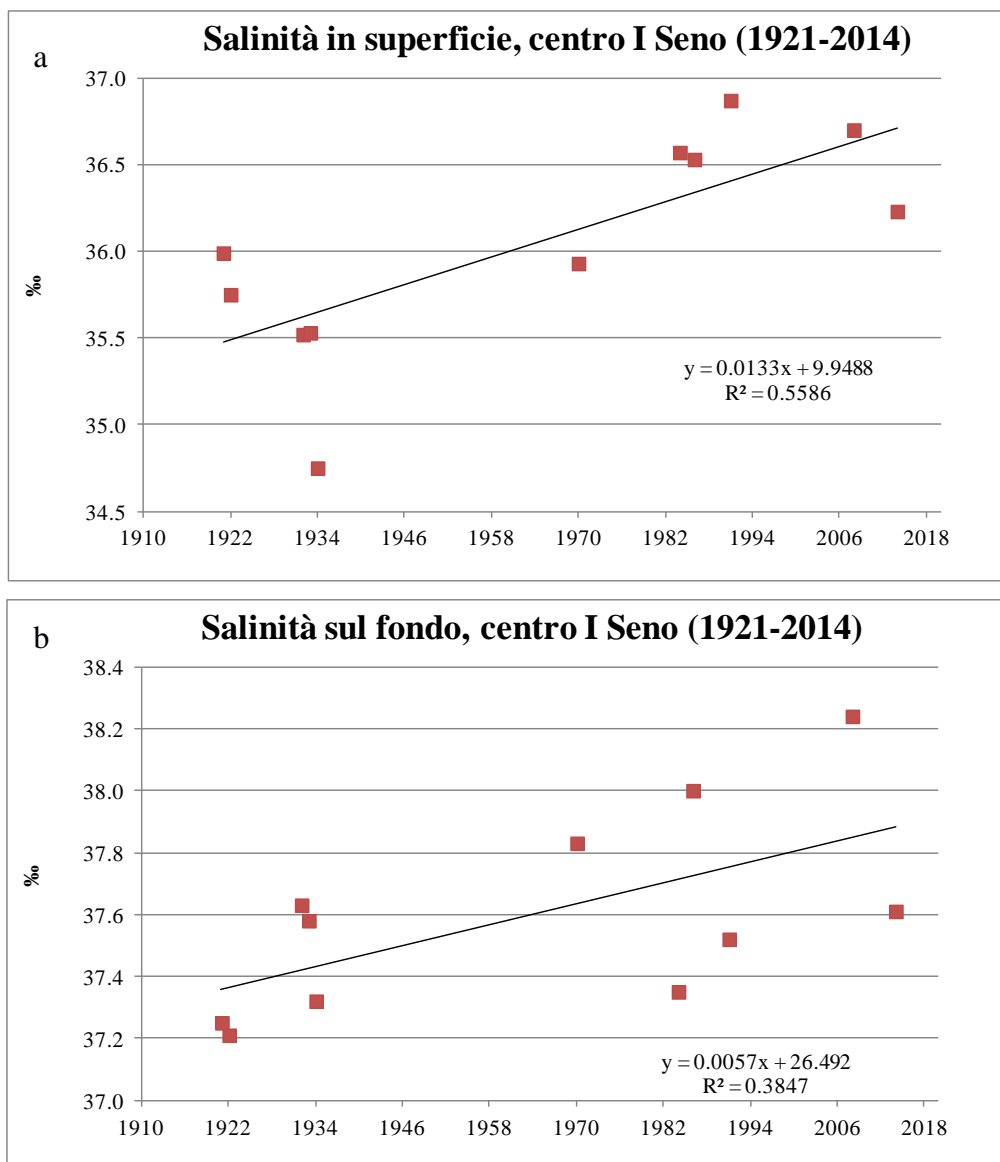


Figura 4.6 (a-b): Andamenti medi della salinità (‰) in superficie e sul fondo relativi al periodo settembre-dicembre nel centro del I Seno dal 1921 al 2014

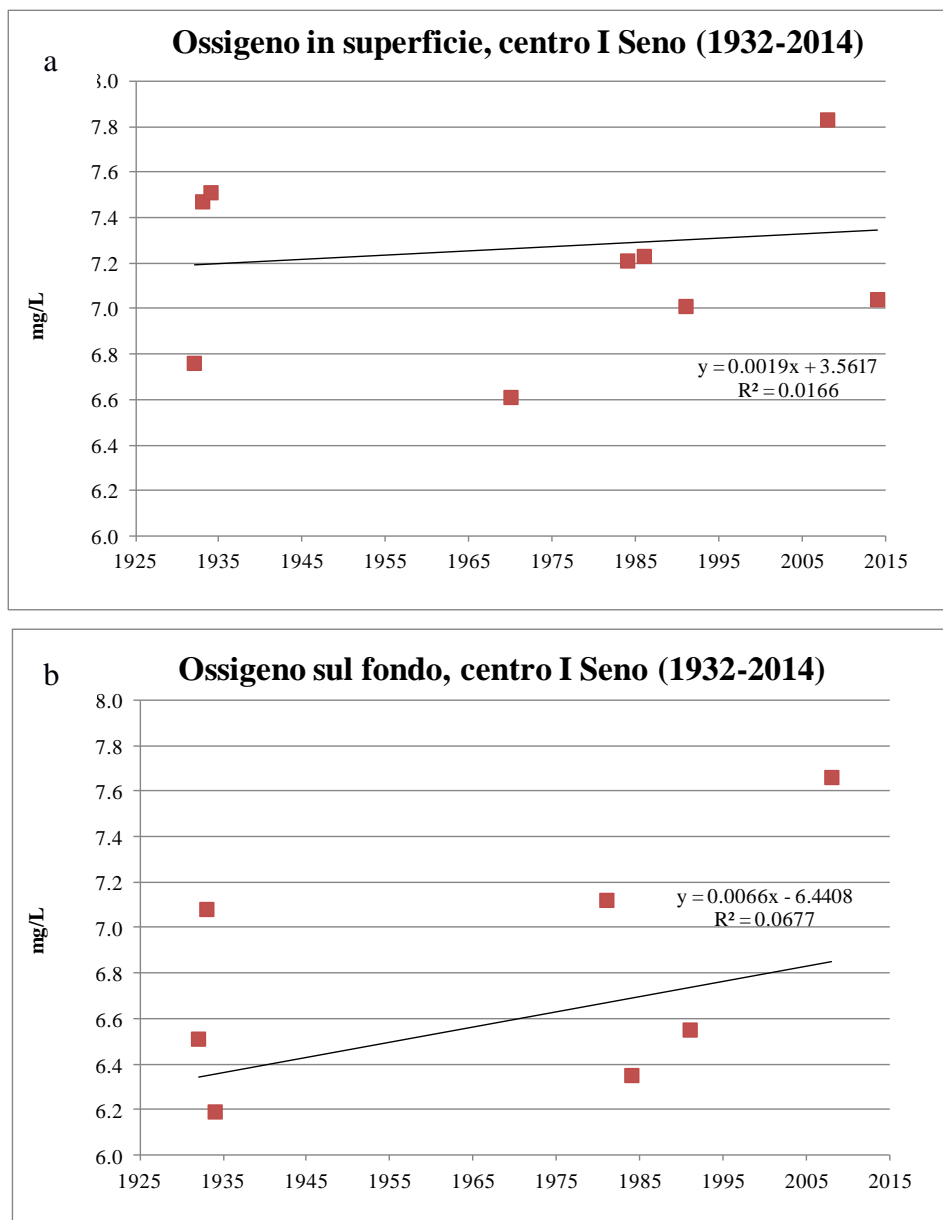


Figura 4.7 (a-b): Andamenti medi dell'ossigeno disciolto (mg/L) in superficie e sul fondo relativi al periodo settembre-dicembre nel centro del I Seno dal 1932 al 2014

Le Figure 4.8 e 4.9 mostrano invece gli andamenti medi della salinità e dell'ossigeno disciolto in superficie nell'area antistante le prese a mare. I dati disponibili sono relativi al 1964 (st.3), 1970 (st. 2); 1984 e 1991 (st. 4) e 2014 (st. 6). Non ci sono sufficienti dati per il fondo in questa stazione.

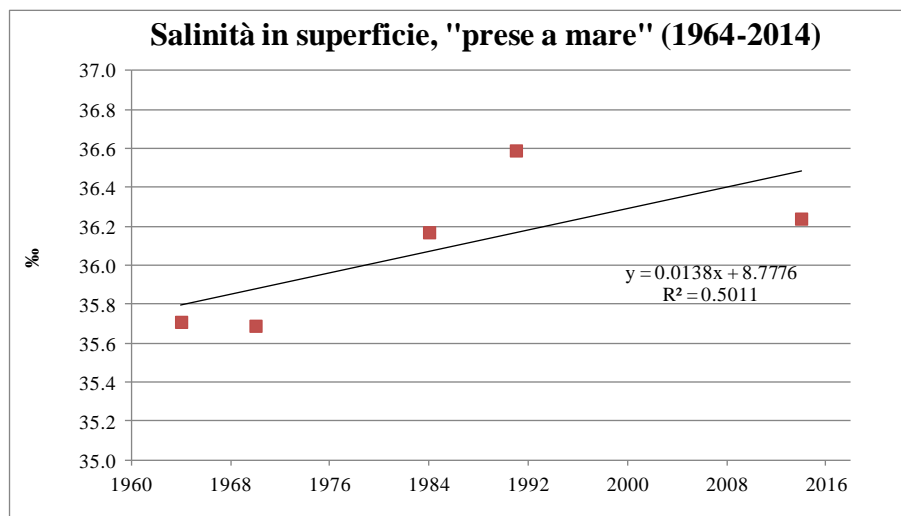


Figura 4.8: Andamenti medi della salinità (‰) in superficie relativi al periodo settembre-dicembre nell'area antistante le prese a mare ILVA dal 1964 al 2014

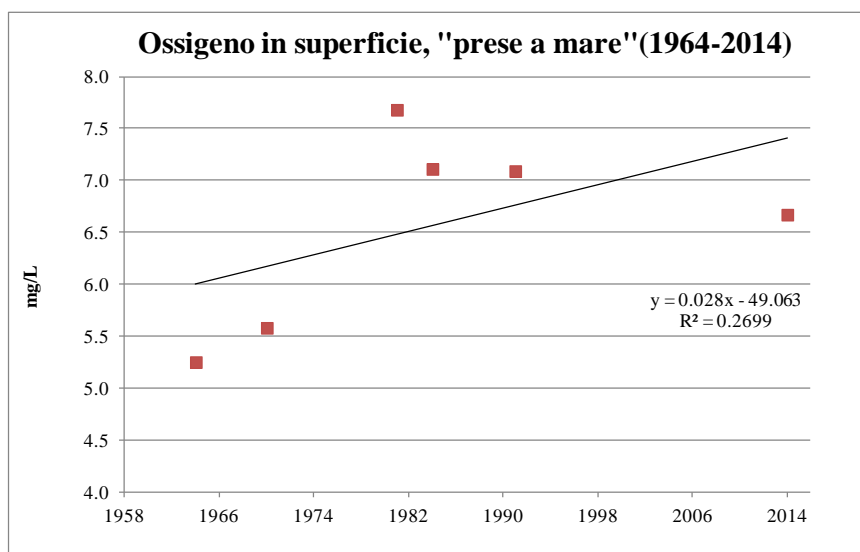


Figura 4.9: Andamenti medi dell'ossigeno disciolto (mg/L) in superficie relativi al periodo settembre-dicembre nell'area antistante le prese a mare ILVA dal 1964 al 2014

Per il centro II Seno è stata considerata la stazione 6 per il 1970; la stazione 25 per il 1984 e 1986 e 1991; la stazione 12 per il 2008 e la stazione 14 per il 2014 (Figure 4.10 e 4.11) (a-b).

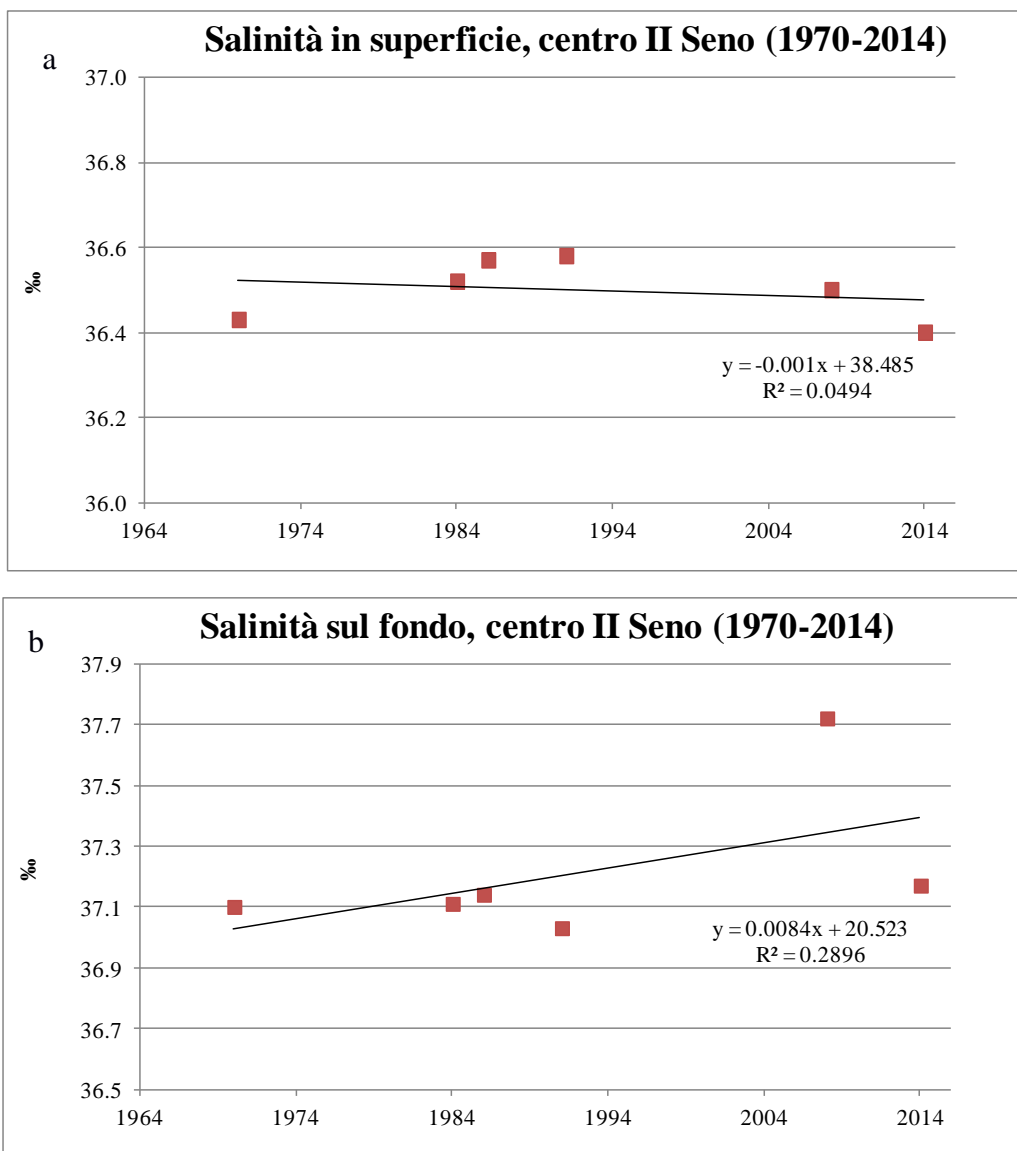


Figura 4.10 (a-b): Andamenti medi della salinità (‰) in superficie e sul fondo relativi al periodo settembre-dicembre nel centro del II Seno dal 1964 al 2014

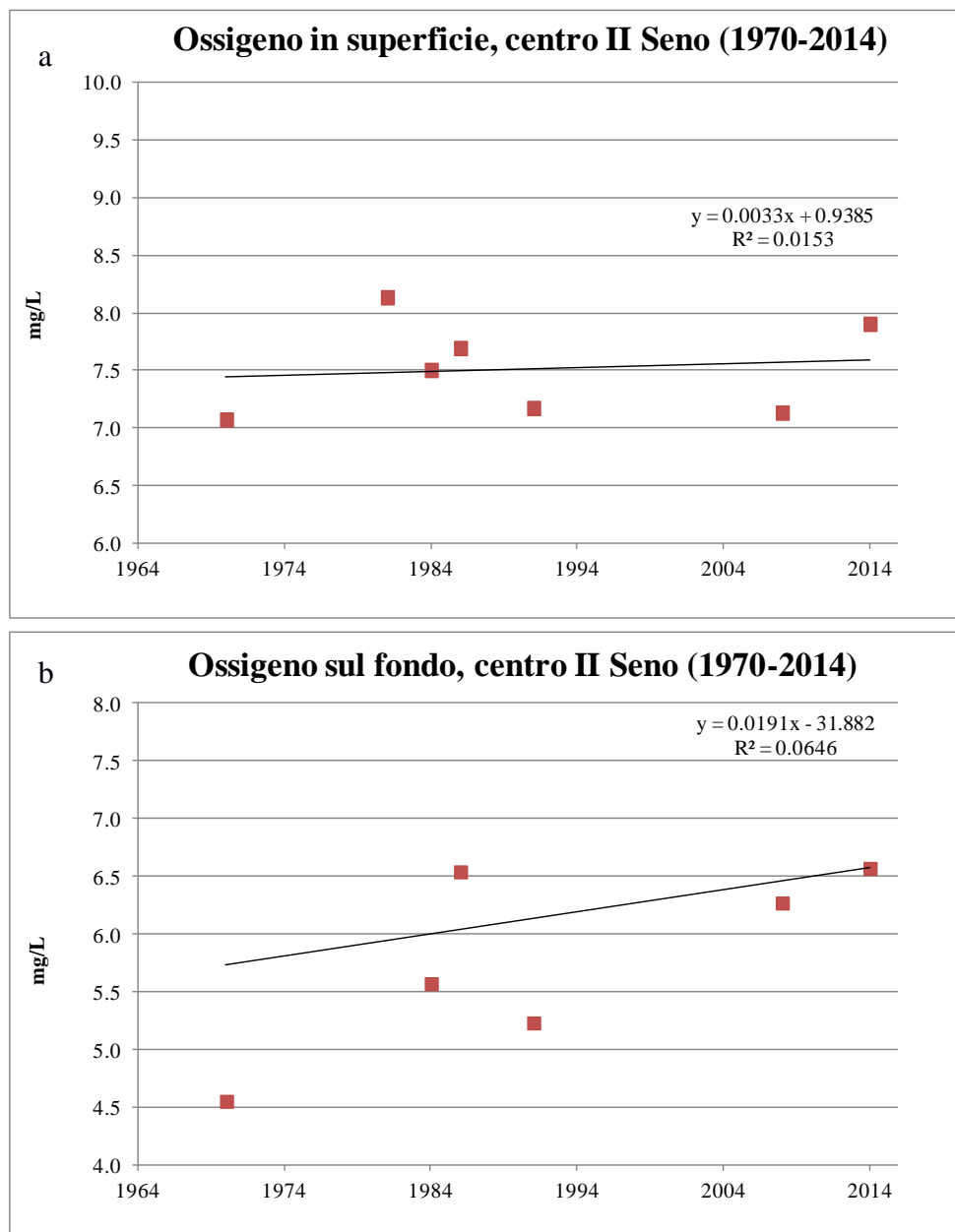


Figura 4.11 (a-b): Andamenti medi dell'ossigeno disciolto (mg/L) in superficie e sul fondo relativi al periodo settembre-dicembre nel centro del II Seno dal 1932 al 2014

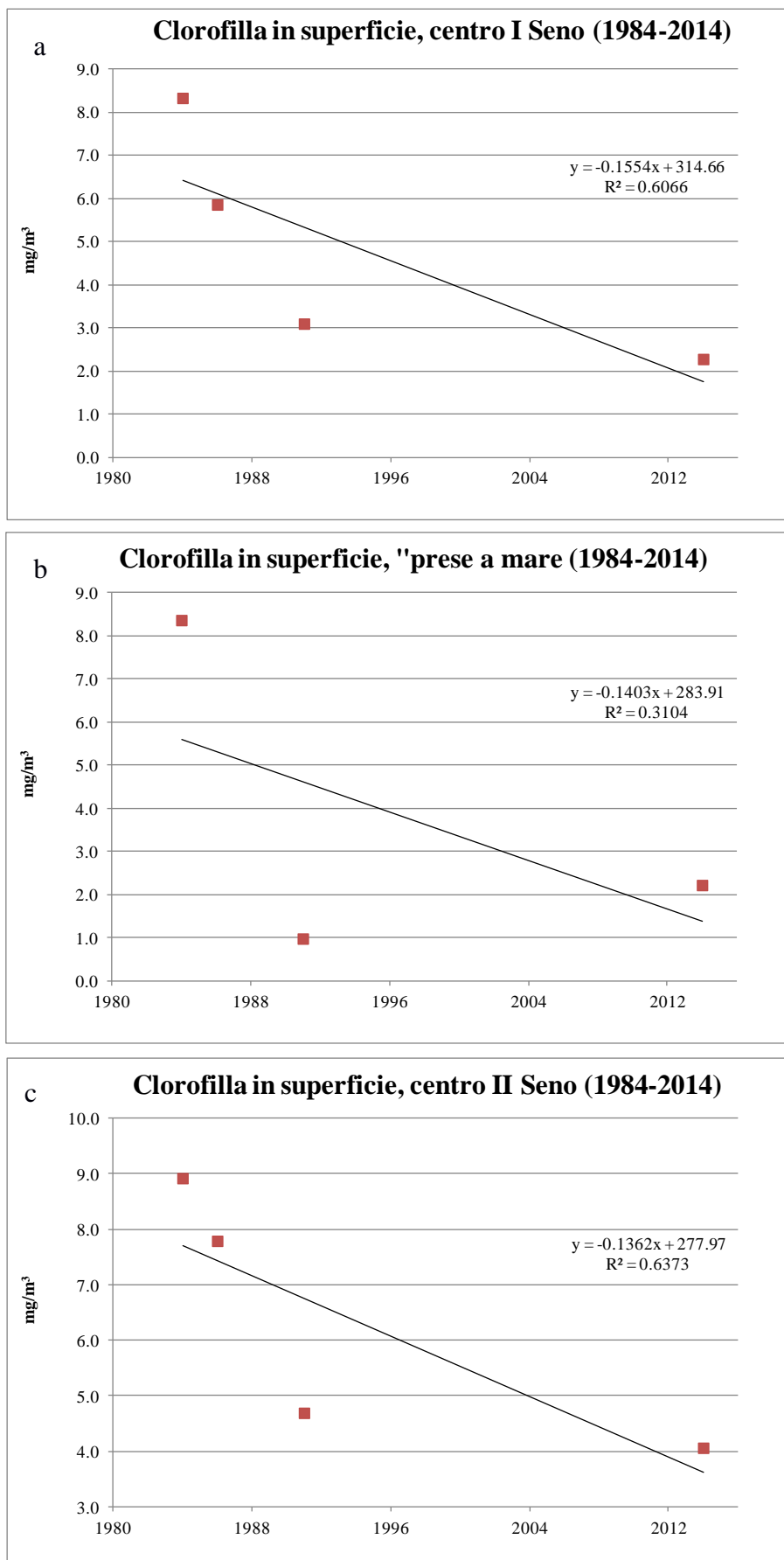


Figura 4.12 (a-b-c): Andamenti medi della clorofilla (mg/mc) in superficie relativi al periodo settembre-dicembre nel Mar Piccolo dal 1984 al 2014

Come è possibile notare, gli andamenti delle medie di salinità relative al periodo settembre-dicembre, nel corso degli anni, rispecchiano l'andamento generale delle medie annuali anche

se fattori meteo-climatici come le piogge, che si concentrano soprattutto in questo periodo dell'anno, possono influenzare notevolmente l'andamento della salinità. Anche per l'ossigeno disciolto si assiste ad un discreto aumento nel corso degli anni in questo periodo di osservazione. Considerando il centro I Seno e ricavando anche in questo caso i dati per interpolazione, si osserva un incremento di salinità dal 1959 al 2014 pari a 0.7 g/Kg in superficie, in linea con le osservazioni ricavate dalla Tabella 4.1. La tabella 4.2 mostra gli incrementi di salinità (‰) e ossigeno disciolto (mg/L) ottenuti per interpolazione dal confronto dei valori medi relativi al periodo settembre-dicembre.

Tabella 4.2: Incrementi di salinità (‰) e ossigeno disciolto (mg/L) ottenuti per interpolazione dal confronto dei valori medi dei parametri nel centro I Seno (dal 1959 al 2014), centro II Seno (dal 1970 al 2014) e in corrispondenza delle prese a mare ILVA (dal 1964 al 2014)

	Centro I Seno 1959-2014		Centro II Seno 1970-2014		Prese a mare 1964-2014	
	Δ_{sup}	Δ_{fon}	Δ_{sup}	Δ_{fon}	Δ_{sup}	Δ_{fon}
Salinità ‰	0.7	0.3	0	0.4	0.7	-
Ossigeno mg/L	0.1	0.4	0.2	0.9	1.4	-

Come si può notare anche in questo caso i maggiori incrementi di salinità riguardano le acque superficiali del I Seno e quelle di fondo del II Seno. Per l'ossigeno disciolto si osserva un incremento nelle acque di fondo del II Seno e in corrispondenza delle prese a mare.

Per quanto riguarda la clorofilla a (Figura 4.12), presa come misura del materiale particellare fitoplanctonico, nonostante l'esiguo numero di dati a disposizione in letteratura, è possibile evidenziare un decremento di tale parametro (Tabella 16), sia nel I che nel II Seno a partire dal 1984 al 2014. Ciò potrebbe essere legato anche alla progressiva chiusura di alcuni scarichi (scarico quartiere Paolo VI, centrale TALAT, etc.) e al miglioramento del ciclo di depurazione dei reflui urbani, che ha determinato una riduzione del carico organico immesso nel bacino e di conseguenza una riduzione della concentrazione di fitoplancton nelle acque. La riduzione si osserva infatti tra periodi in cui le prese a mare ILVA erano sempre in attività.

Tabella 4.3: Decrementi di clorofilla (mg/m³) ottenuti per interpolazione dal confronto dei valori medi nel centro I Seno, centro II Seno e in corrispondenza delle prese a mare ILVA (dal 1984 al 2014)

	Centro I Seno 1984-2014	Centro II Seno 1984-2014	Prese a mare 1984-2014
	Δ_{sup}	Δ_{sup}	Δ_{sup}
Clorofilla mg/m³	- 3.8	- 4	- 4.3

Considerando gli ultimi dati più recenti relativi alle indagini idrologiche effettuate nel periodo settembre – dicembre 2014 e mediando i valori tra le varie stazioni e le profondità si ricavano per la clorofilla a le medie illustrate nella Tabella 4.4 e nella Figura 4.13.

Tabella 4.4: Valori medi (tra superficie e fondo) di clorofilla (mg/m³) relativi alle varie stazioni di monitoraggio per il periodo settembre – dicembre 2014.

Media	29/09/2014	27/10/2014	14/11/2014	15/12/2014
MG	5.98	1.17	0.28	0.83
I Seno	6.17	2.44	0.92	0.99
II Seno	10.44	2.39	0.99	1.41

Dalla Tabella 4.4 per il Mar Piccolo si ricavano valori medi di clorofilla pari a 2.63 mg/m^3 e 3.9 mg/m^3 rispettivamente per il I e II Seno e valori medi di 2.06 mg/m^3 per il Mar Grande. Come si può notare i valori di clorofilla in Mar Grande e nel I Seno del Mar Piccolo sono paragonabili. Quelli del II Seno risultano più elevati. Dalla Figura 4.13 si evince un calo di clorofilla a partire dai mesi estivi verso quelli invernali.

L'aspirazione di acqua dal Mar Piccolo attraverso le prese a mare certamente provoca una "sottrazione" di clorofilla e quindi fitoplancton al bacino; se si considera una concentrazione media di clorofilla nel I Seno pari a 2.63 mg/m^3 e una ipotetica aspirazione massima delle prese di $140\,000 \text{ m}^3/\text{ora}$, la quantità di clorofilla sottratta è valutata in circa 368 Kg/ora . Considerando il richiamo di acque dal Mar Grande questa perdita è rimpiazzata, anche se le acque del Mar Grande hanno una concentrazione di clorofilla leggermente più bassa. Certamente queste valutazioni potrebbero essere meglio approfondite con indagini di durata almeno annuale, estese anche a tutto il bacino del Mar Grande, per valutare il ciclo annuale del fitoplancton e la concentrazione degli organismi planctonici nelle acque.

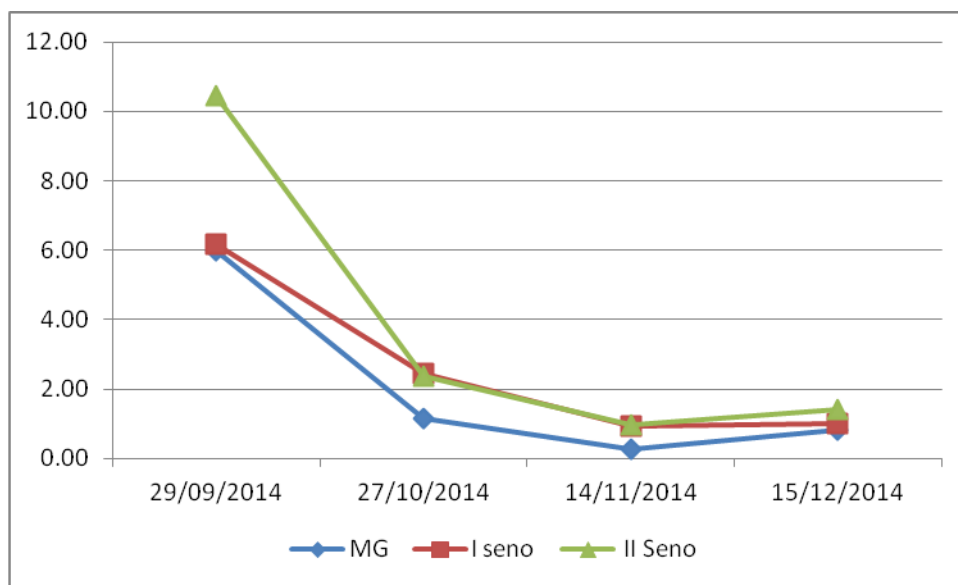


Figura 4.13: Andamenti dei valori medi tra le varie stazioni e le profondità di clorofilla a (mg/m^3) in Mar Grande e Mar Piccolo (I e II Seno) relativi alla campagna settembre – dicembre 2014

5. MISURE CORRENTOMETRICHE NEL MAR PICCOLO DI TARANTO (CNR – ISMAR)

In data 26 e 27 Novembre 2014 sono state eseguite in Mar Piccolo misure correntometriche per ottenere un quadro conoscitivo aggiornato sull'idrodinamica che caratterizza l'area. Nello specifico sono stati misurati gli scambi idrici che avvengono tra i seni del Mar Piccolo (Sezione di punta Penna), gli scambi tra Mar Piccolo e Mar Grande (Sezione Canale Navigabile e Ponte di Pietra). Si è tentato inoltre di stimare/verificare la portata emunta dagli impianti di raffreddamento del complesso ILVA con una sezione di misura a ridosso delle prese di a mare ILVA (Figura 5.1).

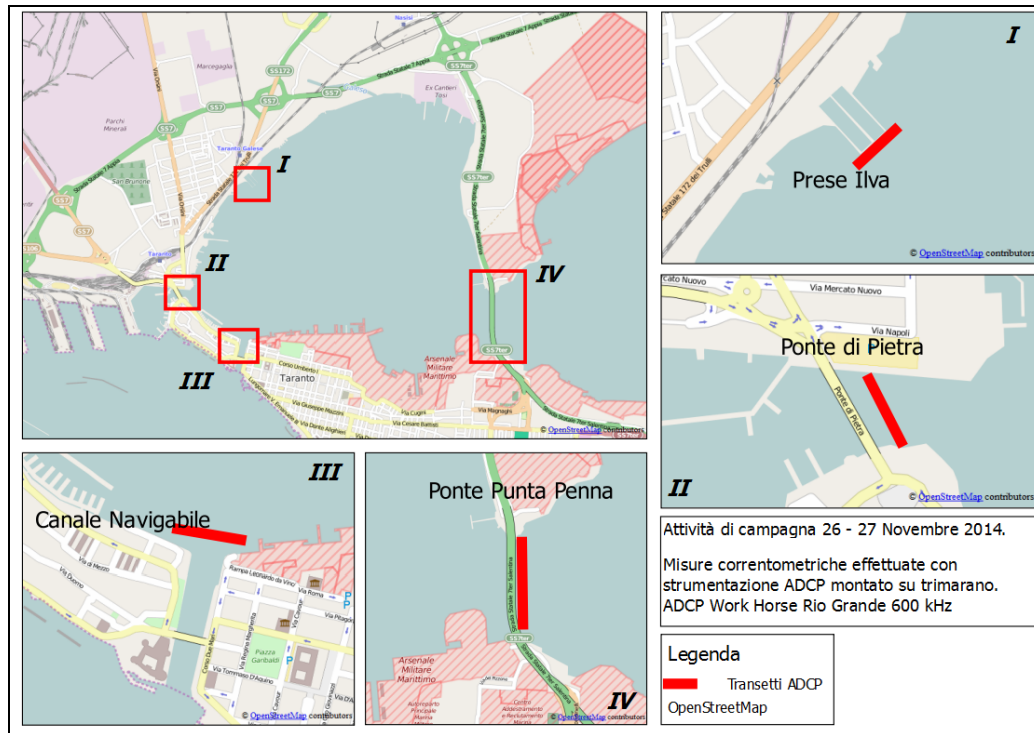


Figura 5.1: Mappa area di indagine con sezioni di misura.

Al fine di ottenere un quadro quanto più esaustivo possibile sono stati indagate le condizioni di flusso e di riflusso in entrambe le giornate. Sono stati ottenuti dati idrodinamici durante due calanti e due crescenti di marea. In Tabella 5.1 è riportato sinteticamente il quadro mareale di riferimento. Nella Tabella 5.2 il quadro riassuntivo delle attività.

Tabella 5.1: Marea 26 e 27 Novembre presso Taranto (GMT)

Mercoledì 26 / 11 / 2014			Giovedì 27 / 11 / 2014		
04:30	alta	29 cm	05:20	alta	27 cm
11:05	bassa	13 cm	12:05	bassa	14 cm
16:55	alta	23 cm	18:05	alta	22 cm
22:45	bassa	13 cm	23:45	bassa	17 cm

Tabella 5.2: Tabella riassuntiva attività

Data	Ora (GMT)	Transetti ADCP	Acquisizioni S4 al fondo	Profili CTD
26/11/2014	07:50 – 10:30 Marea Calante 11:00 – 13:30 Marea Crescente	22	10	10
27/11/2014	08:00 – 11:30 Marea Calante 12:00 – 13:30 Marea Crescente	24	14	14

5.1 Transetti ADCP, acquisizione velocità al fondo

Le informazioni correntometriche lungo la colonna d'acqua sono state ottenute mediante strumentazione ADCP (Acoustic Doppler Current Profiler) montata su zatterino. Lo strumento è un ADCP Teledyne RDI Work Horse Rio Grande 600 kHz. Il settaggio utilizzato è stato scelto in base alle condizioni idrodinamiche previste e alle caratteristiche batimetriche del sito. Sono stati ottenuti quindi profili di intensità e direzione di corrente discretizzati in intervalli di 50 cm. In Tabella 5.3 si riportano alcune informazioni ottenute dalle indagini correntometriche: la portata totale lungo la sezione indagata, l'area della sezione, la velocità media del flusso idrico e la direzione media. Sono stati effettuati, inoltre, profili CTD, sonda IDRONAUT Ocean Seven 316 Plus, per caratterizzare la colonna d'acqua con misure di temperatura, conducibilità e torbidità. Il profilo è avvenuto in modalità self recording configurando la sonda alla massima frequenza di campionamento. E' stata investigata tutta la colonna d'acqua dalla superficie al fondo. In simultanea alla calata CTD è avvenuto il posizionamento della strumentazione "S4 Elettromagnetic Currentmeter" per l'acquisizione dell'intensità e direzione del campo di corrente al fondale. Lo strumento è stato programmato per acquisire in self recording alla frequenza di 2 Hz. La calata è avvenuta manualmente con strumento opportunamente zavorrato, una volta raggiunto il fondale lo si è lasciato 10 secondi per l'acquisizione dei parametri. In Figura 5.2 sono riportati i punti di indagine in cui sono stati effettuati i profili CTD e le misurazioni con strumentazione S4. Nelle immagini di Figura 5.3 e 5.4 si riportano alcuni interessanti esempi delle indicazioni ottenute durante le indagini. Nel primo caso si osserva il flusso in condizioni di marea crescente presso la sezione del ponte girevole. Si osserva il getto entrante rimanere confinato nella parte prossima al fondale. La parte medio alta della colonna d'acqua risulta molto meno dinamica con intensità di corrente prossime allo 0. Avviene quindi un movimento relativo di due masse d'acqua con caratteristiche idrodinamiche totalmente differenti. Il secondo esempio riportato è relativo alle misurazioni effettuate presso le prese dell'ILVA. I vettori ci aiutano a comprendere le modalità con cui il richiamo dell'acqua operato dalle prese modificano il campo di moto nell'intorno delle prese stesse. Complessivamente si sono ottenute importanti informazioni per la caratterizzazione idrodinamica sia per quanto riguarda la colonna d'acqua sia per quanto riguarda la parte prossima al fondale. I numeri che caratterizzano le osservazioni effettuate sull'idrodinamica pur non essendo importanti forniscono un quadro bilanciato nel quale non emergono incongruenze. Le portate misurate lungo le prese ILVA concordano con quanto riferito da informative ricevute dalle maestranze dell'impianto.

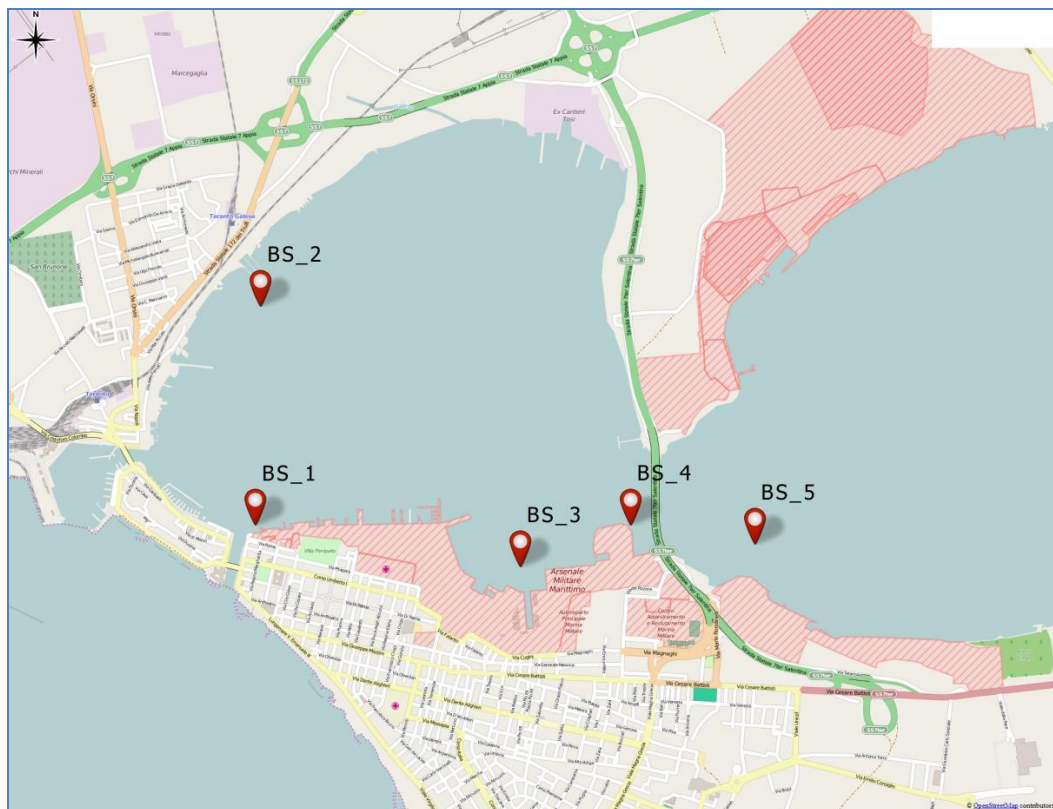


Figura 5.2: Mappa area di indagine con punti misura CTD, S4.

Tabella 5.3: Informazioni preliminari ottenute con misure ADCP

Transetto	Sezione	Start	End	Total Q	Total Area	Flow Speed	Flow Dir.
		GMT	GMT	m ³ /s	m ²	m/s	°
Taranto_BS000	Prese ILVA	08:45:31	08:47:10	-10	360	0.04	347
Taranto_BS001	Prese ILVA	08:47:26	08:50:00	-16	400	0.04	304
Taranto_BS002	Prese ILVA	08:50:37	08:52:55	-14	431	0.05	338
Taranto_BS003	Prese ILVA	08:57:28	08:59:33	-19	427	0.05	307
Taranto_BS004	Prese ILVA	09:00:47	09:03:01	-14	411	0.04	322
Taranto_BS005	Canale Navigabile	09:21:03	09:23:56	98	1247	0.10	197
Taranto_BS006	Canale Navigabile	09:24:31	09:26:54	108	1147	0.11	169
Taranto_BS007	Ponte di Pietra	09:38:00	09:39:21	37	177	0.24	269
Taranto_BS008	Ponte di Pietra	09:40:04	09:42:38	13	125	0.17	262
Taranto_BS009	Ponte di Pietra	09:43:48	09:44:25	24	143	0.26	276
Taranto_BS010	Ponte Punta Penna	10:16:06	10:21:04	54	3020	0.03	223
Taranto_BS011	Ponte Punta Penna	10:21:27	10:26:54	67	3114	0.03	309
Taranto_BS012	Prese ILVA	11:13:27	11:15:38	-18	425	0.06	353
Taranto_BS013	Prese ILVA	11:16:14	11:18:11	-17	393	0.07	355
Taranto_BS014	Canale Navigabile	11:39:59	11:42:26	-84	1470	0.06	349
Taranto_BS015	Canale Navigabile	11:42:53	11:45:54	-79	1310	0.07	28
Taranto_BS016	Ponte di Pietra	11:53:57	11:55:03	-14	209	0.06	29
Taranto_BS017	Ponte di Pietra	11:55:57	11:56:57	-9	150	0.06	52
Taranto_BS018	Ponte Punta Penna	12:21:59	12:26:28	-24	3333	0.02	149
Taranto_BS019	Ponte Punta Penna	12:26:58	12:31:26	-71	3295	0.03	50
Taranto_BS020	Canale Navigabile	13:13:20	13:15:06	-77	1225	0.07	353
Taranto_BS021	Canale Navigabile	13:15:22	13:17:41	-56	1533	0.04	356

Taranto_BS022	Canale Navigabile	08:14:21	08:16:46	98	1208	0.10	214
Taranto_BS023	Canale Navigabile	08:17:27	08:19:11	106	1176	0.11	169
Taranto_BS024	Canale Navigabile	08:19:33	08:21:31	95	1366	0.09	204
Taranto_BS025	Ponte di Pietra	08:27:59	08:29:09	33	244	0.24	275
Taranto_BS026	Ponte di Pietra	08:29:17	08:30:23	43	224	0.23	263
Taranto_BS027	Prese ILVA	08:54:20	08:56:17	-12	438	0.04	288
Taranto_BS028	Prese ILVA	08:56:24	08:58:39	-17	394	0.05	266
Taranto_BS029	Ponte Punta Penna	09:26:29	09:32:14	35	3531	0.02	208
Taranto_BS030	Ponte Punta Penna	09:32:24	09:38:32	59	3464	0.02	299
Taranto_BS031	Canale Navigabile	10:07:29	10:09:18	67	1223	0.07	207
Taranto_BS032	Canale Navigabile	10:09:40	10:11:25	74	1220	0.07	156
Taranto_BS033	Ponte di Pietra	10:20:02	10:21:05	32	242	0.19	273
Taranto_BS034	Ponte di Pietra	10:21:23	10:22:23	33	174	0.21	263
Taranto_BS035	Prese ILVA	10:51:39	10:53:14	-14	396	0.06	2
Taranto_BS036	Prese ILVA	10:53:27	10:56:18	-23	411	0.05	298
Taranto_BS037	Prese ILVA	10:56:47	10:58:52	-16	412	0.05	337
Taranto_BS038	Ponte Punta Penna	11:23:02	11:29:06	18	3548	0.01	202
Taranto_BS039	Ponte Punta Penna	11:29:27	11:34:30	2	3630	0.03	359
Taranto_BS040	Canale Navigabile	12:07:13	12:09:18	-32	1447	0.03	326
Taranto_BS041	Canale Navigabile	12:09:30	12:11:45	-31	1612	0.04	61
Taranto_BS042	Ponte di Pietra	12:19:20	12:20:23	-6	188	0.05	90
Taranto_BS043	Ponte di Pietra	12:21:04	12:22:00	-5	220	0.03	25
Taranto_BS044	Prese ILVA	12:41:14	12:42:43	-14	411	0.07	346
Taranto_BS045	Prese ILVA	12:43:41	12:45:45	-24	358	0.08	328

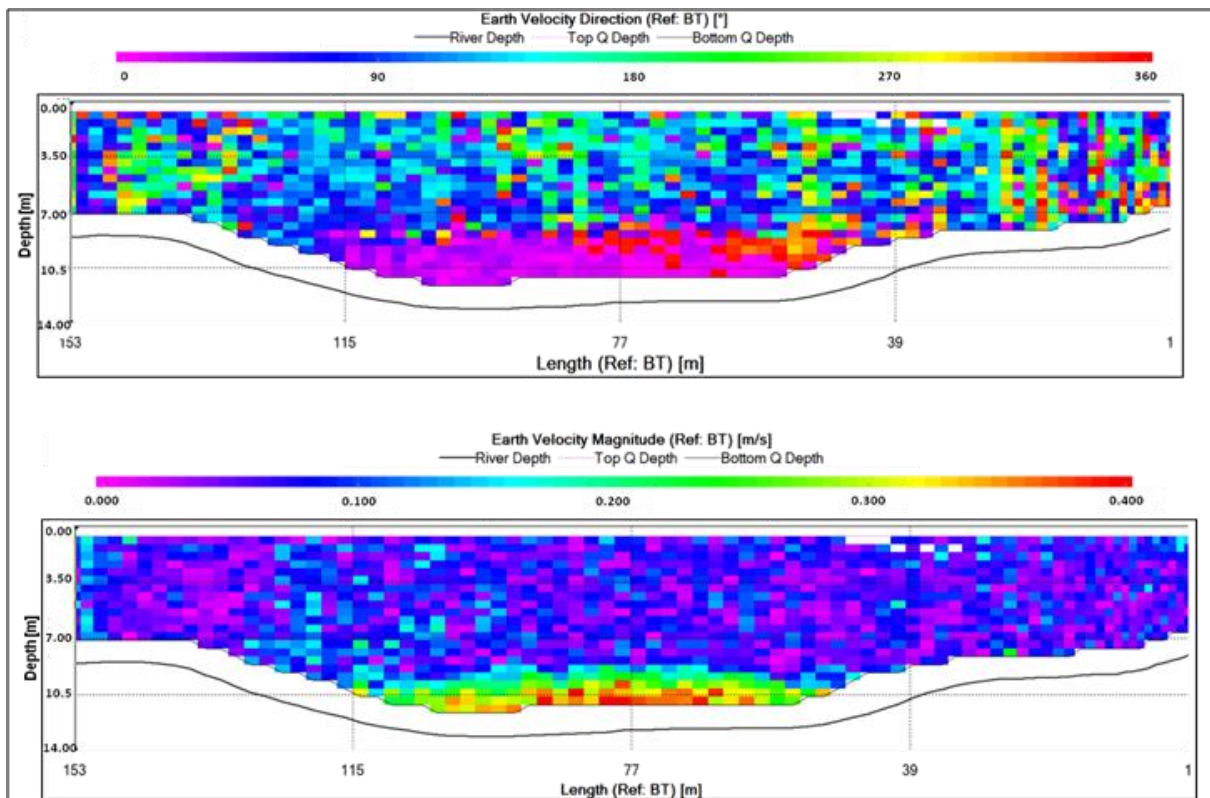


Figura 5.3: Particolare sezione Canale Navigabile. Flusso concentrato il fondo della sezione (trasetto 041 ore 12:10 del 27 Novembre 2014)

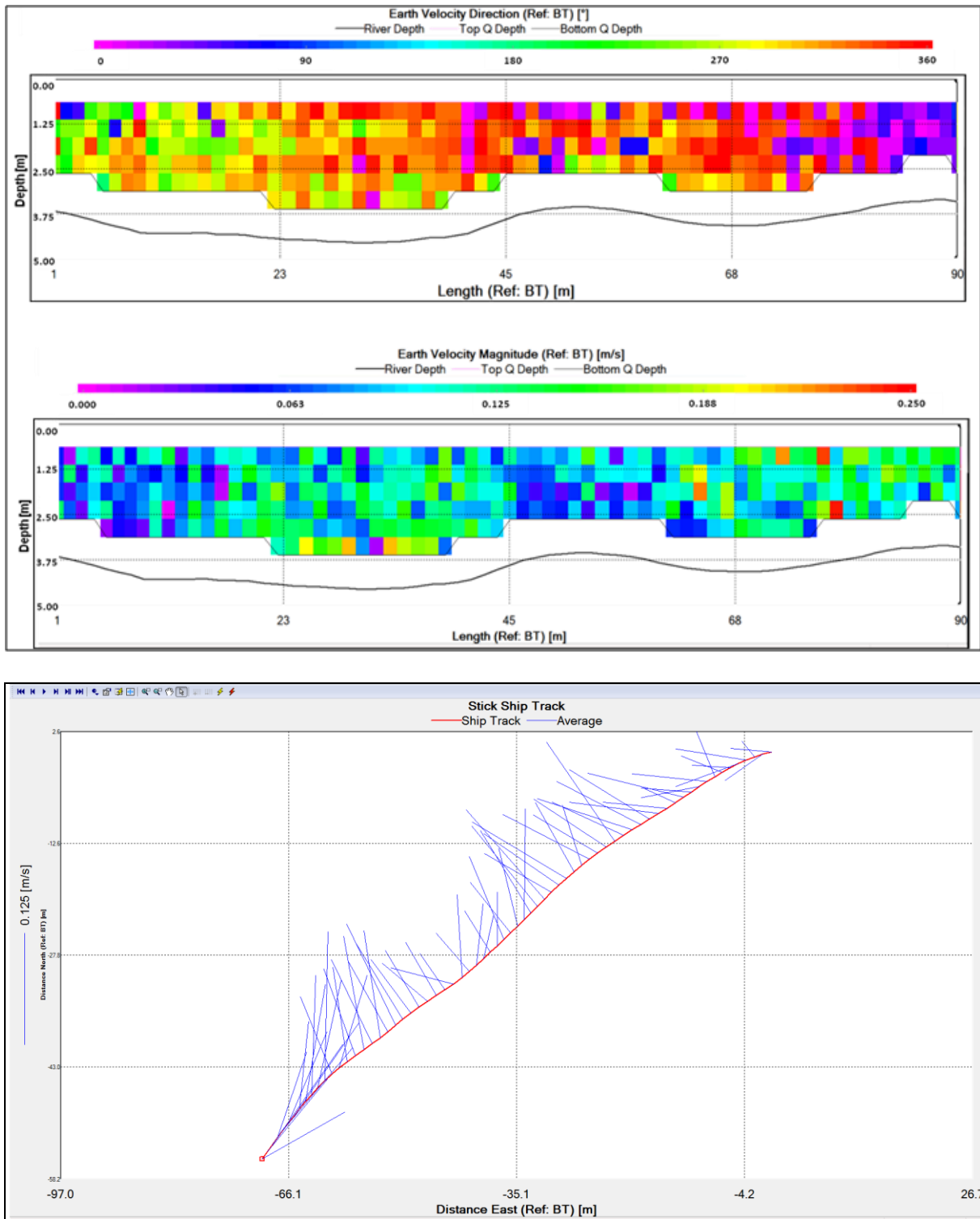


Figura 5.4: Particolare sezione Prese Ilva. Flusso concentrato presso le due imboccature delle prese (tratto 045 ore 12:45 del 27 Novembre 2014)

6. CLIMA METEOMARINO

6.1 Elaborazioni statistiche dei dati anemometrici

Ai fini della ricostruzione del moto ondoso e dell'idrodinamica occorre una conoscenza accurata del campo di vento, ottenibile solo attraverso osservazioni continue nel tempo. L'inizio del periodo di osservazione per la stazione ITAV di Taranto, il 1951, coincide con la data di avvio del suo funzionamento mentre il termine è dovuto alla dismissione della stazione stessa, sostituita da quella di Ginosa Marina nel 1968. Si deve tuttavia rilevare che queste due stazioni non presentano caratteristiche confrontabili, pertanto i dati relativi non possono essere analizzati come un unico campione. Per la determinazione dei diagrammi polari dei venti relativi al paraggio di Taranto, si è fatto riferimento perciò alla serie storica disponibile, costituita dalle registrazioni acquisite nel periodo 1951-1967, durante il quale non si sono verificate interruzioni di rilievo nella raccolta dati e la percentuale di rilevazioni effettive sul totale delle misurazioni teoriche risulta di poco inferiore al 100%.

Dall'elaborazione delle registrazioni annuali emerge che la classe delle calme risulta piuttosto frequente; esse, infatti, costituiscono il 20.19% dell'intera popolazione. Dalla distribuzione delle frequenze di apparizione dei venti per direzione di provenienza risulta che il maggior numero di osservazioni spetta ai venti da E, la cui percentuale di presenze rispetto all'intera popolazione è del 9.97%. Seguono i venti da N e NNO con frequenza del 9.6%. I venti provenienti da S e OSO fanno registrare percentuali intorno all'8%, mentre i venti da SSO e ONO si attestano attorno alla percentuale del 6.5%. Con riferimento alle frequenze di apparizione invernali, la classe delle calme risulta meno frequente che nelle altre stagioni e costituisce il 17.08% dell'intera popolazione. Dalla distribuzione delle frequenze di apparizione dei venti per direzione di provenienza, come si evince dalla Figura 6.1, risulta che il maggior numero di osservazioni spetta ai venti da NNO la cui percentuale di presenze rispetto all'intera popolazione è del 12.43%. I venti da N ed E fanno registrare rispettivamente una percentuale dell'11.39% e del 10.44%, mentre al vento da S compete una frequenza dell'8.22%, a quello da ONO una percentuale del 7.01% di tutte le osservazioni. Gli altri venti provenienti dal primo e dal terzo quadrante hanno un'incidenza piuttosto esigua. I valori di apparizione in questo periodo non si discostano di molto dalla media annuale e si osserva un incremento delle frequenze di apparizione dei venti da N e NNO. Se si classificano i dati secondo l'intensità si osserva che i venti con velocità minore di 7 nodi (calma, I e II classe Beaufort) rappresentano il 55.66% della popolazione, pertanto, si giunge alla soglia della III classe con una percentuale disponibile del 44.34%. I venti di III e IV classe costituiscono da soli il 35.75% della popolazione, mentre i venti con velocità maggiore di 17 nodi costituiscono l'8.65% del totale. Durante il periodo invernale si concentrano, infatti, i venti di maggiore intensità, anche se bisogna sempre ricordare che gli eventi appartenenti alle classi di vento forte hanno frequenze di apparizione basse. Con riferimento alle frequenze di apparizione estive, dall'elaborazione delle registrazioni emerge che la classe delle calme risulta più frequente che nelle altre stagioni, costituendo il 23.68% dell'intera popolazione. Dalla distribuzione delle frequenze di apparizione dei venti per direzione di provenienza, come indicato in Figura 6.2 risulta che il maggior numero di osservazioni spetta ai venti da N e OSO, con una percentuale di presenze del 10.4% rispetto all'intera popolazione. Al secondo posto si collocano i venti da NNO con una frequenza del 8.49%, seguono i venti da E con una frequenza del 7.94%, quelli da SSO e da S con frequenze rispettivamente del 7.71% e del 6.74%. Se si classificano i dati secondo l'intensità si osserva che i venti con velocità minore di 7 nodi (calma, I e II classe Beaufort) rappresentano il 67.29% della popolazione, pertanto, si giunge alla soglia della III classe con una percentuale disponibile del 32.71%. I venti di III e IV classe costituiscono da soli il 29.35% della popolazione, mentre i venti con velocità maggiore di 17 nodi costituiscono solo il 3.49% del totale.

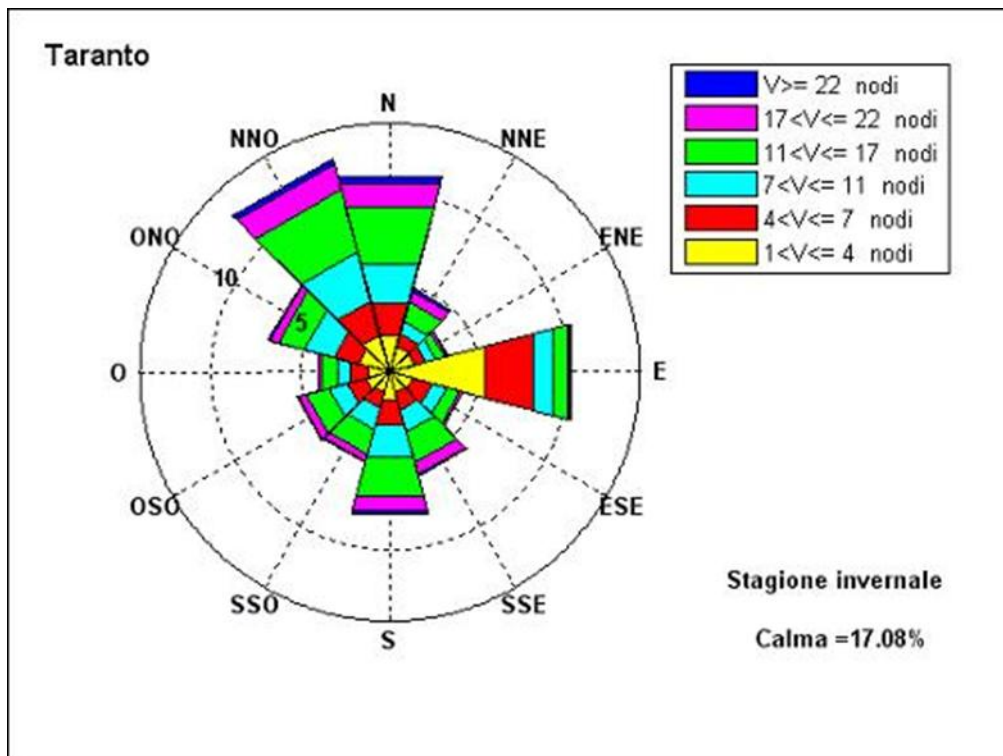


Figura 6.1: Diagramma polare dei venti - statistica invernale

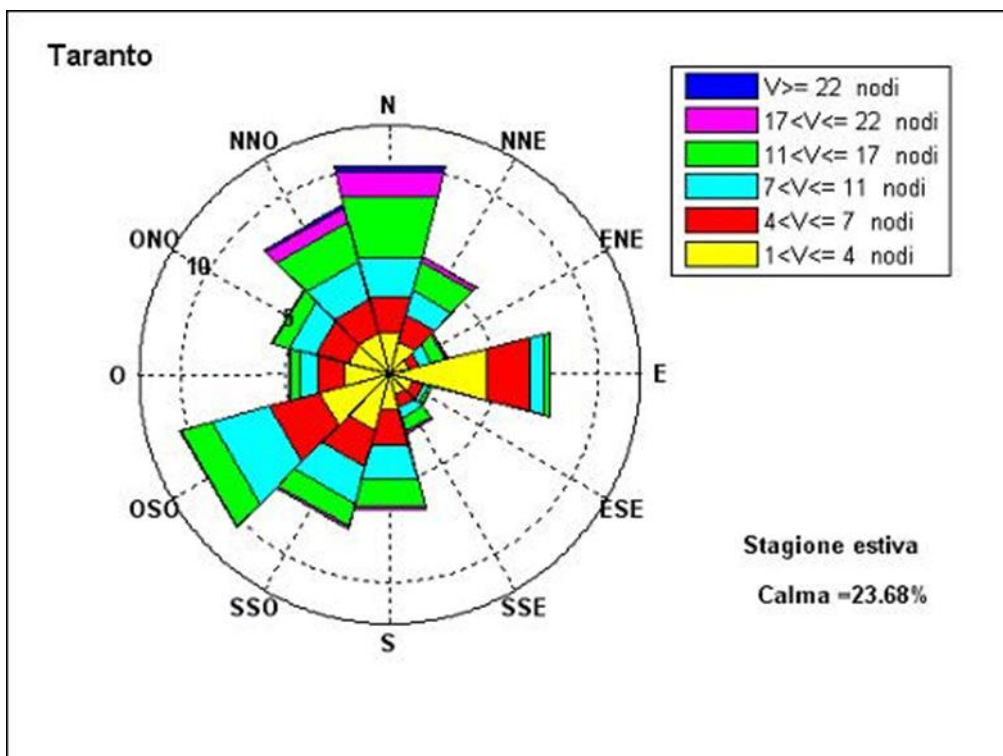


Figura 6.2: Diagramma polare dei venti - statistica estiva

6.1 Elaborazione dei dati ondametrici triorari

Il settore di traversia geografico del paraggio di Taranto comprende tutte le direzioni tra 120° e 330° . La distribuzione dei fetch presenta quattro zone ben distinte: la prima che si estende da 120° a 125° con fetch molto piccoli limitati dalla costa pugliese, la seconda da 130° a 135° i cui fetch si estendono fino alla Grecia, la terza da 180° con fetch molto ampi che si

sviluppano fino alle coste dell'Africa Settentrionale, mentre nell'ultima da 185° a 330° i fetch risultano limitati dalle coste dell'Italia meridionale. Il settore di traversia efficace se si considera il limite dei 100 km è compreso nell'intervallo 99°-223°.

La ricostruzione del clima meteomarinico del paraggio di Taranto è stata effettuata utilizzando il modello S.P.M. direzionale a partire dai dati di vento suddetti. La prima operazione effettuata è stata il calcolo delle frequenze di apparizione dei singoli stati di mare registrati, classificati per direzione di provenienza ed intensità.

Il clima meteomarinico medio è stato valutato ricavando per ciascuna delle direzioni prescelte e per l'intero paraggio la mareggiata energeticamente equivalente all'intera serie storica disponibile. A tal fine è utile una procedura di calcolo che ripartisca l'intero campione di onde ricostruite fra i settori angolari di competenza di ciascuna delle direzioni fondamentali prescelte. L'altezza d'onda energeticamente equivalente per ciascuna direzione è stata calcolata con la relazione:

$$H_s = \sqrt{\frac{\sum_i H_{s_i}^2 \cdot T_{p_i} \cdot t_i}{\sum_i T_{p_i} \cdot t_i}} \quad (6.1)$$

in cui la sommatoria è estesa al numero di mareggiate che compete a ciascuna direzione considerata e H_{s_i} , T_{p_i} e t_i sono rispettivamente l'altezza significativa, il periodo di picco e la durata di ciascuna mareggiata.

Analogamente il periodo da associare alla suddetta altezza d'onda è stato ricavato come media pesata dei periodi delle singole mareggiate rispetto alle relative durate secondo la relazione:

$$T_p = \frac{\sum_i T_{p_i} \cdot t_i}{\sum_i t_i} \quad (6.2)$$

Per quanto riguarda l'individuazione dell'onda caratterizzante l'intero paraggio, si considerano tutte le mareggiate calcolate nell'intero settore di traversia procedendo al calcolo dell'altezza e del periodo con la stessa metodologia innanzi descritta. In questo caso però si è reso necessario anche il calcolo della direzione di provenienza della mareggiata equivalente. A tale scopo, il flusso di energia è stato trattato come un vettore, le cui componenti hanno consentito di ricavare la direzione media con la seguente relazione:

$$\phi = \arctan \left[\frac{\sum_i H_{s_i}^2 \cdot T_{p_i} \cdot t_i \cdot \sin \theta_i}{\sum_i T_{p_i} \cdot t_i \cdot \cos \theta_i} \right] \quad (6.3)$$

Dall'analisi della distribuzione annuale delle frequenze delle mareggiate per direzione di provenienza risulta che le calme rappresentano il 72.58% delle osservazioni, presentando una concentrazione minima in primavera (65%) ed un massimo in autunno (77%).

Dalla lettura di tali dati si evince, inoltre, che il maggior numero di onde proviene da SSE con una percentuale del 20.67% nettamente superiore a quella delle mareggiate provenienti da tutte le altre direzioni. Se si classificano le onde secondo l'altezza significativa si osserva che le onde con altezza significativa minore di 0.5m costituiscono la classe più frequente con il 9% di tutte le osservazioni mentre le mareggiate con altezza compresa tra 0.5 e 1 m costituiscono il 6.86%.

Le onde con altezza compresa tra 1 e 2m fanno registrare solo il 5.28% delle osservazioni, quelle di altezza compresa tra 2 e 3m rappresentano il 3.82% mentre quelle di altezza compresa tra 3 e 4m, solo l'1.6%. Le mareggiate con altezza superiore ai 4m risultano piuttosto rare nel paraggio e la loro frequenza risulta pari allo 0.87%.

Se si considera il clima medio stagionale si osserva che sia in inverno (Figura 6.3) che in estate (Figura 6.4) le frequenze di apparizione maggiori spettano alle mareggiate da SSE con percentuale 18.13% in inverno e 21.96% in estate. Inoltre, nel caso di clima medio stagionale,

si osserva che in inverno (Tabella 6.1) le mareggiate equivalenti più intense provengono da SSE, seguono, nell'ordine, quelle rivenienti da ESE, S, SSO. In questo periodo si concentrano le onde di altezza maggiore. La mareggiata equivalente per l'intero paraggio ha un'altezza di 2.87m e direzione di provenienza 147°. In estate (Tabella 6.2) l'altezza equivalente maggiore spetta alla direzione ESE, seguita da SSE e SSO. La mareggiata equivalente per l'intero paraggio ha un'altezza di 1.18m e direzione di provenienza di 151°.

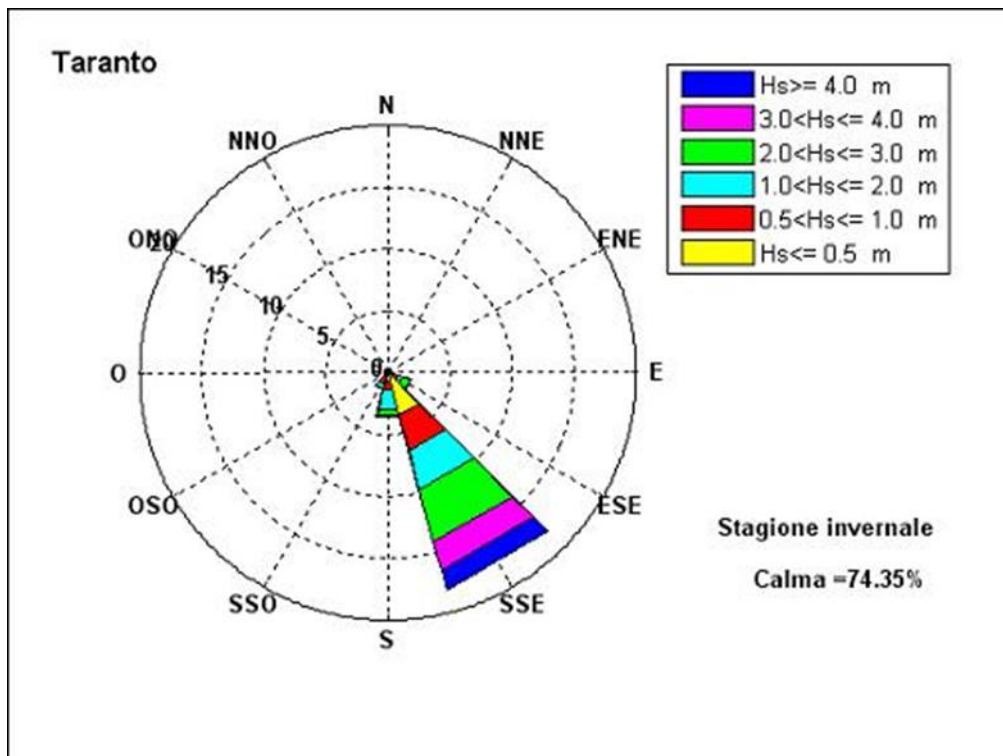


Figura 6.3: Diagramma polare onde - statistica invernale

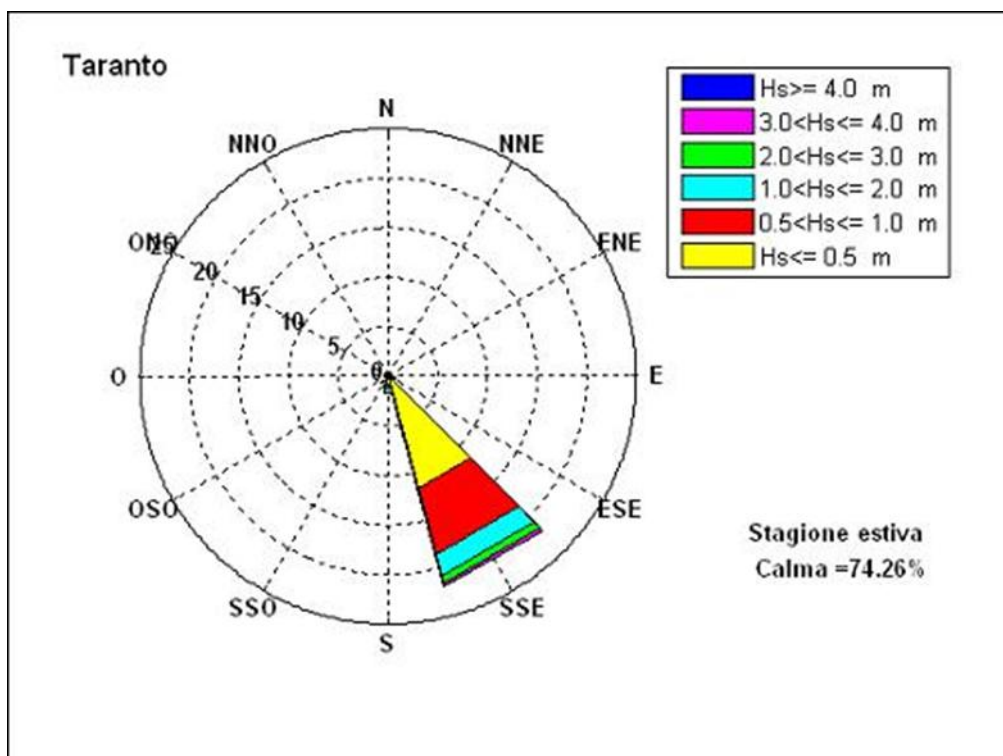


Figura 6.4: Diagramma polare onde - statistica estiva

Tabella 6.1: Onde equivalenti invernali

	direzione	Hs (m)	Tp (s)
	120	2.21	6.35
	150	3.16	7.1
	180	1.63	6.14
	210	1.23	5.01
paraggio	147	2.87	6.73

Tabella 6.2: Onde equivalenti estive

	direzione	Hs (m)	Tp (s)
	120	1.42	4.48
	150	1.19	4.24
	180	0.93	4.26
	210	1.13	4.94
paraggio	151	1.18	4.26

6.2 Clima meteomariano misurato dal sistema di monitoraggio nel Mar Grande di Taranto

Nell'ambito delle attività del progetto bandiera RITMARE (Ricerca Italiana per il Mare), con finanziamento PON R&C 2007-2013, il gruppo di ricerca dello scrivente dell'Unità Operativa Politecnico di Bari del CoNISMa ha provveduto ad installare un sistema di monitoraggio correntometrico, ondametrico, meteorologico e di qualità delle acque nel Mar Grande di Taranto (Figura 6.5). Il sistema è installato su una meda gestita dall'Autorità Portuale di Taranto con cui è stata stipulata un' apposita convenzione. A titolo di esempio dei dati disponibili, la Figura 6.6 mostra i dati meteo (temperatura dell'aria, umidità relativa e pressione atmosferica) e la distribuzione dell'intensità e direzione del vento relativa al mese di maggio 2014. L'analisi complessiva delle serie storiche dei venti per il periodo Febbraio 2014 – Ottobre 2014 evidenzia che mediamente prevale un vento da NNO.

Analizzando la rosa dei venti, si nota come gli episodi di vento di intensità più sostenuta da NNO siano più frequenti durante il mese di maggio 2014, mentre i venti di intensità minore, più rari, provengano principalmente da ENE e da SSE.



Figura 6.5: Meda nel Mar Grande di Taranto

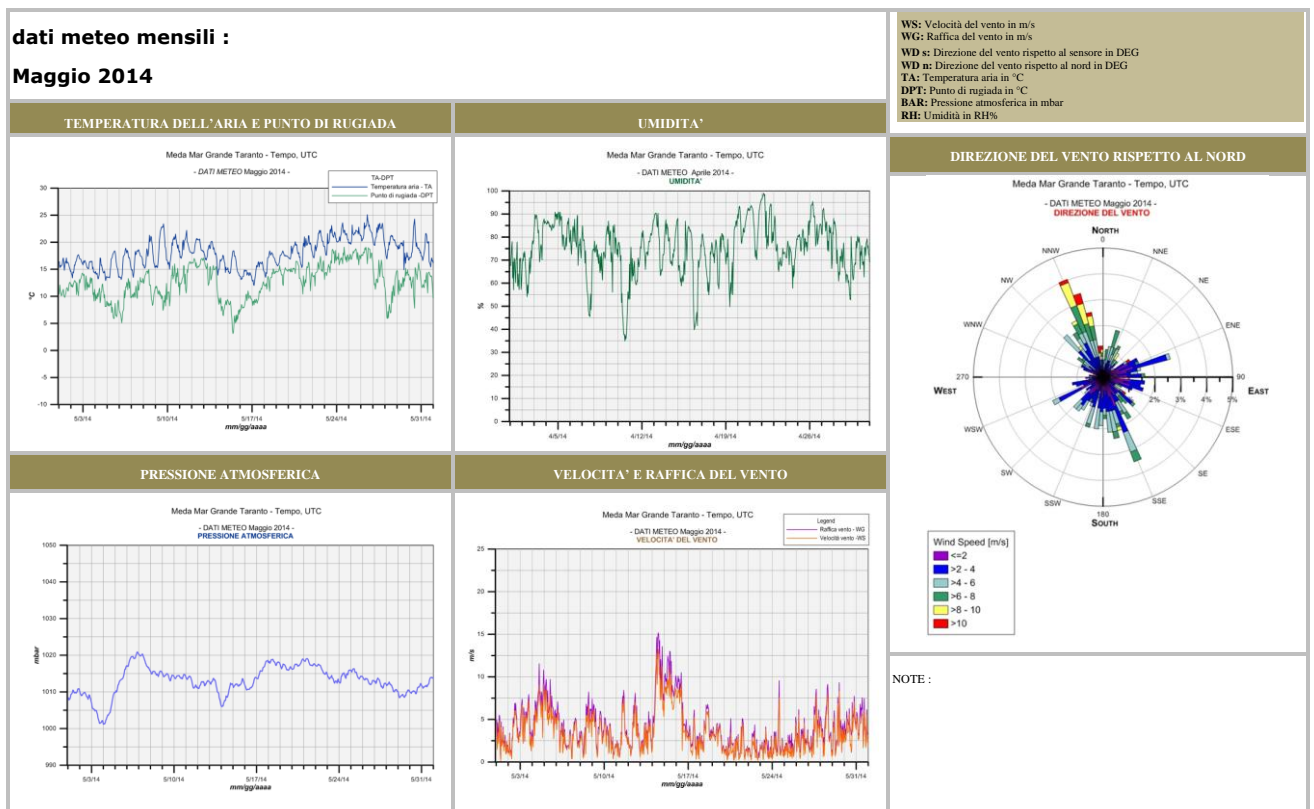
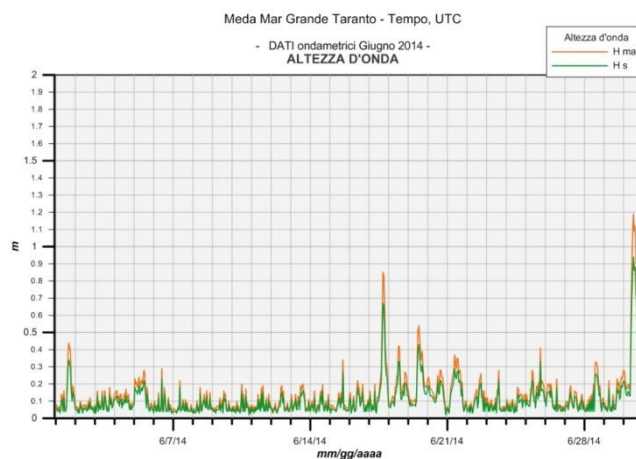


Figura 6.6: Dati meteo e anemometrici misurati nella stazione in Mar Grande

Dalla lettura dei dati registrati dalla meda relativi all'altezza significativa (Figura 6.7) si evince che nel periodo estivo (Giugno – Settembre 2014) le onde sono caratterizzate da valori massimi di H_s poco superiori ad 1 m, che confermano pertanto i valori della tabella 6.2.



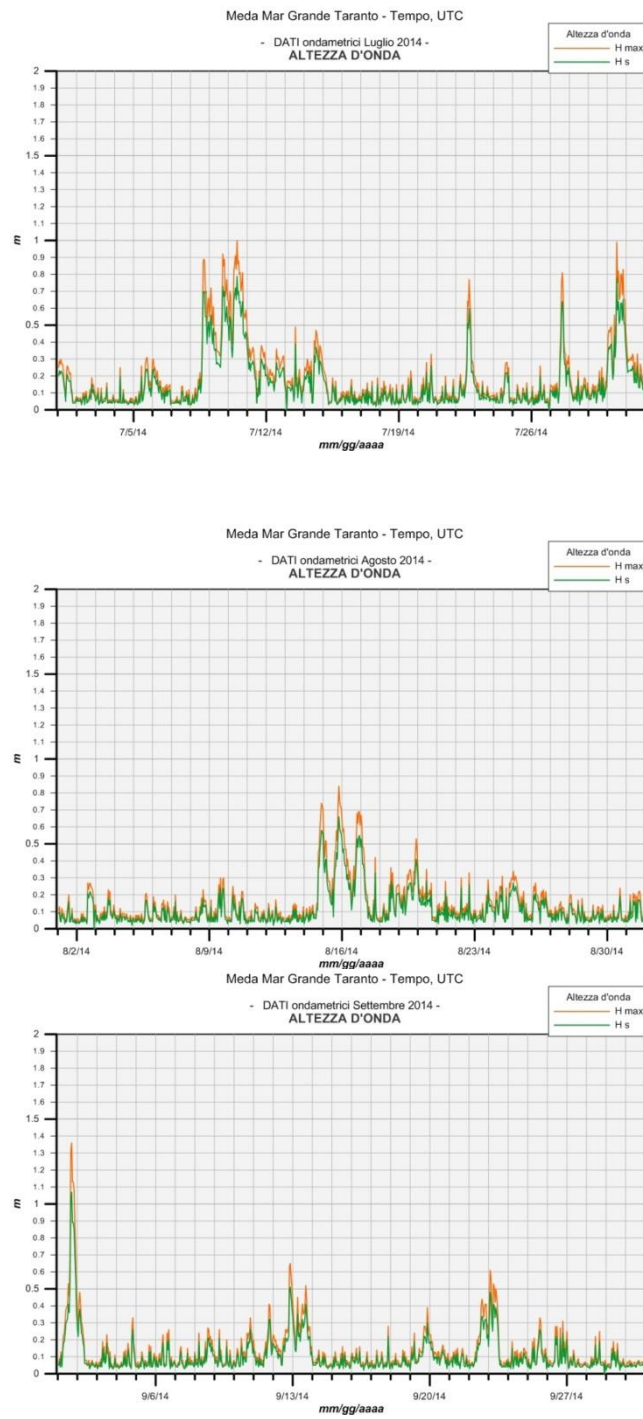


Figura 6.7: Dati ondametrici misurati nella stagione estiva – Meda Mar Grande

7. MODELLISTICA

7.1 Introduzione

L'obiettivo dell'attività modellistica proposta in questo studio è stato quello di valutare, con l'aiuto di misure e modelli numerici, l'eventuale variazione del regime correntometrico, dovuto alla presenza delle prese a mare ILVA nel Mar Piccolo di Taranto, nonché eventuali ricadute sulla salinità e temperatura e sui fenomeni di erosione-sedimentazione.

Al fine di rappresentare la varietà di processi e la variabilità dei fenomeni che hanno luogo nel bacino sono necessari strumenti matematici in grado di riprodurre le principali relazioni causa-effetto tra più variabili contemporaneamente. L'idrodinamica del bacino viene, infatti, influenzata non solo dall'effetto delle variabili meteo marine ma anche dagli scambi di calore con l'atmosfera, nonché dai gradienti di salinità determinati dalla presenza dei citri e delle altre sorgenti di acque dolci.

A tale scopo sono stati scelti due modelli: SHYFEM-3D (Umgiesser, et al. 2004) utilizzato nella sua implementazione tridimensionale per la riproduzione della circolazione idrodinamica termoalina e dei tempi di residenza e il modello MIKE 3 Flow Model FM della DHI (Danish Hydraulic Institute) utilizzato per l'interpretazione dei processi di dinamica dei sedimenti.

Nell'Allegato 4 sono illustrate le caratteristiche del modello idrodinamico SHYFEM 3D. Durante il progetto RITMARE (De Pascalis et al., 2013) il modello è stato calibrato sui dati dell'anno 2005. Il modello MIKE 3 FM è stato descritto invece nella parte introduttiva del cap. 8.

L'obiettivo delle simulazioni, effettuate nella prima fase del progetto, è stato quello di caratterizzare la circolazione del Mar Piccolo di Taranto durante un anno recente. A tale scopo è stato scelto l'anno 2013 per il quale erano disponibili i dati meteo-marini necessari ai run dei modelli. I risultati del modello SHYFEM3D, sono stati utilizzati per valutare gli effetti delle prese a mare sulla circolazione annuale idrodinamica, temperatura, salinità, tempi di residenza. Successivamente le simulazioni annuali sono state ripetute anche con il modello MIKE 21 FM SW in modo da ottenere la base idrodinamica per l'applicazione del modello di trasporto solido MIKE 3 Flow Model FM. Oltre alla simulazione annuale sono state prodotte due circolazioni medie stagionali, rispettivamente invernale ed estiva al fine di valutare l'effetto delle prese a mare sul trasporto solido in condizioni tipiche stagionali.

7.2 Simulazioni correntometriche annuali con e senza le prese a mare ILVA: influenza sull'idrodinamica, temperatura, salinità e tempi di residenza: setup modellistico delle simulazioni di riferimento e di scenario

Le simulazioni annuali 2013 sono state forzate, per entrambi i modelli, con dati realistici (dati di livello, vento, flussi di calore e precipitazione), provenienti da serie storiche misurate.

Di seguito viene riportata nel dettaglio la provenienza e la tipologia di dati utilizzati come input per il modello. I dati di livello sono stati ottenuti dalla Rete Mareografica ISPRA ed in particolare dalla stazione situata al Molo S. Eligio, nei pressi della città di Taranto (lat 40° 28' 32.17", lon 17° 13' 25.55"). La serie oraria di livello totale, imposta come forzante sul bordo aperto della griglia di calcolo, rappresentata in Figura 7.4a, mostra come il bacino abbia caratteristiche di un ambiente nanotidale (escursione di marea < 0.5 m) (Tagliapietra & Ghirardini, 2006). Le Figure 7.4 b, c, d, e, mostrano la distribuzione dell'intensità e direzione del vento ed i dati meteo (radiazione solare, temperatura dell'aria, umidità relativa e precipitazione), utilizzati come forzanti superficiali per il modello e corrispondenti all'anno 2013.

Analizzando la rosa dei venti, si nota come gli episodi di vento debole da NE siano più frequenti durante l'anno, mentre i venti di intensità più sostenuta, più rari, provengano principalmente da SSE e da N – NNE.

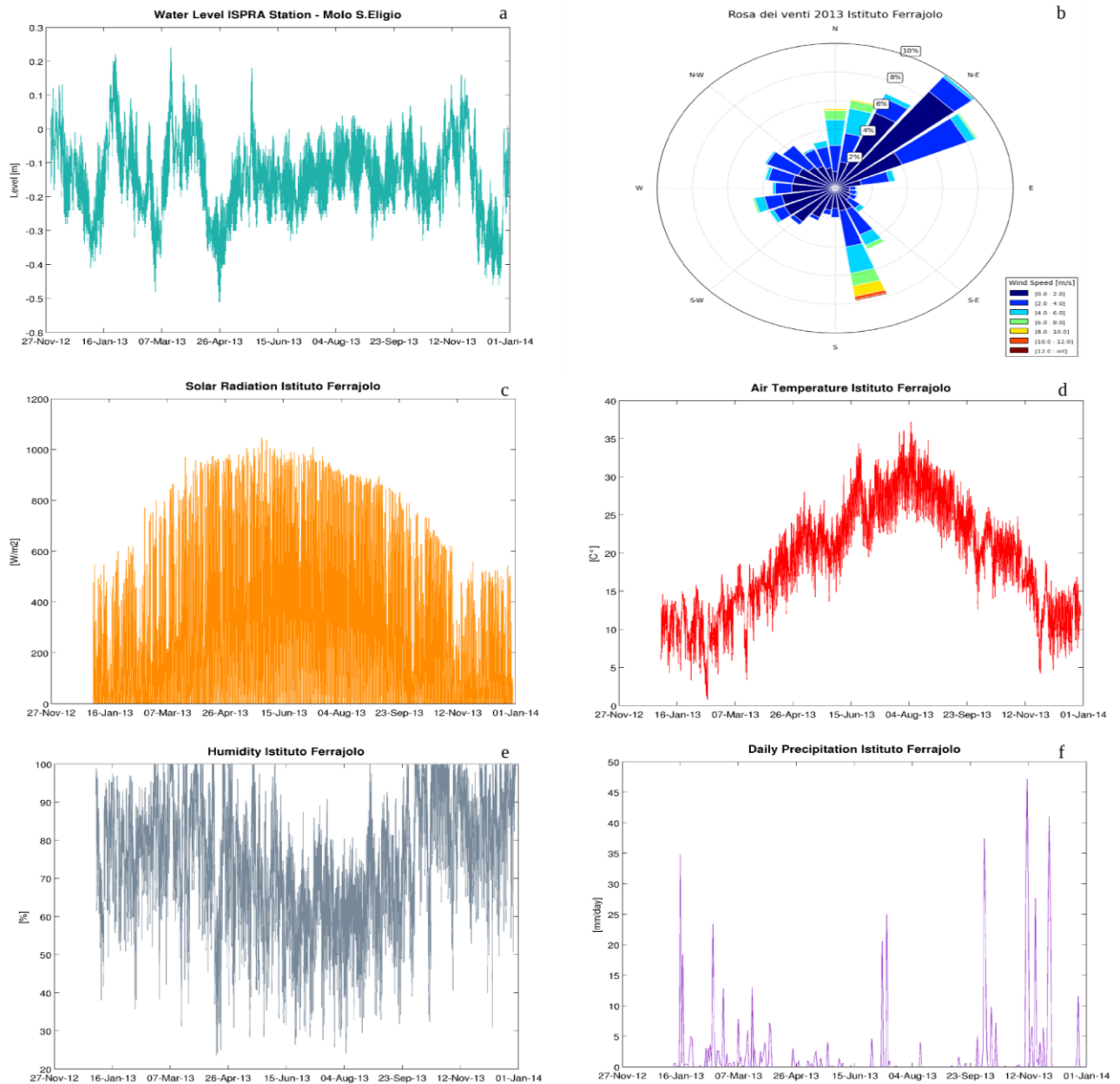


Figura 7.3: Forzanti della simulazione 2013. a) Livello, b) vento, c) radiazione solare, d) temperatura dell'aria, e) umidità, f) precipitazione

Le sorgenti d'acqua dolce considerate in questo studio sono rappresentate in Figura 7.5 ed i valori di portata vengono riportati in Tabella 7.4. Per quel che riguarda le sorgenti subaeree Galeo, Battentieri e Riso (quest'ultima contribuisce alla portata del Canale d'Ajedda) ci si è avvalsi dei risultati più aggiornati provenienti dal progetto RITMARE (Polemio et al., 2013). Nel caso degli scarichi a mare le portate sono state reperite nel report finale del progetto SPICAMAR (2003) che tuttavia mostra una situazione relativa all'anno 2000. Nel 2009 il numero degli scarichi a mare risultava ridotto ed il progetto SPICOSA (Caroppo et al., 2012) aveva fornito un nuovo censimento di quelli ancora esistenti, senza valori aggiornati di portata. Pertanto, in questo studio, sono stati considerati gli scarichi esistenti nel 2009, ma con valori di portata relativi all'anno 2000.

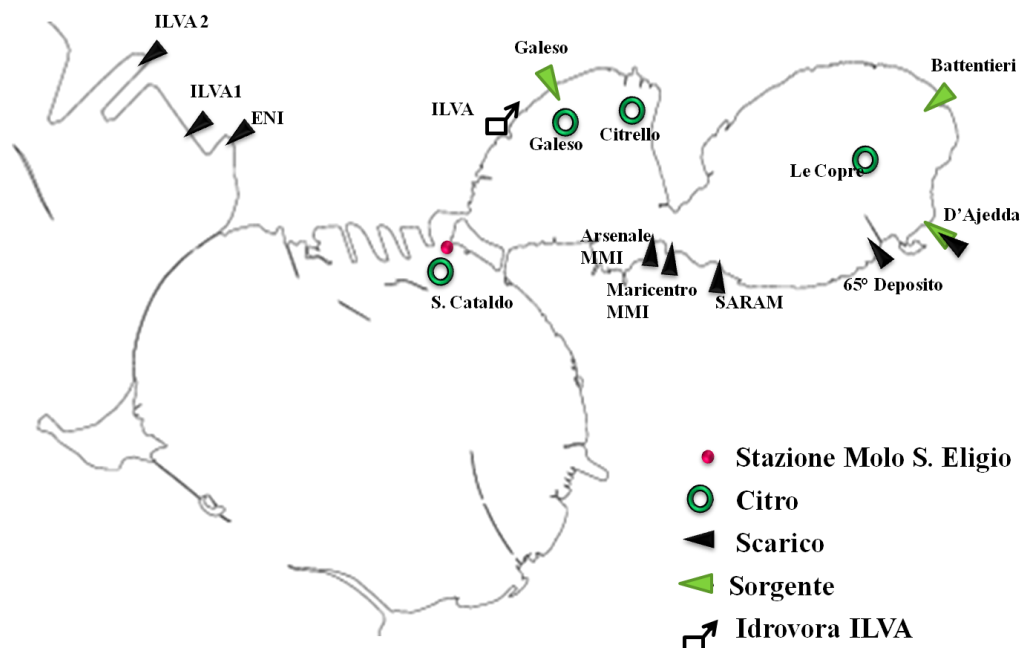


Figura 7.4: Sorgenti d'acqua dolce

Nel caso delle sorgenti sottomarine la scelta delle portate da imporre al modello è stata ancora più complessa. Non sono disponibili misure certe della portata dei *citri* e le fonti di letteratura forniscono delle stime indicative, spesso diverse tra loro. Nel caso del *citro* Galeso è stato considerato il valore di $0.75 \text{ m}^3/\text{s}$ (Stefanon e Cotecchia 1960), per il citro Citrello e Le Copre è stata effettuata una media di diverse fonti citate da Scroccaro et al. 2007, mentre per il *citro* S. Cataldo è stata adottata la stima fatta da Cerruti (1948) per il periodo di siccità, al fine di considerare il possibile effetto dello sfruttamento della falda acquifera avvenuto negli anni successivi al 1948.

Tutti i valori di portata in Tabella 7.1 sono stati considerati costanti per la durata della simulazione in quanto la mancanza di serie temporali misurate non ha consentito di effettuare ipotesi sulla variabilità delle sorgenti d'acqua dolce. Il dato di portata massima prelevata dalle prese a mare ILVA è stato simulato costante al fine di considerare il caso con maggiore impatto potenziale sul sistema ed avere pertanto una valutazione conservativa.

Per quel che riguarda le condizioni al bordo di temperatura e salinità, le simulazioni sono state forzate con dati estratti dai campi del modello a più ampia scala AREG (Guarnieri et al., 2010) per l'anno 2013. AREG fornisce dati con una risoluzione spaziale orizzontale di circa 2.2 km ed una verticale di 31 livelli σ .

Tabella 7.4: Flussi d'acqua dolce imposti nelle simulazioni 2013

Sorgente	Flusso [m ³ /s]	Temperatura [C°]	Salinità [psu]
Citro Galeso	0,75	12-28	5
Citro Le Copre	0,65	12-28	5
Citro Citrello	0,35	12-28	5
Citro S.Cataldo	2	12-28	5
Fiume Galeso	0,52	20	5
Canale D'Ajedda	0,7	20	5
Battentieri	0,173	20	5
Scarico Arsenale	0,025	20	5
Scarico Maricentro	0,007	20	5
Saram	0,002	20	5
65° deposito	0,002	20	5
Prese ILVA	- 41,7	-	-
Scarico ILVA 1	28,7	25	al prelievo
Scarico ILVA 2	12,92	25	al prelievo
ENI	2,7	25	5

Le condizioni iniziali di temperatura e salinità sono state create interpolando orizzontalmente e verticalmente i profili estratti dallo stesso modello in modo da creare una matrice tridimensionale.

I parametri del modello SHYFEM-3D relativi al coefficiente di stress al fondo (c_B) e di stress del vento (c_D), descritti nell'Allegato 4, sono stati mantenuti costanti e omogenei sull'intero dominio con un valore di $c_B = 2.5 \cdot 10^{-3} \text{ N m}^{-2}$ e $c_D = 2 \cdot 10^{-3} \text{ N m}^{-2}$. Il coefficiente di diffusione orizzontale è stato assunto costante, con un valore di $K_H = 0.2 \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$, mentre il coefficiente di viscosità orizzontale turbolenta A_H viene calcolato secondo la formulazione di Smagorinsky (1963) in dipendenza dalla risoluzione della griglia.

La condizione iniziale di velocità imposta è per tutte le simulazioni lo stato di calma in quanto le variabili di velocità e livello raggiungono il loro stato dinamico all'interno del bacino abbastanza velocemente (pochi giorni). Per quel che riguarda temperatura e salinità il tempo di assestamento delle variabili è sicuramente maggiore, pertanto, per tutte le simulazioni annuali è stato considerato un tempo di *spin-up* di un mese (Dicembre 2012).

Le simulazioni, effettuate per valutare l'effetto delle prese a mare ILVA sulla circolazione del Mar Piccolo di Taranto sono le seguenti:

Riferimento ILVA (R-2013): simulazione dell'anno 2013, con condizioni iniziali, al contorno e forzanti realistiche del 2013 e presenza delle prese a mare ILVA nel Primo Seno del Mar Piccolo e dei relativi scarichi nel Golfo di Taranto.

Scenario NO-ILVA (S-2013): simulazione dell'anno 2013, con condizioni iniziali, al contorno e forzanti realistiche del 2013 e assenza delle prese a mare ILVA nel Primo Seno del Mar Piccolo e dei relativi scarichi nel Golfo di Taranto.

Le differenze tra la simulazione di scenario e quella di riferimento, a parità di condizioni forzanti, permettono di evidenziare l'effetto delle prese a mare sul bacino.

7.3 Risultati idrodinamici per l'anno 2013 (R-2013)

Al fine di dare una caratterizzazione della circolazione e dei campi di temperatura e salinità del bacino, i risultati idrodinamici della simulazione R-2013 vengono presentati di seguito. I prodotti del modello SHYFEM-3D hanno una frequenza oraria, tuttavia, per fornire un quadro di sintesi della situazione annuale sono stati suddivisi in:

- mappe di circolazione medie annuali, in termini di velocità e direzione della corrente, in superficie, al fondo e barotropica (ossia mediata sulla colonna d'acqua);
- mappe di salinità barotropica mensile;
- mappe di temperatura barotropica mensile;
- mappe di tempo di rinnovo medio annuale barotropico, di superficie e fondo;

La Figura 7.6 mostra la circolazione media annuale superficiale (1 m di profondità) dei Mari di Taranto, mentre in Figura 7.7 è riportata la circolazione di fondo.

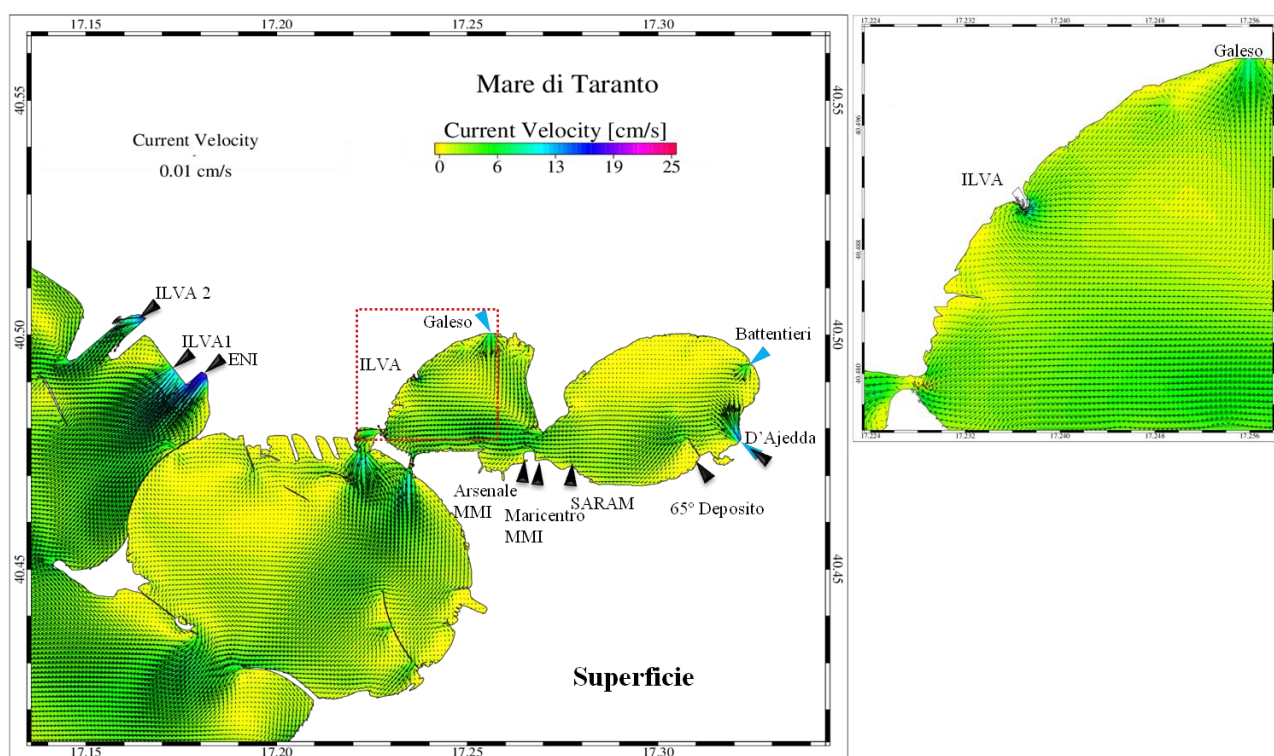


Figura 7.5: Circolazione superficiale R-2013 (1m di profondità) a sinistra; zoom dell'area ILVA sulla destra

Osservando la circolazione superficiale, essa risulta prevalentemente in uscita dal Mar Piccolo verso il Mar Grande e il Golfo di Taranto. L'effetto degli scarichi e delle sorgenti subaeree è ben visibile in quanto l'acqua dolce immessa da tali fonti tende a rimanere in superficie data la sua minor densità.

Le velocità superficiali medie del bacino risultano molto basse variando in un intervallo tra 0 e circa 20 cm/s nell'area dello scarico ENI, mentre, nell'area antistante le prese a mare, si ha una velocità media annuale superficiale tra 6 e 10 cm/s.

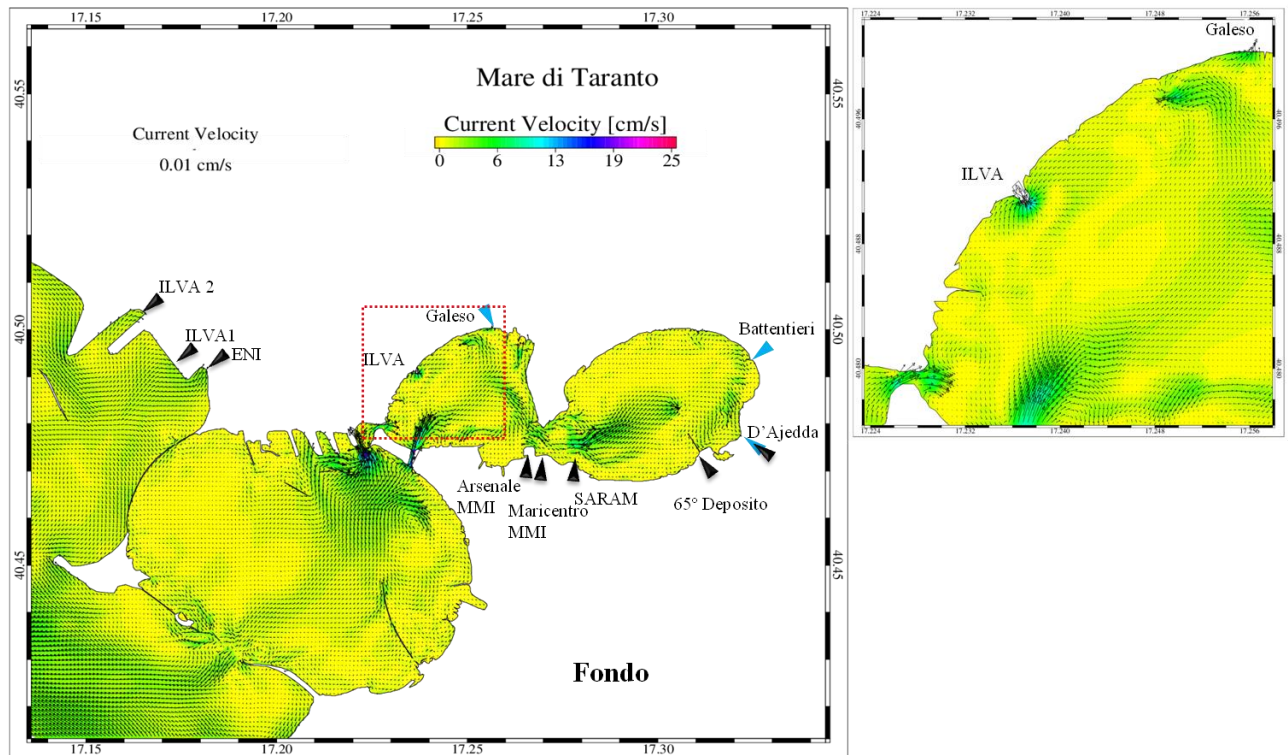


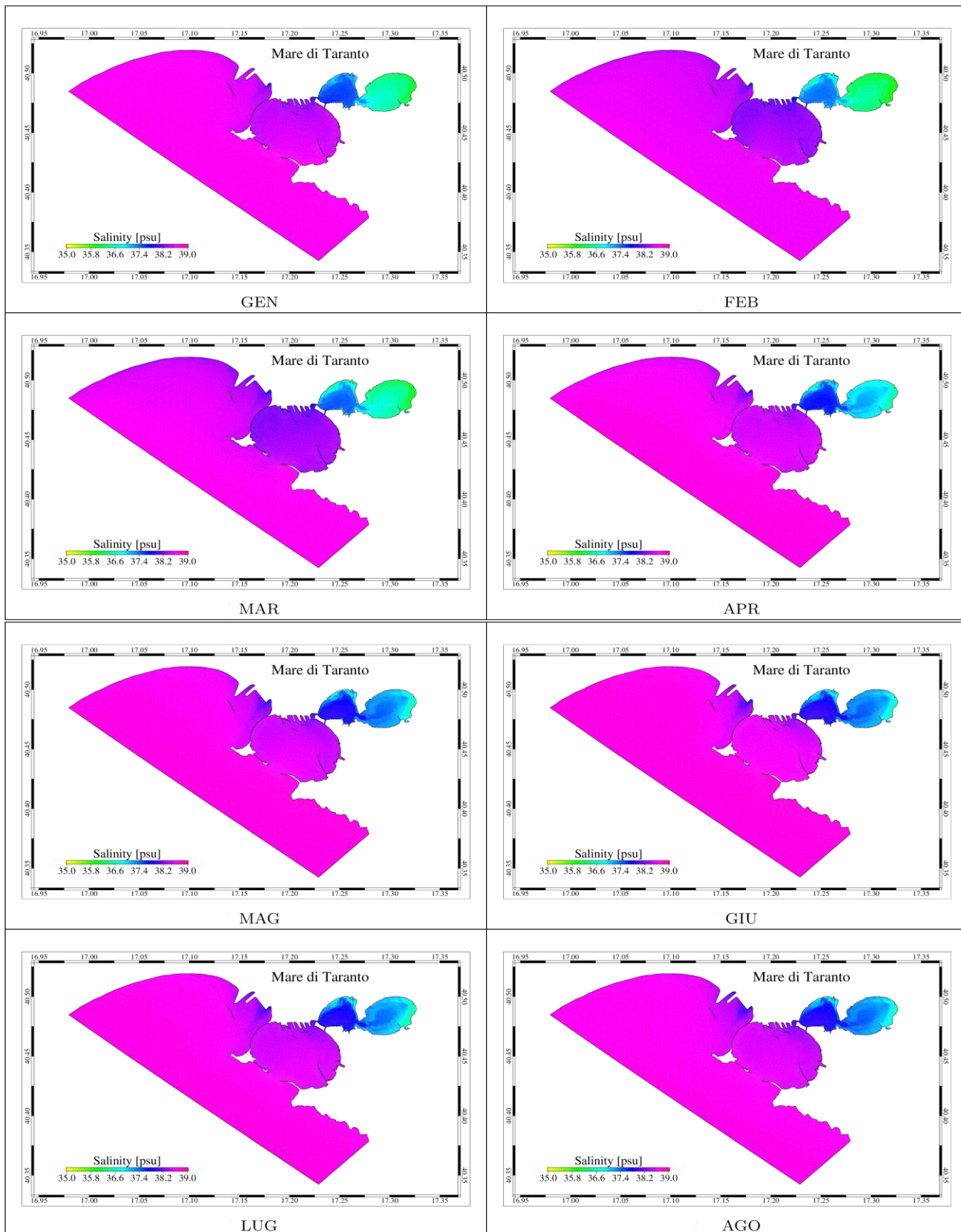
Figura 7.6: Circolazione di fondo R-2013 (profondità variabile a seconda dell'ultimo livello batimetrico di ogni nodo) a sinistra; zoom dell'area ILVA sulla destra

La circolazione al fondo, mediata sull'anno e rappresentata nella Figura 7.7, mostra un andamento del tutto differente. Le correnti risultano entranti nel bacino del Mar Piccolo attraverso i canali Navigabile e Porta Napoli, con velocità mediamente maggiori (circa 15 cm/s) rispetto all'acqua superficiale in uscita. È da sottolineare, inoltre, la dinamica particolare che si ha nello scambio tra i due Seni del Mar Piccolo. Osservando la sezione tra P.ta Penna e P.ta Pizzone la maggioranza del flusso di fondo, infatti, risulta mediamente in entrata verso il II Seno, tuttavia, nella parte Sud verso P.ta Pizzone, si osserva una corrente d'acqua in uscita. Si nota, inoltre, l'effetto del *citro* S. Cataldo, che si trova allo sbocco del Canale di Porta Napoli verso il Mar Grande, il cui flusso, nel modello come nella realtà, è stato effettivamente imposto al fondo.

La velocità al fondo del bacino, quindi, risulta in generale inferiore rispetto a quella superficiale tranne nelle aree precedentemente descritte e nell'area del *citro* S.Cataldo, mentre nell'area delle prese a mare rimane comunque intorno tra 6 e 10 cm/s.

Nelle successive mappe viene presentata l'evoluzione media mensile di salinità (Figura 7.8) e temperatura (Figura 7.9).

Nel caso della salinità è immediatamente visibile l'effetto delle sorgenti d'acqua dolce sulla distribuzione spaziale di questa variabile.



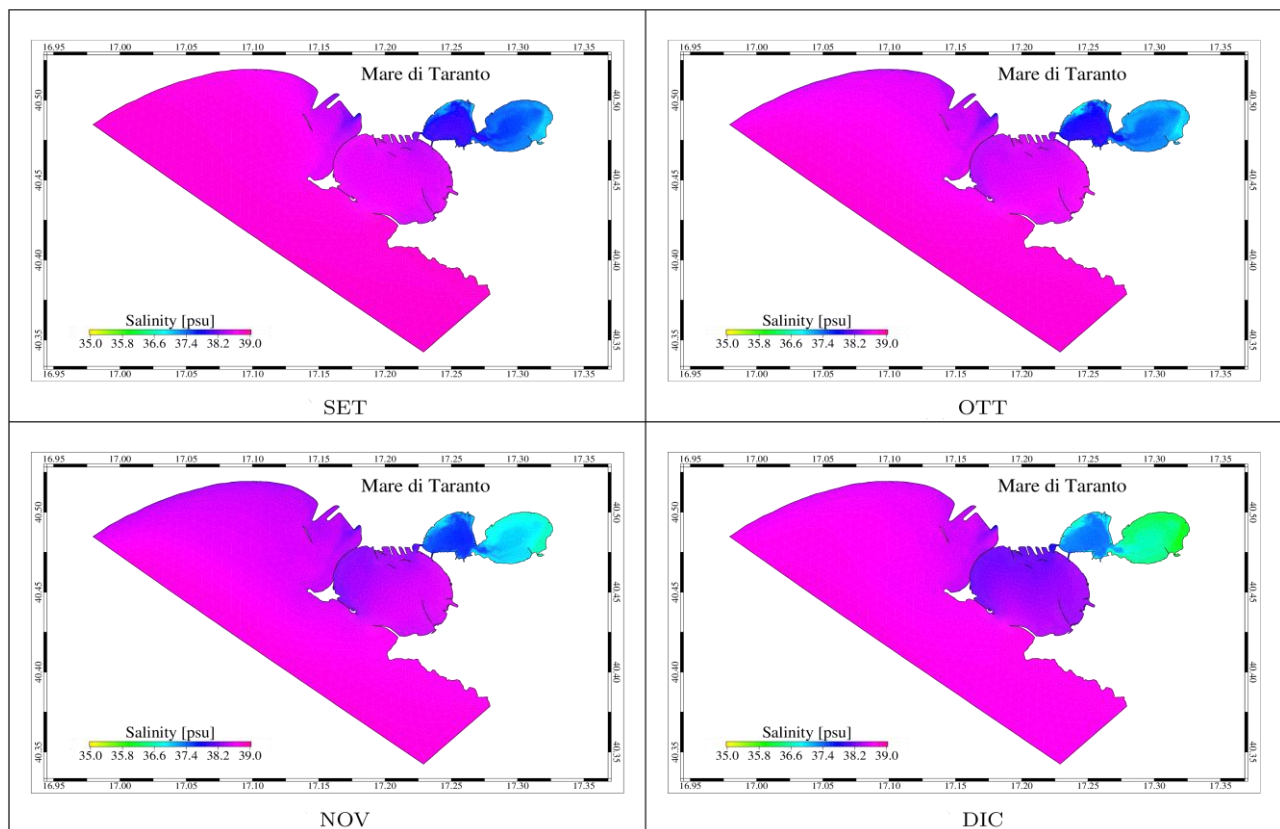
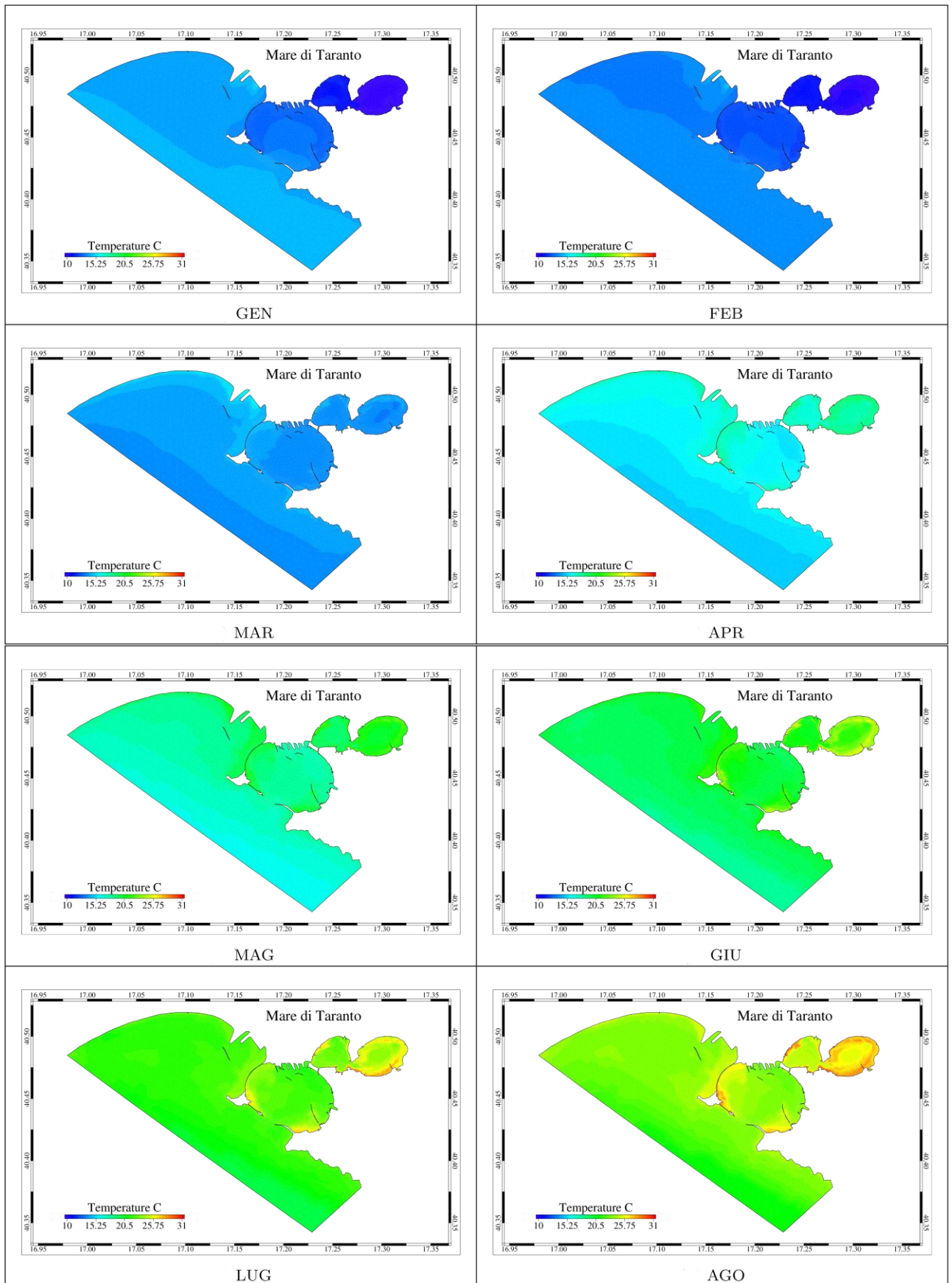


Figura 7.7: Salinità media mensile barotropica

Si nota chiaramente, infatti, come i tre sottobacini Mar Grande e i due Seni del Mar Piccolo siano nettamente distinti da un gradiente discendente andando dal mare verso l'interno.

Durante i mesi invernali (Dicembre, Gennaio, Febbraio, Marzo) la salinità del II Seno del Mar Piccolo può arrivare a valori intorno ai 35.8 psu, mentre, nei mesi più caldi è possibile osservare un aumento della salinità dovuta soprattutto all'aumento dell'evaporazione, sia nel I che nel II Seno.

La temperatura (Figura 7.9) mostra, invece, un andamento maggiormente collegato con le variazioni nella temperatura dell'aria del 2013, tuttavia date le differenze morfologiche e batimetriche dei tre sottobacini, anche in questo caso si nota un gradiente orizzontale di temperatura dal mare aperto verso l'interno diverso a seconda della stagione. Il II Seno del Mar Piccolo infatti, con la sua batimetria limitata intorno ai 7-10 m, sembra reagire più velocemente alle variazioni di temperatura dell'aria e pertanto risulta più freddo nei mesi invernali e più caldo in quelli estivi.



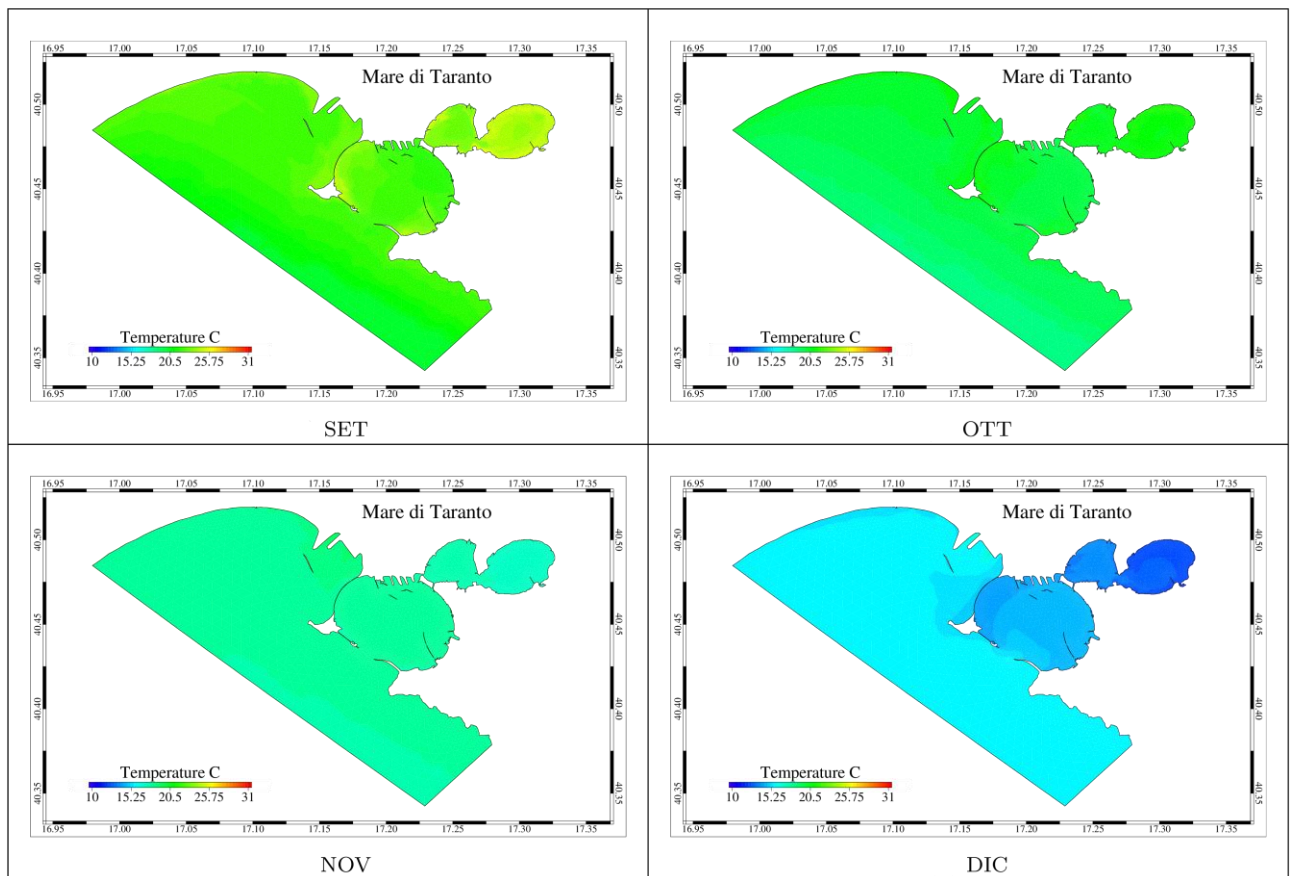


Figura 7.8: Temperatura media mensile barotropica

Al fine di avere una conferma del corretto funzionamento del modello idrodinamico, è stata calcolata la differenza di salinità media annuale tra superficie e fondo in ogni punto del dominio, in modo da confrontarla con quella misurata e fornire una stima della stratificazione media all'interno dei tre sottobacini. Osservando la Figura 7.10 è possibile notare come le differenze di salinità tra superficie e fondo siano tutte inferiori allo zero, indicando quindi una salinità di fondo mediamente superiore a quella superficiale. In accordo con i dati misurati presentati nel capitolo 3, la differenza media di salinità tra superficie e fondo calcolata con il modello si assesta intorno a 1.5 psu, soprattutto nel I Seno che a causa della sua maggiore profondità permette una stratificazione più intensa rispetto al II Seno, il quale presenta valori intorno a 1 psu, concentrati per lo più nell'area centrale.

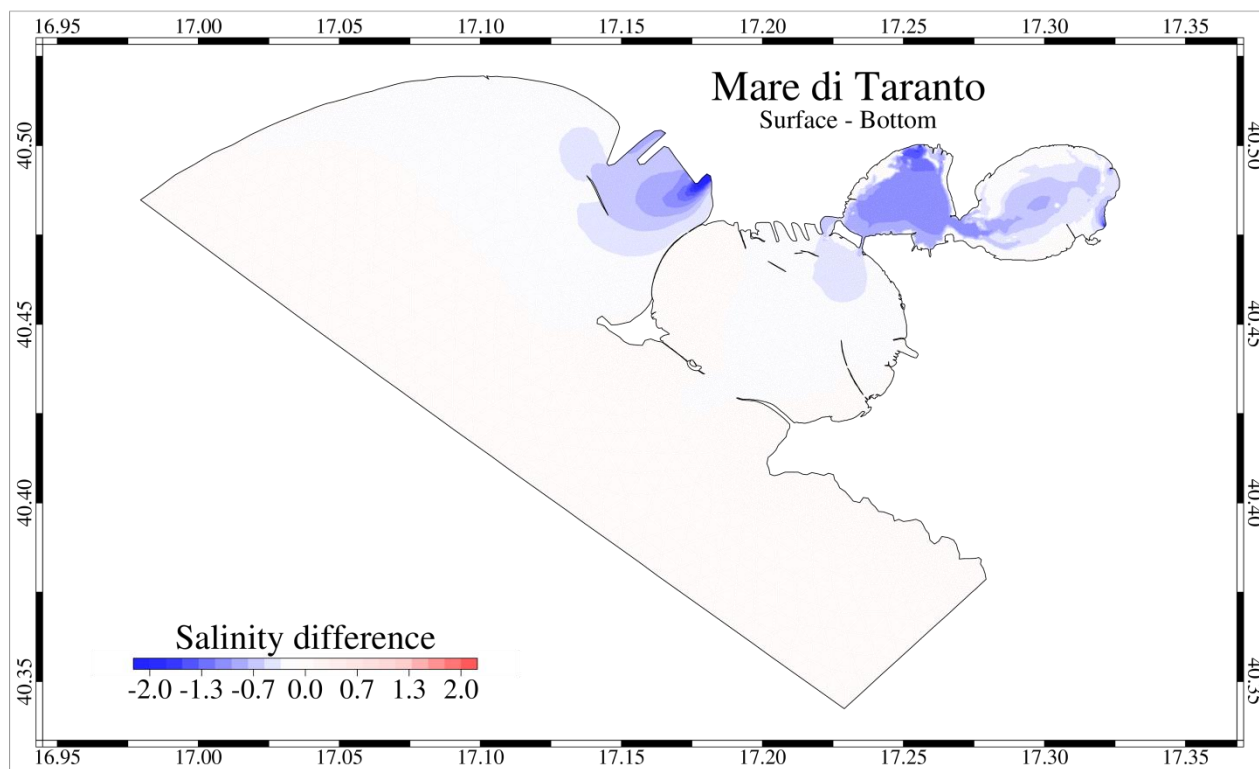


Figura 7.9: Differenza media annuale di salinità tra superficie e fondo

Una delle variabili più interessanti fornite dal modello idrodinamico SHYFEM-3D è il tempo di rinnovo delle acque del bacino. Il tempo di rinnovo non può essere misurato, in quanto variabile indiretta, pertanto, l'utilizzo delle simulazioni numeriche si rivela fondamentale per comprendere quali siano le aree del sistema più confinate e con meno ricambio d'acqua.

Il tempo di rinnovo viene definito, in ogni elemento del dominio di calcolo, come il tempo necessario per sostituire con acqua pulita la maggior della massa di un tracciante conservativo inizialmente rilasciato (Cucco et al. 2009). La Figura 7.11 mostra il tempo di rinnovo medio dell'anno 2013 di superficie (Figura 7.11 a), fondo (Figura 7.11 b), barotropico ovvero mediato sulla colonna d'acqua (Figura 7.11 c) ed infine la differenza tra superficie e fondo (Figura 7.11 d).

Osservando il tempo di rinnovo barotropico (Figura 7.11 c) si nota subito il diverso grado di confinamento dei tre sotto bacini Mar Grande, I Seno e II Seno del Mar Piccolo, il cui tempo medio di rinnovo medio si assesta rispettivamente intorno a 12, 25, 45 giorni. Nelle Figura 7.11 a e Figura 7.11 b l'effetto della doppia circolazione di superficie e fondo, già descritto in precedenza, risulta evidente. Il tempo di rinnovo di fondo (Figura 7.11 b) risulta, infatti, inferiore rispetto a quello di superficie (7.8 a) in quanto le acque di origine marina, entrando nel Mar Piccolo lungo il fondale, contribuiscono a ripulire il bacino dal tracciante più velocemente di quanto l'acqua di superficie non riesca a trasportarlo verso il mare aperto.

La differenza (7.8 d) tra superficie e fondo mette in evidenza come il tempo di rinnovo in superficie arrivi ad essere fino a 15 giorni più lento rispetto a quello di fondo (valori più elevati).

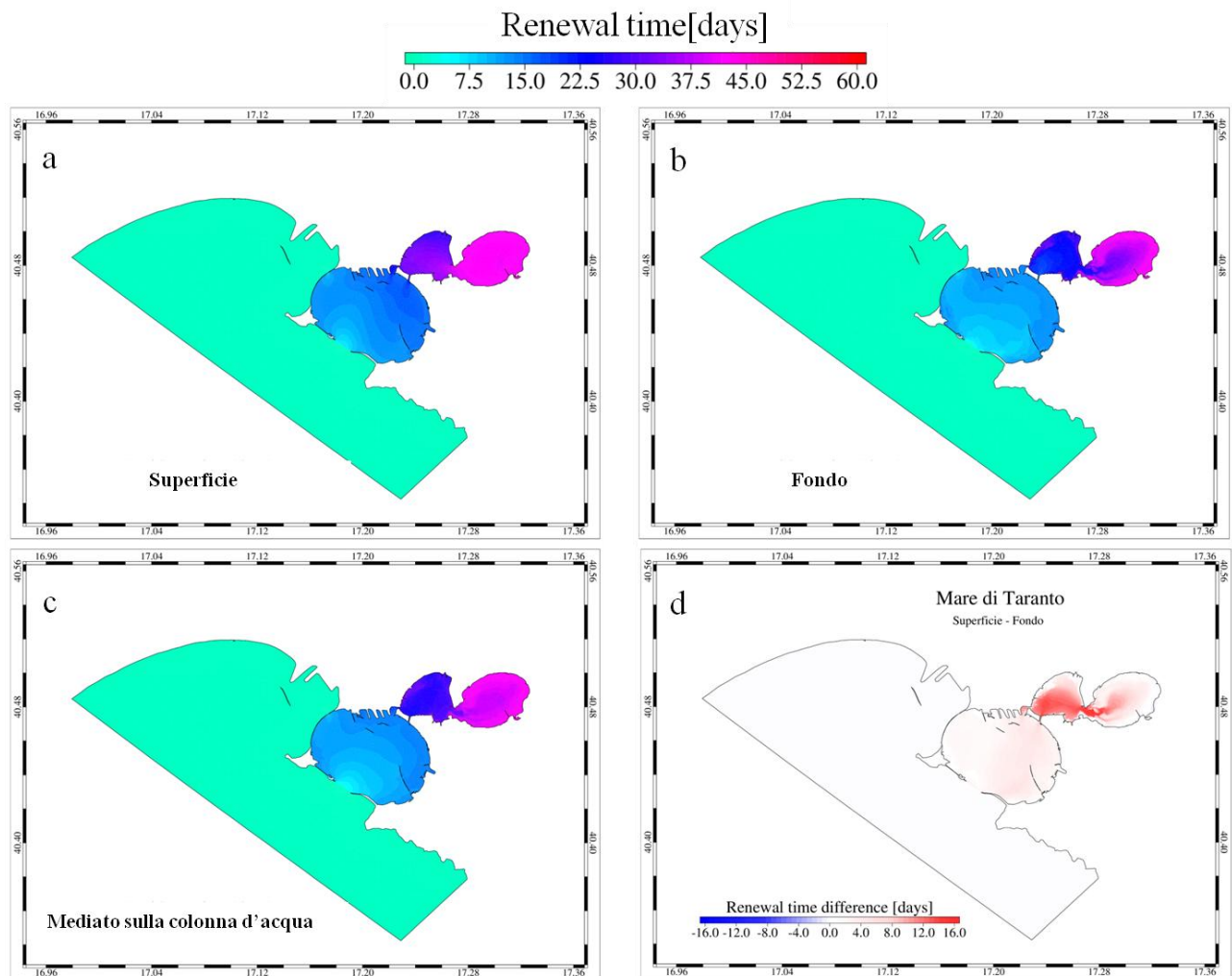


Figura 7.10: Tempo di rinnovo: a) superficie, b) fondo, c) barotropico, d) differenza superficie-fondo

7.4 Differenze tra le simulazioni R-2013 e S-2013

Una volta caratterizzata la dinamica dei Mari di Taranto, in particolare quella relativa al Mar Piccolo, in termini di circolazione temperatura e salinità per l'anno 2013, è stato valutato l'effetto delle prese a mare ILVA. Lo scenario S-2013 è stato forzato esattamente con le stesse condizioni al contorno e condizioni iniziali della simulazione di riferimento, eliminando però sia la presa a mare ILVA nel I Seno del Mar Piccolo che gli scarichi ILVA-1 e ILVA-2 nel Golfo di Taranto.

Per poter evidenziare gli effetti delle prese a mare sul sistema, sono state calcolate le differenze in ogni punto del dominio per tutte le variabili già mostrate in precedenza (R-2013 – S-2013).

La Figura 7.12 mostra le differenze nella velocità di superficie e di fondo dovute all'emungimento d'acqua dal I Seno del Mar Piccolo. Osservando la direzione e l'intensità del cambiamento si nota come l'effetto idrodinamico delle prese a mare si traduca in un richiamo di acque dal Mar Grande e sia più intenso per lo più in un intorno di 100-150 m dalla presa a mare e all'interno dei canali Navigabile e Porta Napoli, assestandosi su differenze di velocità di circa 5 cm/s. Il richiamo di acque dal Mar Grande, e in minor parte anche dal II Seno del Mar Piccolo, avviene soprattutto in superficie e, nella maggior parte del bacino, non si evidenziano cambiamenti significativi nella circolazione dovuti alla presenza delle prese a mare.

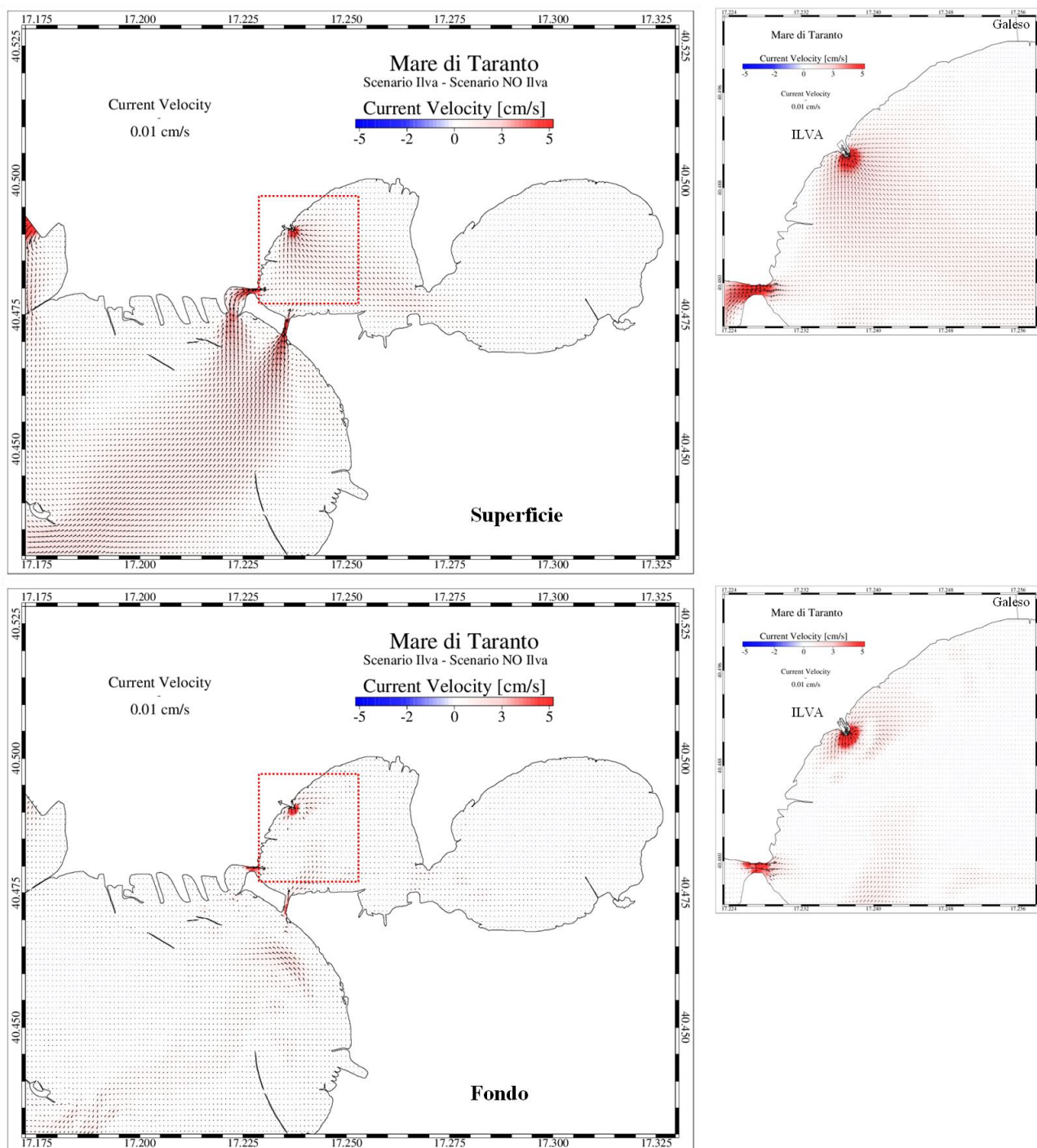
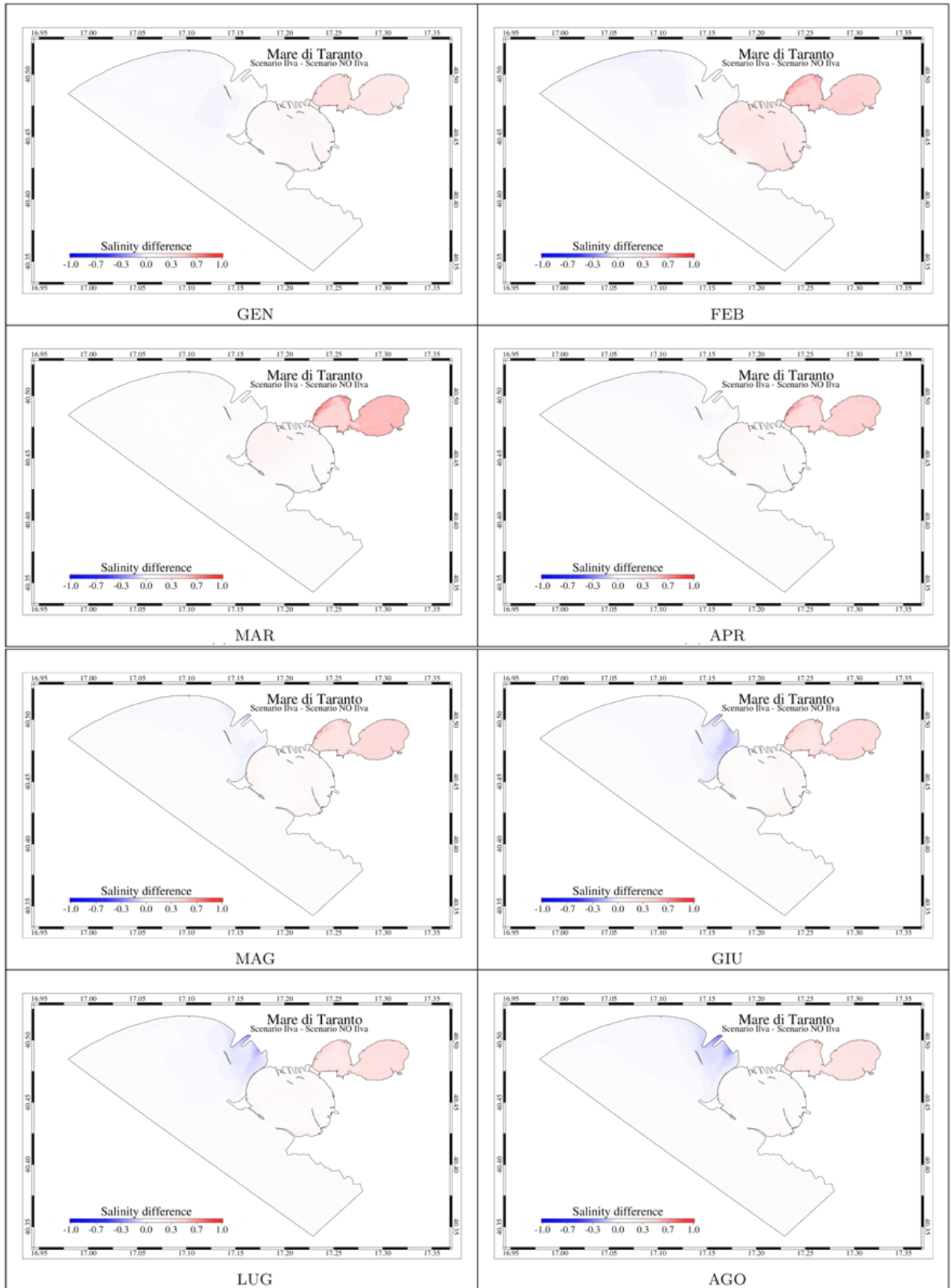


Figura 7.11: Differenze di velocità in superficie e al fondo

La presenza delle prese a mare si traduce, inoltre, in un aumento medio durante l'anno della salinità del Mar Piccolo di circa 0.5 PSU per entrambi i Seni.



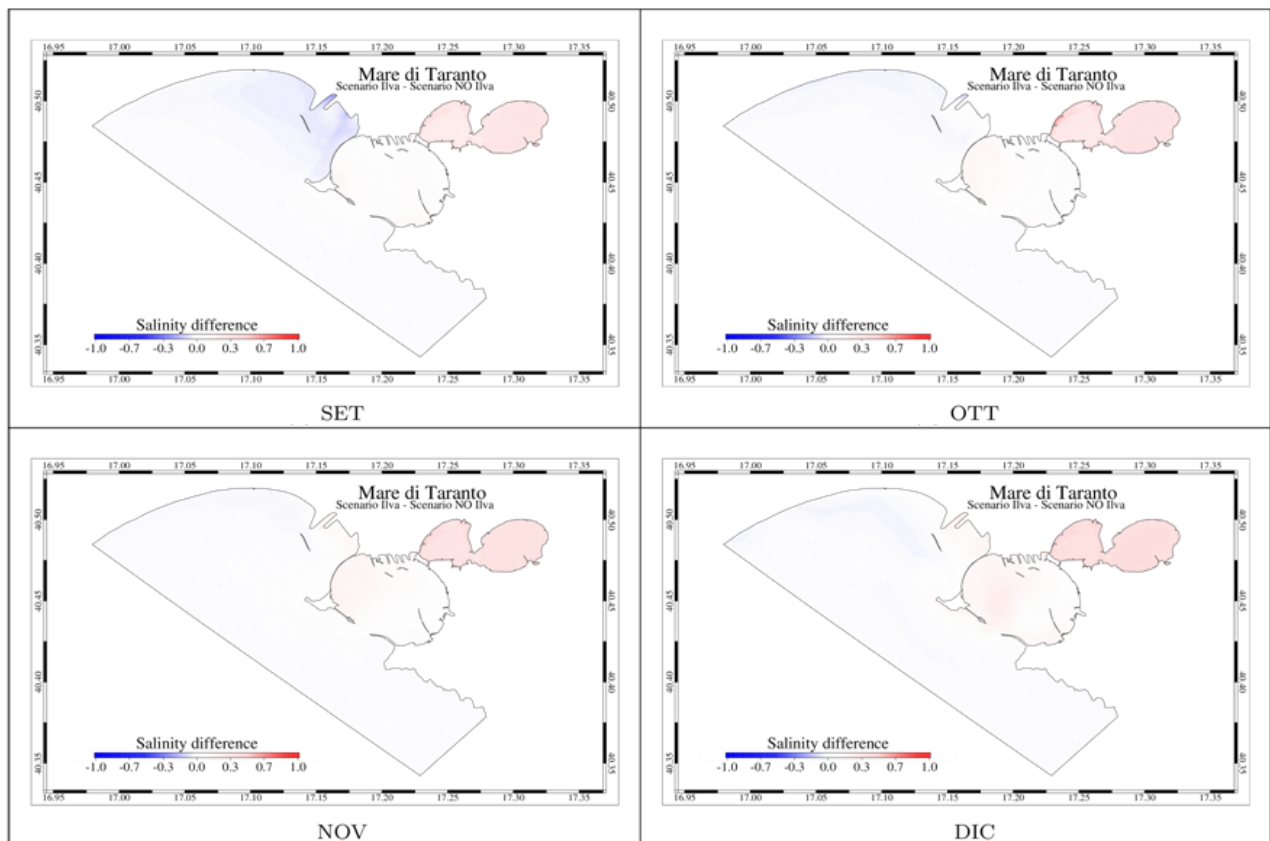


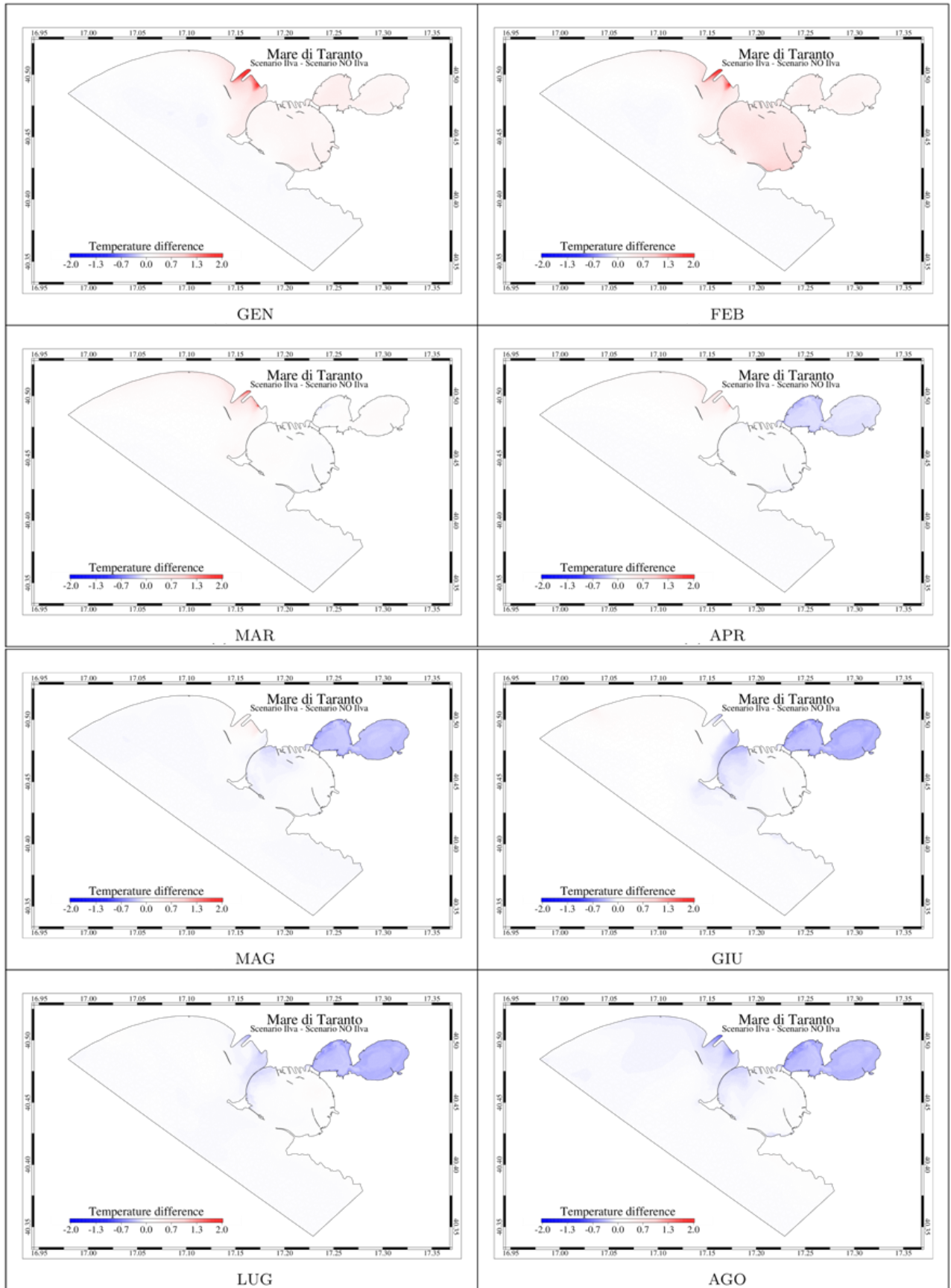
Figura 7.12: Differenze di salinità media mensile (barotropica)

La Figura 7.13 mostra, infatti, le differenze nella salinità mediata mensilmente e sulla colonna d'acqua. L'effetto delle prese a mare nel Mar Piccolo è maggiormente visibile in Marzo e Aprile, mesi in cui l'aumento della salinità raggiunge quasi 0.7 PSU, soprattutto nei pressi delle prese. Osservando invece i mesi estivi, Giugno, Luglio e Agosto, si nota, oltre all'aumento della salinità nei due Seni anche una diminuzione della stessa nel Golfo di Taranto presso gli scarichi ILVA per effetto delle acque più dolci portate dal I Seno al Mar Ionio.

Le acque di origine marina richiamate dalle prese a mare hanno anche un effetto sulla temperatura del Mar Piccolo. Osservando la Figura 7.14, in cui sono presentate le differenze di temperatura tra R-2013 ed S-2013 si può notare come la variabilità sia più elevata durante i diversi mesi dell'anno rispetto alla salinità.

Durante i mesi di Gennaio e Febbraio le acque del Mar Piccolo risultano, in una situazione naturale, generalmente più fredde rispetto all'acqua proveniente dal Mar Ionio, ciò a causa della minore profondità e quindi del più rapido raffreddamento dovuto al clima più rigido e al maggiore rimescolamento dovuto ai venti invernali. L'ingresso d'acqua dal mare aperto, dovuto alle prese a mare, porta quindi acque più calde all'interno del sistema anche se la differenza media sulla colonna d'acqua risulta normalmente inferiore a 1 °C.

Durante la primavera-estate, seppure a causa dello stesso fenomeno di maggiore reattività del Mar Piccolo alle variazioni atmosferiche di temperatura, si verifica la situazione opposta in cui le acque del bacino subiscono un raffreddamento a causa dell'acqua richiamata dalle prese a mare.



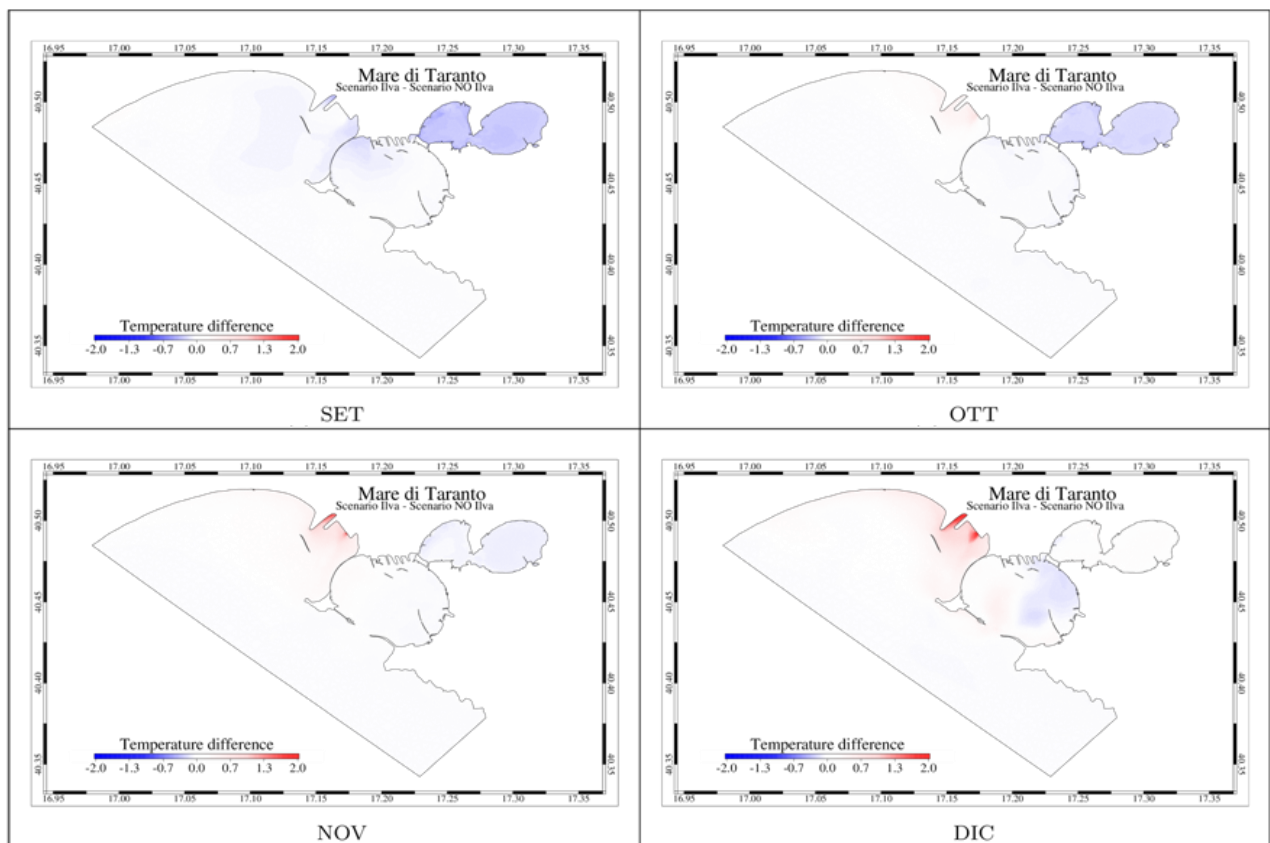


Figura 7.13: Differenze di temperatura media mensile (barotropica)

Come visto finora, la presenza delle prese a mare ILVA influenza circolazione, salinità e temperatura del Mar Piccolo, tuttavia l'ingresso delle acque marine contribuisce a modificare anche i tempi di rinnovo del sistema rispetto allo scenario S-2013 senza prese a mare.

In Figura 7.15 (a, b, c) è possibile osservare rispettivamente le differenze in tempo di rinnovo tra la simulazione realistica R-2013 e lo scenario senza prese a mare S-2013. I risultati (Figura 7.15 c) mostrano che la presenza delle prese a mare riduce il tempo di residenza delle acque nel bacino mediamente di 1-2 giorni in Mar Grande, 3-4 giorni nel I Seno e fino ad 8 giorni nel II Seno del Mar Piccolo. Osservando la superficie (Figura 7.15 a) e il fondo (Figura 7.15 b) si nota come anche verticalmente ci siano variazioni del tempo di rinnovo, in particolare l'acqua in superficie (Figura 7.15 a) riesce ad essere ricambiata più velocemente di circa una settimana rispetto alla situazione senza prese a mare in entrambi i Seni.

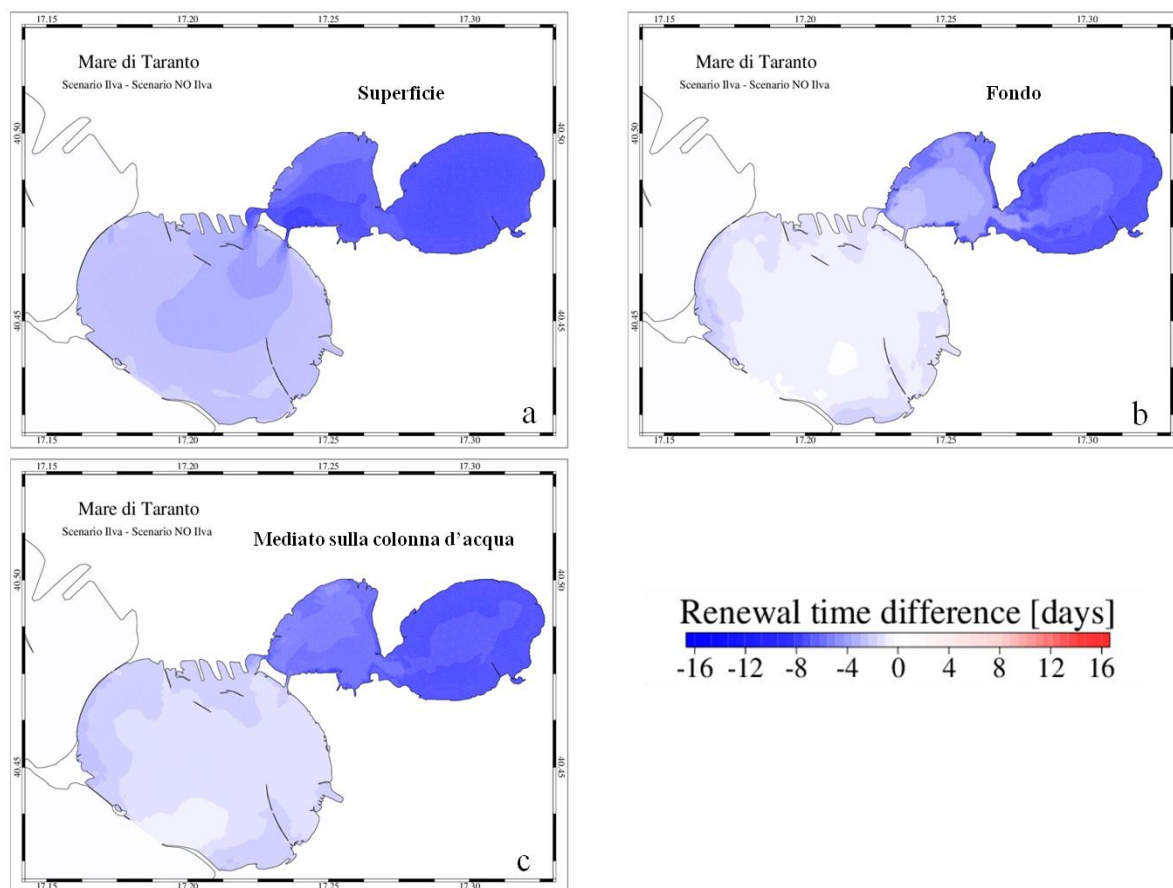


Figura 7.14: Differenze di tempo medio di rinnovo. a)Superficie; b) fondo; c) barotropico

7.5 Conclusioni sull'influenza delle prese a mare ILVA in termini di corrente, temperatura salinità e tempi di rinnovo

L'attività modellistica proposta in questo studio aveva come obiettivo quello di valutare gli effetti delle prese a mare ILVA sulla circolazione, temperatura, salinità e tempi di rinnovo del Mar Piccolo di Taranto attraverso l'utilizzo del modello numerico SHYFEM 3D.

I risultati raggiunti attraverso le simulazioni idrodinamiche tridimensionali di un anno realistico, effettuate con e senza la presenza delle prese a mare, hanno evidenziato variazioni medie sulle variabili di corrente, salinità, e temperatura dovute alle prese a mare non particolarmente intense da un punto di vista idrodinamico.

La velocità di corrente in entrata nel bacino del Mar Piccolo risulta mediamente aumentata dalla presenza delle prese a mare nell'ordine dei 5 cm/s e tali variazioni sono confinate all'area antistante alle prese a mare e ai canali d'ingresso Porta Napoli e Navigabile. A parte la maggiore quantità di acqua richiamata dal Golfo all'interno del Mar Piccolo, le direzioni prevalenti della circolazione generale non vengono modificate in modo significativo. La conseguenza diretta del maggiore richiamo d'acqua marina è, invece, un aumento medio della salinità di circa 0.5 psu del I e II Seno. L'ordine di grandezza della variazione di salinità trovata con l'utilizzo del modello è coerente con l'analisi dei dati storici presentata nel capitolo 3.

Per quel che riguarda la temperatura, le variazioni sono dell'ordine di 1 °C in aumento o in diminuzione a seconda della stagione considerata. L'acqua richiamata dal Golfo per effetto delle prese a mare, provenendo da un'area a maggiore profondità, possiede una maggiore capacità termica, conservando una temperatura più fredda in estate e più calda in inverno rispetto alle acque del Mar Piccolo. Si osserva pertanto un'azione termoregolatrice dell'acqua

richiamata dal Golfo, sia in estate che in inverno. In estate si nota quindi una diminuzione della temperatura media del Mar Piccolo di circa 1 °C, mentre in inverno si osserva l'aumento della temperatura della stessa quantità.

Dalle simulazioni annuali, la variabile maggiormente influenzata dalla presenza delle prese a mare ILVA è risultata il tempo di rinnovo delle acque del bacino. In particolare, le simulazioni hanno evidenziato che il richiamo di acque più salate dal Golfo favorisce il ricambio medio delle acque del Mar Piccolo da 3 a 4 giorni per il I Seno e fino a 8 per il II Seno. Inoltre, poiché l'acqua richiamata dall'esterno risulta più salata, quindi più densa, rispetto all'acqua del bacino il ricambio avviene con più rapidità sul fondo del Mar Piccolo rispetto alla superficie.

7.6 Bibliografia

Caroppo C., Giordano L. Rubino F., Palmieri N., Bellio G., Bisci A.B., Petrocelli A., Sclafani P., Hopkins T.S., Marsella E. (2012) - Sustainable management of the coastal environments in the framework of the SPICOSA Project: the study case of the Mar Piccolo in Taranto (Ionian, Mediterranean Sea). In Marine Research at CNR, 2011, 928-942.

Cerruti A. (1948) - Le sorgenti sottomarine (Citri) del Mar Grande e nel Mar Piccolo di Taranto. Annali Istituto Superiore Navale, Napoli 7, 171-196

Cucco A., Umgiesser G., Ferrarin C., Perilli A., Melaku Canu D., Solidoro C. (2009) - Eulerian and lagrangian transport time scales of a tidal active coastal basin, Ecological Modelling, Volume 220, Issue 7, Pages 913-922, doi:10.1016/j.ecolmodel.2009.01.008.

De Pascalis F., Ghezzi M. (2013) - Correnti e T/S nei Mari di Taranto. Deliverable SP3_WP4_AZ5_UO01_D01 progetto bandiera RITMARE.

Geuzaine C., Remacle J.F. (2009) - Gmsh: A 3-D finite element mesh generator with built-in pre- and post-processing facilities. Int. J. Numer. Meth. Engng., 79: 1309–1331. doi: 10.1002/nme.2579

Guarnieri A., Oddo P., Pastore M., Pinardi N. (2010) - The Adriatic basin forecasting system: new model and system development. Coastal to global oceanography: achievements and challenges. In: Dahlin, H., Fleming, N., Peterson, S. (Eds.), Proceeding of the 5th EuroGOOS Conference. Exeter, pp. 184–190

Polemio M., Basso A., Casarano D., Dragone V., Limoni P.P., Santaloia F. Zuffianò L.E. (2013) - Rapporto sul modello concettuale relativo alle principali sorgenti censite. Deliverable SP3_WP1_AZ2_UO03_D02 progetto bandiera RITMARE

Smagorinsky J. (1963) - General circulation experiments with the primitive equations, Monthly Weather Review, 93(3), p99.

SPICAMAR CONISMA (2003) - Studio Pilota per la caratterizzazione delle aree marine a rischio. Relazione scientifica finale.

Stefanon A., Cotecchia F. (1969) - Prime notizie sulle caratteristiche di efflusso e sulle modalità di investigazione delle sorgenti subacquee ai fini di una loro captazione. Quaderni de La Ricerca Scientifica, 58, 165-195.

Tagliapietra D., Ghirardini A.V. (2006) - Notes on coastal lagoon typology in the light of the EU Water Framework Directive: Italy as a case study. *Aquatic Conserv: Mar. Freshw. Ecosyst.*, 16: 457–467. doi: 10.1002/aqc.768

Umgiesser G., Canu D.M., Cucco A., Solidoro C. (2004) - A finite element model for the Venice Lagoon. Development, setup, calibration and validation. *J Mar Syst* 51, 123–145.

8. SIMULAZIONI NUMERICHE DEL TRASPORTO SOLIDO AL FONDO E IN SOSPENSIONE IN PRESENZA ED ASSENZA DELLE PRESE A MARE DELL'ILVA: SIMULAZIONI ANNUALI E STAGIONALI

L'interpretazione dei processi di dinamica dei sedimenti nell'area di studio è stata supportata da simulazioni numeriche mediante il modello MIKE 3 Flow Model FM (DHI, 2014) utilizzando in particolare il modulo MT (Mud Transport), che è un modulo multifrazione e multistrato in grado di descrivere l'erosione di sedimenti misti coesivi e non.

Il modulo MIKE 3 FM MT utilizza come forzanti, il campo di moto ondoso calcolato con il modello MIKE 21 FM SW e il campo delle correnti al fondo calcolato con il modello MIKE 3 FM HD.

Il modello MIKE 3 FM si basa sulla soluzione numerica delle equazioni di Navier-Stokes mediate sul periodo di turbolenza per flussi 3D incomprimibili, assumendo valida l'ipotesi di Boussinesq e quella idrostatica. Risolve pertanto le equazioni di conservazione della massa, quantità di moto, temperatura e salinità e l'equazione di chiusura della turbolenza. Mediante un sistema di coordinate verticali di tipo sigma- σ tiene conto delle variazioni della superficie libera. Il modello numerico di simulazione è stato calibrato sulla base di precedenti lavori (Ben Meftah et al., 2007; De Serio e Mossa, 2014). La quantità di sedimento che viene portata in sospensione dipende dal rapporto tra le forze che tendono a erodere il sedimento (shear stress) che possono essere associate alla circolazione marina e la resistenza offerta dal sedimento stesso, funzione della composizione granulometrica e soprattutto (nel caso di sedimenti fini) dal grado di compattamento (shear stress critico). Lo scopo della simulazione effettuata tramite questo modulo MT è stato quindi quello di poter individuare le zone in esame che hanno tendenza all'erosione sia in presenza che in assenza delle prese a mare e degli scarichi ILVA.

Il calcolo è stato condotto considerando la circolazione idrodinamica simulata con riferimento all'anno 2013 al fine di valutare il possibile effetto delle prese a mare dell'ILVA sulla dinamica nel bacino. Successivamente sono state prodotte due circolazioni medie stagionali, rispettivamente invernale ed estiva.

Le simulazioni annuali, invernale ed estiva sono state condotte ipotizzando sia l'assenza che la presenza delle prese a mare dell'ILVA, al fine di verificare in modo ottimale gli effetti di queste ultime. Nella tabella di seguito sono indicate le simulazioni condotte. Le descrizioni delle tre prove sono riportate dettagliatamente nel seguito.

Simulazione A1	Simulazione Annuale in presenza delle prese a mare e degli scarichi ILVA
Simulazione A2	Simulazione Annuale in assenza delle prese a mare e degli scarichi ILVA
Simulazione B1	Simulazione media invernale in presenza delle prese a mare e degli scarichi ILVA
Simulazione B2	Simulazione media invernale in assenza delle prese a mare e degli scarichi ILVA
Simulazione C1	Simulazione media estiva in presenza delle prese a mare e degli scarichi ILVA
Simulazione C2	Simulazione media estiva in assenza delle prese a mare e degli scarichi ILVA

Tabella 8.1: Simulazioni Mike 3 FM HD MT condotte

8.1 Simulazione annuale in presenza delle prese a mare e scarichi ILVA (A1)

La simulazione annuale A1 è stata forzata con i dati realistici (dati di livello, di vento, di gradiente termolino, di flussi di calore e di precipitazione) provenienti dalle serie storiche misurate e già utilizzate per le simulazioni idrodinamiche ottenute col modello Shyferm e descritte nel precedente capitolo 7.

I valori di portata delle sorgenti d'acqua dolce e delle sorgenti sottomarine e non considerate in questo studio sono riportati in Tabella 8.1, come anche il dato di prelievo delle prese a mare ILVA. Per quel che riguarda le condizioni sul confine aperto di temperatura e salinità, le simulazioni sono state forzate con dati estratti dai campi del modello a più ampia scala Mediterranean Sea Physics Analysis and Forecast per l'anno 2013. Tale modello fornisce dati con una risoluzione spaziale orizzontale di circa 6-7 km ed una verticale di 72 livelli.

Tra i sub-modelli di turbolenza proposti nel modello MIKE 3 FM si è selezionato il modello di Smagorinsky, sulla base anche di precedenti lavori (Ben Meftah et al., 2007). Nel modello di Smagorinsky si è scelto un valore di c_s già testato in precedenti lavori, pari a 0.30.

Il coefficiente di drag del vento C_D è stato mantenuto costante e omogeneo sull'intero dominio con un valore di $C_D = 2.0 \cdot 10^{-3} \text{ N m}^{-2}$ analogamente a dati di letteratura ben noti (Junglaus e Mellor, 2000).

Le Figure 8.1 e 8.2 mostrano rispettivamente la circolazione media annuale superficiale e al fondo dei Mari di Taranto in presenza delle prese a mare dell'ILVA. Si nota come la simulazione dell'idrodinamica effettuata attraverso il MIKE 3 FM confermi i risultati idrodinamici del modello SHYFEM-3D già descritti nel cap. 7.

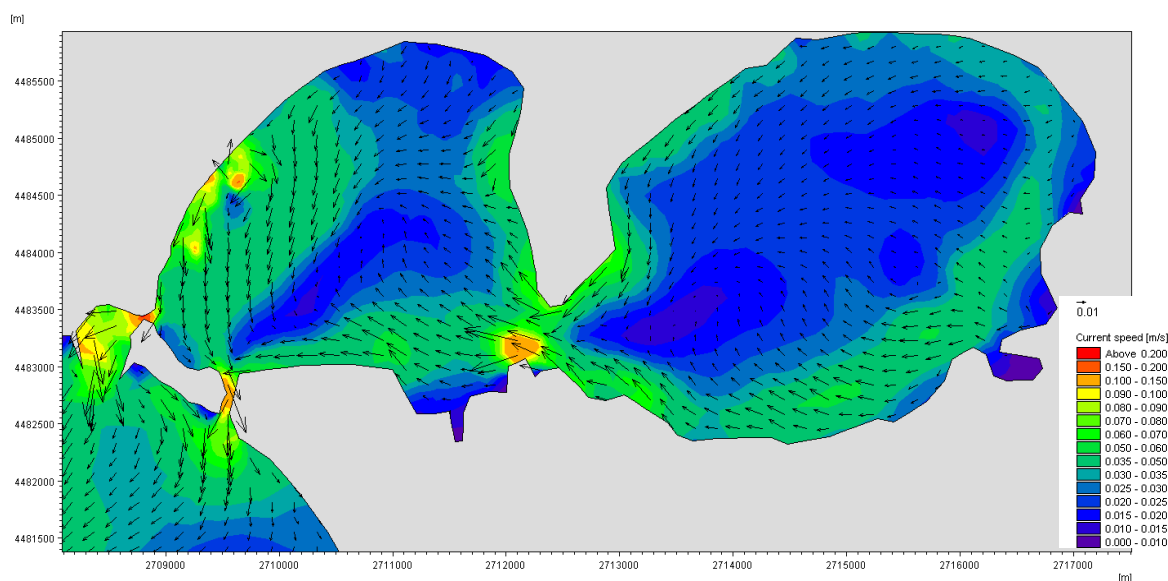


Figura 8.1: Simulazione A1 - Circolazione superficiale media annuale

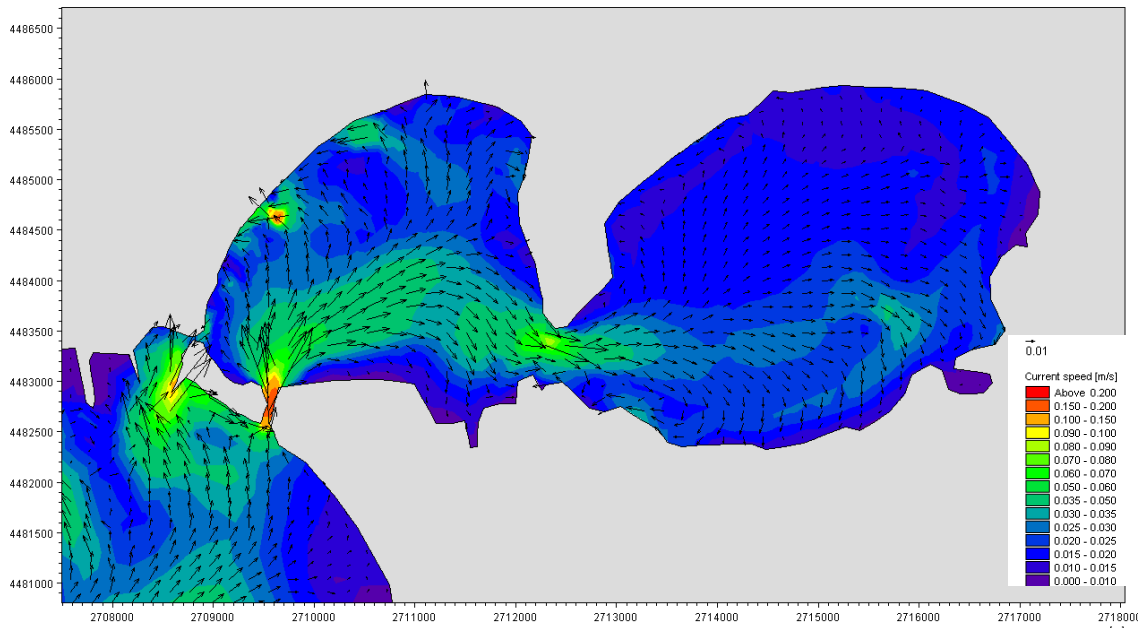


Figura 8.2: Simulazione A1: Circolazione di fondo media annuale

La circolazione massima al fondo, è stata utilizzata come scenario sul quale inserire l'effetto del trasporto solido. Noto il modulo della velocità V ad una certa distanza z dal fondo, il valore della velocità tangenziale U_f può essere calcolato con la seguente formulazione:

$$\frac{V}{U_f} = \frac{1}{k} \cdot \ln\left(\frac{z}{K}\right) \quad (8.1)$$

dove k è la costante di Von Kármán, pari a 0.407, e K è la scabrezza equivalente. Inoltre, la velocità tangenziale U_f può essere espressa in funzione della tensione tangenziale al fondo τ e della densità dell'acqua di mare:

$$U_f = \sqrt{\frac{\tau}{\rho}} \quad (8.2)$$

L'erosione del fondale avviene laddove la tensione tangenziale al fondo τ risulta maggiore della tensione tangenziale critica τ_c , assunta, nel nostro caso, pari a 0.2 N/m^2 . Tale valore, in assenza di misure in situ, è stato stimato sulla base delle indicazioni fornite dalla DHI e derivanti dall'analisi dei parametri misurati e modellati in centinaia di casi di studio a livello internazionale (DHI 2014). Il valore fa riferimento ad un grado medio di consolidamento per un fondale limoso.

Infatti, nelle prove numeriche condotte si è simulato un fondale limoso mediamente consolidato, secondo quanto dedotto dagli studi riportati nella relazione dell'ISPRA del 2010 (CII-El-PU-TA-Mar Grande II Lotto e Mar Piccolo-01.06).

Per il calcolo dell'erosione si è fatto riferimento alla formulazione di Partheniades (1989), attraverso la quale si ricava l'erosione E in $\text{kg/m}^2/\text{s}$:

$$E = E_0 \cdot \left(\frac{\tau}{\tau_c} - 1 \right) \quad (8.3)$$

dove E_0 è il coefficiente di erosione, parametro di calibrazione del modello, assunto pari a 1×10^{-4} kg/s/m² sempre con riferimento alle indicazioni riportate in (Mike 2014).

La Figura 8.3 mostra l'attrito al fondo, in particolare vengono mostrati i valori massimi raggiunti durante l'anno in ogni punto del dominio.

Osservando la Figura 8.3 si nota immediatamente che i valori dello stress dovuti alla circolazione sono estremamente bassi, quasi prossimi a 0, tranne nei canali di ingresso al Mar Piccolo, nel punto di presa dell'ILVA, nella congiunzione tra i due Seni e nelle aree di bassa profondità lungo costa.

L'attrito massimo con valore superiore a 0.20 N/m² raggiunto durante l'anno si presenta nelle aree del Canale Navigabile, del Canale Porta Napoli e del punto di presa dell'ILVA, mentre nella congiunzione tra i due Seni e lungo costa la costa NE del primo Seno l'attrito massimo di fondo si assesta intorno a 0.8 - 0.10 N/m².

Questi valori, indicano che le aree di possibile erosione dovuta alle correnti annuali massime al fondo si potrebbero avere soprattutto nei canali di ingresso al Mar Piccolo e nell'area delle prese a mare dell'ILVA, ed eventualmente nella congiunzione tra i due Seni e nelle aree di bassa profondità lungo costa. Osservando infatti la mappa dell'erosione annuale massima (Figura 8.4) si rileva che una zona di erosione significativa si ha in prossimità delle prese a mare dell'ILVA e nei canali di ingresso al Mar Piccolo.

La Figura 8.5 mostra la mappa di tendenza di accumulo/erosione dell'area del Mar Piccolo ottenuta in corrispondenza dell'ultimo giorno di questa simulazione. Si rileva che il movimento del materiale è caratterizzato da una tendenza al deposito nel I e II Seno mentre si nota una zona di erosione nei canali di ingresso al Mar Piccolo, in prossimità delle prese a mare dell'ILVA e nella congiunzione tra i due Seni.

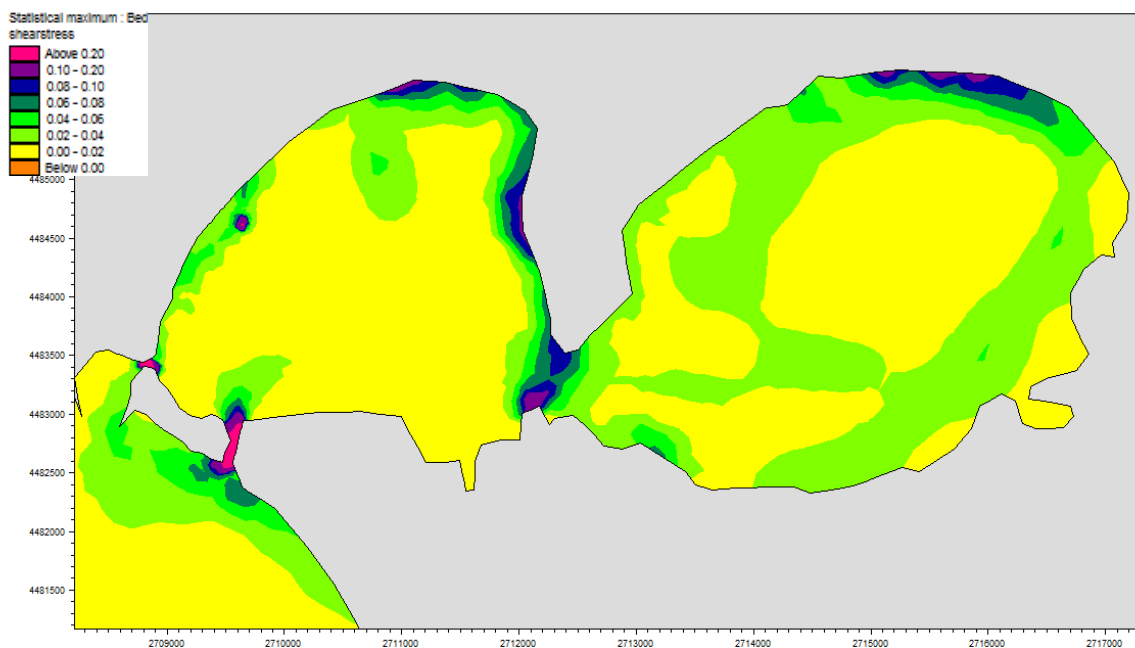


Figura 8.3: Simulazione A1 - Attrito al fondo - valori massimi annuali raggiunti in ogni punto del dominio

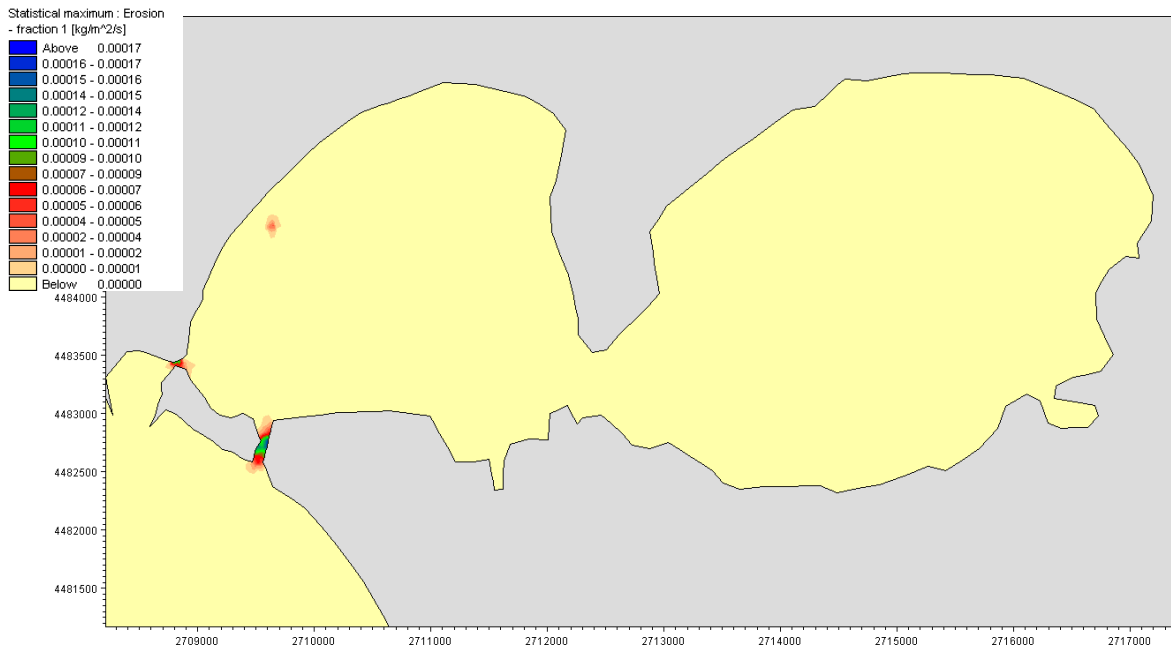


Figura 8.4: Simulazione A1 - Mappa dell'erosione - valori massimi annuali raggiunti in ogni punto del dominio

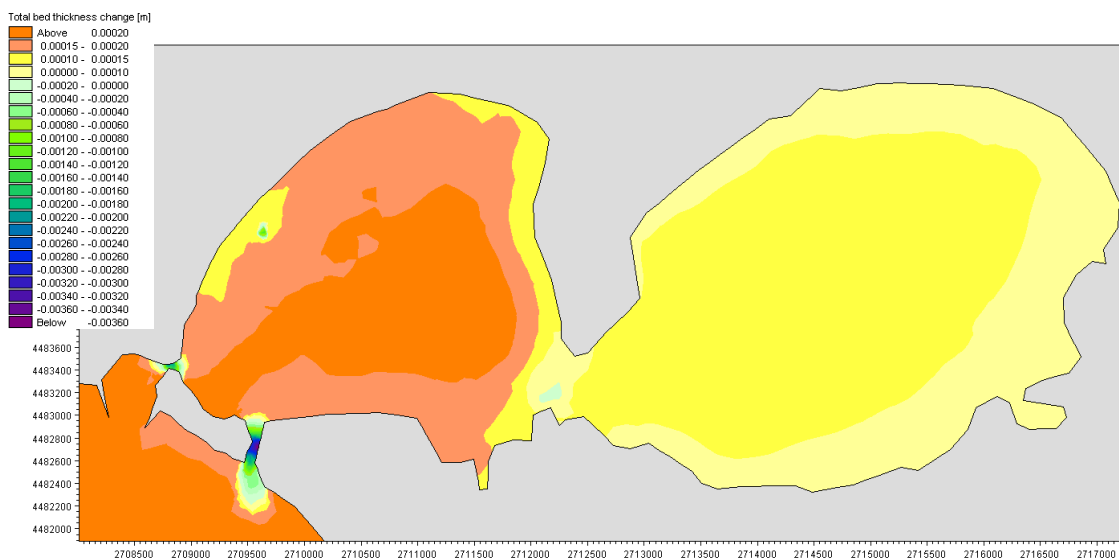


Figura 8.5: Simulazione A1 - Tendenza di accumulo/erosione nell' area del Mar Piccolo al termine della simulazione annuale

8.2 Simulazione annuale in assenza delle prese a mare e scarichi ILVA (A2)

Al fine di valutare l'effetto delle prese a mare dell'ILVA, la stessa simulazione annuale (A1) con le stesse condizioni al contorno e condizioni iniziali descritte nel paragrafo 8.1, è stata condotta eliminando sia la presa a mare da parte dell'ILVA nel I Seno del Mar Piccolo che gli scarichi ILVA-1 e ILVA-2 nel Golfo di Taranto. Le Figure 8.6 e 8.7 mostrano rispettivamente la circolazione media annuale superficiale e al fondo nel Mar Piccolo di Taranto.

Osservando le Figure 8.6 e 8.7 non si evidenziano cambiamenti significativi nella circolazione dovuti alla presenza delle prese a mare dell'ILVA, tranne che nella area della presa dove le correnti risultano più basse variando in un intervallo tra 6 e circa 7 cm/s come già evidenziato dalle simulazioni con SHYFEM-3D nel capitolo 7.

Osservando la Figura 8.8 dell'attrito massimo al fondo raggiunto in ogni punto del dominio durante l'anno si nota immediatamente che i valori dello stress dovuti alla circolazione sono diminuiti in prossimità dell'area dove si è ipotizzata l'assenza della presa a mare, non raggiungendo valori superiori a $0.02 - 0.04 \text{ N/m}^2$.

Osservando infatti la conseguente mappa dell'erosione (Figura 8.9) si rileva che una zona di erosione significativa si ha solo dei canali di ingresso al Mar Piccolo.

La Figura 8.10 mostra la mappa di tendenza di accumulo/erosione dell'area del Mar Piccolo osservate nell'ultimo giorno di questa simulazione. Si rileva che il movimento del materiale è caratterizzato da una tendenza al deposito nel I e II Seno mentre si nota una zona di erosione solo dei canali di ingresso al Mar Piccolo.

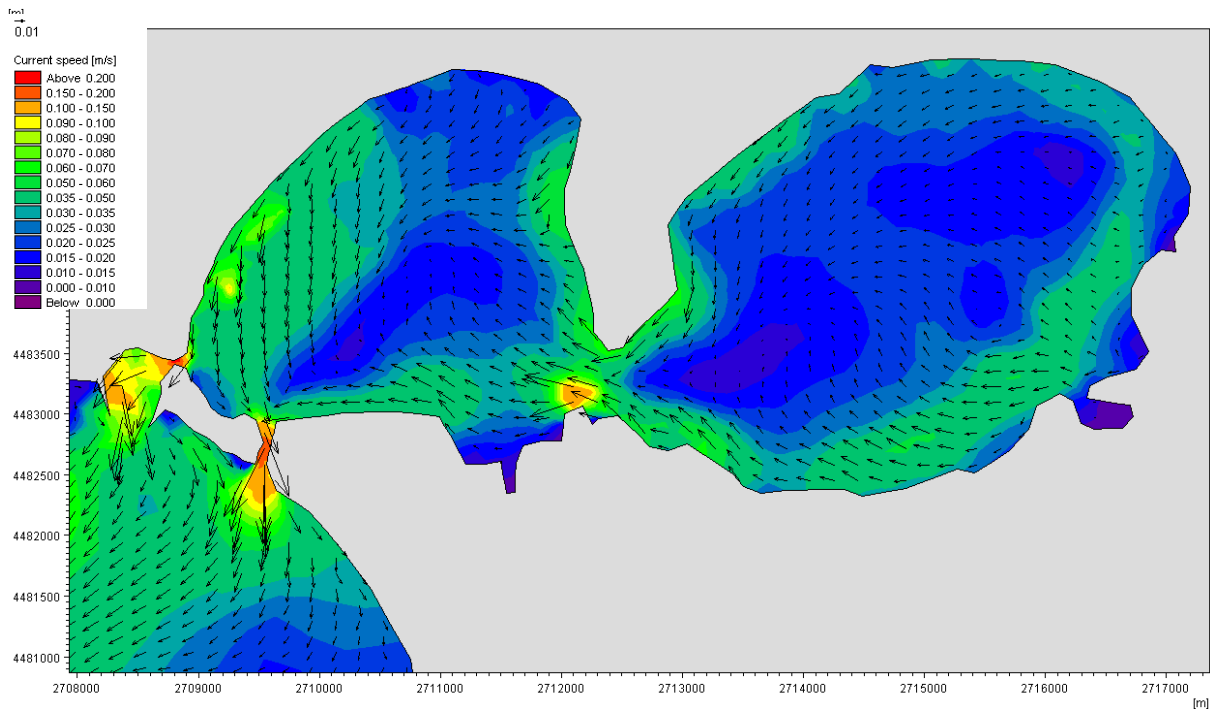


Figura 8.6: Simulazione A2 - Circolazione superficiale media annuale

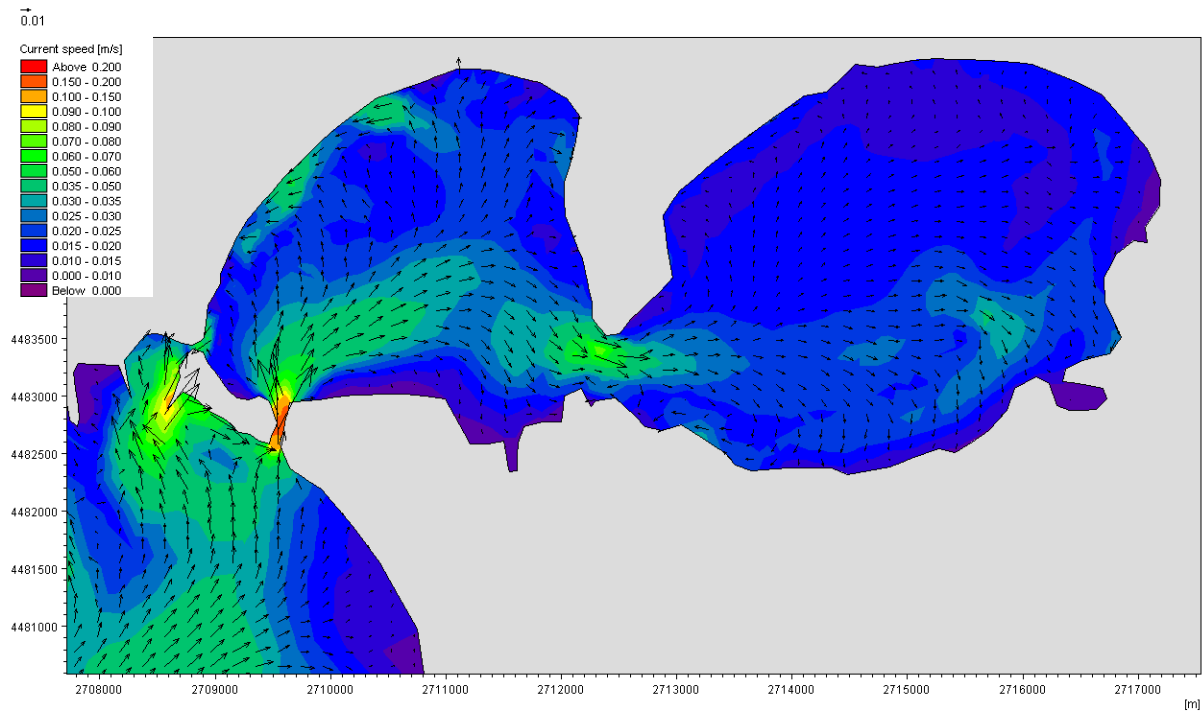


Figura 8.7: Simulazione A2 - Circolazione di fondo media annuale

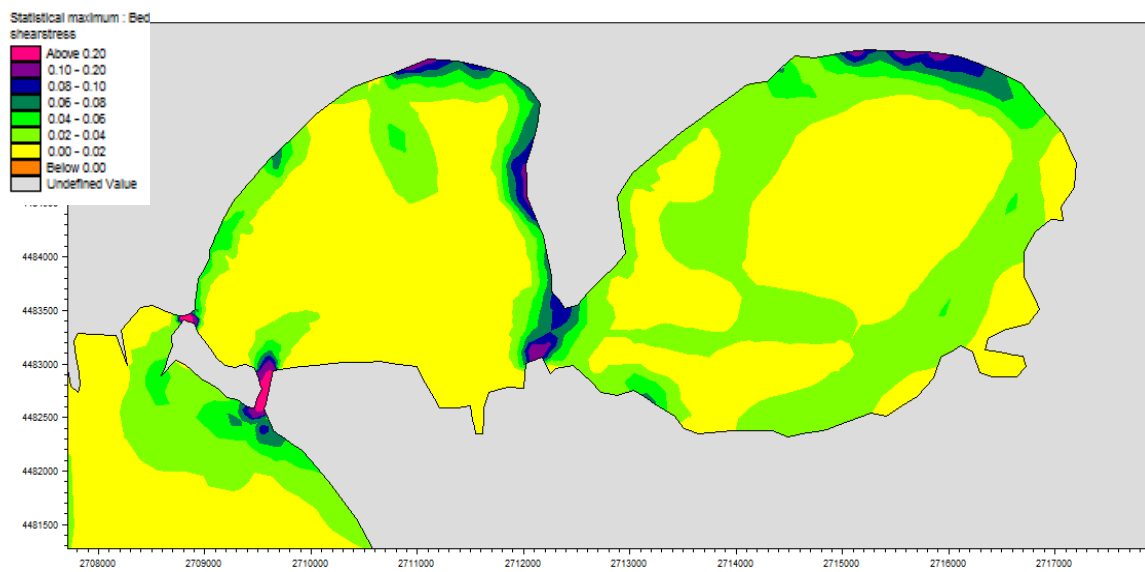


Figura 8.8: Simulazione A2 - Attrito al fondo - valori massimi annuali raggiunti in ogni punto del dominio

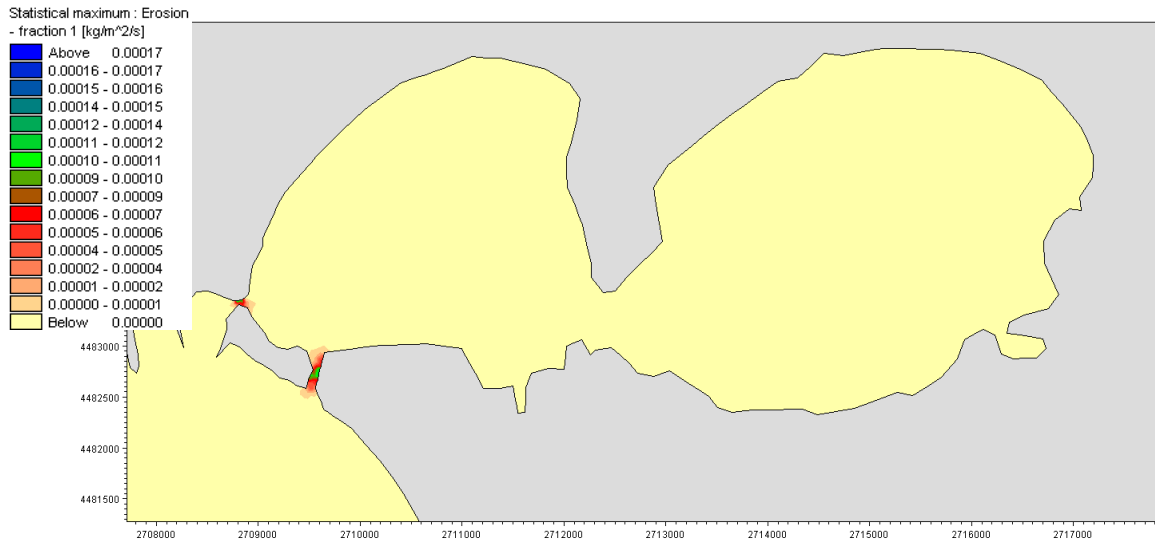


Figura 8.9: Simulazione A2 - Mappa dell'erosione - valori massimi annuali raggiunti in ogni punto del dominio

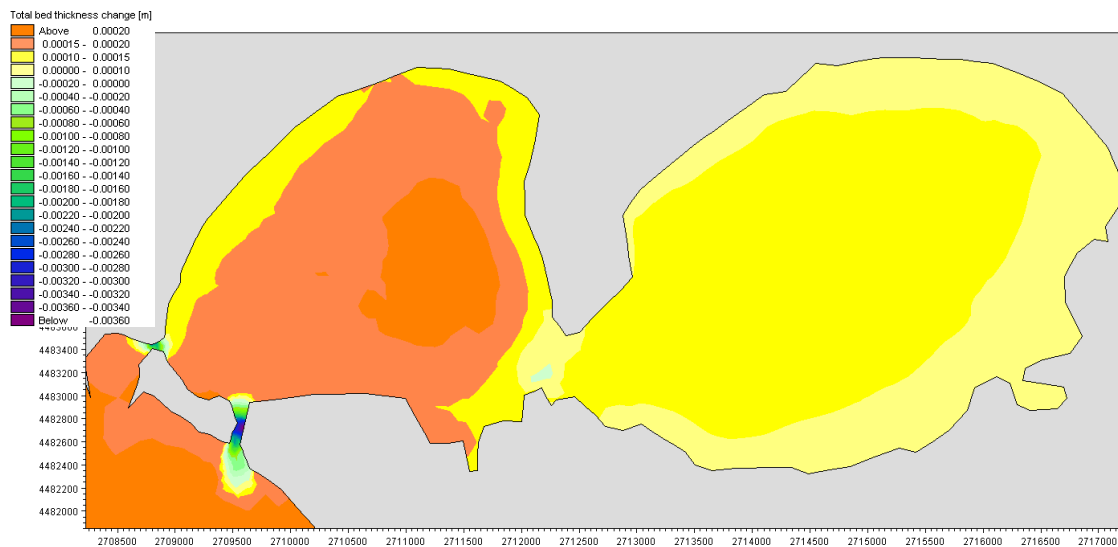


Figura 8.10: Simulazione A2 - Tendenza di accumulo/erosione nell' area del Mar Piccolo al termine della simulazione annuale

8.3 Simulazione stagionale invernale in presenza delle prese a mare e scarichi ILVA (B1)

Al fine di valutare la circolazione e l'erosione su intervalli di tempo più limitati e con forzanti più nette si sono effettuate due simulazioni stagionali.

Per la simulazione invernale si è utilizzato in input il campo di vento mediamente rappresentativo della stagione, secondo quanto già descritto nella capitolo 5, ovvero un vento proveniente da NNO e di intensità compresa tra 11 e 17 nodi, stimato pertanto mediamente pari a 7 m/s. Questo campo di vento omogeneo nello spazio e stazionario viene imposto per

tutta la durata del run, (ovvero 15 giorni). In questo modo si generano andamenti della corrente medi, che naturalmente possono essere modificati da eventi transitori intensi ma brevi, per poi ripristinare comunque la condizione media rappresentativa.

Il moto ondoso rappresentativo delle condizioni invernali, secondo quanto dedotto sempre nel capitolo 4, è caratterizzato dai valori riportati in Tabella 8.1, ovvero direzione di provenienza 147° NE, $H_s=2.87\text{m}$ e $T_p=6.73\text{s}$. Sulla base di quanto specificato precedentemente, la variazione di livello dovuta alla marea e imposta sul confine aperto ha un andamento sinusoidale con ampiezza pari a 0.10 m e periodo pari a 12 ore .

I risultati della simulazione evidenziano il carattere ciclico dei flussi, in accordo con il ciclo di marea imposto.

Le Figure 8.11 e 8.12 mostrano rispettivamente la circolazione media invernale superficiale (a 1 m di profondità) e al fondo dei Mari di Taranto in presenza delle prese a mare dell'ILVA. Osservando la circolazione superficiale (Figura 8.11), essa risulta prevalentemente in entrata nel Mar Piccolo. Le velocità medie del bacino variano in un intervallo tra 0 e circa 20 cm/s mentre, nell'area antistante la presa a mare, si ha una velocità media invernale superficiale tra 10 e 15 cm/s .

Le correnti medie al fondo (Figura 8.12), risultano entranti nel bacino del Mar Piccolo attraverso il canale Navigabile ed in uscita dallo stesso attraverso il canale Porta Napoli. Inoltre il flusso di fondo, risulta in entrata verso il I Seno. La velocità al fondo del bacino, risulta in generale inferiore rispetto a quella superficiale, variando in un intervallo tra 0 e circa 15 cm/s mentre nell'area della presa rimane comunque nel range $10\text{-}15\text{cm/s}$.

Osservando la Figura 8.13 si nota immediatamente che i valori dello stress dovuti alla circolazione al fondo sono estremamente bassi, quasi prossimi a 0 , tranne nei canali di ingresso al Mar Piccolo, nel punto di presa dell'ILVA, nella congiunzione tra i due Seni e nelle aree di bassa profondità lungo costa. L'attrito massimo con valore superiore a 0.20 N/m^2 raggiunto durante la condizione media invernale si presenta nelle aree del Canale Navigabile, del Canale Porta Napoli mentre nel punto di presa dell'ILVA l'attrito massimo di fondo si assesta intorno a $0.10 - 0.20\text{ N/m}^2$.

Questi valori, indicano che le aree di possibile erosione dovuta alle correnti invernali massime al fondo si potrebbero avere soprattutto nei canali di ingresso al Mar Piccolo e nell'area delle prese a mare. Osservando infatti la mappa dell'erosione (Figura 8.14) questa conferma che un'erosione più significativa si ha nei canali di ingresso al Mar Piccolo ed in prossimità delle prese a mare dell'ILVA.

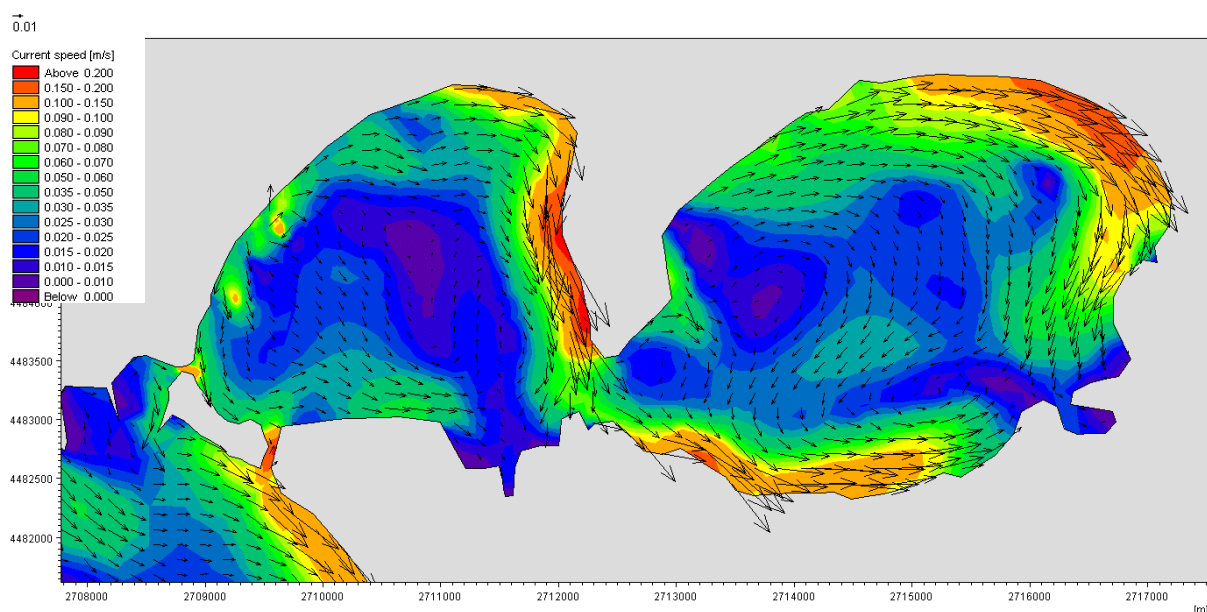


Figura 8.11: Simulazione B1 - Circolazione superficiale media invernale

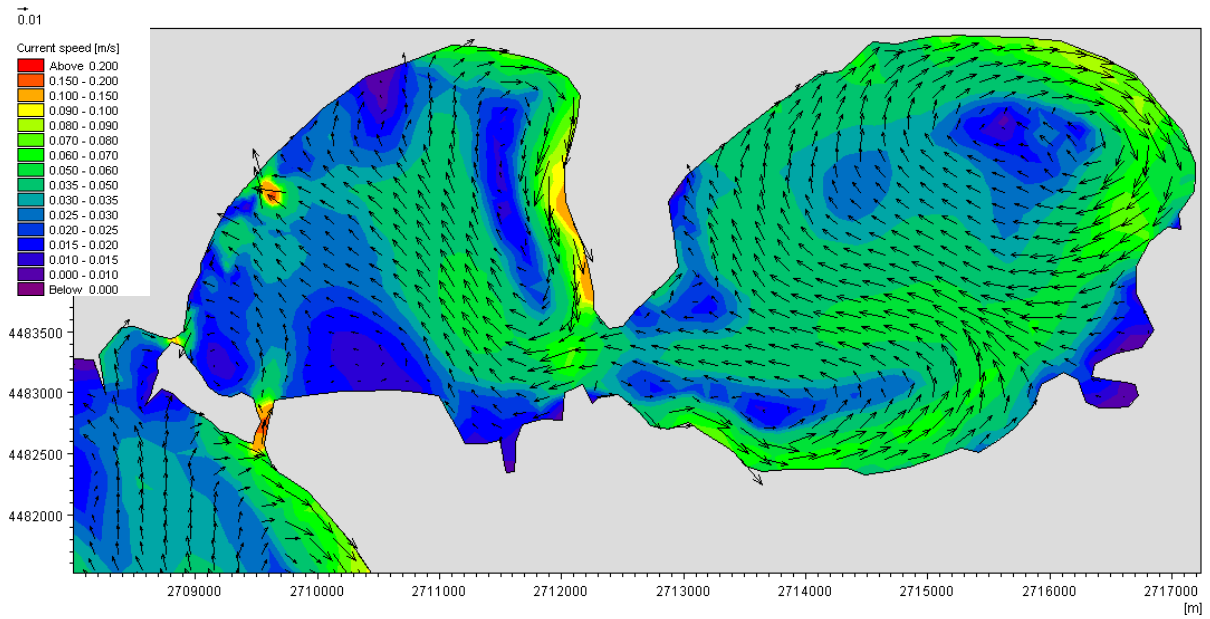


Figura 8.12: Simulazione B1 - Circolazione di fondo media invernale

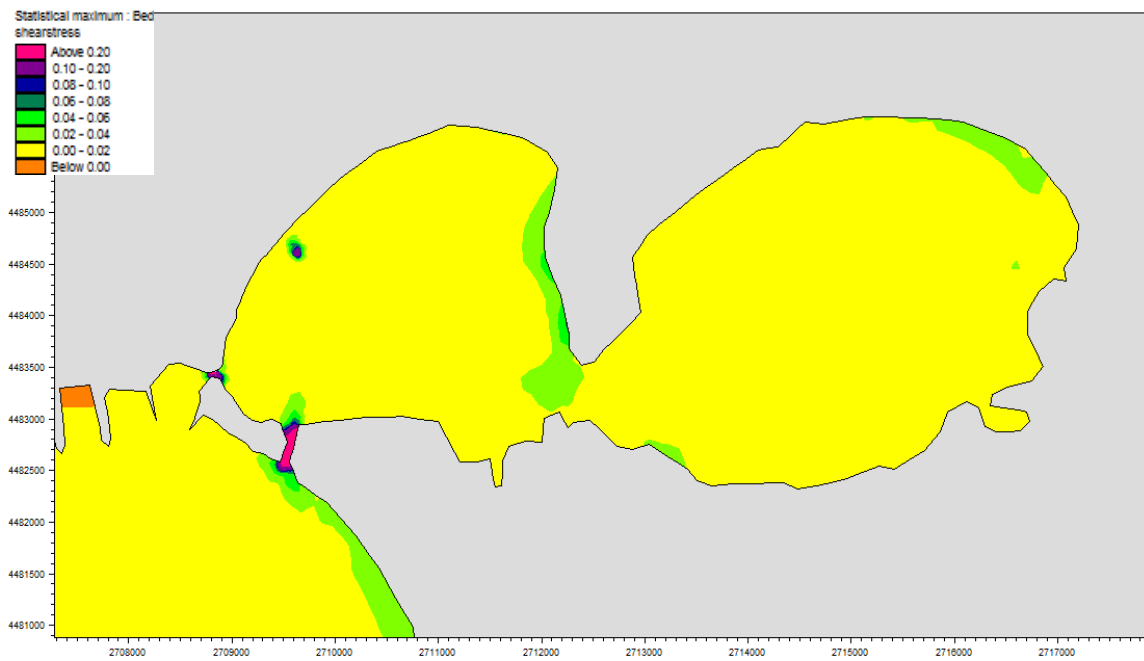


Figura 8.13: Simulazione B1 - Attrito al fondo - valori massimi raggiunti in ogni punto del dominio

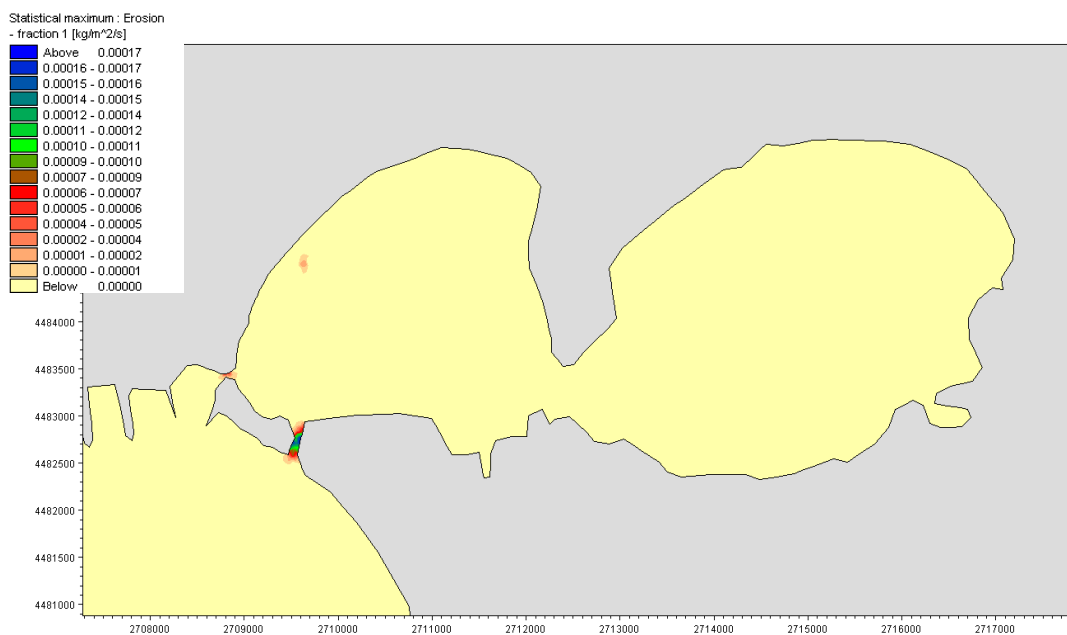


Figura 8.14: Simulazione B1 - Mappa dell'erosione - valori massimi raggiunti in ogni punto del dominio

8.4 Simulazione stagionale invernale in assenza delle prese a mare e scarichi ILVA (B2)

Al fine di valutare l'effetto della presa a mare dell'ILVA la stessa simulazione media invernale (B1), con le stesse condizioni al contorno e condizioni iniziali descritte nel paragrafo 8.3, è stata condotta eliminando sia la presa a mare dell'ILVA nel I Seno del Mar Piccolo che gli scarichi ILVA-1 e ILVA-2 nel Golfo di Taranto. Le Figure 8.15 e 8.16 mostrano rispettivamente la circolazione media invernale superficiale e al fondo dei Mari di Taranto in assenza delle prese a mare e scarichi ILVA.

Le Figure 8.15 e 8.16, mostrano un andamento del tutto differente nella circolazione nei due canali di ingresso al Mar Piccolo. Infatti la corrente media superficiale risulta entrante nel bacino del Mar Piccolo attraverso il canale Navigabile ed in uscita dallo stesso attraverso il canale Porta Napoli (Figura 8.15) mentre quella al fondo risulta entrante nel Mar Piccolo (Figura 8.16). Inoltre nell'area della presa a mare le correnti risultano più basse variando in un intervallo tra 5 e circa 6 cm/s.

Osservando la Figura 8.17 dell'attrito massimo al fondo raggiunto durante il periodo invernale si nota immediatamente che i valori dello stress dovuti alla circolazione sono diminuiti in prossimità dell'area dove si è ipotizzata l'assenza delle prese a mare dell'ILVA, non raggiungendo valori superiori a 0.02 N/m^2 . Infatti la mappa dell'erosione (Figura 8.18) rileva che una zona di erosione significativa si ha solo nei canali di ingresso al Mar Piccolo.

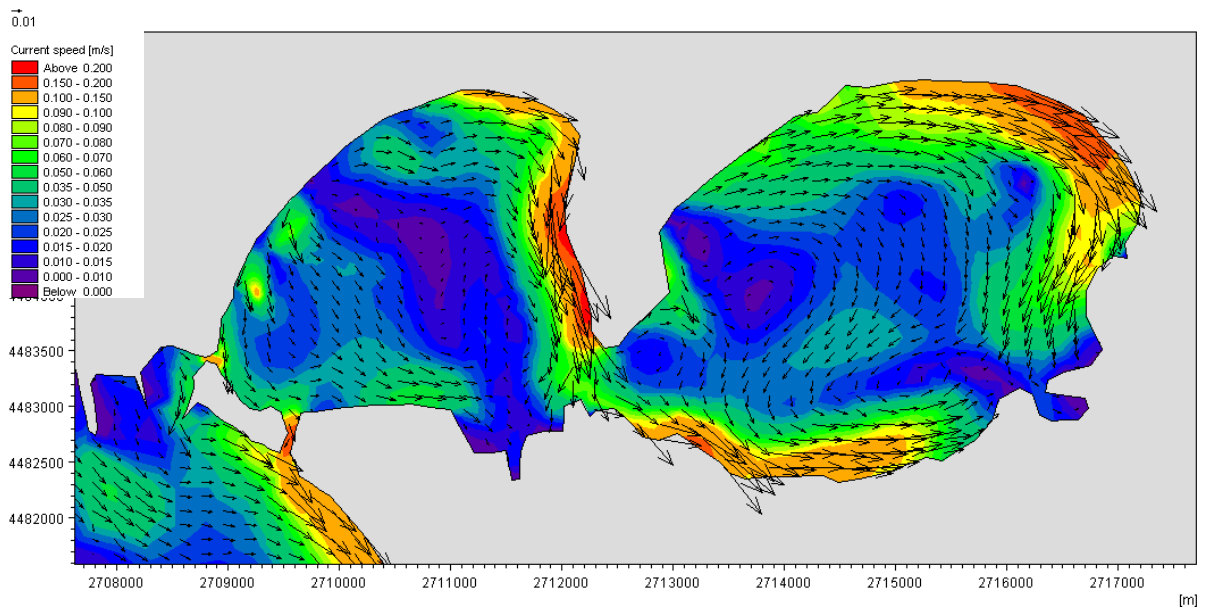


Figura 8.15: Simulazione B2 - Circolazione superficiale media invernale

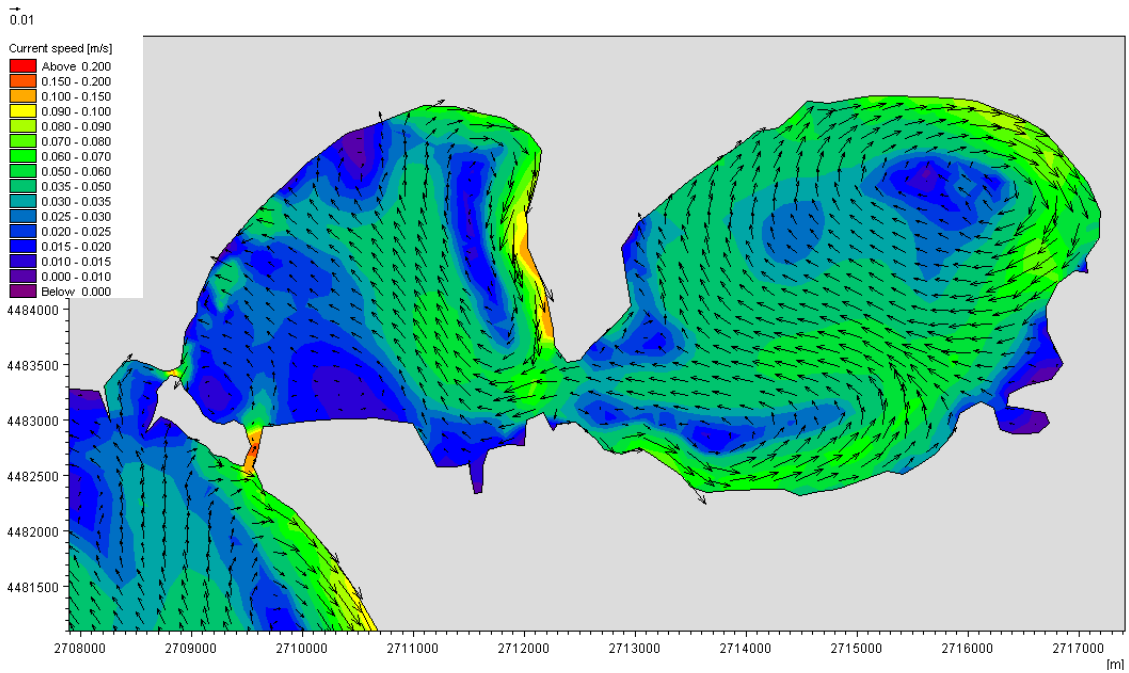


Figura 8.16: Simulazione B2 - Circolazione di fondo media invernale

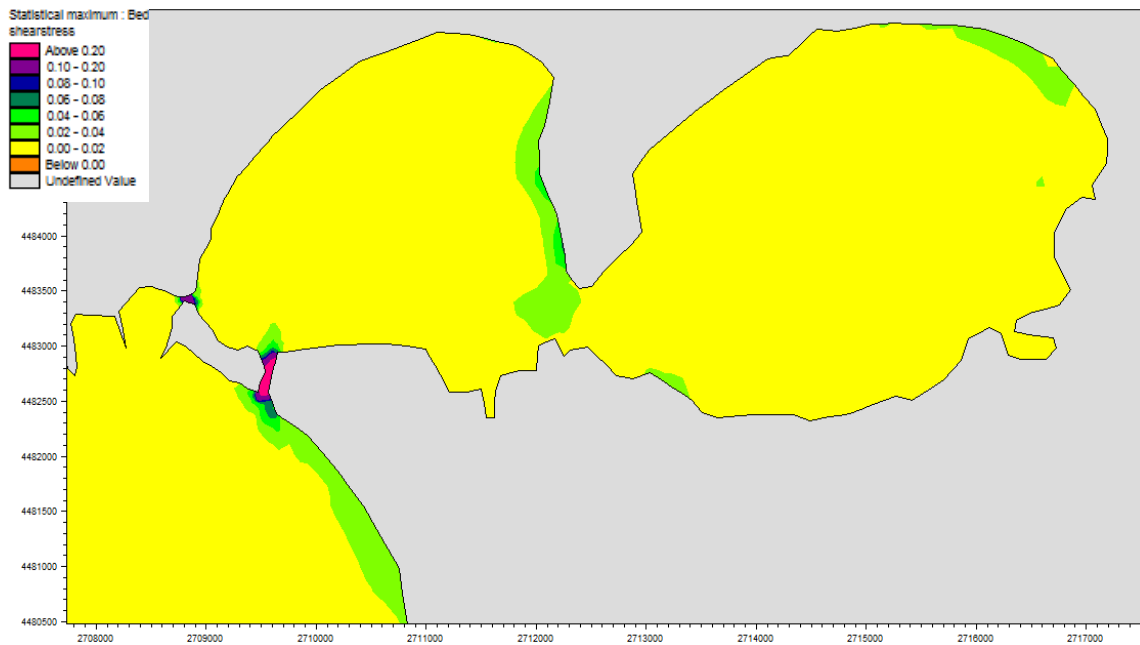


Figura 8.17: Simulazione B2 - Attrito al fondo - valori massimi raggiunti in ogni punto del dominio

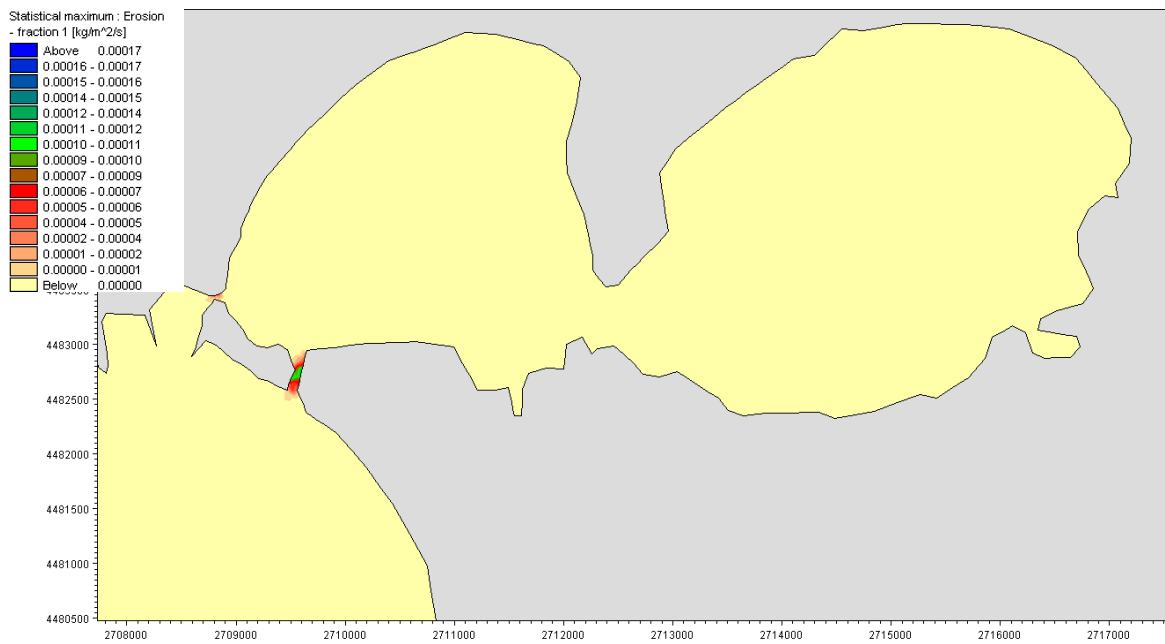


Figura 8.18: Simulazione B2 - Mappa dell'erosione - valori massimi raggiunti in ogni punto del dominio

8.5 Simulazione stagionale estiva in presenza delle prese a mare e scarichi ILVA (C1)

Per la simulazione estiva, con riferimento al campo di vento da usare in input, si sono nuovamente considerati i grafici stagionali del capitolo 4. In particolare per questo periodo si era osservata una analoga frequenza di apparizione per le direzioni N e OSO. Nel primo caso, l'intensità prevalente era compresa tra 7 e 11 nodi, nel secondo invece minore di 7 nodi. Dal momento che si è già analizzata una circolazione in Mar Piccolo provocata da un vento

omogeneo con direzione di provenienza prossima al N e intensità media compresa tra 11 e 17 nodi, nel caso del test INV, in questa nuova prova si è deciso di utilizzare come input l'altra condizione rappresentativa estiva, ovvero un vento omogeneo di intensità minore di 7 nodi, posta pari a 3m/s, e proveniente da OSO. Il moto ondoso rappresentativo delle condizioni estive, secondo quanto dedotto sempre nel capitolo 4, è caratterizzato dai valori riportati in Tabella 4.2 ovvero direzione di provenienza 151° NE, $H_s=1.18\text{m}$ e $T_p=4.26\text{s}$. La marea imposta sul confine aperto ha un andamento sinusoidale con ampiezza pari a 0.10m e periodo pari a 12 ore. I risultati della simulazione evidenziano il carattere ciclico dei flussi, in accordo con il ciclo di marea imposto.

Le Figure 8.19 e 8.20 mostrano rispettivamente la circolazione media estiva superficiale e al fondo dei Mari di Taranto in presenza delle prese a mare dell'ILVA. Osservando la circolazione superficiale, essa risulta prevalentemente in entrata nel Mar Piccolo. Le velocità medie del bacino variano in un intervallo tra 0 e circa 20 cm/s mentre, nell'area antistante la presa, si ha una velocità media invernale superficiale tra 15 e 20 cm/s.

Le correnti medie al fondo (Figura 8.20), risultano entranti nel bacino del Mar Piccolo attraverso il canale Navigabile ed in uscita dallo stesso attraverso il canale Porta Napoli. Inoltre il flusso di fondo, risulta in entrata verso il I Seno. La velocità al fondo del bacino, risulta in generale inferiore rispetto a quella superficiale variando in un intervallo tra 0 e circa 10 cm/s mentre nell'area della presa rimane comunque intorno tra 15 e 20 cm/s.

Osservando la Figura 8.21 si nota immediatamente che i valori dello stress dovuti alla circolazione sono estremamente bassi, quasi prossimi a 0, tranne nei canali di ingresso al Mar Piccolo e nel punto di presa dell'ILVA. L'attrito massimo con valore superiore a 0.20 N/m^2 raggiunto durante la condizione media estiva si presenta nelle aree del Canale Navigabile, del Canale Porta Napoli mentre nel punto di presa dell'ILVA l'attrito massimo di fondo si assesta intorno a $0.10 - 0.20\text{ N/m}^2$.

Questi valori, indicano che le aree di possibile erosione dovuta alle correnti estive al fondo si potrebbero avere soprattutto nei canali di ingresso al Mar Piccolo e nell'area della presa a mare. Osservando infatti la mappa dell'erosione (Figura 8.22) si rileva che una zona di erosione significativa si ha nei canali di ingresso al Mar Piccolo ed in prossimità delle prese a mare dell'ILVA.

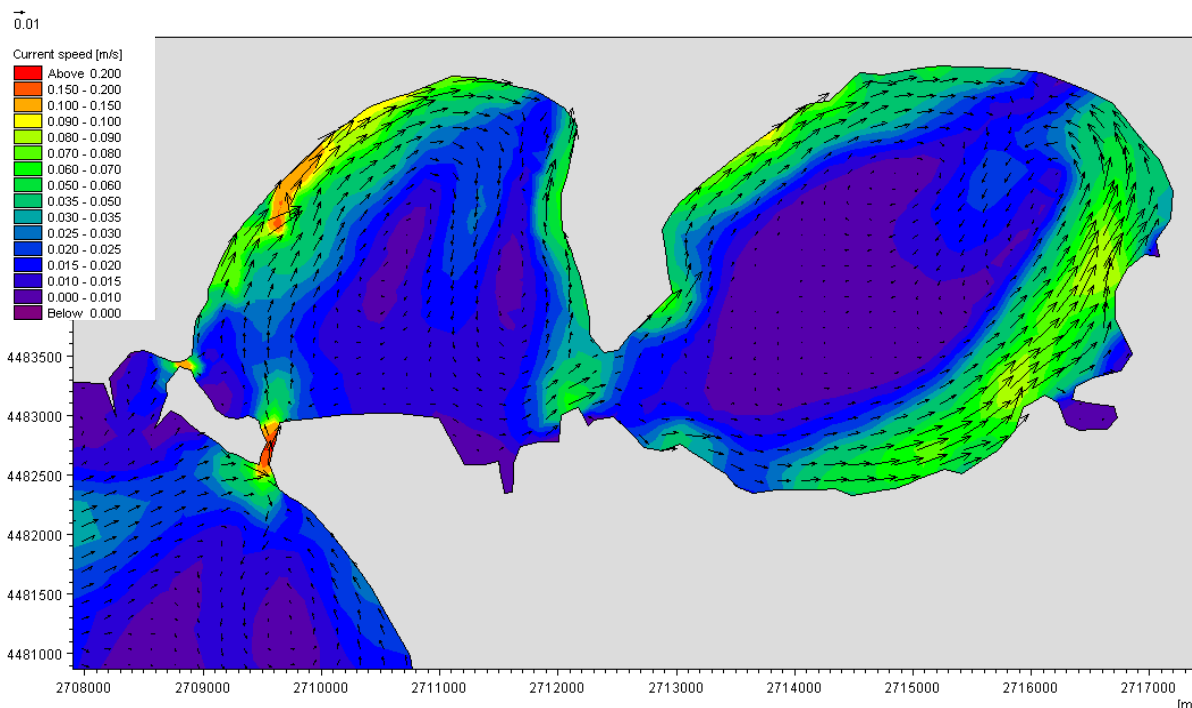


Figura 8.19: Simulazione C1 - Circolazione superficiale media estiva

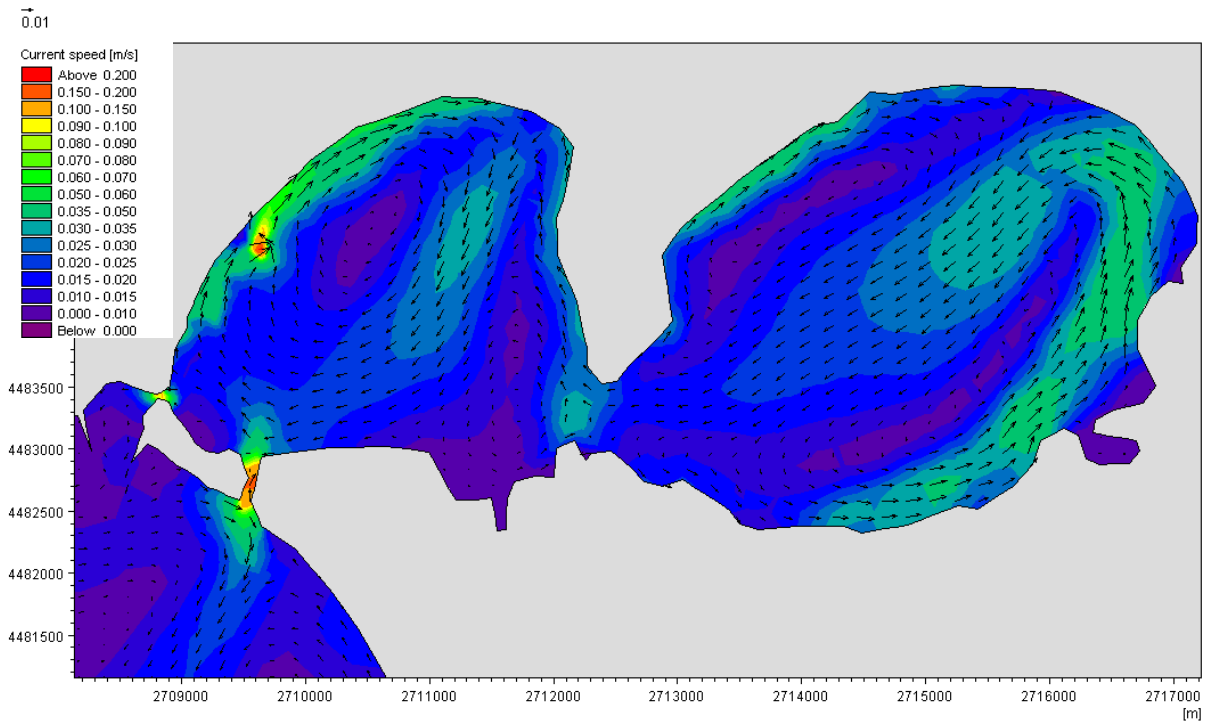


Figura 8.20: Simulazione C1 - Circolazione di fondo media estiva

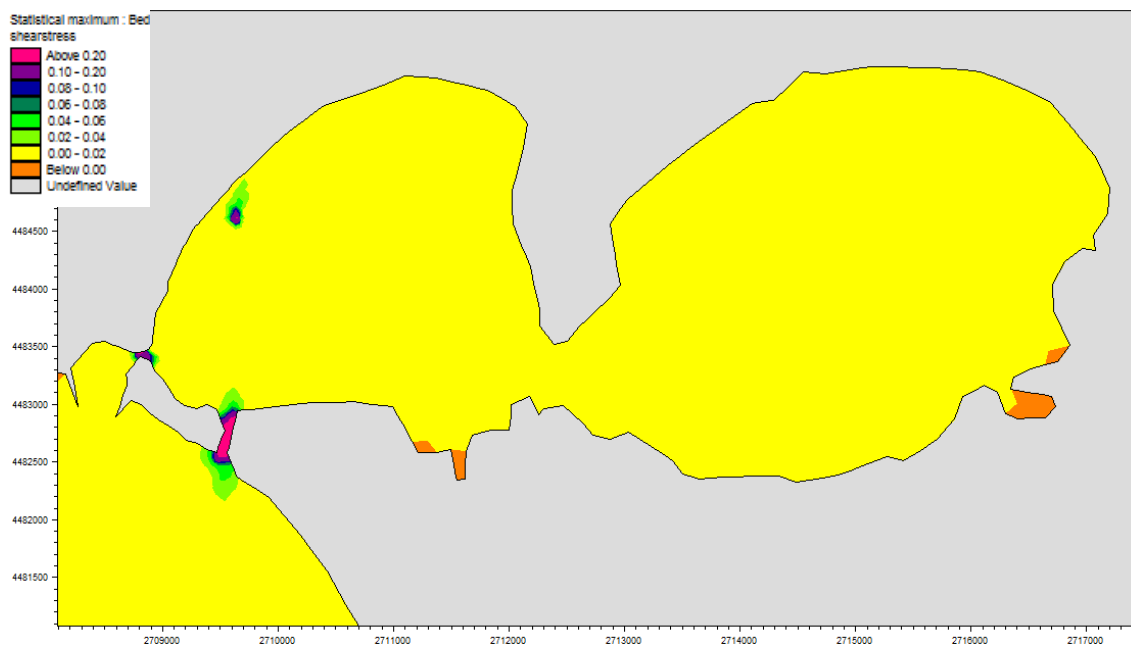


Figura 8.21: Simulazione C1 - Attrito al fondo - valori massimi raggiunti in ogni punto del dominio

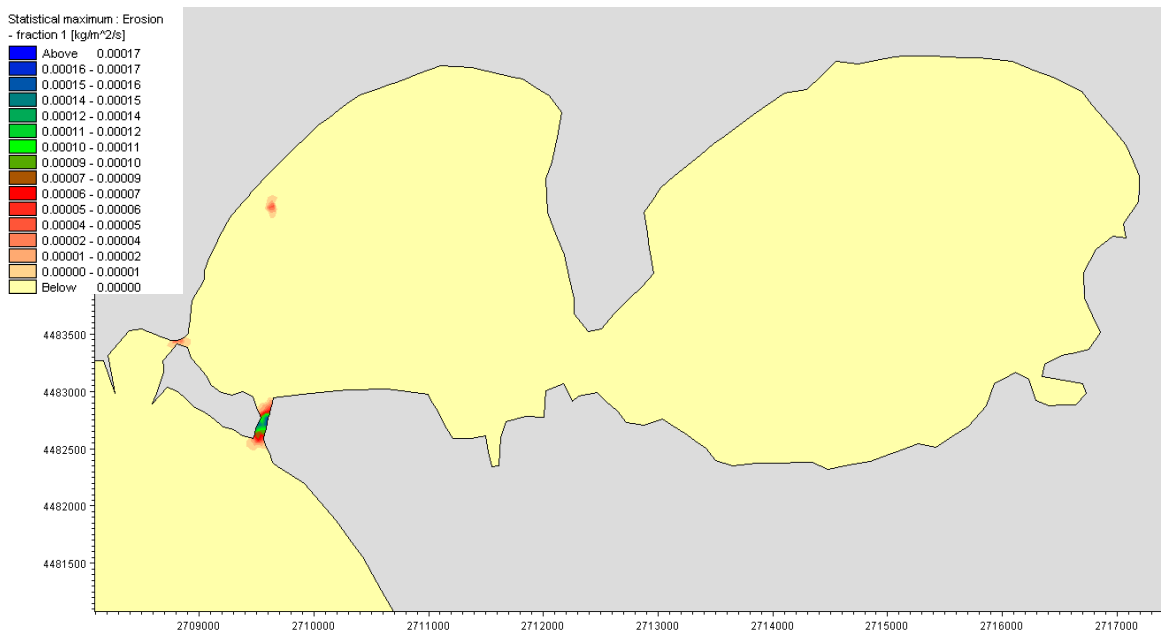


Figura 8.22: Simulazione C1 - Mappa dell'erosione - valori massimi raggiunti in ogni punto del dominio

8. 6 Simulazione stagionale estiva in assenza delle prese a mare e degli scarichi ILVA (C2)

Al fine di valutare l'effetto della presa dell'ILVA la stessa simulazione media estiva (C1) con le stesse condizioni al contorno e condizioni iniziali descritte nel paragrafo 8.5, è stata condotta eliminando però sia la presa a mare ILVA nel I Seno del Mar Piccolo che gli scarichi ILVA-1 e ILVA-2 nel Golfo di Taranto. Le Figure 8.23 e 8.24 mostrano rispettivamente la circolazione media estiva superficiale e al fondo dei Mari di Taranto in assenza della presa e degli scarichi ILVA.

Le Figure 8.23 e 8.24, mostrano un andamento del tutto differente nella circolazione nei due canali di ingresso al Mar Piccolo. Infatti la corrente media superficiale risulta entranti nel bacino del Mar Piccolo (Figura 8.23) mentre quella al fondo risulta uscente dal Mar Piccolo (Figura 8.24).

Inoltre nell'area della presa le correnti risultano più basse variando in un intervallo tra 5 e circa 7 cm/s. Osservando la Figura 8.25 dell'attrito massimo al fondo raggiunto durante il periodo medio estivo si nota immediatamente che i valori dello stress dovuti alla circolazione sono diminuiti in prossimità dell'area dove si è ipotizzata l'assenza della presa a mare, non raggiungendo valori superiori a 0.02 N/m^2 . Osservando infatti la mappa dell'erosione (Figura 8.26) si rileva che una zona di erosione significativa si ha solo dei canali di ingresso al Mar Piccolo.

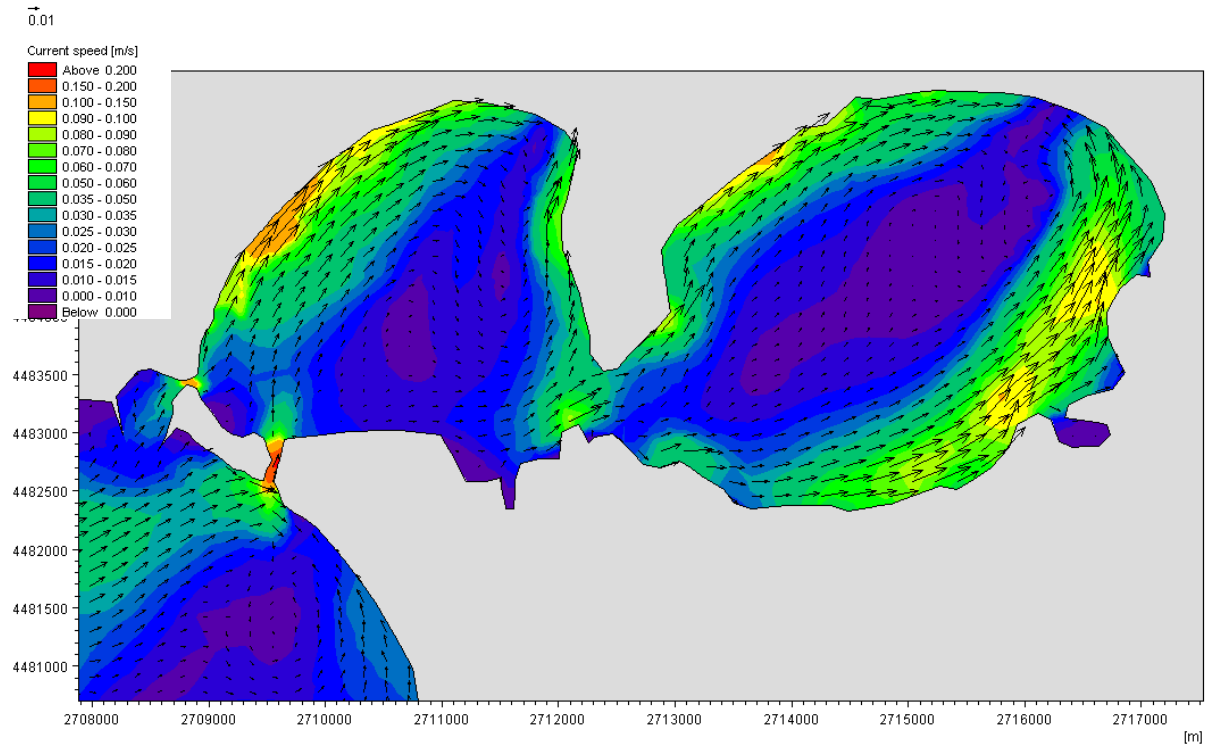


Figura 8.23: Simulazione C2 - Circolazione superficiale media estiva

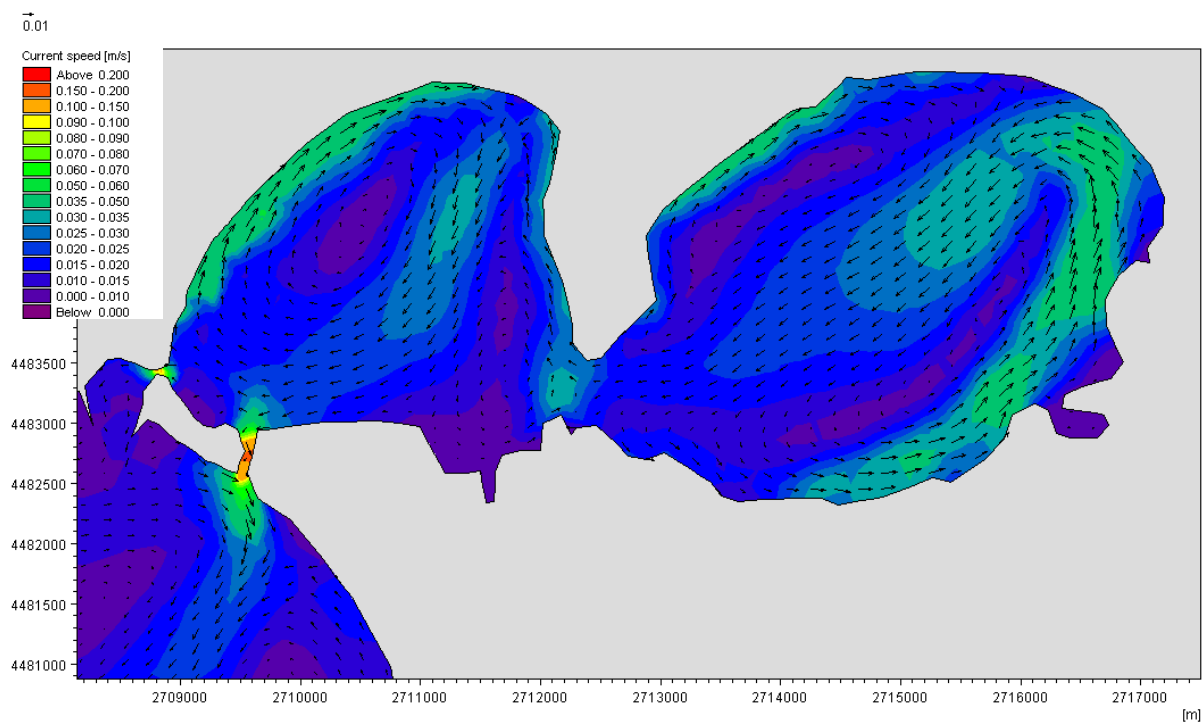


Figura 8.24: Simulazione C2 - Circolazione di fondo media estiva

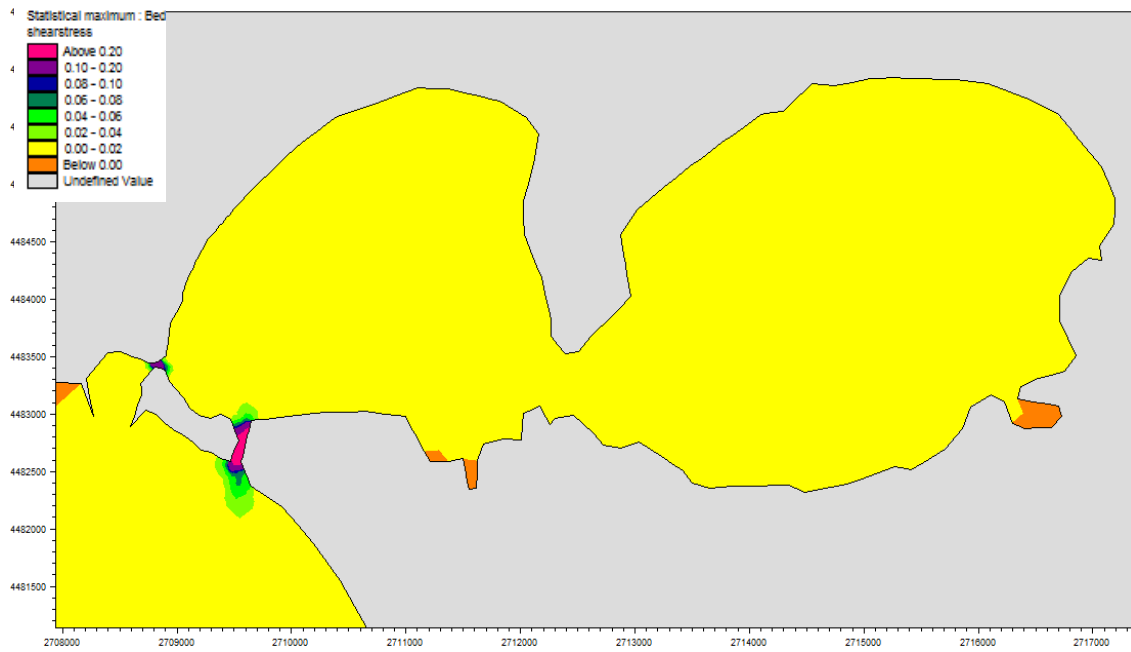


Figura 8.25: Simulazione C2 - Attrito al fondo - valori massimi raggiunti in ogni punto del dominio

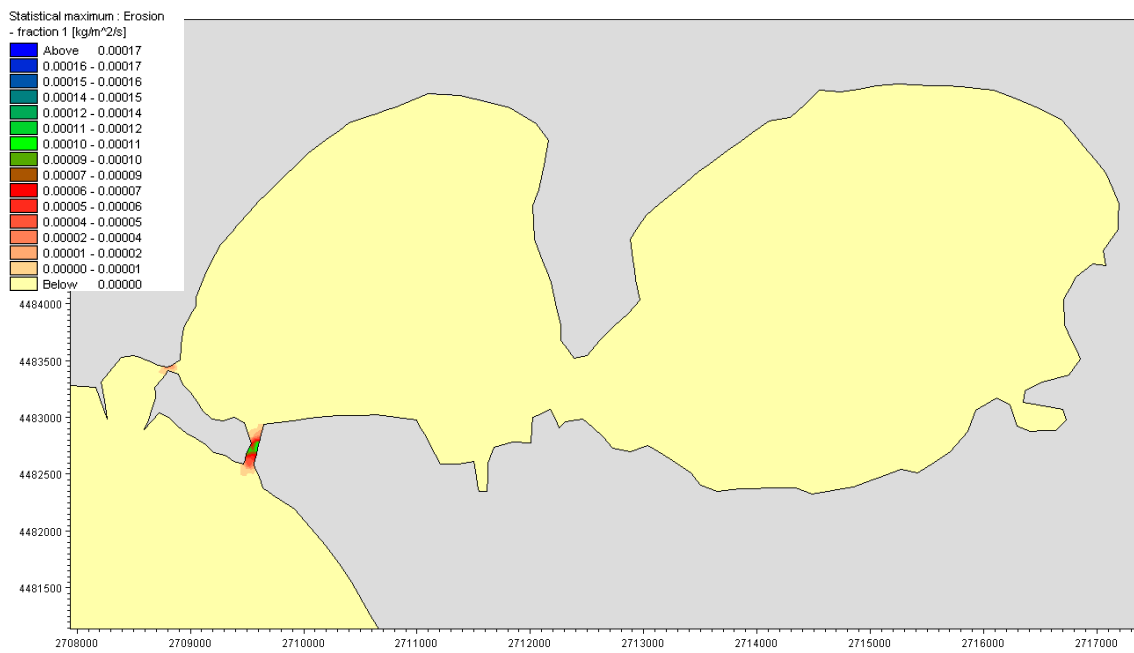


Figura 8.26: Simulazione C2 - Mappa dell'erosione - valori massimi raggiunti in ogni punto del dominio

8.7 Conclusioni sui processi di trasporto solido

Lo scopo delle simulazioni effettuate tramite il modello MIKE 3 FM MT è stato quello di valutare l'influenza delle prese a mare dell'ILVA sui processi di erosione al fondo, che si possono verificare in Mar Piccolo. Al fine di valutare questo aspetto, si sono dapprima condotte prove numeriche relative allo stato attuale, ovvero in presenza delle prese a mare nel I Seno del Mar Piccolo e degli scarichi dell'ILVA, localizzati all'esterno del Mar Grande. Successivamente, si sono condotte altre simulazioni ipotizzando l'assenza delle prese a mare e degli scarichi suddetti.

Per simulare condizioni realistiche, si è scelto di riprodurre la circolazione annuale relativa al 2013, forzata da input realmente misurati, quali vento, marea, moto ondoso, gradienti termoclinici, flussi all'interfaccia, afflussi, ecc. In secondo luogo si è usata questa circolazione annuale per la determinazione delle aree soggette a fenomeni erosivi al fondo. A tal riguardo, è noto che la quantità di sedimento che viene portata in sospensione dipende dal rapporto tra le forze che tendono a erodere il sedimento (tensioni tangenziali) dovute alla circolazione marina e la resistenza offerta dal sedimento stesso, funzione della composizione granulometrica e, soprattutto, nel caso di sedimenti fini, dal grado di compattamento.

Nelle simulazioni condotte si è fatto riferimento ad un fondale limoso mediamente consolidato, secondo quanto dedotto dalla relazione dell'ISPRA del 2010 (CII-EI-PU-TA-Mar Grande II Lotto e Mar Piccolo-01.06).

Successivamente, al fine di valutare la circolazione e l'erosione su intervalli di tempo più limitati e per effetto di forzanti volutamente accentuate, si sono effettuate due simulazioni di breve periodo, rappresentative di possibili condizioni stagionali (invernale ed estiva). Anche queste sono state condotte valutando sia la presenza delle prese a mare e scarichi dell'ILVA, sia la loro assenza.

In dettaglio, il modello utilizzato, ovvero il MIKE 3 FM MT, ha adoperato come forzanti il campo di moto ondoso, calcolato mediante il modello MIKE 21 FM SW, e il campo delle correnti al fondo calcolato attraverso il modello idrodinamico MIKE 3 FM HD.

I principali risultati dello studio possono essere sintetizzati come segue. Si rimarca che tali risultati sono stati ottenuti con riferimento alle sole simulazioni effettuate, ancorché ritenute significative, e sulla base delle forzanti di input imposte, derivate dai database di My Ocean (European Commission) e dell'Osservatorio Meteorologico e Geofisico di Taranto o forniti direttamente dalla stessa ILVA.

In presenza delle prese a mare e degli scarichi, nella simulazione annuale (Simulazione A1) e invernale (Simulazione B1) i valori dello stress al fondo prodotto dalla circolazione sono estremamente bassi, eccetto che nei canali di collegamento del Mar Piccolo con il Mar Grande, nel punto di presa, nell'area di congiunzione tra i due Seni del bacino e nelle aree di bassa profondità lungo la costa.

Sempre in presenza delle prese a mare e degli scarichi ILVA, nella simulazione estiva (Simulazione C1) i valori delle tensioni tangenziali dovuti alla circolazione sono relativamente bassi, su una porzione del dominio di indagine ancora più estesa. Infatti si rileva un valore maggiore della tensione al fondo solo nei canali di collegamento del Mar Piccolo con il Mar Grande e nel punto di presa dell'ILVA.

In dettaglio, nella Simulazione annuale A1, lo sforzo massimo al fondo, caratterizzato da un valore superiore a 0.20 N/m^2 , si rileva lungo il Canale Navigabile, il Canale Porta Napoli e in prossimità del punto di presa dell'ILVA. Nell'area di congiunzione tra i due Seni del bacino e lungo la costa NE del I Seno, il massimo valore dello sforzo al fondo si riduce e si assesta intorno a $0.08\text{-}0.10 \text{ N/m}^2$. Nelle simulazioni stagionali (Simulazione B1 e Simulazione C1), lo sforzo massimo al fondo con valore superiore a 0.20 N/m^2 si presenta solo lungo il Canale Navigabile e lungo il Canale Porta Napoli, mentre in prossimità della presa questo sforzo massimo al fondo è più basso, ovvero compreso nel range $0.10\text{-}0.20 \text{ N/m}^2$.

Questi valori dello sforzo massimo al fondo indicano che le aree di maggiore erosione, prodotta dalle correnti massime di fondo sia annuali che stagionali (invernali ed estive), sono localizzate principalmente nel Canale Navigabile e nel Canale Porta Napoli. L'area in prossimità della presa a mare è soggetta ad un'analogia azione erosiva nel caso della simulazione annuale, mentre nelle simulazioni stagionali tale erosione risulta più limitata.

In tutti i casi, l'erosione risulta più limitata anche nel canale di collegamento tra i due Seni e nelle aree di bassa profondità lungo costa.

Con riferimento alle simulazioni condotte in assenza delle prese a mare e scarichi dell'ILVA, per le prove annuale (Simulazione A2), invernale (Simulazione B2) ed estiva (Simulazione C2), i valori della tensione massima al fondo prodotto dalla circolazione sono decisamente bassi nell'area in cui si ipotizza assente la presa a mare. Infatti, la tensione tangenziale massima al fondo non supera il valore di 0.02 N/m^2 . A conferma di questo risultato, anche le mappe dell'erosione massima annuale, invernale ed estiva, nelle simulazioni in assenza della presa a mare dell'ILVA, mostrano una zona di erosione significativa soltanto nel Canale Navigabile e nel Canale Porta Napoli. Alla luce delle considerazioni su esposte ed effettuando un confronto tra i risultati ottenuti simulando la situazione reale e quelli ottenuti in assenza delle prese a mare dell'ILVA, si evince un'influenza della presa a mare dell'ILVA stessa sui processi erosivi. Tuttavia quest'azione di erosione, nell'ambito delle simulazioni condotte e dei dati forniti dall'ILVA o ottenuti come sopra esposto, risulta circoscritta alla sola area prossima alla presa, senza influenzare in modo significativo, per quanto attiene ai soli processi idrodinamici, la restante parte del bacino.

Le conclusioni sopra riportate si riferiscono ai soli aspetti idrodinamici e meccanici. Ai fini dell'influenza che tali risultati potrebbero avere sugli aspetti ecologici del bacino di interesse è auspicabile un ulteriore approfondimento.

8.8 Bibliografia

Ben Meftah M., De Serio F., Mossa M., Petrillo A.F., Pollio A. (2007) - Current circulation in the Gulf of Taranto: numeric simulations and experimental data analysis, FLUCOME, Tallahassee, Florida. ISBN: 978-1615-6762-48.

De Serio F., Malcangio D. (2005) - Modelling circulation in a Southern Italy coastal basin, Proc. Coastal Engineering VII, WIT Press, Algarve, Portugal. ISBN 1-84564-009-8.

De Serio F., Malcangio D., Mossa M. (2007) - Circulation in a Southern Italy coastal basin: modelling and field measurements, Continental Shelf Research, 27, 779–797.

De Serio F., Ben Meftah M., Mossa M. (2014) - Monitoring and modelling of coastal currents and wastewater discharge: A case study, Geo-Eco-Marina, vol. 20, ISSN 1224-6808.

De Serio F., Mossa M. (2006) - Modelling of currents in a Ionian basin, MWWD 2006 4th International Conference on Marine Waste Water Discharges and Marine Environment, Antalya, Turkey. ISBN 9944-5566-2-9.

De Serio F., Mossa M. (2014) - Streamwise velocity profiles in coastal currents, Environmental Fluid Mechanics 01/2014.

De Serio F., Mossa M. (2014) - Analysis of mean velocity and turbulence measurements with ADCPs, Advances in Water Resources, 11, ISSN: 0309-1708, doi: 10.1016/j.advwatres.2014.11.006.

DHI (2014) - MIKE 3 MT FM User Manual.

ISPRA (2010) - Elaborazione e valutazione dei risultati della caratterizzazione ai fini della individuazione degli opportuni interventi di messa in sicurezza e bonifica del sito di interesse nazionale di Taranto - Mar Grande II lotto e Mar Piccolo, CII-El-PU-TA, Mar Grande II Lotto e Mar Piccolo-01.06.

Junglaus J. H., Mellor G. (2000) - A three-dimensional model study of the Mediterranean outflow. *J. Mar. Syst.*, 24, 41–66.

9. CONCLUSIONI

Lo scopo del presente studio è stato quello di valutare l'influenza delle prese d'acqua ILVA, localizzate nel 1° seno del Mar Piccolo, su alcune variabili idrologiche quali il regime correntometrico, la salinità e l'ossigeno disciolto. Per quanto riguarda l'influenza sull'aspirazione di materiale particellare, fitoplancton in particolare, è stato considerato come "parametro indicativo" il contenuto di clorofilla *a*, direttamente correlato alla concentrazione fitoplanctonica. Per le varie considerazioni si è fatta in via preliminare una ricerca storica di dati, antecedenti e posteriori alla entrata in funzione delle prese (anno 1960).

L'analisi delle medie annuali di salinità nel bacino, effettuata confrontando gli andamenti tra il periodo immediatamente precedente la messa in funzione dell'impianto e i dati più recenti, ha mostrato, specialmente nel I Seno, un "incremento" di salinità di circa 0.8 g/Kg (psu) in superficie e di 0.3 g/kg (psu) sul fondo. I maggiori incrementi nel complesso riguardano le acque del I Seno (in superficie) e quelle del II Seno (sul fondo). Questi incrementi sarebbero legati a un richiamo di acque a maggiore salinità dal Mar Grande. Queste acque più dense, si stratificano sul fondo del I Seno, entrando poi anche nel II Seno.

Le simulazioni idrodinamiche tridimensionali di un anno realistico (2013), condotte con modelli matematici considerando sia la presenza che l'assenza delle prese a mare, hanno evidenziato variazioni medie sulle velocità di corrente non particolarmente intense da un punto di vista idrodinamico. La velocità di corrente in entrata nel bacino del Mar Piccolo risulta mediamente aumentata dalla presenza delle prese di circa 5 cm/s; queste variazioni sono confinate, in particolare, all'area antistante le prese a mare e ai canali di ingresso Porta Napoli e Navigabile. Da questo risulta che le direzioni prevalenti della circolazione generale non vengono modificate in modo significativo, mentre la conseguenza diretta del maggior richiamo d'acqua marina dal Golfo è un aumento medio annuo di salinità di circa 0.5 psu nel I e II Seno. Tale variazione di salinità, calcolata dal modello, è risultata coerente con l'analisi storica dei dati relativa a tale parametro.

Per quel che riguarda la temperatura delle acque del Mar Piccolo, le variazioni osservate, con l'ausilio dei modelli matematici, sono risultate dell'ordine di 1 °C in aumento o in diminuzione a seconda della stagione considerata. L'acqua, richiamata dal Golfo per effetto delle prese a mare, provenendo da aree marine a profondità maggiore mantiene, a causa della elevata capacità termica, una temperatura più fredda in estate e più calda in inverno rispetto alle acque del Mar Piccolo che, soprattutto in superficie, si riscaldano o si raffreddano più velocemente. Si può ipotizzare, pertanto, un'azione "termoregolatrice" dell'acqua richiamata dal Golfo, sia in estate che in inverno. In estate si nota quindi dal modello una diminuzione della temperatura media del Mar Piccolo di circa 1 °C, mentre in inverno si osserva un aumento di temperatura della stessa entità.

Dalle simulazioni modellistiche annuali, la variabile maggiormente influenzata dalla presenza delle prese ILVA è risultata il "tempo di rinnovo" delle acque del bacino. In particolare, le simulazioni hanno evidenziato che il richiamo di acque dal Golfo favorisce il ricambio medio delle acque del Mar Piccolo diminuendo il tempo di ricambio da 3 a 4 giorni per il I Seno e fino a 8 per il II Seno. Inoltre, poiché l'acqua richiamata risulta più salata, quindi più densa rispetto all'acqua del bacino, il ricambio avviene con più rapidità sul fondo rispetto alla superficie. Questo effetto favorisce l'ossigenazione contrastando l'accumulo sul fondo di composti tossici (es. idrogeno solforato) che si originano per processi degradativi di materia organica in assenza di una sufficiente concentrazione di ossigeno nelle acque.

Per quanto riguarda, infatti, l'ossigeno disciolto, la tendenza all'incremento osservata nelle acque soprattutto nel II Seno, attraverso l'analisi storica dei dati, potrebbe essere determinata sia dalla progressiva chiusura, nel corso degli anni, di alcuni scarichi civili ed industriali affluenti in Mar Piccolo e quindi dalla minore richiesta di ossigeno per i processi di degradazione della sostanza organica, sia dall'effetto del maggiore ricambio delle acque. E' anche da sottolineare come fattori stagionali, quali la temperatura e la concentrazione di

fitoplancton, sono importanti fattori nelle variazioni di questo parametro. Un aumento della temperatura diminuisce, infatti, la solubilità dell'ossigeno atmosferico in acqua di mare, mentre l'incremento del fitoplancton, in relazione alla fotosintesi clorofilliana, porta ad un aumento del contenuto di ossigeno disciolto. Considerando che negli ultimi anni si è osservato un decremento del contenuto in clorofilla nelle acque (e quindi in fitoplancton), l'aumento dell'ossigeno disciolto potrebbe essere correlato oltre che a un minor carico organico del bacino anche a una maggiore movimentazione delle acque.

E' da sottolineare comunque che l'effetto di maggior richiamo in Mar Piccolo di acque del Mar Grande è stato valutato considerando solo le differenze di salinità e temperatura tra i due bacini e non l'eventuale effetto dell'ingresso di acque "potenzialmente contaminate"; questo aspetto potrebbe essere oggetto di uno studio successivo più approfondito. Ciò dimostra come complesso sia l'ecosistema Mar Piccolo, alla cui "definizione" concorrono fattori diversi, spesso contrastanti. Ad esempio, con una conoscenza dettagliata (ove possibile) delle forzanti quali portate e carichi organici e di nutrienti degli scarichi immessi nel bacino, concentrazione di BOD, composti dell'azoto, del fosforo e del silicio nelle acque, etc., la modellistica potrebbe fornire un "modello di qualità delle acque", utile anche a valutare con maggiore dettaglio la dinamica di alcuni parametri quali l'ossigeno disciolto e il ciclo del fitoplancton.

Per quanto riguarda la clorofilla *a*, scelta come misura del materiale particellare fitoplanctonico, nonostante l'esiguo numero di dati a disposizione in letteratura, tutti posteriori al 1960, è stato possibile evidenziare un decremento nel tempo della concentrazione di tale parametro sia nel I che nel II Seno a partire dal 1984 al 2014. Ciò potrebbe essere legato anche alla progressiva chiusura di alcuni scarichi (scarico quartiere Paolo VI, centrale TALAT, etc.) e/o al miglioramento del ciclo di depurazione dei reflui urbani, che ha determinato una riduzione del carico organico e di nutrienti immessi nel bacino e di conseguenza una riduzione della concentrazione di fitoplancton nelle acque. La sottrazione di acqua dal Mar Piccolo attraverso le prese a mare certamente induce una "diminuzione" di fitoplancton nel bacino; considerando il richiamo di acque dal Mar Grande questa perdita è rimpiazzata, anche se le acque del Mar Grande hanno una concentrazione di clorofilla leggermente più bassa. Certamente queste valutazioni potrebbero essere meglio approfondite con indagini di durata almeno annuale, tese a descrivere il ciclo annuale "specie-specifico" del fitoplancton nei bacini di Mar Piccolo e Mar Grande, avanzando anche considerazioni su possibili riflessi per la mitilicoltura locale che rappresenta un settore importante per l'economia tarantina.

Le simulazioni relative ai processi di erosione al fondo, che si possono verificare in Mar Piccolo per effetto della presenza delle prese a mare dell'ILVA, sono state eseguite facendo riferimento dapprima allo stato attuale e successivamente ipotizzando l'assenza sia delle prese a mare dell'ILVA nel I Seno del Mar Piccolo, sia degli scarichi ILVA, localizzati all'esterno del Mar Grande.

Oltre alla simulazione annuale realistica, riferita all'anno 2013, si è inteso anche valutare la circolazione e l'erosione su intervalli di tempo più limitati e per effetto di forzanti volutamente accentuate. Pertanto si sono effettuate due simulazioni di breve periodo, rappresentative di possibili condizioni stagionali (invernale ed estiva). Anche queste sono state condotte valutando sia la presenza delle prese a mare e scarichi dell'ILVA, sia la loro assenza.

In dettaglio, il modello utilizzato ha adoperato come forzanti il campo di moto ondoso e il campo delle correnti al fondo ed ha considerato un fondale limoso mediamente consolidato, sulla base di dati di studi pregressi.

Si rimarca che i risultati di queste valutazioni, di seguito sintetizzate, sono stati ottenuti con riferimento alle sole simulazioni effettuate, ancorché ritenute significative, e sulla base delle forzanti di input imposte, derivate dai database di My Ocean (European Commission) e dell'Osservatorio Meteorologico e Geofisico di Taranto o forniti direttamente dalla stessa ILVA. In presenza delle prese a mare e degli scarichi, in tutte le simulazioni eseguite

(annuale, invernale ed estiva), le aree in cui si nota una maggiore erosione sono localizzate principalmente nel Canale Navigabile e nel Canale Porta Napoli. L'area in prossimità delle prese a mare dell'ILVA è soggetta ad un'analogia azione erosiva nel caso della simulazione annuale, mentre nelle simulazioni stagionali tale erosione risulta più limitata.

Nelle simulazioni condotte ipotizzando assenza delle prese a mare e degli scarichi dell'ILVA, in tutte le prove numeriche eseguite, le mappe dell'erosione massima ottenute in output mostrano una zona di erosione significativa soltanto nel Canale Navigabile e nel Canale Porta Napoli.

Alla luce delle considerazioni su esposte ed effettuando un confronto tra i risultati ottenuti, simulando la situazione reale, e quelli ottenuti in assenza delle prese a mare dell'ILVA, si evince un'influenza delle prese stesse sui processi erosivi. Tuttavia quest'azione di erosione, nell'ambito delle simulazioni condotte e dei dati forniti dall'ILVA o ottenuti come sopra esposto, risulta circoscritta alla sola area prossima alla presa, senza influenzare in modo significativo, per quanto attiene ai soli processi idrodinamici, la restante parte del bacino.

E' da sottolineare, infine, che tutte le simulazioni modellistiche sia per il calcolo del regime correntometrico che della salinità, dei tempi di ricambio ed erosione al fondo sono state effettuate considerando il dato di portata massima delle prese a mare ILVA, al fine di valutare l'impatto potenziale massimo sul sistema ed avere pertanto una valutazione conservativa.

E' da mettere in risalto che le varie considerazioni conclusive qui riportate si riferiscono ai soli aspetti idrodinamici e meccanici. Ai fini dell'influenza che tali risultati potrebbero avere in generale sui aspetti ecologici e produttivi del bacino del Mar Piccolo, sarebbe auspicabile un ulteriore e diverso studio.

Dott. Nicola Cardellicchio



Prof. Michele Mossa



Dott.ssa Francesca De Pascalis



Allegato 1: RELAZIONE TECNICA IMPIANTO ILVA

ASSETTO ORGANIZZATIVO AREA DTA

SISTEMA ACQUA DI MARE

L'acqua di mare, assume in Stabilimento, due funzioni essenziali:

- Costituisce il "Punto Freddo" per il Ciclo Termico delle Centrali Elettriche, consentendone il funzionamento ed il raggiungimento dei dovuti rendimenti
- Permette la marcia, a regime, di parti d' Impianto, che richiedono continuo raffreddamento.

In entrambi i casi, l'acqua di mare, è il veicolo tramite il quale quantità di calore, più o meno grandi, e a temperature iniziali diverse, vengono asportate e rimesse all'esterno.

1) ADDUZIONE

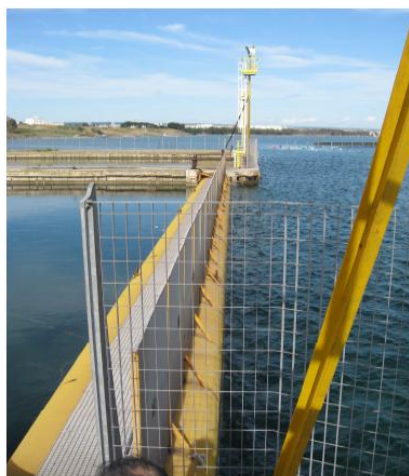
Alle Opere di Presa a Mare, captata in battigia nel 1° seno di Mar Piccolo, l'acqua di mare è convogliata all'interno dello Stabilimento, mediante quattro gallerie, a due a due derivate da due canali di adduzione protesi in mare.

L' acqua marina presenta, tuttavia, l'inconveniente di un notevole carico biologico (fouling) e la presenza di grandi quantità di materiali in galleggiamento, pertanto, prima dell' imbocco nelle gallerie, è assoggettata a filtrazione e a trattamento chimico.

Il Sistema di Filtraggio dell'Acqua di Mare si compone dei seguenti Impianti:

- BARRIERE GALLEGGIANTI – costituite da due tubi affiancati e saldati fra loro, chiusi all'estremità e ancorati ai pontili.

Situati all'estremità dei Canali di adduzione, hanno il compito di impedire il passaggio dei corpi in galleggiamento e in semigalleggiamento.





ASSETTO ORGANIZZATIVO AREA DTA

- GRIGLIE DI IMBOCCO – costituite da pannelli di griglia sfilabili formate da barre saldate ad un telaio, sul quale opera un pettine sistemato su di un Carro Sgrigliatore Mobile che si muove trasversalmente alle Griglie stesse.
I detriti recuperati dal pettine vengono riversati in una canaletta di evacuazione.



- CESTONI – formati da pannelli a maglia quadra di struttura poliestrusi PRFV, sorretti da telai di griglie metalliche sfilabili.

- GRIGLIE ROTANTI – costituiti da una serie di pannelli in rete di maglia quadrata e filo. Sono monoblocco, montati su due catene di trascinamento, sono del tipo autopulente a flusso diretto, hanno il compito di perfezionare il filtraggio dell'acqua di mare prima dell'ingresso in Galleria.





ASSETTO ORGANIZZATIVO AREA DTA



- GRIGLIONI ANTIUOMO – costituiti da pannelli ottenuti riunendo fra loro le barre mediante distanziatori tubolari e tiranti. Sono situati all’imbocco delle gallerie, hanno il compito di ostacolare eventuali “corpi” in galleggiamento presenti nella vasca di calma

2) TRATTAMENTO

Per la neutralizzazione degli organismi vivi che penetrano, allo stato larvale nel Ns Sistema Industriale, l’ acqua di mare è sottoposta a trattamento chimico con Biossido di Cloro.

La produzione del Biossido di Cloro (ClO_2), sotto forma di soluzione acquosa, viene realizzata da due impianti avente diversa tecnologia, il primo utilizza Clorito di Sodio (in concentrazione del 31%) e Acido Cloridrico (in concentrazione del 33%), il secondo utilizza Acido Solforico (in concentrazione del 78%) e PURATE[®] (miscela in concentrazione del 40% di Clorato di Sodio e 8% Acqua Ossigenata).





ASSETTO ORGANIZZATIVO AREA DTA



L'Impianto di produzione del Biossido di Cloro è costituito da:

- N. 11 - Generatori di Biossido di Cloro T70 g 4000 – Severn Trent
- N. 2 - Serbatoi di stoccaggio da 20.000 litri cadauno di Clorito di Sodio
- N. 2 - Serbatoi di stoccaggio da 20.000 litri cadauno di Acido Cloridrico
- N. 2 - Serbatoi di stoccaggio da 25.000 litri cadauno di acqua potabile

- N. 1 - Generatore di Biossido di Cloro AXONOBEL
- N. 2 - Serbatoi di stoccaggio da 20.000 litri cadauno di Acido Solforico
- N. 2 - Serbatoi di stoccaggio da 20.000 litri cadauno di PURATE®

- N. 4 - Linee di distribuzione



La “Clorina” prodotta, è immessa in acqua mediante tubazioni rigide munite di diffusore, ad una quota di – 3 mt dal pelo dell’acqua, direttamente nei canali di adduzione, a monte del sistema di filtrazione e prima dell’ inizio delle Gallerie che trasferiscono l’ acqua di mare dalle Opere di Presa alle Stazioni di Pompaggio in Stabilimento.

Allegato 2: TABELLE RELATIVE AI DATI STORICI DI SALINITÀ, OSSIGENO DISCIOLTO, TEMPERATURA E CLOROFILLA

Tabella 1: Valori di salinità (g/Kg) rilevati da Cerruti nel 1921 nella stazione MP (X= media; D.STD. = deviazione standard)

MAR PICCOLO DI TARANTO I SENO			
DATA	PROFONDITA'		
	0 m	5 m	10 m
18-feb	36.53	36.56	37.52
18-mar	35.59	38.08	38.19
30-mar	35.82	35.79	37.61
24-mag	35.44	36.33	37.97
28-giu	35.66	36.2	37.63
21-lug	34.97	35.73	36.83
12-ago	35.28	36.15	38.06
2-set	35.7	35.97	36.38
15-set	35.84	35.93	37.52
1-ott	36.04	36.13	37.38
17-ott	36.27	36.62	37.81
30-nov	36.08	36.08	37.14
X	35.77	36.30	37.50
D. STD.	0.43	0.62	0.52

Tabella 2: Valori di salinità (g/Kg) rilevati da Cerruti nel 1922 nella stazione MP (X= media; D.STD. = deviazione standard)

MAR PICCOLO DI TARANTO I SENO			
DATA	PROFONDITA'		
	0 m	5 m	10 m
28-lug	35.91	36.24	37.69
3-ago	36.61	36.17	37.57
10-ago	35.66	36.22	37.65
28-ago	35.93	36.47	38.22
7-set	35.19	35.62	37.52
21-set	35.37	36.2	37.21
24-ott	36.13	36.36	37.23
17-nov	36.06	36.15	37.27
27-nov	36.15	36.26	37.32
22-dic	35.62	35.81	36.69
X	35.86	36.15	37.44
D. STD.	0.42	0.25	0.40

Tabella 3: Valori di salinità (g/Kg) rilevati da Cerruti negli anni 1931-32 (X= media; D.STD. = deviazione standard) nella stazione Mp

MAR PICCOLO DI TARANTO I SENO						
SALINITA' (g/Kg) - CERRUTI 1932						
DATA	Sup (0 m)	Mez (5 m)	Fon (12.5m)	X	D.STD.	
29-dic '31	35.01	35.86	37.01	35.96	1.00	
X	35.01	35.86	37.01	35.96	1.00	
07-gen '32	34.81	35.01	36.85	35.56	1.12	
16-gen	34.25	34.70	36.95	35.30	1.45	
X	34.53	34.86	36.90	35.43	1.28	
01-feb	34.65	35.07	37.50	35.74	1.54	
20-feb	34.69	34.92	37.63	35.75	1.64	
24-feb	34.88	35.19	37.32	35.80	1.33	
X	34.74	35.06	37.48	35.76	1.50	
10-mar	32.07	33.58	36.67	*	34.11	2.34
X	32.07	33.58	36.67		34.11	2.34
05-apr	34.60	34.72	37.36	*	35.56	1.56
16-apr	34.72	35.07	37.86		35.88	1.72
X	34.66	34.90	37.61		35.72	1.64
16-mag	35.34	35.62	37.99		36.32	1.46
X	35.34	35.62	37.99		36.32	1.46
15-giu	35.55	35.59	37.75		36.30	1.26
29-giu	35.48	35.88	37.34		36.23	0.98
X	35.52	35.74	37.55		36.27	1.11
13-lug	35.26	35.61	37.81		36.23	1.38
18-lug	35.41	35.90	38.06	*	36.46	1.41
X	35.34	35.76	37.94		36.34	1.40
20-ago	36.55	36.55	37.52		36.87	0.56
X	36.55	36.55	37.52		36.87	0.56
15-set	35.97	35.93	37.84		36.58	1.09
28-set	35.82	36.09	37.97		36.63	1.17
X	35.90	36.01	37.91		36.60	1.13
13-ott	35.70	36.06	37.72		36.49	1.08
21-ott	36.71	36.67	37.75		37.04	0.61
X	36.21	36.37	37.74		36.77	0.84
14-nov	35.84	35.84	37.07		36.25	0.71
25-nov	34.69	35.43	37.36		35.83	1.38
X	35.27	35.64	37.22		36.04	1.04
15-dic	34.61	35.37	37.84		35.94	1.69
28-dic '32	34.83	35.05	37.52		35.80	1.49
X	34.72	35.21	37.68		35.87	1.59

* campione prelevato a 10 m di profondità; non è stato possibile raccogliere il campione sul fondo per guasto all'idroforo

Tabella 4: Valori di salinità (g/Kg) rilevati da Cerruti nell'anno 1933 (X= media; D.STD. = deviazione standard) nella stazione MP

MAR PICCOLO DI TARANTO I SENO						
SALINITA' (g/Kg) - CERRUTI 1933						
DATA	Sup (0 m)	Mez (5 m)	Fon (12.5m)		X	D.STD.
04-gen	35.03	35.59	37.75	*	36.12	1.44
18-gen	34.54	35.25	37.34		35.71	1.46
27-gen	35.01	35.14	37.21		35.79	1.23
X	34.86	35.33	37.43		35.87	1.38
06-feb	34.23	35.08	37.38		35.56	1.63
23-feb	35.10	35.14	37.30		35.85	1.26
X	34.67	35.11	37.34		35.71	1.44
01-mar	34.92	34.99	36.76		35.56	1.04
16-mar	34.97	35.66	37.56	*	36.06	1.34
X	34.95	35.33	37.16		36.06	1.19
06-apr	35.03	35.88	37.95	*	36.29	1.50
29-apr	35.66	35.90	37.92		36.49	1.24
X	35.35	35.89	37.94		36.39	1.37
09-mag	35.50	35.66	37.92		36.36	1.35
23-mag	35.81	35.90	37.90		36.54	1.18
X	35.81	35.90	37.90		36.54	1.27
07-giu	35.41	35.68	37.88		36.32	1.35
30-giu	35.12	35.82	37.70		36.21	1.33
X	35.27	35.75	37.79		36.27	1.34
13-lug	35.48	35.99	37.95		36.47	1.30
X	35.48	35.99	37.95		36.47	1.32
07-ago	36.31	36.26	37.83		36.80	0.89
19-ago	35.28	36.15	38.15		36.53	1.47
X	35.28	36.15	38.15		36.53	1.18
21-set	36.09	37.05	37.75		36.96	0.83
X	36.09	37.05	37.75		36.96	0.83
09-ott	35.61	35.99	38.06		36.55	1.32
X	35.61	35.99	38.06		36.55	1.32
08-nov	35.70	35.71	37.92		36.44	1.28
X	35.70	35.71	37.92		36.44	1.28
06-dic	35.19	35.37	37.03		35.86	1.01
22-dic	35.08	35.50	37.16		35.91	1.10
X	35.14	35.44	37.10		35.89	1.06

* campione prelevato a 10 m di profondità, non è stato possibile raccogliere il campione sul fondo per guasto all'idroforo.

Tabella 5: Valori di salinità (g/Kg) rilevati da Cerruti nell'anno 1934 (X= media; D.STD. = deviazione standard) nella stazione MP

MAR PICCOLO DI TARANTO I SENO						
SALINITA' (g/Kg) - CERRUTI 1934						
DATA	Sup (0 m)	Mez (5 m)	Fon (12.5m)	X	D.STD.	
05-gen '34	33.57	34.67	37.10	35.11	1.81	
20-gen	34.4	34.85	37.32	35.52	1.57	
X	33.99	34.76	37.21	35.32	1.69	
17-feb	33.93	34.74	36.82	35.16	1.49	
X	33.93	34.74	36.82	35.16	1.49	
21-mar	35.01	35.03	37.03	35.69	1.16	
X	35.01	35.03	37.03	35.69	1.16	
19-apr	34.61	35.16	37.94	35.90	1.79	
30-apr	35.17	35.62	37.84	36.21	1.43	
X	34.89	35.39	37.89	36.06	1.61	
29-mag	35.10	36.20	37.54	*	36.28	1.22
X	35.10	36.20	37.54	36.28	1.22	
11-lug	34.97	34.96	36.83	35.59	1.08	
25-lug	34.07	35.12	37.07	35.42	1.52	
X	34.07	35.12	37.07	35.50	1.30	
04-ago	34.31	35.01	37.07	35.46	1.43	
13-ago	36.73	37.16	37.39	*	37.09	0.34
13-ago	34.43	35.35	37.01	35.60	1.31	
27-ago	35.14	35.66	37.50	36.10	1.24	
X	35.15	35.80	37.24	36.06	1.08	
13-set	35.12	35.84	37.43	36.13	1.18	
X	35.12	35.84	37.43	36.13	1.18	
05-ott	34.74	34.99	37.68	35.80	1.63	
20-ott	35.12	35.41	37.21	35.91	1.13	
X	34.93	35.20	37.45	35.86	1.38	
06-nov	34.72	35.05	37.14	35.64	1.31	
28-nov	34.87	35.21	37.48	35.85	1.42	
X	34.80	35.13	37.31	35.75	1.37	
05-dic	34.70	34.76	37.21	35.56	1.43	
20-dic	34.18	34.79	37.12	35.36	1.55	
29-dic	34.56	34.74	37.32	35.54	1.54	
X	34.48	34.76	37.22	35.49	1.51	
10-gen '35	34.83	35.10	37.01	35.65	1.19	
X	34.83	35.10	37.01	35.65	1.19	

* campione prelevato a 10 m di profondità, non è stato possibile raccogliere il campione sul fondo per guasto all'idroforo.

Tabella 6: Valori di ossigeno disciolto (mg/L) rilevati da Cerruti nell'anno 1932 (X= media; D.STD. = deviazione standard) nella stazione MP

MAR PICCOLO DI TARANTO I SENO					
OSSIGENO (mg/L) - CERRUTI 1932					
DATA	Sup (0 m)	Mez (5 m)	Fon (12.5m)	X	D.STD.
29-dic '31					
X					
07-gen '32					
16-gen					
X					
01-feb	8.99	9.46	8.99	9.15	0.27
20-feb	8.70	8.72	8.83	8.75	0.07
24-feb	9.40	9.06	8.83	9.10	0.29
X	9.03	9.08	8.88	9.00	0.21
10-mar	9.07	8.99	8.34	*	8.80
X	9.07	8.99	8.34		8.80
05-apr	8.10	8.58	8.46	*	8.38
16-apr					
X	8.10	8.58	8.46		8.38
16-mag	7.77	8.18	7.12		7.69
X	7.77	8.18	7.12		7.69
15-giu	8.14	7.44	6.54		7.37
29-giu					
X	8.14	7.44	6.54		7.37
13-lug	8.83	8.75	3.22		6.93
18-lug	7.20	8.30	6.62	**	7.37
X	8.02	8.53	4.92		7.15
20-ago	6.45	6.37	5.08		5.97
X	6.45	6.37	5.08		5.97
15-set	6.78	6.90	4.40		6.03
28-set	7.58	7.18	5.24		6.67
X	7.18	7.04	4.82		6.35
13-ott	5.65	5.36	4.59		5.20
21-ott	6.17	5.97	5.48		5.87
X	5.91	5.67	5.04		5.54
14-nov	5.89	6.21	6.17		6.09
25-nov	7.78	7.58	6.21		7.19
X	6.84	6.90	6.19		6.64
15-dic	7.43	6.71	6.53		6.89
28-dic '32					
X	7.43	6.71	6.53		6.89

* campione prelevato a 10 m di profondità, non è stato possibile raccogliere il campione sul fondo per guasto all'idroforo.

** camp.prelevato a 11,5 m di profondità

Tabella 7: Valori di ossigeno disciolto (mg/L) rilevati da Cerruti nell'anno 1933 (X= media; D.STD. = deviazione standard) nella stazione MP

MAR PICCOLO DI TARANTO I SENO						
OSSIGENO (mg/L) - CERRUTI 1933						
DATA	SUP (0 m)	MEZ (5 m)	FON (12.5m)		X	D.STD.
04-gen		7.92	6.05	*	6.99	1.32
18-gen	7.62	8.26	7.58		7.82	0.38
27-gen	8.18	8.34	7.74		8.09	0.31
X	7.90	8.17	7.12		7.63	0.67
06-feb	9.11	8.74	8.42		8.76	0.35
23-feb	8.09	8.16	7.53		7.93	0.35
X	8.60	8.45	7.98		8.34	0.35
01-mar	8.63	8.67	8.34		8.55	0.18
16-mar	8.76	8.91	8.48	*	8.72	0.22
X	8.70	8.79	8.41		8.63	0.20
06-apr						
29-apr	8.40	8.52	7.80		8.24	0.39
X	8.40	8.52	7.80		8.24	0.39
09-mag	8.28	8.20	8.20		8.23	0.05
23-mag	8.20	8.28	8.16		8.21	0.06
X	8.20	8.28	8.16		8.22	0.06
07-giu	8.48	8.36	8.04		8.29	0.23
30-giu	8.93	9.01	7.72	*	8.55	0.72
X	8.71	8.69	7.88		8.42	0.47
13-lug	7.92	8.28	8.56		8.25	0.32
X	7.92	8.28	8.56		8.34	0.32
07-ago	7.07	7.24	4.90		6.40	1.30
19-ago	7.40	7.48	3.88		6.25	2.06
X	7.40	7.48	3.88		6.33	2.06
21-set	7.35	7.68	7.03		7.35	0.33
X	7.35	7.68	7.03		6.84	0.33
09-ott	7.65	7.73	4.45		6.61	1.87
X	7.65	7.73	4.45		6.61	1.87
08-nov	6.96	7.04	5.18		6.39	1.05
X	6.96	7.04	5.18		6.39	1.05
06-dic	7.53	7.73	6.60		7.29	0.60
22-dic	7.85	7.61	6.84		7.43	0.53
X	7.69	7.67	6.72		7.36	0.55

* campione prelevato a 10 m di profondità, non è stato possibile raccogliere il campione sul fondo per guasto all'idroforo.

Tabella 8: Valori di ossigeno disciolto (mg/L) rilevati da Cerruti nell'anno 1934 (X= media; D.STD = deviazione standard) nella stazione MP

MAR PICCOLO DI TARANTO I SENO						
OSSIGENO (mg/L) - CERRUTI 1934						
DATA	Sup (0 m)	Mez (5 m)	Fon (12.5m)	X	D.STD.	
05-gen '34	8.9	8.93	7.56	8.46	0.78	
20-gen	8.94	8.54	8.26	8.58	0.34	
X	8.92	8.74	7.91	8.52	0.56	
17-feb	8.55	8.94	8.26	8.58	0.34	
X	8.55	8.94	8.26	8.58	0.34	
21-mar	8.46	8.62	7.42	8.17	0.65	
X	8.46	8.62	7.42	8.17	0.65	
19-apr	8.82	9.48	7.38	8.56	1.07	
30-apr	8.19	8.42	8.10	8.24	0.17	
X	8.51	8.95	7.74	8.40	0.62	
29-mag	7.77			7.77		
X	7.77			7.77		
11-lug	7.24	7.52	4.74	6.50	1.53	
25-lug	7.46	7.22	4.12	6.27	1.86	
X	7.46	7.22	4.12	6.38	1.70	
04-ago	7.74	7.52	4.48	6.58	1.82	
13-ago	6.96	6.96	6.90	*	6.94	0.03
13-ago	7.30	7.64	3.42	6.12	2.34	
27-ago	7.40	7.48	5.74	6.87	0.98	
X	7.35	7.40	5.14	6.63	1.30	
13-set	7.26	7.30	2.89	5.82	2.53	
X	7.26	7.30	2.89	5.82	2.53	
05-ott	7.34	7.46	3.57	6.12	2.21	
20-ott	6.60	6.76	6.04	*	6.47	0.38
X	6.97	7.11	4.81	6.30	1.29	
06-nov	7.24	7.36	5.16	6.59	1.24	
28-nov	7.66	7.64	6.70	7.33	0.55	
X	7.45	7.50	5.93	6.96	0.89	
05-dic	8.02	8.28	6.94	7.75	0.71	
20-dic	7.79	8.08	7.00	7.62	0.56	
29-dic	8.13	8.01	7.44	7.86	0.37	
X	7.98	8.12	7.13	7.74	0.55	
10-gen '35	8.66	8.52	7.82	8.33	0.45	
X	8.66	8.52	7.82	8.33	0.45	

* campione prelevato a 10 m di profondità, non è stato possibile raccogliere il campione sul fondo per guasto all'idroforo.

Tabella 9: Valori di temperatura (°C) rilevati da Cerruti nell'anno 1932 (X= media; D.STD. = deviazione standard) nella stazione MP

MAR PICCOLO DI TARANTO I SENO					
TEMPERATURA (°C) - CERRUTI 1932					
DATA	Sup (0 m)	Mez (5 m)	Fon (12.5m)	X	D.STD.
29-dic '31	10.53	11.20	12.48	11.40	0.99
X	10.53	11.20	12.48	11.40	0.99
07-gen '32	10.42	10.27	12.07	10.92	1.00
16-gen	9.90	10.72	12.95	11.19	1.58
X	10.16	10.50	12.51	11.06	1.29
01-feb	10.41	11.71	12.42	11.51	1.02
20-feb	9.37	10.05	12.50	10.64	1.65
24-feb	8.90	9.60	10.64	9.71	0.88
X	9.14	9.83	11.57	10.18	1.26
10-mar	14.12	13.88	12.96	13.65	0.61
X	14.12	13.88	12.96	13.65	0.61
05-apr	13.55	13.75	14.15	13.82	0.31
16-apr	18.12	16.83	15.09	16.68	1.52
X	15.84	15.29	14.62	15.25	0.91
16-mag	21.98	20.23	17.98	20.06	2.01
X	21.98	20.23	17.98	20.06	2.01
15-giu	28.95	24.73	21.64	25.11	3.67
29-giu	23.04	22.86	19.57	21.82	1.95
X	26.00	23.80	20.61	23.47	2.81
13-lug	28.95	24.73	21.64	25.11	3.67
18-lug	25.92	25.57	22.47	24.65	1.90
X	27.44	25.15	22.06	24.88	2.78
20-ago	25.37	24.70	24.43	24.83	0.48
X	25.37	24.70	24.43	24.83	0.48
15-set	26.42	26.47	25.75	26.21	0.40
28-set	26.29	26.05	25.45	25.93	0.43
X	26.36	26.26	25.60	26.07	0.42
13-ott	24.18	24.55	25.12	24.62	0.47
21-ott	22.52	22.52	24.00	23.01	0.85
X	23.35	23.54	24.56	23.82	0.66
14-nov	17.35	17.40	18.49	17.75	0.64
25-nov	15.68	15.90	17.00	16.19	0.71
X	16.52	16.65	17.75	16.97	0.68
15-dic	15.90	16.73	16.89	16.51	0.53
28-dic '32	13.52	14.52	15.75	14.60	1.12
X	14.71	15.63	16.32	15.55	0.82

Tabella 10: Valori di temperatura (°C) rilevati da Cerruti nell'anno 1933 (X= media; D.STD. = deviazione standard) nella stazione MP

MAR PICCOLO DI TARANTO I SENO					
TEMPERATURA (°C) - CERRUTI 1933					
DATA	SUP (0 m)	MEZ (5 m)	FON (12.5m)	X	D.STD.
04-gen	13.65	15.00	15.61	14.75	1.00
18-gen	12.18	12.48	13.75	12.80	0.83
27-gen	10.94	10.85	12.70	11.50	1.04
X	12.26	12.78	14.02	13.02	0.91
06-feb	12.08	12.80	13.50	12.79	0.71
23-feb	11.90	12.08	13.28	12.42	0.75
X	11.99	12.44	13.39	12.61	0.73
01-mar	11.72	11.56	12.65	11.98	0.59
16-mar	12.81	13.22	13.69	13.24	0.44
X	12.27	12.39	13.17	12.61	0.51
06-apr	14.61	14.35	14.20	14.39	0.21
29-apr	16.40	15.70	14.83	15.64	0.79
X	15.51	15.03	14.52	15.02	0.50
09-mag	18.82	18.54	16.12	17.83	1.48
23-mag	18.44	18.02	15.91	17.46	1.36
X	18.63	18.28	16.02	17.64	1.42
07-giu	20.23	19.26	17.20	18.90	1.55
30-giu	23.57	23.54	20.84	22.65	1.57
X	21.90	21.40	19.02	20.77	1.56
13-lug	24.98	22.52	20.07	22.52	2.46
X	23.44	21.96	19.55	22.52	2.46
07-ago	23.46	23.17	22.75	23.13	0.36
19-ago	26.12	25.39	23.57	25.03	1.31
X	24.79	24.28	23.16	24.08	0.84
21-set	22.72	22.37	22.23	22.44	0.25
X	23.76	23.33	22.70	22.44	0.25
09-ott	22.95	23.15	22.76	22.95	0.20
X	23.35	23.24	22.73	22.95	0.20
08-nov	19.21	19.21	19.70	19.37	0.28
X	21.28	21.22	21.21	19.37	0.28
06-dic	14.53	14.69	16.00	15.07	0.81
22-dic	11.68	12.17	14.57	12.81	1.55
X	13.11	13.43	15.29	13.94	1.18

Tabella 11: Valori di temperatura (°C) rilevati da Cerruti nell'anno 1934 (X= media; D.STD. = deviazione standard) nella stazione MP

MAR PICCOLO DI TARANTO I SENO						
TEMPERATURA (°C) - CERRUTI 1934						
DATA	Sup (0 m)	Mez (5 m)	Fon (12.5m)	X	D.STD.	
05-gen '34	10.77	11.77	13.13	11.89	1.18	
20-gen	10.09	11.03	12.04	11.05	0.98	
X	10.43	11.40	12.59	11.47	1.08	
17-feb	7.69	9.71	10.91	9.44	1.63	
X	7.69	9.71	10.91	9.44	1.63	
21-mar	13.76	13.75	13.35	13.62	0.23	
X	13.76	13.75	13.35	13.62	0.23	
19-apr	18.09	17.08	14.34	16.50	1.94	
30-apr	19.41	18.79	17.15	18.45	1.17	
X	18.75	17.94	15.75	17.48	1.55	
29-mag	21.92	21.18	21.41	21.50	0.38	
X	21.92	21.18	21.41	21.50	0.38	
11-lug	25.30	24.09	22.20	23.86	1.56	
25-lug	26.69	25.92	22.72	25.11	2.11	
X	26.69	25.92	22.72	25.11	1.83	
04-ago	27.46	26.48	23.60	25.85	2.01	
13-ago	26.34	26.26	24.42	*	25.67	1.09
13-ago	26.46	26.72	24.90	26.03	0.98	
27-ago	26.18	25.81	22.81	24.93	1.85	
X	26.61	26.32	23.93	24.93	1.48	
13-set	24.22	24.10	22.63	23.65	0.89	
X	24.22	24.10	22.63	23.65	0.89	
05-ott	24.24	24.20	24.12	24.19	0.06	
20-ott	19.67	19.75	20.43	*	19.95	0.42
X	19.67	19.75	20.43	19.95	0.42	
06-nov	19.00	18.72	19.32	19.01	0.30	
28-nov	15.28	15.63	16.51	15.81	0.63	
X	17.14	17.18	17.92	19.01	0.44	
05-dic	13.90	13.90	15.74	14.51	1.06	
20-dic	13.83	13.50	15.27	14.20	0.94	
29-dic	12.63	12.81	15.10	13.51	1.38	
X	13.45	13.40	15.37	14.08	1.13	
10-gen '35	9.86	10.57	12.62	11.02	1.43	
X	9.86	10.57	12.62	11.02	1.43	

* campione prelevato a 10 m di profondità, non è stato possibile raccogliere il campione sul fondo per guasto all'idroforo.

Tabella 12: Valori di salinità (g/Kg) e temperatura (°C) rilevati da De Angelis & Della Valle nell'anno 1956 nella stazione III (X= media; D.STD. = deviazione standard)

MAR PICCOLO DI TARANTO		
I SENO		
data	S ‰	T °C
1956	sup	sup
13-gen	34.50	11.00
20-feb	34.60	8.80
21-mar	34.40	12.00
20-apr	34.25	15.60
27-mag	35.80	23.00
28-giu	35.50	23.00
23-lug	35.10	25.50
28-ago	35.00	26.60
25-set	35.80	26.60
16-ott	35.30	24.10
28-nov	34.70	18.60
22-dic	34.38	14.50
X	34.94	19.11
D. STD.	0.56	6.50

Tabella 13: Valori di salinità (g/Kg) e temperatura (°C) rilevati da De Angelis & Della Valle nell'anno 1957 nella stazione III (X= media; D.STD. = deviazione standard)

MAR PICCOLO DI TARANTO		
I SENO		
data	S ‰	T °C
1957	sup	sup
25-gen		
26-feb	34.50	10.00
25-mar	34.90	12.50
28-apr	34.70	15.60
26-mag	35.65	18.60
23-giu	35.55	22.80
28-lug	34.85	26.00
26-ago	35.30	26.20
25-set	35.20	25.80
29-ott	35.10	23.90
25-nov	35.20	17.50
24-dic	35.00	13.80
media	35.09	19.34
D. STD.	0.35	5.90

Tabella 14: Valori di salinità (g/Kg) e temperatura (°C) rilevati da De Angelis & Della Valle nell'anno 1958 nella stazione III (X= media; D.STD. = deviazione standard)

MAR PICCOLO DI TARANTO		
I SENO		
data	S ‰	T °C
1958	sup	sup
26-gen	34.70	10.60
26-feb	34.90	9.90
24-mar	35.10	11.90
26-apr	35.00	14.20
22-mag	35.60	21.30
26-giu	35.55	25.30
21-lug	35.00	26.50
21-ago	34.80	27.40
media	35.08	18.39
D. STD.	0.33	7.52

Tabella 15: Valori di salinità (g/Kg) rilevati da Vatova dal 1962 al 1969 nelle stazioni 3 (I Seno), 4 (II Seno) e 5 (I Seno) (X = media).

MAR PICCOLO DI TARANTO								
MESE	ANNO							
	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969
Staz. 3 (I SENO)								
GEN	36.02	36.83	36.11	35.28	35.97	35.69	36.55	35.83
FEB	36.12	35.90	35.86	35.83	35.95	36.11	36.50	36.15
MAR	36.22	36.34	35.84	36.39	36.31	36.53	36.72	36.11
APR	35.69	36.79	36.47	36.42	36.34	36.46	37.11	36.66
MAG	36.10	36.66	36.78	36.51	36.53	36.42	37.33	36.35
GIU	36.13	36.36	36.8	36.61	36.53	36.32	36.82	36.82
LUG	36.26	36.11	36.43	36.89	36.54	36.43	37.15	36.93
AGO	36.42	36.34	36.50	37.32	37.27	36.81	36.79	36.99
SET	36.67	36.64	37.03	37.06	36.75	36.81	37.22	36.77
OTT	36.74	35.99	35.92	37.22	36.33	36.92	37.25	
NOV	36.66	36.37	36.12	36.87	36.38	36.93	36.71	36.26
DIC	36.65	36.26	35.73		36.13	36.35	36.49	35.76
X	36.31	36.38	36.30	36.58	36.42	36.48	36.92	36.49
Staz. 5 (I SENO)								
GEN			35.67	33.31	35.94	34.97	36.09	35.38
FEB			34.8	35.03	35.24	34.58	35.43	35.65
MAR			34.63	35.55	35.67	36.05	35.79	35.40
APR			35.21	35.47	35.42	36.07	36.06	36.76
MAG			36.12	35.22	35.43	36.18	36.55	34.62
GIU		35.23	35.45	35.59	35.85	35.91	35.85	35.84
LUG		35.39	35.62	36.42	35.88	35.78	36.78	36.44
AGO		35.61	35.68	36.39	36.54		37.10	36.68
SET		35.79	36.44	36.28	36.13	35.87	37.73	
OTT		35.13	35.22	36.34	35.90	36.19	36.79	
NOV		35.31	35.9	36.67	35.68	36.84	36.57	
DIC		35.54	34.67		37.24	36.21	36.18	
X		35.43	35.45	35.66	35.91	35.88	36.41	35.85
Staz. 4 (II SENO)								
GEN	35.04	35.55	35.42	34.60	35.55	35.69	35.79	35.29
FEB	35.74	35.34	35.15	35.30	35.79	35.76	35.92	35.99
MAR	36.19	35.61	35.69	35.97	36.18	36.20	36.61	35.84
APR	35.46	36.42	36.35	36.28	36.42	36.38	37.15	36.23
MAG	35.89	36.51	36.66	36.37	36.44	36.59	37.11	36.27
GIU	36.52	36.31	36.71	36.72	36.75	36.44	36.79	36.78
LUG	36.58	36.34	36.14	37.02	36.85	36.60	37.04	37.00
AGO	36.67	36.31	36.54	37.08	36.94	36.77	36.88	36.86
SET	36.39	36.73	36.64	36.96	36.80	36.49	37.33	36.64
OTT	36.66	35.82	35.77	36.93	36.34	36.71	37.21	
NOV	36.55	35.80	35.95	36.06	36.03	36.38	36.63	36.42
DIC	36.09	35.93	35.06		37.14	36.04	36.20	35.45
X	36.15	36.06	36.01	36.30	36.44	36.34	36.72	36.25

Tabella 16: Valori di temperatura (°C) rilevati da Vatova dal 1962 al 1969 nelle stazioni 3 (I Seno), 4 (II Seno) e 5 (I Seno) (X = media)

MAR PICCOLO DI TARANTO								
MESE	ANNO							
	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969
Staz. 3 (I SENO)								
GEN	13.46	10.76	11.49	11.72	11.19	9.40	10.46	10.75
FEB	10.61	11.49	10.06	10.36	12.71	11.89	12.20	11.58
MAR	12.41	12.24	14.77	13.29	12.94	11.65	13.21	13.38
APR	14.69	16.61	16.72	15.66	16.75	14.60	17.53	14.57
MAG	17.66	20.14	18.04	20.66	20.07	20.11	19.97	19.55
GIU	20.4	21.79	23.92	21.86	23.79	21.64	23.74	22.26
LUG	23.59	26.46	24.78	26.22	25.52	24.41	23.19	22.59
AGO	25.59	27.18	25.88	24.15	25.16	27.20	24.93	24.94
SET	24.53	25.52	20.18	23.53	24.39	24.42	23.03	23.16
OTT	21.69	21.47	18.61	19.93	22.58	19.42	18.77	
NOV	18.20	17.33	13.62	15.79	16.26	16.67	17.16	18.77
DIC	12.92	13.88	13.49		11.44	13.31	13.31	12.12
X	17.98	18.74	17.63	18.47	18.57	17.89	18.13	17.61
Staz. 5 (I SENO)								
GEN			11.34	11.29	10.58	9.89	10.51	11.46
FEB			10.05	10.02	12.80	12.61	12.62	11.57
MAR			15.28	13.57	13.25	12.41	14.08	13.40
APR			17.90	16.45	17.69	14.73	18.28	15.20
MAG			19.29	21.59	21.08	21.39	20.68	21.22
GIU		23.74	24.49	22.94	24.77	22.18	24.39	23.01
LUG		26.86	24.68	26.77	25.77	24.01	24.12	22.44
AGO		27.41	24.46	24.01	25.56		25.22	25.04
SET		25.35	20.16	23.81	24.29	24.11	23.35	
OTT		21.27	18.67	18.73	22.29	20.80	18.82	
NOV		17.04	13.30	16.33	16.31	16.85	17.17	
DIC		13.59	13.80		11.85	13.14	13.55	
X		22.18	17.79	18.68	18.85	17.47	18.57	17.92
Staz. 4 (II SENO)								
GEN	12.37	8.49	9.65	11.44	9.35	9.23	7.82	9.50
FEB	9.71	10.68	12.33	9.77	12.78	10.70	11.36	11.38
MAR	12.12	11.37	14.62	13.34	12.77	11.19	12.76	13.32
APR	14.42	17.46	17.03	16.09	17.36	14.70	18.06	14.83
MAG	18.52	20.02	18.79	20.66	20.41	20.23	20.25	20.53
GIU	20.62	23.38	23.85	22.5	24.52	21.82	23.76	22.69
LUG	24.35	26.63	25.42	26.56	25.83	25.48	24.60	23.32
AGO	25.91	27.20	26.1	24.06	26.00	27.17	25.19	24.74
SET	24.02	25.58	20.01	23.52	24.21	24.31	23.06	23.28
OTT	21.59	21.51	18.26	18.77	22.39	20.57	17.74	
NOV	18.08	16.07	13.12	14.90	15.76	14.72	16.63	17.87
DIC	11.12	13.27	13.47		10.52	12.26	13.10	11.29
X	17.74	18.47	17.72	18.33	18.49	17.70	17.86	17.52

Tabella 17: Valori di ossigeno disciolto (mg/L) rilevati da Vatova dal 1962 al 1969 nelle stazioni 3 (I Seno), 4 (II Seno) e 5 (I Seno) (X = media)

MAR PICCOLO DI TARANTO								
MESE	ANNO							
	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969
Staz. 3 (I SENO)								
GEN	6.70	7.44	7.16	6.63	7.16	8.11	7.31	7.71
FEB	7.58	7.67	7.83	8.09	7.38	8.01	7.84	8.09
MAR	7.07	7.36	6.95	8.10	7.68	7.29	7.69	6.69
APR	6.85	6.59	7.16	7.99	6.78	6.82	7.18	6.94
MAG	6.16	6.95	6.65	6.65	6.73	6.81	6.03	6.24
GIU	6.50	5.92	5.49	6.14	5.61	6.11	5.18	6.06
LUG	5.48	5.04	5.42	5.72	4.98	5.75	5.29	5.54
AGO	3.55	4.98	4.76	5.64	4.61	4.61	4.95	4.15
SET	4.58	4.58	5.74	5.20	5.51	4.86	4.15	5.19
OTT	5.29	5.21	5.34	5.38	4.99	5.30	5.22	
NOV	6.30	6.04	6.26	5.86	6.60	5.87	5.46	5.37
DIC	7.18	6.24	6.87		6.65	6.23	6.29	6.57
X	6.10	6.17	6.30	6.49	6.22	6.31	6.05	6.23
Staz. 5 (I SENO)								
GEN			7.28	6.77	7.44	8.45	8.02	7.35
FEB			7.72	8.29	7.08	6.61	7.02	8.98
MAR			6.91	7.70	7.48	7.09	7.90	6.70
APR			7.54	7.56	6.15	6.51	7.37	7.95
MAG			7.47	7.40	7.54	7.11	6.94	6.25
GIU		6.25	6.14	6.74	6.13	6.60	6.62	6.01
LUG		5.41	5.73	4.79	6.24	7.29	5.73	5.70
AGO		6.28	5.22	5.24	4.00		4.42	4.92
SET		5.48	6.09	5.77	6.98	5.00	4.76	
OTT		5.52	5.68	6.12	5.53	5.52	5.78	
NOV		6.10	6.03	5.93	5.62	5.60	5.23	
DIC		6.42	6.37		6.73	5.72	5.62	
X		5.92	6.52	6.57	6.41	6.50	6.28	6.73
Staz. 4 (II SENO)								
GEN	7.38	8.91	7.86	6.69	7.64	7.61	8.51	8.54
FEB	8.08	8.57	7.76	7.84	7.57	7.39	8.49	7.68
MAR	7.18	8.09	6.74	7.29	7.52	7.61	7.30	5.52
APR	7.28	6.65	7.43	8.02	5.93	5.57	6.70	6.32
MAG	6.35	6.80	5.62	6.69	5.45	4.94	5.34	6.46
GIU	5.81	4.83	5.50	5.42	4.51	4.89	4.77	5.06
LUG	4.96	4.25	5.09	5.60	4.52	4.40	5.39	5.00
AGO	3.71	3.88	4.94	5.17	4.19	3.99	4.92	3.07
SET	3.79	3.52	5.49	4.77	3.91	5.74	4.18	4.27
OTT	4.43	4.04	5.28	5.43	4.93	5.02	5.55	
NOV	4.50	5.82	5.95	6.43	4.73	6.27	5.58	6.09
DIC	7.70	6.35	6.21		7.36	6.64	6.66	6.82
X	5.93	5.98	6.16	6.30	5.69	5.84	6.12	5.89

Tabella 18: Valori di ossigeno percentuale (%) rilevati da Vatova dal 1962 al 1969 nelle stazioni 3 (I Seno), 4 (II Seno) e 5 (I Seno) (X = media)

MAR PICCOLO DI TARANTO								
MESE	ANNO							
	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969
Staz. 3 (I SENO)								
GEN	93.60	96.48	94.25	87.18	93.28	99.64	93.62	98.94
FEB	97.13	100.82	98.40	102.53	100.81	106.88	105.98	106.88
MAR	95.94	99.43	100.83	113.13	105.97	97.01	107.50	93.40
APR	99.00	102.11	110.79	119.85	104.84	99.09	114.58	101.12
MAG	97.49	118.61	107.26	114.78	114.37	115.64	103.29	104.29
GIU	110.79	105.07	103.61	109.53	105.07	109.94	97.37	109.66
LUG	101.66	100.07	103.95	114.44	97.40	109.11	98.47	101.20
AGO	69.47	101.07	93.82	107.89	90.33	94.17	95.69	80.48
SET	87.51	89.71	98.51	97.52	105.09	92.89	77.04	96.03
OTT	94.25	91.15	86.52	91.90	90.35	88.94	86.40	
NOV	101.84	95.03	88.00	88.66	100.61	91.29	85.85	87.76
DIC	99.46	88.64	95.82		87.46	87.08	88.06	87.87
X	95.68	99.02	98.48	104.31	99.63	99.31	96.15	97.06
Staz. 5 (I SENO)								
GEN			95.00	86.05	95.03	104.59	102.47	96.01
FEB			95.95	103.12	96.20	88.62	94.98	118.00
MAR			100.33	107.46	103.51	96.05	112.16	92.90
APR			118.71	114.65	96.44	94.65	118.48	118.03
MAG			123.64	128.63	129.61	124.65	120.03	106.61
GIU		114.61	115.05	121.87	116.48	117.65	124.65	109.24
LUG		107.28	108.30	96.35	121.53	135.70	108.61	103.04
AGO		126.52	103.00	98.48	78.23		86.46	95.29
SET		105.47	103.59	107.63	131.57	93.46	89.77	
OTT		95.02	91.40	100.02	98.73	95.32	95.34	
NOV		93.86	83.75	90.94	85.10	87.34	82.12	
DIC		89.59	88.53		90.79	79.35	78.94	
X		104.62	102.27	105.02	103.60	101.58	101.17	104.89
Staz. 4 (II SENO)								
GEN	98.73	106.15	97.04	86.57	93.59	92.91	99.45	104.74
FEB	100.28	109.16	103.76	96.99	103.42	94.60	111.18	100.72
MAR	96.58	105.66	97.23	101.51	103.13	99.46	100.53	76.65
APR	104.05	105.06	115.82	121.50	93.45	81.14	108.57	92.20
MAG	102.55	115.36	92.15	115.20	93.46	94.36	92.02	110.80
GIU	100.22	89.17	103.53	98.47	86.22	86.96	89.67	92.41
LUG	94.35	85.01	98.69	113.17	89.40	86.03	103.89	93.20
AGO	73.38	78.74	97.92	98.33	83.36	81.49	95.94	59.20
SET	71.27	69.14	93.27	89.31	74.28	108.85	77.68	79.11
OTT	78.47	70.72	84.58	89.55	88.86	86.73	89.17	
NOV	72.47	87.71	82.24	93.85	70.74	91.33	86.31	97.28
DIC	100.21	88.17	85.84		95.04	89.49	92.27	88.66
X	91.05	92.50	96.01	100.40	89.58	91.11	95.56	90.45

Tabella 19: Valori di salinità (g/Kg) e temperatura (°C) rilevati da Terio nel 1964 nella stazione 3 (I Seno) (X = media)

MAR PICCOLO DI TARANTO I SENO		
TERIO 1964		
DATA	SALINITA' SUP	TEMPERATURA SUP
18-mar	36.90	12.00
10-apr	37.00	11.00
23-apr	35.52	15.00
X	36.26	13.00
2-mag	36.80	15.00
12-mag	36.85	18.00
21-mag	36.80	28.00
X	36.82	20.33
1-giu	37.41	20.00
13-giu	38.12	25.00
23-giu	37.61	26.00
X	37.71	23.67
1-lug	37.10	26.00
14-lug	37.00	25.00
24-lug	37.00	27.00
X	37.03	26.00
3-ago	36.00	26.50
13-ago	37.03	26.00
22-ago	37.50	26.00
31-ago	37.61	26.00
X	37.04	26.13
8-set	37.15	24.00
16-set	37.00	22.00
25-set	37.61	19.00
X	37.25	21.67
2-ott	35.80	22.00
12-ott	33.01	19.00
22-ott	35.61	16.00
31-ott	35.10	16.00
X	34.88	18.25
9-nov	34.80	16.00
17-nov	33.68	17.00
27-nov	35.64	16.00
X	34.71	16.33
5-dic	36.10	15.00
14-dic	36.31	15.00
22-dic	35.61	15.00
X	36.01	15.00

Tabella 20: Valori di salinità (g/Kg) e temperatura (°C) rilevati da Terio nel 1965 nella stazione 3 (I Seno) (X = media) in superficie

MAR PICCOLO DI TARANTO I SENO		
TERIO 1965		
DATA	SALINITA' SUP	TEMPERATURA SUP
2-gen	36.40	13.00
12-gen	37.90	12.00
21-gen	35.20	12.00
29-gen	34.31	12.00
X	35.95	12.00
9-feb	36.31	12.00
18-feb	35.61	10.00
20-feb	35.01	11.00
X	35.64	11.00
5-mar	34.31	12.00
18-mar	35.28	13.00
31-mar	35.90	13.50
X	35.16	12.83
12-apr	37.21	15.00
23-apr	36.80	14.00
X	37.01	14.50
4-mag	35.10	14.00
14-mag	36.00	15.00
31-mag	34.90	21.00
X	35.33	16.67

Tabella 21: Valori di salinità (g/Kg) rilevati da Strusi & Pastore nel 1970-1971 nelle stazioni 2-4 (I Seno) e 6 (II Seno)

MAR PICCOLO DI TARANTO					
Salinità (g/Kg) - Strusi & Pastore 1970 (APR-DIC) - 1971 (GEN-MAR)					
Staz 2 (I Seno)					
	Sup (0 m)	Mez (5 m)	Fon (10 m)	X	D.STD.
APR	35.08	35.70		35.39	0.44
MAG	36.94	37.03		36.99	0.06
GIU	36.20	36.36		36.28	0.11
LUG	36.47	36.50		36.49	0.02
AGO	36.42	36.49		36.46	0.05
SET	36.40	36.71		36.56	0.22
OTT	36.02	36.64		36.33	0.44
NOV	35.97	36.42		36.20	0.32
DIC	35.57	35.86		35.72	0.21
GEN	34.47	34.70		34.59	0.16
FEB	35.28	35.68		35.48	0.28
MAR	33.62	35.79		34.71	1.53
X	35.70	36.16		35.93	0.76
Staz 4 (I Seno)					
APR	35.08	36.04	37.81	36.31	1.38
MAG	36.73	37.09	38.01	37.28	0.66
GIU	36.31	36.56	38.19	37.02	1.02
LUG	36.60	36.51	37.95	37.02	0.81
AGO	36.49	36.87	37.99	37.12	0.78
SET	36.56	37.10	38.13	37.26	0.80
OTT	36.45	36.74	37.75	36.98	0.68
NOV	34.34	36.15	37.84	36.11	1.75
DIC	36.35	36.29	37.59	36.74	0.73
GEN	35.08	35.14	37.59	35.94	1.43
FEB	35.77	35.84	37.61	36.41	1.04
MAR	35.32	36.26	37.01	36.20	0.85
X	35.92	36.38	37.79	36.70	0.48
Staz 6 (II Seno)					
APR	35.61		37.43	36.52	1.29
MAG	36.42		36.53	36.48	0.08
GIU	36.56		37.70	37.13	0.81
LUG	36.85		36.85	36.85	0.00
AGO	37.07		37.14	37.11	0.05
SET	37.14		37.95	37.55	0.57
OTT	36.42		37.39	36.91	0.69
NOV	36.26		36.65	36.46	0.28
DIC	35.88		36.42	36.15	0.38
GEN	34.99		36.96	35.98	1.39
FEB	35.28		36.49	35.89	0.86
MAR	35.08		36.27	35.68	0.84
X	36.13		36.98	36.56	0.57

Tabella 22: Valori di ossigeno disciolto (mg/L) rilevati da Strusi & Pastore nel 1970-1971 nelle stazioni 2-4 (I Seno) e 6 (II Seno)

MAR PICCOLO DI TARANTO					
Ossigeno (mg/L) - Strusi & Pastore 1970 (APR-DIC) - 1971 (GEN-MAR)					
Staz 2 (I Seno)					
	Sup (0 m)	Mez (5 m)	Fon (10 m)	X	D.STD.
APR	6.10	6.95		6.53	0.60
MAG	5.59	5.40		5.50	0.13
GIU	6.77	5.58		6.18	0.84
LUG	7.21	5.72		6.47	1.05
AGO	6.25	5.48		5.87	0.54
SET	6.23	6.63		6.43	0.28
OTT	6.04	6.69		6.37	0.46
NOV	4.41	4.30		4.36	0.08
DIC	5.65	5.76		5.71	0.08
GEN	6.22	6.27		6.25	0.04
FEB	6.15	5.73		5.94	0.30
MAR	6.25	6.27		6.26	0.01
X	6.07	5.90		5.99	0.61
Staz 4 (I Seno)					
APR	6.61	6.79	5.70	6.37	0.58
MAG	6.36	6.18	5.61	6.05	0.39
GIU	7.58	7.69	6.54	7.27	0.63
LUG	7.10	6.47	5.06	6.21	1.04
AGO	6.83	5.27	2.77	4.96	2.05
SET	7.19	5.61	3.99	5.60	1.60
OTT	7.21	7.53	6.15	6.96	0.72
NOV	5.57	5.33	5.28	5.39	0.16
DIC	6.48	6.50	5.05	6.01	0.83
GEN	6.89	6.65	4.82	6.12	1.13
FEB	6.90	6.94	5.00	6.28	1.11
MAR	6.74	6.88	5.60	6.41	0.70
X	6.79	6.49	5.13	6.14	0.63
Staz 6 (II Seno)					
APR	6.34		5.82	6.08	0.37
MAG	5.87		5.83	5.85	0.03
GIU	6.27		4.99	5.63	0.91
LUG	6.50		1.30	3.90	3.68
AGO	6.60		3.53	5.07	2.17
SET	7.07		1.45	4.26	3.97
OTT	7.76		4.62	6.19	2.22
NOV	6.72		5.36	6.04	0.96
DIC	6.72		6.78	6.75	0.04
GEN	6.84		4.38	5.61	1.74
FEB	6.69		4.95	5.82	1.23
MAR	6.58		6.38	6.48	0.14
X	6.66		4.62	5.64	0.85

Tabella 23: Valori di ossigeno percentuale (%) rilevati da Strusi & Pastore nel 1970-1971 nelle stazioni 2-4 (I Seno) e 6 (II Seno)

MAR PICCOLO DI TARANTO					
Ossigeno % - Strusi & Pastore 1970 (APR-DIC) - 1971 (GEN-MAR)					
Staz. 2 (I Seno)					
	Sup (0 m)	Mez (5 m)	Fon (10 m)	X	D.STD.
APR	74.15	84.48		79.32	7.31
MAG	69.50	67.85		68.68	1.17
GIU	88.44	72.91		80.67	10.98
LUG	108.24	84.77		96.51	16.59
AGO	94.37	83.18		88.77	7.91
SET	92.89	98.88		95.89	4.23
OTT	84.82	95.08		89.95	7.25
NOV	57.27	56.27		56.77	0.71
DIC	67.26	69.07		68.17	1.28
GEN	70.94	71.75		71.35	0.57
FEB	70.87	66.09		68.48	3.38
MAR	72.09	70.85		71.47	0.88
X	79.24	76.77		78.00	12.58
Staz. 4 (I Seno)					
APR	80.64	82.48	69.33	77.48	7.12
MAG	79.72	77.84	69.92	75.83	5.20
GIU	101.01	100.52	84.64	95.39	9.31
LUG	107.15	92.79	72.83	90.92	17.24
AGO	102.89	80.63	41.19	74.90	31.25
SET	107.65	83.54	59.14	83.44	24.25
OTT	101.17	104.13	86.43	97.24	9.48
NOV	71.33	69.12	70.29	70.24	1.10
DIC	77.74	77.47	62.45	72.56	8.75
GEN	79.52	76.49	57.93	71.31	11.69
FEB	79.35	79.22	58.90	72.49	11.77
MAR	77.25	78.49	65.18	73.64	7.36
X	88.78	83.56	66.52	79.62	9.71
Staz. 6 (II Seno)					
APR	78.95		70.02	74.48	6.31
MAG	74.15		73.26	73.71	0.63
GIU	84.79		64.67	74.73	14.22
LUG	99.55		18.37	58.96	57.41
AGO	102.09		53.40	77.74	34.42
SET	108.17		21.45	64.81	61.32
OTT	109.23		64.64	86.94	31.53
NOV	84.36		70.87	77.61	9.54
DIC	78.37		79.32	78.85	0.67
GEN	78.12		52.12	65.12	18.38
FEB	74.77		57.61	66.19	12.13
MAR	74.21		71.74	72.98	1.74
X	87.23		58.12	72.68	7.68

Tabella 24: Valori di temperatura (°C) rilevati da Strusi & Pastore nel 1970-1971 nelle stazioni 2-4 (I Seno) e 6 (II Seno)

MAR PICCOLO DI TARANTO					
Temperatura (°C) - Strusi & Pastore 1970 (APR-DIC) - 1971 (GEN-MAR)					
Staz. 2 (I Seno)					
	Sup (0 m)	Mez (5 m)	Fon (10 m)	X	D.STD.
APR	14.42	14.23		14.33	0.13
MAG	14.98	15.49		15.24	0.36
GIU	17.77	17.73		17.75	0.03
LUG	25.49	24.72		25.11	0.54
AGO	25.85	26.14		26.00	0.21
SET	25.11	25.02		25.07	0.06
OTT	21.78	22.25		22.02	0.33
NOV	17.53	17.79		17.66	0.18
DIC	13.24	13.51		13.38	0.19
GEN	11.51	11.60		11.56	0.06
FEB	11.76	11.68		11.72	0.06
MAR	12.30	10.68		11.49	1.15
X	17.65	17.57		17.61	5.60
Staz. 4 (I Seno)					
APR	14.60	14.09	13.61	14.10	0.50
MAG	15.46	15.59	14.77	15.27	0.44
GIU	18.80	17.69	16.65	17.71	1.08
LUG	25.76	22.81	22.54	23.70	1.79
AGO	25.69	26.49	24.41	25.53	1.05
SET	25.30	24.80	24.18	24.76	0.56
OTT	21.59	20.68	21.25	21.17	0.46
NOV	17.31	17.40	18.25	17.65	0.52
DIC	13.38	13.08	14.51	13.66	0.75
GEN	11.89	11.71	13.09	12.23	0.75
FEB	11.51	11.14	12.11	11.59	0.49
MAR	11.49	10.99	11.71	11.40	0.37
X	17.73	17.21	17.26	17.40	5.23
Staz. 6 (II Seno)					
APR	15.47		13.19	14.33	1.61
MAG	15.95		15.65	15.80	0.21
GIU	19.51		16.88	18.20	1.86
LUG	26.56		21.86	24.21	3.32
AGO	27.08		25.72	26.40	0.96
SET	26.40		24.13	25.27	1.61
OTT	21.78		21.12	21.45	0.47
NOV	15.68		18.27	16.98	1.83
DIC	12.15		12.14	12.15	0.01
GEN	11.42		12.80	12.11	0.98
FEB	10.32		11.87	11.10	1.10
MAR	10.80		10.31	10.56	0.35
X	17.76		17.00	17.38	5.73

Tabella 25: Valori di ossigeno disciolto (mg/L) rilevati da Cardellicchio et al. nel 1981 nelle stazioni 3-7 (I Seno) e 15 (II Seno)

MAR PICCOLO DI TARANTO					
Ossigeno (mg/L) - Cardellicchio et al. 1981 (GEN-DIC)					
Staz. 3 (I Seno)					
	Sup (0 m)	Mez (5 m)	Fon (10 m)	X	D.STD.
GEN	8.87	8.53	9.32	8.91	0.40
FEB	10.61	10.40	9.98	10.33	0.32
MAR	10.21	7.56	7.99	8.59	1.42
APR	8.36	8.30	8.61	8.42	0.16
MAG	10.92	10.12	5.78	8.94	2.77
GIU	8.33	6.28	5.85	6.82	1.33
LUG	5.98	5.92	5.00	5.63	0.55
AGO	5.50	5.54	6.60	5.88	0.62
SET	5.88	6.35	7.35	6.53	0.75
OTT	6.44	6.41	6.14	6.33	0.17
NOV	11.15	9.01	8.61	9.59	1.37
DIC	7.23	7.33	6.85	7.14	0.25
X	8.29	7.65	7.34	7.76	1.56
Staz. 7 (I Seno)					
GEN	8.65	7.21	7.68	7.85	0.73
FEB	10.68	9.48	7.45	9.20	1.63
MAR	10.08	8.26	7.45	8.60	1.35
APR	8.34	7.80	8.15	8.10	0.27
MAG	7.42	5.84	11.08	8.11	2.69
GIU	9.31	6.56	3.92	6.60	2.70
LUG	7.10	6.45	6.85	6.80	0.33
AGO	5.87	6.00	4.11	5.33	1.06
SET	7.01	8.17	7.14	7.44	0.64
OTT	7.91	6.88	6.35	7.05	0.79
NOV	9.68	7.87	8.00	8.52	1.01
DIC	7.45	7.35	7.25	7.35	0.10
X	8.29	7.32	7.12	7.58	1.05
Staz. 15 (II Seno)					
GEN	8.08	8.50	9.02	8.53	0.47
FEB	10.62	10.91	5.48	9.00	3.05
MAR	6.91	6.99	3.21	5.70	2.16
APR	9.76	9.01	8.36	9.04	0.70
MAG	9.25	8.92	2.49	6.89	3.81
GIU	8.46	7.61	3.45	6.51	2.68
LUG	4.61	5.23	4.21	4.68	0.51
AGO	5.46	5.64	5.44	5.51	0.11
SET	7.17	7.17	6.88	7.07	0.17
OTT	6.64	7.58	7.47	7.23	0.51
NOV	10.81	10.00	10.64	10.48	0.43
DIC	7.88	7.88	7.61	7.79	0.16
X	7.97	7.95	6.19	7.37	1.68

Tabella 26: Valori di temperatura (°C) rilevati da Cardellicchio et al. nel 1981 nelle stazioni 3-7 (I Seno) e 15 (II Seno)

MAR PICCOLO DI TARANTO					
Temperatura (°C) - Cardellicchio et al. 1981 (GEN-DIC)					
Staz 3 (I Seno)					
	Sup (0 m)	Mez (5 m)	Fon (10 m)	X	D.STD.
GEN	8.93	9.05	9.12	9.03	0.10
FEB	10.22	10.22	10.92	10.45	0.40
MAR	14.26	13.80	13.25	13.77	0.33
APR	16.50	16.40	16.08	16.33	0.07
MAG	21.89	21.52	20.03	21.15	0.26
GIU	23.52	22.58	22.04	22.71	0.66
LUG	24.00	23.56	23.36	23.64	0.31
AGO	24.84	23.82	24.71	24.46	0.72
SET	23.30	23.09	22.89	23.09	0.15
OTT	19.90	19.96	20.33	20.06	0.04
NOV	12.60	13.04	13.21	12.95	0.31
DIC	11.42	11.15	10.75	11.11	0.19
X	17.62	17.35	17.22	17.40	5.74
Staz 7 (I Seno)					
GEN	9.45	9.18	10.22	9.62	0.54
FEB	11.03	11.03	11.81	11.29	0.45
MAR	14.30	13.90	13.80	14.00	0.26
APR	17.56	16.33	15.40	16.43	1.08
MAG	22.09	20.12	19.49	20.57	1.36
GIU	23.94	22.91	21.41	22.75	1.27
LUG	24.00	23.66	22.85	23.50	0.59
AGO	24.64	24.31	24.65	24.53	0.19
SET	24.30	23.26	23.50	23.69	0.54
OTT	20.00	19.95	20.15	20.03	0.10
NOV	13.20	13.20	13.76	13.39	0.32
DIC	11.13	11.07	11.90	11.37	0.46
X	17.97	17.41	17.41	17.60	5.52
Staz 15 (II Seno)					
GEN	8.50	9.00	10.00	9.17	0.76
FEB	9.51	8.93	10.59	9.68	0.84
MAR	14.30	13.88	12.66	13.61	0.85
APR	17.80	16.81	15.43	16.68	1.19
MAG	22.00	21.28	19.19	20.82	1.46
GIU	24.38	23.90	21.89	23.39	1.32
LUG	24.70	24.07	23.76	24.18	0.48
AGO	24.55	23.83	23.81	24.06	0.42
SET	24.40	23.04	22.72	23.39	0.89
OTT	19.60	18.93	18.80	19.11	0.43
NOV	10.80	10.37	10.48	10.55	0.22
DIC	10.31	10.41	10.75	10.49	0.23
X	17.57	17.04	16.67	17.09	6.12

Tabella 27: Valori di percentuale (%) rilevati da Cardellicchio et al. nel 1981 nelle stazioni 3-7 (I Seno) e 15 (II Seno)

MAR PICCOLO DI TARANTO					
Ossigeno % - Cardellicchio et al. 1981 (GEN-DIC)					
Staz 3 (I Seno)					
	Sup (0 m)	Mez (5 m)	Fon (10 m)	X	D.STD.
GEN	96.20	92.52	102.76	97.16	5.19
FEB	118.15	116.59	114.71	116.48	1.72
MAR	124.21	91.75	96.01	103.99	17.64
APR	106.90	106.14	110.10	107.71	2.10
MAG	154.24	142.53	79.94	125.57	39.95
GIU	121.78	90.49	83.93	98.73	20.23
LUG	88.20	86.93	73.53	82.89	8.13
AGO	82.09	81.47	99.25	87.60	10.09
SET	85.46	91.90	106.37	94.58	10.71
OTT	88.10	88.05	85.63	87.26	1.41
NOV	132.42	107.52	103.73	114.56	15.59
DIC	83.97	85.03	78.74	82.58	3.37
X	106.81	98.41	94.56	99.93	14.03
Staz 7 (I Seno)					
GEN	94.64	78.54	86.58	86.59	8.05
FEB	121.09	108.10	87.24	105.48	17.08
MAR	122.78	99.76	91.19	104.58	16.34
APR	109.02	99.74	103.03	103.93	4.71
MAG	105.25	80.22	151.57	112.35	36.20
GIU	137.32	95.35	55.68	96.12	40.83
LUG	104.72	94.70	99.71	99.71	5.01
AGO	87.22	89.15	61.53	79.30	15.42
SET	103.54	120.68	104.39	109.54	9.66
OTT	108.65	94.50	88.19	97.11	10.48
NOV	116.35	94.25	97.56	102.72	11.92
DIC	86.13	84.77	85.19	85.36	0.70
X	108.06	94.98	92.66	98.56	10.17
Staz 15 (II Seno)					
GEN	86.79	93.92	100.00	93.57	6.61
FEB	116.70	118.59	61.72	99.00	32.30
MAR	83.86	84.22	38.12	68.73	26.51
APR	128.08	115.96	104.76	116.27	11.66
MAG	130.83	124.75	34.06	96.55	54.20
GIU	125.52	111.75	49.01	95.43	40.78
LUG	68.81	77.25	61.91	69.32	7.68
AGO	81.49	82.94	80.00	81.48	1.47
SET	106.38	103.76	99.28	103.14	3.59
OTT	104.09	102.02	100.27	102.13	1.91
NOV	123.12	112.61	120.23	118.65	5.43
DIC	88.14	88.44	86.38	87.65	1.11
X	103.65	101.35	77.98	94.33	15.75

Tabella 28: Valori di salinità (g/Kg) rilevati da Cardellicchio et al. nel 1984-1985 nelle stazioni 4-7-12 (I Seno) e 25 (II Seno)

MAR PICCOLO DI TARANTO					
Salinità (g/Kg) - Cardellicchio et al. 1984 (MAG-DIC) - 1985 (GEN-APR)					
Staz 4 (I Seno)					
	Sup (0 m)	Mez (5 m)	Fon (10 m)	X	D.STD.
MAG	36.88	36.68	35.84	36.47	0.14
GIU	37.35	37.52	37.45	37.44	0.12
LUG	36.84	36.56	37.05	36.82	0.20
AGO	38.29	38.30	37.95	38.18	0.01
SET	36.93	37.40	37.56	37.30	0.33
OTT	36.48	36.66	35.15	36.10	0.13
NOV	36.26	36.44	35.91	36.20	0.13
DIC	35.00	35.52	35.55	35.36	0.37
GEN	34.89	35.07	35.73	35.23	0.13
FEB	36.39	36.38	36.39	36.39	0.01
MAR	35.92	36.39	36.57	36.29	0.33
APR	35.99	36.08	36.61	36.23	0.06
X	36.44	36.58	36.48	36.50	0.84
Staz 7 (I Seno)					
MAG	38.19	37.08	36.38	37.22	0.91
GIU	37.38	37.34	38.50	37.74	0.66
LUG	36.75	37.55	38.58	37.63	0.92
AGO	37.62	37.72	38.15	37.83	0.28
SET	37.47	37.78	38.65	37.97	0.61
OTT	37.42	37.51	38.19	37.71	0.42
NOV	36.55	36.73	37.38	36.89	0.44
DIC	27.52	36.09	34.74	32.78	4.61
GEN	34.73	35.27	35.92	35.31	0.60
FEB	35.73	35.92	37.62	36.42	1.04
MAR	36.11	36.29	38.16	36.85	1.14
APR	36.35	36.67	36.87	36.63	0.26
X	35.99	36.83	37.43	36.75	1.46
Staz 12 (I Seno)					
MAG	38.36	37.06	36.68	37.37	0.88
GIU	37.29	37.52	37.27	37.36	0.14
LUG	37.13	37.36	38.71	37.73	0.85
AGO	37.43	37.75	38.62	37.93	0.62
SET	37.29	37.53	38.31	37.71	0.53
OTT	37.41	37.42	37.43	37.42	0.01
NOV	36.37	36.83	37.92	37.04	0.80
DIC	35.19	29.01	35.73	33.31	3.73
GEN	35.01	35.83	37.27	36.04	1.14
FEB	36.20	36.30	37.52	36.67	0.73
MAR	35.92	36.48	38.16	36.85	1.17
APR	36.84	37.77	38.48	37.70	0.82
X	36.70	36.41	37.68	36.93	1.26
Staz 25 (II Seno)					
MAG	37.95	36.94	36.86	37.25	0.61
GIU	37.11	37.35	37.97	37.48	0.44
LUG	37.63	37.48	37.89	37.67	0.21
AGO	37.34	37.85	38.62	37.94	0.64
SET	37.40	37.56	37.71	37.56	0.16
OTT	37.41	37.33	37.83	37.52	0.27
NOV	36.53	36.52	36.80	36.62	0.16
DIC	34.75	35.82	36.09	35.55	0.71
GEN	34.76	34.85	35.81	35.14	0.58
FEB	35.55	35.46	35.55	35.52	0.05
MAR	36.10	36.19	37.20	36.50	0.61
APR	36.33	36.68	37.73	36.91	0.73
X	36.57	36.67	37.17	36.80	0.95

Tabella 29: Valori di ossigeno disciolto (mg/L) rilevati da Cardellicchio et al. nel 1984-1985 nelle stazioni 4-7-12 (I Seno) e 25 (II Seno)

MAR PICCOLO DI TARANTO					
Ossigeno (mg/L) - Cardellicchio et al. 1984 (MAG-DIC) - 1985 (GEN-APR)					
Staz 4 (I Seno)					
	Sup (0 m)	Mez (5 m)	Fon (10 m)	X	D.STD.
MAG	8.80	9.29	8.04	8.71	0.63
GIU	6.57	6.73	5.90	6.40	0.44
LUG	8.59	9.15	5.53	7.76	1.95
AGO	5.68	4.99	6.81	5.83	0.92
SET	8.53	6.64	7.39	7.52	0.95
OTT	5.74	6.33	6.34	6.14	0.34
NOV	5.70	5.93	6.22	5.95	0.26
DIC	8.45	10.37	8.99	9.27	0.99
GEN	12.32	8.72	7.61	9.55	2.46
FEB	7.68	7.74	7.48	7.63	0.14
MAR	7.69	6.66	6.50	6.95	0.65
APR	8.70	9.76	8.03	8.83	0.87
X	7.87	7.69	7.07	7.54	1.32
Staz 7 (I Seno)					
MAG	8.38	8.50	5.70	7.53	1.58
GIU	6.71	5.83	5.18	5.91	0.77
LUG	8.94	6.77	4.40	6.70	2.27
AGO	6.64	6.26	5.55	6.15	0.55
SET	5.36	6.99	4.27	5.54	1.37
OTT	6.82	6.69	5.83	6.45	0.54
NOV	6.23	5.64	6.85	6.24	0.61
DIC	10.21	10.38	8.38	9.66	1.11
GEN	11.86	10.34	6.55	9.58	2.73
FEB	8.42	7.27	6.01	7.23	1.21
MAR	7.06	6.63	5.63	6.44	0.73
APR	9.73	8.59	7.76	8.69	0.99
X	8.03	7.49	6.01	7.18	1.41
Staz 12 (I Seno)					
MAG	9.17	8.83	4.54	7.51	2.58
GIU	6.72	5.91	7.02	6.55	0.57
LUG	8.95	7.14	5.31	7.13	1.82
AGO	6.64	6.93	5.87	6.48	0.55
SET	7.59	7.43	4.69	6.57	1.63
OTT	5.44	4.87	6.37	5.56	0.76
NOV	7.07	6.71	6.14	6.64	0.47
DIC	8.72	8.45	6.80	7.99	1.04
GEN	7.96	7.35	7.97	7.76	0.36
FEB	8.81	7.68	8.28	8.26	0.57
MAR	7.10	6.60	6.46	6.72	0.34
APR	9.89	7.52	6.72	8.04	1.65
X	7.84	7.12	6.35	7.10	0.82
Staz 25 (II Seno)					
MAG	8.27	7.62	5.91	7.27	1.22
GIU	6.45	6.70	7.74	6.96	0.68
LUG	8.06	7.23	4.61	6.63	1.80
AGO	3.10	7.04	6.16	5.43	2.07
SET	7.73	6.89	5.61	6.74	1.07
OTT	6.36	6.36	3.82	5.51	1.47
NOV	7.06	6.92	4.25	6.08	1.58
DIC	8.86	8.24	8.59	8.56	0.31
GEN	12.60	12.34	7.34	10.76	2.96
FEB	8.61	8.33	7.96	8.30	0.33
MAR	6.63	6.56	5.25	6.15	0.78
APR	9.82	9.40	3.49	7.57	3.54
X	7.80	7.80	5.89	7.16	1.50

Tabella 30: Valori di ossigeno percentuale (%) rilevati da Cardellicchio et al. nel 1984-1985 nelle stazioni 4-7-12 (I Seno) e 25 (II Seno)

MAR PICCOLO DI TARANTO					
Ossigeno % - Cardellicchio et al. 1984 (MAG-DIC) - 1985 (GEN-APR)					
Staz 4 (I Seno)					
	Sup (0 m)	Mez (5 m)	Fon (10 m)	X	D.STD.
MAG	116.62	121.96	104.52	114.37	8.94
GIU	92.82	95.18	81.01	89.67	7.59
LUG	128.19	134.83	80.73	114.58	4.70
AGO	82.96	72.80	99.79	85.18	7.18
SET	125.95	98.39	109.98	111.44	19.49
OTT	78.37	86.67	87.22	84.09	5.87
NOV	73.43	76.03	79.18	76.21	1.84
DIC	102.05	122.49	108.66	111.07	14.45
GEN	139.78	99.48	89.04	109.43	28.50
FEB	86.83	87.32	84.04	86.06	0.35
MAR	92.37	80.56	78.55	83.83	8.35
APR	111.46	124.87	101.06	112.46	9.48
X	102.57	100.05	91.98	98.20	15.01
Staz 7 (I Seno)					
MAG	111.75	111.33	73.46	98.85	21.99
GIU	94.48	81.03	71.44	82.32	11.57
LUG	134.48	100.49	63.84	99.60	35.33
AGO	98.21	92.13	81.18	90.51	8.63
SET	79.46	104.52	64.00	82.66	20.45
OTT	93.82	92.02	80.26	88.70	7.36
NOV	80.09	72.02	88.84	80.32	8.41
DIC	117.40	126.09	101.99	115.16	12.21
GEN	135.88	118.61	76.41	110.30	30.59
FEB	92.95	80.53	69.82	81.10	11.58
MAR	86.12	80.31	68.43	78.29	9.02
APR	124.69	107.50	97.04	109.74	13.96
X	104.11	97.22	78.06	93.13	13.19
Staz 12 (I Seno)					
MAG	123.92	116.74	60.46	100.37	34.75
GIU	93.72	82.08	96.82	90.87	7.77
LUG	132.53	105.87	76.97	105.12	27.79
AGO	98.14	101.34	85.03	94.84	8.64
SET	112.69	110.56	70.22	97.82	23.93
OTT	78.82	66.86	87.81	77.83	10.51
NOV	90.60	86.24	80.36	85.73	5.14
DIC	105.56	98.26	84.28	96.03	10.81
GEN	90.97	85.69	93.76	90.14	4.10
FEB	98.41	86,59	95.31	96.86	2.19
MAR	85.46	79.71	78.68	81.28	3.65
APR	126.73	94.37	84.19	101.76	22.21
X	103.13	93.43	82.82	93.22	8.32
Staz 25 (II Seno)					
MAG	108.88	100.48	79.83	96.40	14.95
GIU	91.16	94.49	110.53	98.73	10.36
LUG	125.57	108.79	67.15	100.50	30.08
AGO	46.55	104.41	90.36	80.44	30.18
SET	116.12	103.25	83.99	101.12	16.17
OTT	87.41	87.37	52.66	75.81	20.05
NOV	89.34	87.09	54.29	76.91	19.62
DIC	105.87	98.71	103.50	102.69	3.65
GEN	142.22	138.17	84.66	121.68	32.13
FEB	93.68	90.99	87.00	90.56	3.36
MAR	81.53	79.09	63.54	74.72	9.76
APR	127.30	116.94	43.26	95.83	45.82
X	101.30	100.82	76.73	92.95	13.96

Tabella 31: Valori di temperatura (°C) rilevati da Cardelicchio et al. nel 1984-1985 nelle stazioni 4-7-12 (I Seno) e 25 (II Seno)

MAR PICCOLO DI TARANTO					
Temperatura (°C) - Cardelicchio et al. 1984 (MAG-DIC) - 1985 (GEN-APR)					
Staz. 4 (I Seno)					
	Sup (0 m)	Mez (5 m)	Fon (10 m)	X	D.STD.
MAG	18.18	17.75	17.50	17.81	0.34
GIU	21.50	21.50	19.90	20.97	0.92
LUG	24.40	24.15	23.45	24.00	0.18
AGO	23.07	23.00	23.37	23.15	0.05
SET	24.15	24.20	24.40	24.25	0.04
OTT	19.90	20.00	20.10	20.00	0.07
NOV	16.90	16.60	16.40	16.63	0.21
DIC	14.10	14.50	14.30	14.30	0.28
GEN	11.10	11.30	12.30	11.57	0.14
FEB	10.50	10.40	10.20	10.37	0.07
MAR	13.50	13.70	13.60	13.60	0.14
APR	16.70	16.60	15.60	16.30	0.07
X	17.83	17.81	17.59	17.75	4.78
Staz. 7 (I Seno)					
MAG	18.10	17.50	17.00	17.53	0.55
GIU	21.30	20.60	19.80	20.57	0.75
LUG	25.30	24.25	22.60	24.05	1.36
AGO	24.02	23.70	23.20	23.64	0.41
SET	24.20	24.60	24.45	24.42	0.20
OTT	20.01	20.01	19.80	19.94	0.12
NOV	16.70	16.30	16.90	16.63	0.31
DIC	13.90	14.00	14.50	14.13	0.32
GEN	11.60	11.50	12.10	11.73	0.32
FEB	9.60	9.70	11.40	10.23	1.01
MAR	14.20	13.80	13.40	13.80	0.40
APR	16.60	15.30	15.20	15.70	0.78
X	17.96	17.61	17.53	17.70	4.85
Staz. 12 (I Seno)					
MAG	18.75	18.00	18.50	18.42	0.38
GIU	20.80	20.50	20.20	20.50	0.30
LUG	24.25	24.25	22.50	23.67	1.01
AGO	24.04	23.32	22.49	23.28	0.78
SET	24.35	24.40	24.50	24.42	0.08
OTT	20.00	19.90	19.80	19.90	0.10
NOV	16.60	16.60	17.20	16.80	0.35
DIC	14.10	14.00	14.00	14.03	0.06
GEN	11.40	12.10	12.70	12.07	0.65
FEB	10.00	10.40	11.00	10.47	0.50
MAR	13.60	13.60	13.50	13.57	0.06
APR	16.60	15.10	14.80	15.50	0.96
X	17.87	17.68	17.60	17.72	4.72
Staz. 25 (II Seno)					
MAG	19.20	17.90	17.50	18.20	0.89
GIU	21.60	21.40	21.90	21.63	0.25
LUG	27.10	25.07	23.05	25.07	2.03
AGO	24.83	24.10	23.21	24.05	0.81
SET	25.00	24.80	24.70	24.83	0.15
OTT	19.96	19.96	19.99	19.97	0.02
NOV	15.90	15.60	15.30	15.60	0.30
DIC	13.60	13.40	13.60	13.53	0.12
GEN	10.90	10.50	11.60	11.00	0.56
FEB	9.00	9.20	9.20	9.13	0.12
MAR	14.60	13.60	13.40	13.87	0.64
APR	17.20	15.00	14.50	15.57	1.44
X	18.24	17.54	17.33	17.70	5.44

Tabella 32: Valori di clorofilla (mg/mc) rilevati da Cardellicchio et al. nel 1984-1985 in superficie nelle stazioni 4-7-12 (I Seno) e 25 (II Seno)

MAR PICCOLO DI TARANTO												
Clorofilla (mg/mc) - Cardellicchio et al. 1984 (MAG-DIC) - 1985 (GEN-APR)												
St	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	GEN	FEB	MAR	APR
4	24.11	8.41	7.46	1.35	4.61	4.03	2.07	15.37	20.66	4.49	1.00	6.75
7	18.17	9.74	7.91	2.48	8.76	6.42	5.13	19.66	17.20	8.20	0.56	8.46
12	17.61	8.64	3.45	1.23	5.86	8.85	5.80	19.31	14.49	7.30	0.35	7.10
25	19.67	7.27	2.68	1.21	10.00	5.68	13.17	22.35	11.77	7.62	0.90	4.74

Tabella 33: Valori di salinità (g/Kg) rilevati da Cardellicchio et al. nel 1986-1987 nelle stazioni 12 (I Seno) e 25 (II Seno)

MAR PICCOLO DI TARANTO					
Salinità (g/Kg) - Cardellicchio et al. 1986-1987					
Staz 12 (I Seno)					
	Sup (0 m)	Mez (5 m)	Fon (10 m)	X	D.STD.
OTT	36.67	37.06	37.90	37.21	0.28
NOV	36.66	37.07	37.90	37.21	0.29
DIC	36.25	36.61	38.20	37.02	0.25
GEN	36.39	36.68	38.33	37.13	0.21
FEB	36.88	37.01	38.29	37.39	0.09
X	36.57	36.89	38.12	37.19	0.14
Staz 25 (II Seno)					
OTT	36.96	37.14	37.00	37.03	0.12
NOV	36.67	36.67	36.92	36.75	0.00
DIC	36.08	36.26	37.49	36.61	0.13
GEN	36.20	36.10	37.55	36.62	0.07
FEB	36.90	36.90	36.90	36.90	0.00
X	36.56	36.61	37.17	36.78	0.18

Tabella 34: Valori di ossigeno disciolto (mg/L) rilevati da Cardellicchio et al. nel 1986-1987 nelle stazioni 12 (I Seno) e 25 (II Seno)

MAR PICCOLO DI TARANTO					
Ossigeno (mg/L) - Cardellicchio et al. 1986-1987					
Staz 12 (I Seno)					
	Sup (0 m)	Mez (5 m)	Fon (10 m)	X	D.STD.
OTT	6.86	6.66	5.57	6.36	0.14
NOV	7.21	7.03	5.81	6.68	0.13
DIC	7.62	7.36	6.36	7.11	0.18
GEN	10.39	9.66	7.30	9.12	0.52
FEB	8.86	8.17	8.22	8.42	0.49
X	8.19	7.78	6.65	7.54	1.18
Staz 25 (II Seno)					
OTT	7.22	6.76	6.43	6.80	0.33
NOV	7.91	8.13	7.67	7.90	0.16
DIC	7.95	7.30	5.53	6.93	0.46
GEN	10.04	10.24	6.92	9.07	0.14
FEB	9.29	9.26	9.45	9.33	0.02
X	8.48	8.34	7.20	8.01	1.17

Tabella 35: Valori di ossigeno percentuale (%) rilevati da Cardellicchio et al. nel 1986-1987 nelle stazioni 12 (I Seno) e 25 (II Seno)

MAR PICCOLO DI TARANTO					
Ossigeno % - Cardellicchio et al. 1986-1987					
Staz. 12 (I Seno)					
	Sup (0 m)	Mez (5 m)	Fon (10 m)	X	D.STD.
OTT	97.23	93.60	79.51	90.11	2.57
NOV	92.75	90.13	76.62	86.50	1.85
DIC	94.17	92.08	81.78	89.34	1.48
GEN	115.18	110.37	86.45	104.00	3.40
FEB	102.01	94.14	97.12	97.76	5.56
X	100.27	96.06	84.30	93.54	7.18
Staz. 25 (II Seno)					
OTT	101.23	94.70	89.52	95.15	4.62
NOV	99.58	101.75	96.71	99.35	1.53
DIC	95.78	88.05	70.52	84.78	5.47
GEN	111.41	112.81	80.52	101.58	0.99
FEB	107.43	107.09	109.75	108.09	0.24
X	103.09	100.88	89.40	97.79	8.65

Tabella 36: Valori di temperatura (°C) rilevati da Cardellicchio et al. nel 1986-1987 nelle stazioni 12 (I Seno) e 25 (II Seno)

MAR PICCOLO DI TARANTO					
Temperatura (°C) - Cardellicchio et al. 1986-1987					
Staz. 12 (I Seno)					
	Sup (0 m)	Mez (5 m)	Fon (10 m)	X	D.STD.
OTT	21.90	21.30	21.90	21.70	0.42
NOV	16.70	16.40	17.60	16.90	0.21
DIC	14.80	15.30	16.20	15.43	0.35
GEN	9.60	10.90	12.10	10.87	0.92
FEB	11.20	11.20	12.00	11.47	0.00
X	14.84	15.02	15.96	15.27	4.41
Staz. 25 (II Seno)					
OTT	21.20	21.10	20.80	21.03	0.07
NOV	15.60	15.30	15.60	15.50	0.21
DIC	13.60	13.60	16.00	14.40	0.00
GEN	9.70	9.40	11.50	10.20	0.21
FEB	11.40	11.40	11.60	11.47	0.00
X	14.30	14.16	15.10	14.52	4.22

Tabella 37: Valori di clorofilla (mg/mc) rilevati da Cardellicchio et al. nel 1986-1987 nelle stazioni 12 (I Seno) e 25 (II Seno)

MAR PICCOLO DI TARANTO					
Clorofilla (mg/mc) - Cardellicchio et al. 1986-1987					
Staz 12 (I Seno)					
	Sup (0 m)	Mez (5 m)	Fon (10 m)	X	D.STD.
OTT	7.12	4.02	1.48	4.21	2.19
NOV	4.76	12.21	0.75	5.91	5.27
DIC	5.69	10.04	1.53	5.75	3.08
GEN	23.60	26.91	4.82	18.44	2.34
FEB	-	-	-	-	-
X	10.29	13.30	2.15	8.58	6.62
Staz 25 (II Seno)					
OTT	8.78	9.18	5.81	7.92	0.28
NOV	6.84	10.51	16.59	11.31	2.60
DIC	7.74	11.34	9.66	9.58	2.55
GEN	25.06	22.52	10.67	19.42	1.80
FEB	-	-	-	-	-
X	12.11	13.39	10.68	12.06	5.10

Tabella 38: Valori di salinità (g/Kg) rilevati da Cardellicchio et al. nel 1990-1991 nelle stazioni 4-12 (I Seno) e 25 (II Seno)

MAR PICCOLO DI TARANTO					
Salinità (g/Kg) - Cardellicchio et al. 1990-1991					
Staz 4 (I Seno)					
	Sup (0 m)	Mez (5 m)	Fon (10 m)	X	D.STD.
MAG	35.53	37.23	38.13	36.96	1.20
LUG	36.31	37.43	37.80	37.18	0.79
OTT	36.01	37.31	37.45	36.92	0.92
GEN	35.93	35.98	36.22	36.04	0.04
X	35.95	36.99	37.40	36.78	0.50
Staz 12 (I Seno)					
MAG	36.54	37.53	38.50	37.52	0.70
LUG	37.12	37.14	38.27	37.51	0.01
OTT	37.02	37.50	38.26	37.59	0.34
GEN	36.00	36.22	37.58	36.60	0.16
X	36.67	37.10	38.15	37.31	0.47
Staz 25 (II Seno)					
MAG	37.10	37.17	37.94	37.40	0.05
LUG	37.27	36.56	37.90	37.24	0.50
OTT	37.46	37.53	37.89	37.63	0.05
GEN	36.21	36.11	36.44	36.25	0.07
X	37.01	36.84	37.54	37.13	0.61

Tabella 39: Valori di ossigeno disciolto (mg/L) rilevati da Cardellicchio et al. nel 1990-1991 nelle stazioni 4-12 (I Seno) e 25 (II Seno)

MAR PICCOLO DI TARANTO					
Ossigeno (mg/L) - Cardellicchio et al. 1990-1991					
Staz 4 (I Seno)					
	Sup (0 m)	Mez (5 m)	Fon (10 m)	X	D.STD.
MAG	7.67	7.93	6.21	7.27	0.18
LUG	7.66	8.77	5.76	7.40	0.78
OTT	6.53	6.77	7.03	6.78	0.17
GEN	6.47	6.29	6.41	6.39	0.13
X	7.08	7.44	6.35	6.96	0.46
Staz 12 (I Seno)					
MAG	8.35	8.05	5.72	7.37	0.21
LUG	8.70	7.20	5.67	7.19	1.06
OTT	7.05	7.73	6.22	7.00	0.48
GEN	6.55	6.79	5.91	6.42	0.17
X	7.66	7.44	5.88	7.00	0.41
Staz 25 (II Seno)					
MAG	8.04	8.49	6.35	7.63	0.32
LUG	7.07	7.36	5.67	6.70	0.21
OTT	6.00	5.14	4.40	5.18	0.61
GEN	7.87	7.32	7.19	7.46	0.39
X	7.25	7.08	5.90	6.74	1.12

Tabella 40: Valori di ossigeno percentuale (%) rilevati da Cardellicchio et al. nel 1990-1991 nelle stazioni 4-12 (I Seno) e 25 (II Seno)

MAR PICCOLO DI TARANTO					
Ossigeno % - Cardellicchio et al. 1990-1991					
Staz 4 (I Seno)					
	Sup (0 m)	Mez (5 m)	Fon (10 m)	X	D.STD.
MAG	102.80	105.08	82.08	96.65	1.61
LUG	117.76	128.56	84.17	110.17	7.64
OTT	92.16	97.08	101.14	96.79	3.48
GEN	75.34	73.28	75.46	74.69	1.46
X	97.02	101.00	85.71	94.58	14.69
Staz 12 (I Seno)					
MAG	112.51	106.42	75.08	98.00	4.30
LUG	133.52	103.27	81.02	105.94	21.39
OTT	100.79	110.95	89.84	100.53	7.19
GEN	76.50	80.12	72.07	76.23	2.56
X	105.83	100.19	79.50	95.17	13.06
Staz 25 (II Seno)					
MAG	110.77	113.55	82.39	102.24	1.97
LUG	110.07	110.92	82.34	101.11	0.60
OTT	85.33	73.11	63.11	73.85	8.65
GEN	91.44	84.94	83.97	86.79	4.59
X	99.40	95.63	77.95	91.00	13.42

Tabella 41: Valori di temperatura (°C) rilevati da Cardellicchio et al. nel 1990-1991 nelle stazioni 4-12 (I Seno) e 25 (II Seno)

MAR PICCOLO DI TARANTO					
Temperatura (°C) - Cardellicchio et al. 1990-1991					
Staz 4 (I Seno)					
	Sup (0 m)	Mez (5 m)	Fon (10 m)	X	D.STD.
MAG	19.36	18.20	17.78	18.45	0.82
LUG	26.97	23.77	23.46	24.73	2.26
OTT	22.06	22.54	22.68	22.43	0.34
GEN	12.06	12.07	12.50	12.21	0.01
X	20.11	19.15	19.11	19.45	5.48
Staz 12 (I Seno)					
MAG	19.32	17.98	17.29	18.20	0.95
LUG	26.59	22.61	22.02	23.74	2.81
OTT	22.46	22.53	22.64	22.54	0.05
GEN	12.18	12.61	13.81	12.87	0.30
X	20.14	18.93	18.94	19.34	4.93
Staz 25 (II Seno)					
MAG	20.36	18.72	16.86	18.65	1.16
LUG	27.41	25.69	23.07	25.39	1.22
OTT	22.02	22.00	22.36	22.13	0.01
GEN	11.87	11.84	12.05	11.92	0.02
X	20.42	19.56	18.59	19.52	5.77

Tabella 42: Valori di clorofilla (mg/mc) rilevati da Cardellicchio et al. in superficie nel 1990-1991 nelle stazioni 4-12 (I Seno) e 25 (II Seno)

MAR PICCOLO DI TARANTO				
Clorofilla (mg/mc) - Cardellicchio et al.				
1990 (MAG-LUG-OTT) - 1991 (GEN)				
St	MAG	LUG	OTT	GEN
4	2.70	0.65	1.13	0.48
12	3.81	0.45	3.48	0.46
25	2.25	0.25	7.75	1.35

Tabella 43: Valori di salinità (g/Kg) rilevati da Cardellicchio et al. nel 1991-1992 nelle stazioni 2-4 (I Seno) e 6 (II Seno)

MAR PICCOLO DI TARANTO					
Salinità (g/Kg) - Cardellicchio et al. 1991 (MAR-DIC) - 1992 (GEN-FEB)					
Staz 2 (I Seno)					
	Sup (0 m)	Mez (5 m)	Fon (10 m)	X	D.STD.
MAR	36.23	37.89	37.97	37.36	1.17
APR	36.41	36.96	38.08	37.15	0.39
MAG	37.20	37.12	38.00	37.44	0.06
GIU	35.64	37.39	38.01	37.01	1.24
LUG	36.94	37.49	38.14	37.52	0.39
AGO	37.13	37.66	38.03	37.61	0.37
SET	36.81	37.62	38.29	37.57	0.57
OTT	36.89	36.87	35.74	36.50	0.01
NOV	36.60	37.04	37.66	37.10	0.31
DIC	37.18	37.82	38.38	37.79	0.45
GEN	35.26	37.26	37.81	36.78	1.41
FEB	36.30	36.58	38.00	36.96	0.20
X	36.55	37.31	37.84	37.23	0.38
Staz 4 (I Seno)					
MAR	36.40	36.41	36.49	36.43	0.05
APR	36.56	36.58	37.46	36.87	0.51
MAG	36.94	36.94	36.94	36.94	0.00
GIU	36.93	36.85	37.43	37.07	0.31
LUG	37.13	37.05	37.66	37.28	0.33
AGO	37.53	37.39	37.80	37.57	0.21
SET	36.71	36.67	37.79	37.06	0.64
OTT	36.47	36.38	36.38	36.41	0.05
NOV	36.07	36.77	36.77	36.54	0.40
DIC	37.12	37.18	36.88	37.06	0.16
GEN	35.16	35.82	37.90	36.29	1.43
FEB	36.11	36.30	37.99	36.80	1.03
X	36.59	36.70	37.29	36.86	0.38
Staz 6 (II Seno)					
MAR	36.57	36.84	37.64	37.02	0.56
APR	36.48	36.54	37.52	36.85	0.58
MAG	36.67	36.68	36.50	36.62	0.10
GIU	36.56	36.63	37.28	36.82	0.40
LUG	37.08	37.19	37.85	37.37	0.42
AGO	36.65	37.47	38.34	37.49	0.85
SET	36.66	36.74	37.86	37.09	0.67
OTT	36.46	36.79	36.80	36.68	0.19
NOV	36.41	36.94	36.86	36.74	0.29
DIC	36.77	36.98	36.59	36.78	0.20
GEN	35.73	36.58	37.80	36.70	1.04
FEB	36.39	36.48	37.59	36.82	0.67
X	36.54	36.82	37.39	36.91	0.28

Tabella 44: Valori di ossigeno disciolto (mg/L) rilevati da Cardellicchio et al. nel 1991-1992 nelle stazioni 2-4 (I Seno) e 6 (II Seno)

MAR PICCOLO DI TARANTO					
Ossigeno (mg/L) - Cardellicchio et al. 1991 (MAR-DIC) - 1992 (GEN-FEB)					
Staz 2 (I Seno)					
	Sup (0 m)	Mez (5 m)	Fon (10 m)	X	D.STD.
MAR	8.78	8.10	6.97	7.95	0.48
APR	9.94	9.39	9.03	9.45	0.39
MAG	8.50	8.51	7.49	8.17	0.01
GIU	8.98	9.23	7.33	8.51	0.18
LUG	9.29	7.96	4.98	7.41	0.94
AGO	12.31	6.20	3.55	7.35	4.32
SET	8.41	6.96	5.91	7.09	1.03
OTT	7.05	7.01	6.01	6.69	0.03
NOV	6.46	8.08	6.46	7.00	1.15
DIC	6.10	6.96	5.46	6.17	0.61
GEN	9.56	8.75	8.09	8.80	0.57
FEB	7.26	7.55	7.37	7.39	0.21
X	8.55	7.89	6.55	7.67	0.94
Staz 4 (I Seno)					
MAR	8.18	9.50	7.02	8.23	1.24
APR	9.06	9.33	8.78	9.06	0.28
MAG	8.22	8.23	8.17	8.21	0.03
GIU	8.44	9.05	9.76	9.08	0.66
LUG	7.36	7.30	3.41	6.02	2.26
AGO	9.51	9.29	1.78	6.86	4.40
SET	8.36	6.15	1.64	5.38	3.42
OTT	6.78	6.08	5.65	6.17	0.57
NOV	7.46	7.27	6.87	7.20	0.30
DIC	5.75	7.43	5.94	6.37	0.92
GEN	8.56	7.28	3.61	6.48	2.57
FEB	7.47	9.20	8.97	8.55	0.94
X	7.93	8.01	5.97	7.30	1.27
Staz 6 (II Seno)					
MAR	7.63	8.46	8.61	8.23	0.53
APR	8.75	9.15	7.16	8.35	1.05
MAG	7.81	7.67	7.65	7.71	0.09
GIU	8.56	9.12	8.59	8.76	0.32
LUG	8.14	7.70	5.16	7.00	1.61
AGO	9.24	5.74	1.56	5.51	3.85
SET	8.21	4.48	1.57	4.75	3.33
OTT	7.41	7.51	6.24	7.05	0.71
NOV	7.30	7.60	7.23	7.38	0.20
DIC	5.75	6.20	6.67	6.21	0.46
GEN	9.05	8.52	6.71	8.09	1.23
FEB	9.68	10.08	8.97	9.58	0.56
X	8.13	7.69	6.34	7.39	1.38

Tabella 45: Valori di ossigeno percentuale (%) rilevati da Cardellicchio et al. nel 1991-1992 nelle stazioni 2-4 (I Seno) e 6 (II Seno)

MAR PICCOLO DI TARANTO					
Ossigeno % - Cardellicchio et al. 1991 (MAR-DIC) - 1992 (GEN-FEB)					
Staz. 2 (I Seno)					
	Sup (0 m)	Mez (5 m)	Fon (10 m)	X	D.STD.
MAR	111.12	100.51	86.70	99.44	7.50
APR	123.90	117.47	112.21	117.86	4.55
MAG	109.06	109.78	96.95	105.26	0.51
GIU	132.58	133.76	100.76	122.37	0.83
LUG	141.09	117.22	71.77	110.03	16.88
AGO	190.29	93.67	53.52	112.49	68.32
SET	125.81	104.37	88.49	106.22	15.16
OTT	94.53	93.46	80.04	89.34	0.76
NOV	81.63	102.32	82.45	88.80	14.63
DIC	69.00	80.68	65.62	71.77	8.26
GEN	106.41	99.99	94.25	100.22	4.54
FEB	83.30	87.32	86.94	85.85	2.84
X	114.06	103.38	84.98	100.80	14.68
Staz. 4 (I Seno)					
MAR	107.11	124.16	91.97	107.75	16.10
APR	113.90	116.86	110.85	113.87	3.01
MAG	107.16	107.29	106.30	106.92	0.54
GIU	126.68	133.02	137.49	132.40	5.43
LUG	112.59	110.90	49.45	90.98	35.98
AGO	147.34	143.46	27.42	106.07	68.14
SET	124.86	97.63	29.63	84.04	49.05
OTT	88.98	79.60	73.83	80.80	7.65
NOV	91.35	90.80	86.17	89.44	2.85
DIC	64.35	80.56	64.07	69.66	9.44
GEN	92.32	78.96	42.27	71.18	25.92
FEB	85.00	104.86	105.45	98.44	11.64
X	105.14	105.68	77.08	95.96	18.49
Staz. 6 (II Seno)					
MAR	96.38	105.78	106.67	102.94	5.70
APR	109.23	114.03	89.79	104.35	12.84
MAG	100.47	98.68	98.12	99.09	1.23
GIU	124.50	133.81	120.85	126.39	6.68
LUG	125.36	116.57	74.39	105.44	27.25
AGO	141.86	88.64	18.49	83.00	61.88
SET	122.23	66.74	11.59	66.85	55.32
OTT	97.25	98.56	82.22	92.68	9.08
NOV	90.36	95.14	90.26	91.92	2.79
DIC	62.20	67.08	72.41	67.23	5.11
GEN	98.07	94.00	78.40	90.16	10.38
FEB	110.79	114.90	104.89	110.19	5.03
X	106.56	99.49	79.01	95.02	17.16

Tabella 46: Valori di temperatura (°C) rilevati da Cardellicchio et al. nel 1991-1992 nelle stazioni 2-4 (I Seno) e 6 (II Seno)

MAR PICCOLO DI TARANTO					
Temperatura (°C) - Cardellicchio et al. 1991 (MAR-DIC) - 1992 (GEN-FEB)					
Staz 2 (I Seno)					
	Sup (0 m)	Mez (5 m)	Fon (10 m)	X	D.STD.
MAR	16.00	14.50	14.60	15.03	1.06
APR	15.18	15.19	14.53	14.97	0.01
MAG	16.40	16.70	16.60	16.57	0.21
GIU	24.57	22.92	19.78	22.42	1.17
LUG	25.80	23.81	22.36	23.99	1.41
AGO	26.80	25.25	25.00	25.68	1.10
SET	24.95	24.82	24.51	24.76	0.09
OTT	18.80	18.50	18.80	18.70	0.21
NOV	15.81	15.78	16.07	15.89	0.02
DIC	10.30	11.24	12.79	11.44	0.66
GEN	10.11	10.74	11.48	10.78	0.45
FEB	11.21	11.50	12.01	11.57	0.21
X	17.99	17.58	17.38	17.65	5.40
Staz 4 (I Seno)					
MAR	15.30	15.00	14.70	15.00	0.30
APR	15.35	15.01	14.90	15.09	0.23
MAG	17.20	16.10	16.10	16.47	0.64
GIU	24.50	20.75	20.14	21.80	2.36
LUG	25.80	22.58	22.51	23.63	1.88
AGO	25.72	25.31	25.32	25.45	0.23
SET	24.86	24.72	24.75	24.78	0.07
OTT	19.00	19.00	18.90	18.97	0.06
NOV	16.65	16.05	16.21	16.30	0.31
DIC	12.00	12.20	12.15	12.12	0.10
GEN	13.01	11.55	11.52	12.03	0.85
FEB	11.82	12.08	11.98	11.96	0.13
X	18.43	17.53	17.43	17.80	5.02
Staz 6 (II Seno)					
MAR	15.80	15.20	14.50	15.17	0.65
APR	15.23	15.13	15.14	15.17	0.06
MAG	16.70	16.70	16.60	16.67	0.06
GIU	23.40	23.88	21.29	22.86	1.38
LUG	26.59	25.53	22.47	24.86	2.14
AGO	26.55	26.62	25.31	26.16	0.74
SET	24.72	24.73	24.96	24.80	0.14
OTT	17.80	17.80	17.90	17.83	0.06
NOV	14.83	15.23	15.12	15.06	0.21
DIC	8.39	8.34	8.60	8.44	0.14
GEN	8.87	9.33	11.32	9.84	1.30
FEB	10.89	10.85	11.72	11.15	0.49
X	17.48	17.45	17.08	17.33	6.10

Tabella 47: Valori di clorofilla (mg/mc) rilevati da Cardellicchio et al. nel 1991-1992 nelle stazioni 2-4 (I Seno) e 6 (II Seno)

MAR PICCOLO DI TARANTO					
Clorofilla (mg/mc) - Cardellicchio et al. 1991 (MAR-DIC) - 1992 (GEN-FEB)					
Staz. 2 (I Seno)					
	Sup (0 m)	Mez (5 m)	Fon (10 m)	X	D.STD.
MAR	3.00	2.46	0.91	2.12	0.38
APR	2.49	3.94	0.93	2.45	1.03
MAG	2.38	2.23	0.38	1.66	0.11
GIU	1.24	1.93	1.81	1.66	0.49
LUG	1.03	3.26	6.64	3.64	1.58
AGO	25.61	5.63	2.34	11.19	14.13
SET	5.86	3.61	0.45	3.31	1.59
OTT	3.84	3.84	0.46	2.71	0.00
NOV	1.03	1.46	0.12	0.87	0.30
DIC	1.68	3.26	0.45	1.80	1.12
GEN	4.49	2.81	0.88	2.73	1.19
FEB	0.44	0.80	0.12	0.45	0.25
X	4.42	2.94	1.29	2.88	2.78
Staz. 4 (I Seno)					
MAR	0.65	1.32	2.68	1.55	1.03
APR	1.35	1.23	1.68	1.42	0.23
MAG	0.90	0.47	0.48	0.62	0.25
GIU	0.59	0.48	0.69	0.59	0.11
LUG	0.91	0.70	0.58	0.73	0.17
AGO	2.55	2.67	4.16	3.13	0.90
SET	1.02	0.47	0.91	0.80	0.29
OTT	0.76	0.80	1.59	1.05	0.47
NOV	0.57	0.57	0.90	0.68	0.19
DIC	1.58	1.81	1.81	1.73	0.13
GEN					
FEB	0.12	0.35	0.35	0.27	0.13
X	1.00	0.99	1.44	1.14	0.80
Staz. 6 (II Seno)					
MAR	0.69	1.78	2.25	1.57	0.80
APR	1.00	2.22	1.36	1.53	0.63
MAG	2.39	2.26	2.49	2.38	0.12
GIU	1.14	0.59	1.13	0.95	0.31
LUG	1.01	4.17	8.44	4.54	3.73
AGO	2.13	2.45	5.36	3.31	1.78
SET	13.34	1.67	2.39	5.80	6.54
OTT	3.96	5.18	3.15	4.10	1.02
NOV	0.77	0.90	0.32	0.66	0.30
DIC	0.68	1.02	0.57	0.76	0.23
GEN	1.78	1.49	0.68	1.32	0.57
FEB	0.35	0.68	0.76	0.60	0.22
X	2.44	2.03	2.41	2.29	1.74

Tabella 48: Valori di temperatura (°C) rilevati da Alabiso nel 2008 in superficie (sup), mezz'acqua (mez) e fondo (fon) nella stazione 7 (I Seno)

MAR PICCOLO DI TARANTO I SENO					
TEMPERATURA (°C) - St. 7 - ALABISO 2008					
DATA	Sup	Mez	Fon	X	D.STD.
09-gen	11.46	11.58	12.34	11.79	0.48
18-gen	11.84	12.72	13.25	12.60	0.71
X	11.65	12.15	12.80	12.20	0.59
04-feb	11.84	11.90	12.69	12.14	0.47
27-feb	12.71	12.15	12.63	12.50	0.30
X	12.28	12.03	12.66	12.32	0.39
10-mar	13.55	13.958	13.92	13.81	0.23
27-mar	14.21	14.32	14.46	14.33	0.13
X	13.88	14.14	14.19	13.81	0.23
07-apr	15.01	15.17	14.67	14.95	0.26
X	15.01	15.17	14.67	14.95	0.26
08-mag	17.41	17.14	16.52	17.02	0.46
23-mag	19.98	20.17	19.52	19.89	0.33
X	18.70	18.66	18.02	18.46	0.40
03-giu	24.05	22.39	20.55	22.33	1.75
19-giu	24.58	23.94	22.68	23.73	0.97
X	24.32	23.17	21.62	23.03	1.36
07-lug	28.27	27.42	25.56	27.08	1.39
28-lug	26.08	25.99	24.62	25.56	0.82
X	27.18	26.71	25.09	26.32	1.10
05-ago	27.54	27.4	26.52	27.15	0.55
X	27.54	27.40	26.52	27.15	0.55
08-set	27.93	27.36	26.88	27.39	0.53
22-set	22.98	22.92	23.18	23.03	0.14
X	25.46	25.14	25.03	25.21	0.33
15-ott	20.89	21.22	21.47	21.19	0.29
X	20.89	21.22	21.47	21.19	0.29
03-nov	21.2	21.14	21.27	21.20	0.07
27-nov	15.79	16.35	16.79	16.31	0.50
X	18.50	18.75	19.03	18.76	0.28
19-dic	13.50	14.20	14.46	14.05	0.50
X	13.50	14.20	14.46	14.05	0.50

Tabella 49: Valori di salinità (g/Kg) rilevati da Alabiso nel 2008 in superficie (sup), mezz'acqua (mez) e fondo (fon) nella stazione 7 (I Seno)

MAR PICCOLO DI TARANTO I SENO					
SALINITA' (g/Kg) - St 7 - ALABISO 2008					
DATA	Sup	Mez	Fon	X	D.STD.
09-gen	35.48	36.82	37.94	36.75	1.23
18-gen	35.73	36.95	38.09	36.92	1.18
X	35.61	36.89	38.02	36.84	1.21
04-feb	36.24	36.43	38.27	36.98	1.12
27-feb	35.67	37.01	38.18	36.95	1.26
X	35.96	36.72	38.23	36.95	1.26
10-mar	35.99	36.82	38.02	36.94	1.02
27-mar	36.33	37.28	38.15	37.25	0.91
X	36.16	37.05	38.09	37.10	0.97
07-apr	36.36	37.44	38.32	37.37	0.98
X	36.36	37.44	38.32	37.37	0.98
08-mag	36.87	36.94	38.29	37.37	0.80
23-mag	35.26	37.03	37.88	36.72	1.34
X	36.07	36.99	38.09	37.05	1.07
03-giu	36.55	37.36	37.88	37.26	0.67
19-giu	36.18	37.17	38.13	37.16	0.98
X	36.37	37.27	38.01	37.21	0.82
07-lug	37.15	37.69	38.22	37.69	0.54
28-lug	36.84	37.35	38.2	37.46	0.69
X	37.00	37.52	38.21	37.58	0.61
05-ago	36.49	37.81	38.34	37.55	0.95
X	36.49	37.81	38.34	37.55	0.95
08-set	37.52	38.2	38.63	38.12	0.56
22-set	37.47	37.62	38.3	37.80	0.44
X	37.50	37.91	38.47	37.96	0.50
15-ott	36.99	37.84	38.51	37.78	0.76
X	36.99	37.84	38.51	37.78	0.76
03-nov	36.87	37.65	38.38	37.63	0.76
27-nov	36.63	37.46	38.13	37.41	0.75
X	36.75	37.56	38.26	37.52	0.75
15-dic	34.73	36.26	37.46	36.15	1.37
X	34.73	36.26	37.46	36.15	1.37

Tabella 50: Valori di ossigeno percentuale (%) rilevati da Alabiso nel 2008 in superficie (sup), mezz'acqua (mez) e fondo (fon) nella stazione 7 (I Seno)

MAR PICCOLO DI TARANTO I SENO					
Ossigeno % - St. 7 - ALABISO 2008					
DATA	Sup	Mez	Fon	X	D.STD.
09-gen	93.56	100.81	95.35	96.58	3.78
18-gen	101.54	103.82	96.42	100.60	3.79
X	97.55	102.32	95.89	98.59	3.78
04-feb	104.63	109.35	101.38	105.12	4.01
27-feb	104.26	113.35	115.40	111.00	5.93
X	104.45	111.35	108.39	108.06	4.97
10-mar	102.20	105.53	108.70	105.47	3.25
27-mar	97.58	103.25	102.50	101.11	3.08
X	99.89	104.39	105.60	103.29	3.17
07-apr	102.04	102.69	105.22	103.32	1.68
X	102.04	102.69	105.22	103.32	1.68
08-mag	108.79	105.50	105.00	106.43	2.06
23-mag	96.96	105.29	101.79	101.35	4.18
X	102.88	105.40	103.39	103.89	3.12
03-giu	108.58	109.42	100.17	106.06	5.12
19-giu	101.21	109.58	102.50	104.43	4.50
X	104.90	109.50	101.33	105.24	4.81
07-lug	102.40	100.48	100.29	101.06	1.17
28-lug	106.00	110.30	104.20	106.83	3.13
X	104.20	105.39	102.24	103.95	2.15
05-ago	109.50	117.30	112.00	112.93	3.98
X	109.50	117.30	112.00	112.93	3.98
08-set	109.80	113.60	86.50	103.30	14.67
22-set	100.90	103.70	103.40	102.67	1.54
X	105.35	108.65	94.95	102.98	8.11
15-ott	110.20	116.50	103.80	110.17	6.35
X	110.20	116.50	103.80	110.17	6.35
03-nov	107.10	112.70	107.70	109.17	3.07
27-nov	101.45	108.62	95.80	101.96	6.43
X	104.27	110.66	101.75	105.56	4.75
15-dic	111.42	104.05	95.30	103.59	8.07
X	111.42	104.05	95.30	103.59	8.07

Tabella 51: Valori di temperatura (°C) rilevati da Alabiso nel 2008 in superficie (sup), mezz'acqua (mez) e fondo (fon) nella stazione 12 (II Seno)

MAR PICCOLO DI TARANTO I SENO					
TEMPERATURA (°C) - St. 12 - ALABISO 2008					
DATA	Sup	Mez	Fon	X	D.STD.
09-gen	11.27	10.85	11.83	11.32	0.49
18-gen	12.01	12.48	12.79	12.43	0.39
X	11.64	11.67	12.31	11.87	0.44
04-feb	11.72	11.55	12.68	11.98	0.61
27-feb	11.58	10.17	11.59	11.11	0.82
X	11.65	10.86	12.14	11.55	0.71
10-mar	13.16	13.59	13.86	13.54	0.35
27-mar	14.77	14.31	14.75	14.61	0.26
X	13.97	13.95	14.31	14.07	0.31
07-apr	15.2	15.2	15.32	15.24	0.07
X	15.20	15.20	15.32	15.24	0.07
08-mag	19.01	18.19	17.99	18.40	0.54
23-mag	21.16	20.57	20.08	20.60	0.54
X	20.09	19.38	19.04	19.50	0.54
03-giu	25.04	23.06	21.52	20.60	0.54
19-giu	25.31	24.38	23.31	24.33	1.00
X	22.90	21.85	20.99	22.47	0.77
07-lug	28.79	27.36	25.85	27.33	1.47
28-lug	26.9	26.61	26.02	26.51	0.45
X	27.85	26.99	25.94	26.92	0.96
05-ago	29.11	28.09	25.96	27.72	1.61
X	29.11	28.09	25.96	27.72	1.61
08-set	28.58	27.02	26.67	27.42	1.02
22-set	22.25	21.41	21.36	21.67	0.50
X	25.42	24.22	24.02	24.55	0.76
15-ott	19.98	20.36	21.59	20.64	0.84
X	19.98	20.36	21.59	20.64	0.84
03-nov	21.02	20.849	21.51	21.13	0.34
27-nov	14.96	14.96	16.23	15.38	0.73
X	17.99	17.90	18.87	18.25	0.54
19-dic	14.14	14.22	14.57	14.31	0.23
X	14.14	14.22	14.57	14.31	0.23

Tabella 52: Valori di salinità (g/Kg) rilevati da Alabiso nel 2008 in superficie (sup), mezz'acqua (mez) e fondo (fon) nella stazione 12 (II Seno)

MAR PICCOLO DI TARANTO I SENO					
SALINITA' (mg/Kg) - St 12 - ALABISO 2008					
DATA	Sup	Mez	Fon	X	D.STD.
09-gen	36.13	36.42	37.54	36.70	0.74
18-gen	35.89	36.78	37.48	36.72	0.80
X	36.01	36.60	37.51	36.71	0.77
04-feb	36.04	36.63	37.69	36.79	0.84
27-feb	35.98	36.58	37.52	36.69	0.78
X	36.01	36.61	37.61	36.74	0.81
10-mar	35.58	36.62	37.75	36.65	1.09
27-mar	36.11	36.65	37.73	36.83	0.82
X	35.85	36.64	37.74	36.74	0.96
07-apr	36.27	36.35	38.11	36.91	1.04
X	36.27	36.35	38.11	36.91	1.04
08-mag	36.75	37.11	37.61	37.16	0.43
23-mag	36.64	36.91	37.31		
X	36.70	37.01	37.46	37.16	0.43
03-giu	36.63	37.153	37.75	36.95	0.34
19-giu	36.91	37.08	37.8	37.26	0.47
X	36.72	37.04	37.58	37.11	0.40
07-lug	37.46	37.78	38.1	37.78	0.32
28-lug	37.56	37.742	37.83	37.71	0.14
X	37.51	37.76	37.97	37.75	0.23
05-ago	37.43	37.87	38.05	37.78	0.32
X	37.43	37.87	38.05	37.78	0.32
08-set	37.72	37.956	38.29	37.99	0.29
22-set	37.39	37.29	37.34	37.34	0.05
X	37.56	37.62	37.82	37.66	0.17
15-ott	36.74	37.19	38.29	37.41	0.80
X	36.74	37.19	38.29	37.41	0.80
03-nov	36.96	37.35	37.92	37.41	0.48
27-nov	36.54	36.81	37.42	36.92	0.45
X	36.75	37.08	37.67	37.17	0.47
15-dic	35.02	36.16	37.06	36.08	1.02
X	35.02	36.16	37.06	36.08	1.02

Tabella 53: Valori di ossigeno percentuale (%) rilevati da Alabiso nel 2008 in superficie (sup), mezz'acqua (mez) e fondo (fon) nella stazione 12 (II Seno)

MAR PICCOLO DI TARANTO I SENO					
Ossigeno % - St. 12 - ALABISO 2008					
DATA	Sup	Mez	Fon	X	D.STD.
09-gen	78.79	108.12	121.09	102.67	21.67
18-gen	103.28	107.21	103.20	104.56	2.30
X	91.04	107.67	112.14	103.62	11.98
04-feb	106.37	108.07	103.57	106.00	2.27
27-feb	108.84	112.23	119.42	113.50	5.40
X	107.60	110.15	111.49	109.75	3.84
10-mar	100.33	103.92	112.50	105.58	6.25
27-mar	101.48	107.04	110.35	106.29	4.48
X	100.91	105.48	111.42	105.94	5.37
07-apr	102.07	107.30	110.57	106.65	4.29
X	102.07	107.30	110.57	106.65	4.29
08-mag	108.88	116.20	119.92	115.00	5.62
23-mag	108.71	110.34	119.22	112.76	5.66
X	108.79	113.27	119.57	113.88	5.64
03-giu	104.78	119.91	112.65	112.76	5.66
19-giu	102.52	106.13	109.58	106.08	3.53
X	106.20	112.42	115.26	109.42	4.59
07-lug	105.40	105.4	116.6	109.13	6.47
28-lug	108.07	108.44	79.72	98.75	16.47
X	106.74	106.92	98.16	103.94	11.47
05-ago	107.32	88.76	62.46	86.18	22.54
X	107.32	88.76	62.46	86.18	22.54
08-set	124.50	96.20	73.25	97.98	25.67
22-set	79.79	118.18	132.31	110.09	27.18
X	102.14	107.19	102.78	104.04	26.42
15-ott	99.74	97.83	74.07	90.55	14.30
X	99.74	97.83	74.07	90.55	14.30
03-nov	89.65	92.26	77.22	86.38	8.04
27-nov	87.57	89.08	83.16	86.60	3.08
X	88.61	90.67	80.19	86.49	5.56
15-dic	103.58	102.08	77.75	94.47	14.50
X	103.58	102.08	77.75	94.47	14.50

Tabella 54: Valori di temperatura (°C), salinità (‰), ossigeno disciolto (mg/L), ossigeno percentuale (%) e clorofilla (mg/mc) rilevati da Cardellicchio et al., nel 2014 in superficie (sup), mezz'acqua (mez) e fondo (fon) nelle stazioni 6 (centro I Seno), 10 (prese a mare, I Seno) e 14 (centro II Seno)

MAR PICCOLO - CARDELLICCHIO et al., 2014											
TEMPERATURA °C											
St. 6 - I Seno				St. 10 - I Seno				St. 14 - II Seno			
DATA	Sup	Mez	Fon	DATA	Sup	Mez	Fon	DATA	Sup	Mez	Fon
29-set	23.35	23.36	23.45	29-set	23.52	23.30	23.20	29-set	23.38	23.12	23.05
27-ott	19.94	19.90	19.52	27-ott	19.75	19.89	19.36	27-ott	19.53	19.44	19.59
14-nov	18.77	18.66	19.05	14-nov	18.81	18.78	19.36	14-nov	18.59	18.40	18.66
15-dic	16.12	15.39	16.15	15-dic	16.50	15.46	16.49	15-dic	14.24	14.53	16.26
X	19.55	19.33	19.54	X	19.64	19.36	19.60	X	18.93	18.87	19.39
SALINITA' ‰											
29-set	36.53	36.64	37.43	29-set	36.50	36.70	37.53	29-set	36.89	36.46	37.21
27-ott	36.23	36.37	37.43	27-ott	36.13	36.43	37.65	27-ott	36.80	36.10	37.23
14-nov	35.74	36.09	37.04	14-nov	35.76	36.45	37.65	14-nov	36.01	35.96	36.90
15-dic	35.92	36.11	37.61	15-dic	36.38	35.99	37.62	15-dic	35.90	35.87	37.34
X	36.11	36.30	37.38	X	36.19	36.39	37.61	X	36.40	36.10	37.17
OSSIGENO mg/L											
29-set	6.80		4.58	29-set	6.90		4.45	29-set	7.90		5.41
27-ott	6.00		5.45	27-ott	6.92		5.02	27-ott	7.76		6.85
14-nov	7.12		6.90	14-nov	7.75		5.25	14-nov	8.02		7.10
15-dic	6.50		6.34	15-dic	7.00		6.00	15-dic	7.92		6.90
X	6.61		5.82	X	7.14		5.18	X	7.90		6.57
OSSIGENO %											
29-set	98.46		66.77	29-set	100.18		64.63	29-set	114.68		78.23
27-ott	81.62		74.09	27-ott	93.74		68.13	27-ott	105.11		93.14
14-nov	94.50		92.78	14-nov	102.95		71.26	14-nov	106.27		94.70
15-dic	82.13		80.98	15-dic	89.35		77.14	15-dic	96.41		88.17
X	89.18		78.66	X	96.56		70.29	X	105.62		88.56
CLOROFILLA mg/mc											
29-set	4.16			29-set	3.95			29-set	12.02		
27-ott	1.80			27-ott	2.50			27-ott	2.20		
14-nov	1.20		1.58	14-nov	0.72		0.50	14-nov	0.63		1.66
15-dic	0.76		1.56	15-dic	1.13		1.33	15-dic	1.40		1.15
X	1.98		1.57	X	2.08		0.92	X	4.06		1.41

Allegato 3: CAMPAGNA OCEANOGRAFICA SETTEMBRE 2014 – DICEMBRE 2014 - MAR PICCOLO DI TARANTO. CARDELLICCHIO E COLL., CNR - IAMC – TA

A partire da settembre 2014 con frequenza mensile, sono state effettuate campagne di acquisizione dati sulla qualità delle acque in Mar Piccolo e in alcune stazioni del Mar Grande per la valutazione di parametri chimico-fisici e clorofilla in stazioni significative. La campagna di acquisizione dati è stata effettuata in 13 stazioni del Mar Piccolo (dieci nel primo Seno e tre nel secondo Seno) e in due stazioni del Mar Grande mediante la motobarca “Cerruti” dell’IAMC. Nella **Figura 1** sono illustrate le localizzazioni delle stazioni di prelievo, scelte in maniera tale da essere rappresentative di situazioni ambientali diverse. Nella **Tabella 1** sono riportate le coordinate geografiche e le profondità delle varie stazioni. I dati acquisiti sono stati elaborati mediante software SURFER al fine di ottenere mappe di distribuzione georeferenziate dei vari parametri indagati. I dati acquisiti nel periodo di osservazione sono state utili anche per il confronto con dati storici di anni precedenti.



Figura 1: Localizzazione delle stazioni di campionamento

Tabella 1: Localizzazione delle stazioni di prelievo e profondità.

Stazioni	Latitudine	Longitudine	Profondità (m)
Mar Grande			
1	40° 27'15"	17° 13'30"	24
2	40° 28'17.79"	17° 14'2.30"	9
I Seno Mar Piccolo			
3	40° 28'31.38"	17° 14'9.63"	12
4	40° 28'39.72"	17° 13'55.72"	10
5	40° 28'46"	17° 13'48"	10
6	40° 29'30"	17° 14'39"	10.7
7	40° 29'49"	17° 14'59"	8.6
8	40° 29'54.51"	17° 15'43.89"	7
9	40° 29'51.82"	17° 15'58.66"	13.3
10	40° 29'3"	17° 14'57"	11.2
11	40°28'41.74"	17°14'53.1"	11
12	40° 28'41	17° 16'4"	8
II Seno Mar Piccolo			
13	40° 28'29"	17° 16'22"	12.5
14	40° 28'49"	17° 17'36"	8.2
15	40° 28'54"	17° 18'19"	7.1

I dati ottenuti relativi a temperatura, salinità, ossigeno disciolto, ossigeno relativo, clorofilla *a* misurati in superficie e sul fondo sono riportati sinteticamente nelle tabelle allegate (Tabelle 2-6). Non si allegano per brevità le distribuzioni lungo la colonna d'acqua dei vari parametri determinati. I valori dei parametri salinità e ossigeno disciolto sono stati elaborati mediante il programma SURFER. Nelle Figure 2-9 e 11-18 sono riportate le distribuzioni spaziali ottenute. Per una attenta valutazione delle distribuzioni SURFER occorre considerare i valori delle relative scale per una esatta interpretazione delle differenze tra superficie e fondo. Per quanto riguarda la salinità i valori hanno evidenziato una elevata stratificazione di acque a diversa densità. La salinità delle acque, soprattutto in superficie, è influenzata dai citri, dagli apporti fluviali, dalle precipitazioni e dalle correnti. Queste ultime determinano la direzione della diffusione delle acque e dei materiali scaricati dalle varie sorgenti (a terra e sottomarine). Gli apporti di acque dolci provocano fenomeni di stratificazione a causa della minore densità: pertanto in superficie si osserva una diminuzione della salinità soprattutto nei mesi invernali. Infatti il livello più basso di salinità è stato riscontrato in superficie a dicembre nella stazione 7 del primo Seno (34.11‰) ubicata in corrispondenza del citro Galeso. Nei mesi invernali di solito più piovosi la portata dei citri risulta aumentata. Nella stazione 1 (Mar Grande), ad ottobre, sul fondo è stato trovato il valore più alto (38.10 ‰). Dalle distribuzioni si evince che le stazioni prossime ai Citri presentano in superficie e sul fondo valori più bassi di salinità (Figure 2-9). Considerando la distribuzione delle medie mensili della salinità per il primo Seno e per il secondo Seno (Figura 10), si osserva un andamento pressoché costante tra i due Seni. Inoltre, nel primo Seno i valori medi di salinità sono più alti rispetto al secondo Seno, questo molto probabilmente per il maggiore scambio di acque più dense provenienti dal Mar Grande.

Per quanto riguarda l'ossigeno disciolto le concentrazioni diminuiscono con la profondità: le acque superficiali sono naturalmente più ricche d'ossigeno, sia a causa di una maggiore concentrazione di fitoplancton che per la solubilità dell'ossigeno atmosferico (Figure 11-18). La concentrazione più elevata (8.74 mg/l) è stata misurata nel mese di settembre in superficie nella stazione 2 ubicata nel Mar Grande. Il valore più basso (3.63 mg/l) è stato riscontrato sul fondo, nel mese di settembre nella stazione 8 ubicata nel I Seno. Per quanto riguarda l'influenza del fattore spaziale, si osserva che i valori medi mensili di ossigeno disciolto nei due Seni sono più o meno comparabili (Figura 19). I valori di ossigeno disciolto in superficie si differenziano in entrambi i Seni del Mar Piccolo e nel Mar Grande da quelli del fondo. Le due stazioni del Mar Grande presentano valori di ossigeno disciolto più alti rispetto a quelle del Mar Piccolo, indice di una maggiore movimentazione in questo bacino.

Per quanto riguarda l'ossigeno relativo la variabilità del parametro nelle acque superficiali è fortemente influenzata dalla biomassa autotrofa in sospensione e dalla temperatura. Le fluttuazioni attorno al valore di saturazione sono per lo più conseguenti all'apporto di ossigeno proveniente dai processi fotosintetici. Valori in sovrasaturazione possono coincidere con fioriture microalgali. Per quanto riguarda il fattore profondità, le acque superficiali presentano mediamente un buon tasso di ossigenazione. Nelle acque di fondo i valori tendenti alla sottosaturazione sono determinati dalla domanda di ossigeno nei processi ossidativi e respiratori. La temperatura più bassa (14.24 °C) è stata registrata in superficie nella stazione 14 del secondo Seno nel mese di dicembre; nei mesi invernali, infatti, la temperatura delle acque, soprattutto in superficie, è influenzata dalla temperatura dell'aria. La temperatura più alta è stata registrata sul fondo nel mese di settembre nella stazione 13 del II Seno (23.72 °C). Considerando la distribuzione delle medie mensili della temperatura per il primo Seno e per il secondo Seno (Figura 20), si osserva un andamento pressoché costante tra i due Seni. Inoltre, per quanto riguarda l'influenza del fattore spaziale non si osservano differenze tra i due Seni del Mar Piccolo e il Mar Grande. Per ciò che concerne la clorofilla *a* la distribuzione di questo parametro nelle acque del primo e del secondo Seno del Mar Piccolo è simile ad eccezione del mese di settembre dove nelle stazioni 14 e 15 del secondo Seno in superficie sono stati trovati valori di clorofilla *a* molto più alti rispetto alle altre stazioni del primo Seno e del Mar

Grande. Infatti i livelli più alti di clorofilla *a* sono stati trovati nel mese di settembre nelle stazioni 14 con 12.02 mg/m^3 e nella stazione 15 con 11.61 mg/m^3 .

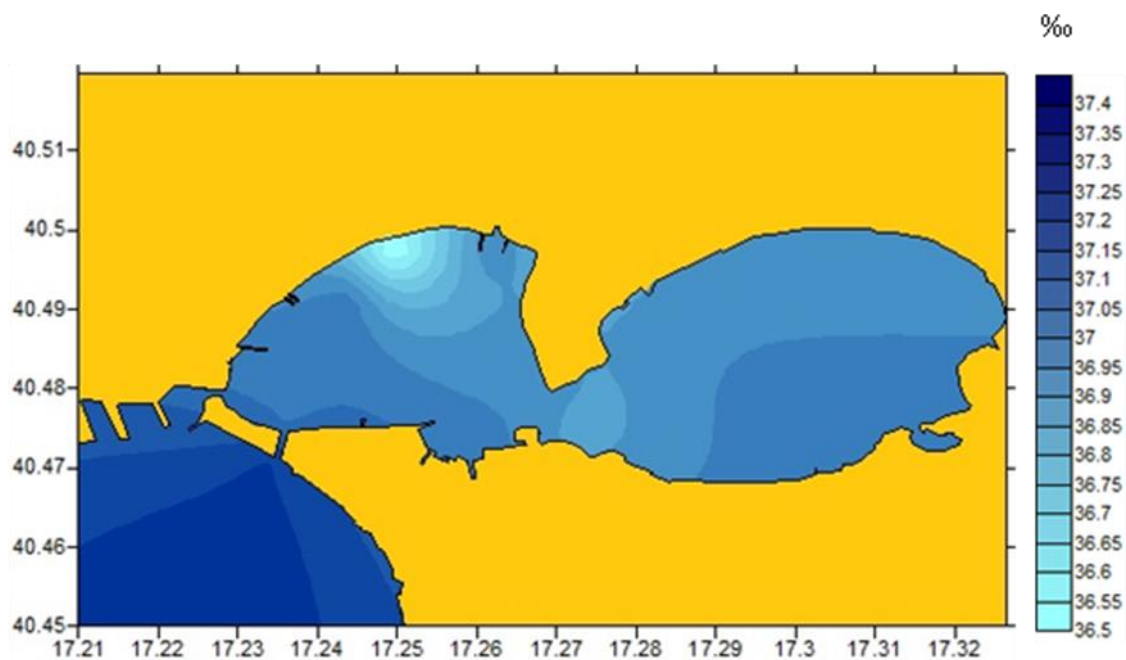


Figura 2: Distribuzione spaziale della salinità in superficie nell'area investigata il 29 settembre 2014

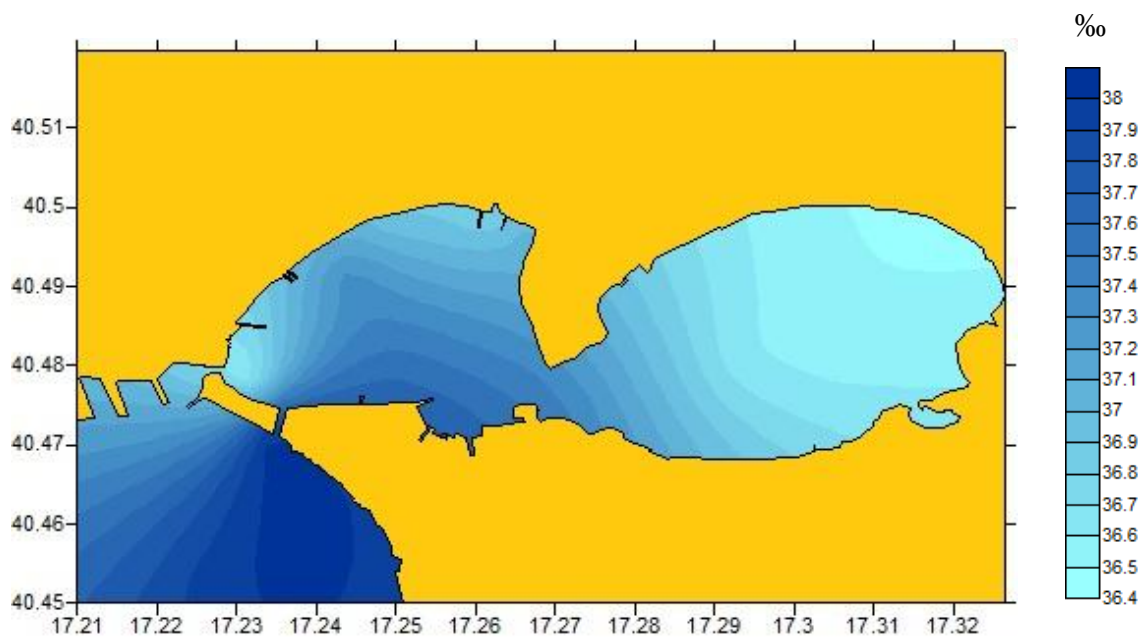


Figura 3: Distribuzione spaziale della salinità sul fondo nell'area investigata il 29 settembre 2014

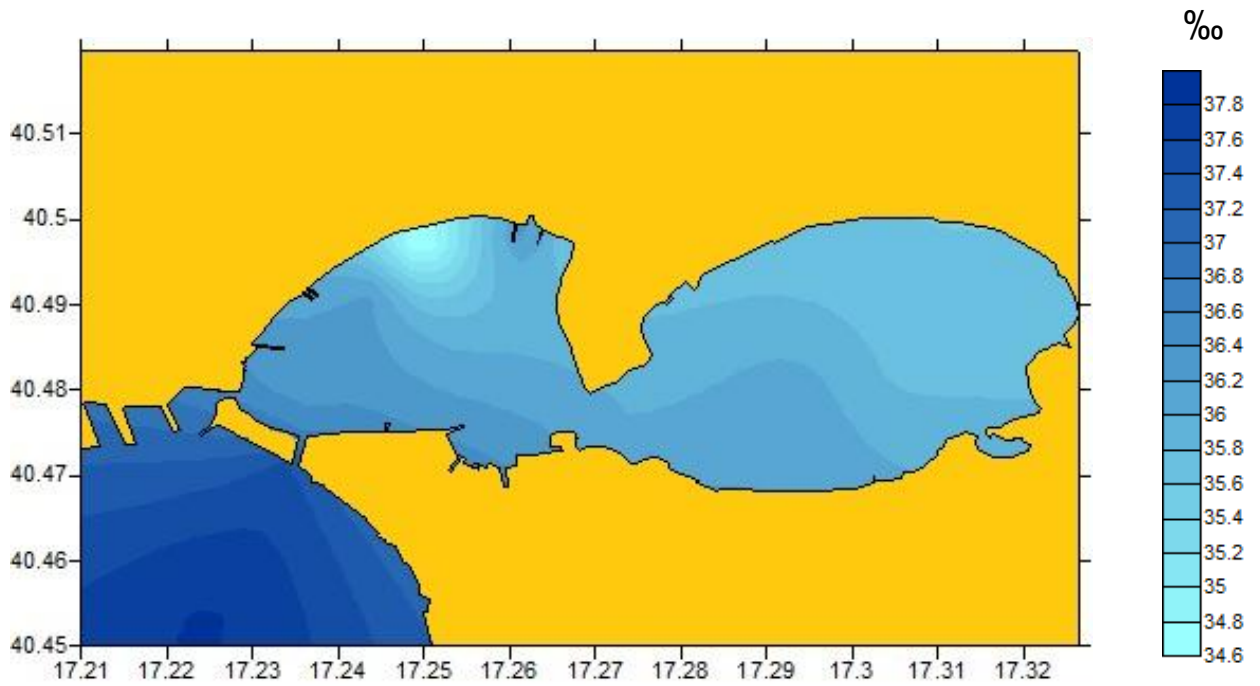


Figura 4: Distribuzione spaziale della salinità in superficie nell'area investigata il 27 ottobre 2014

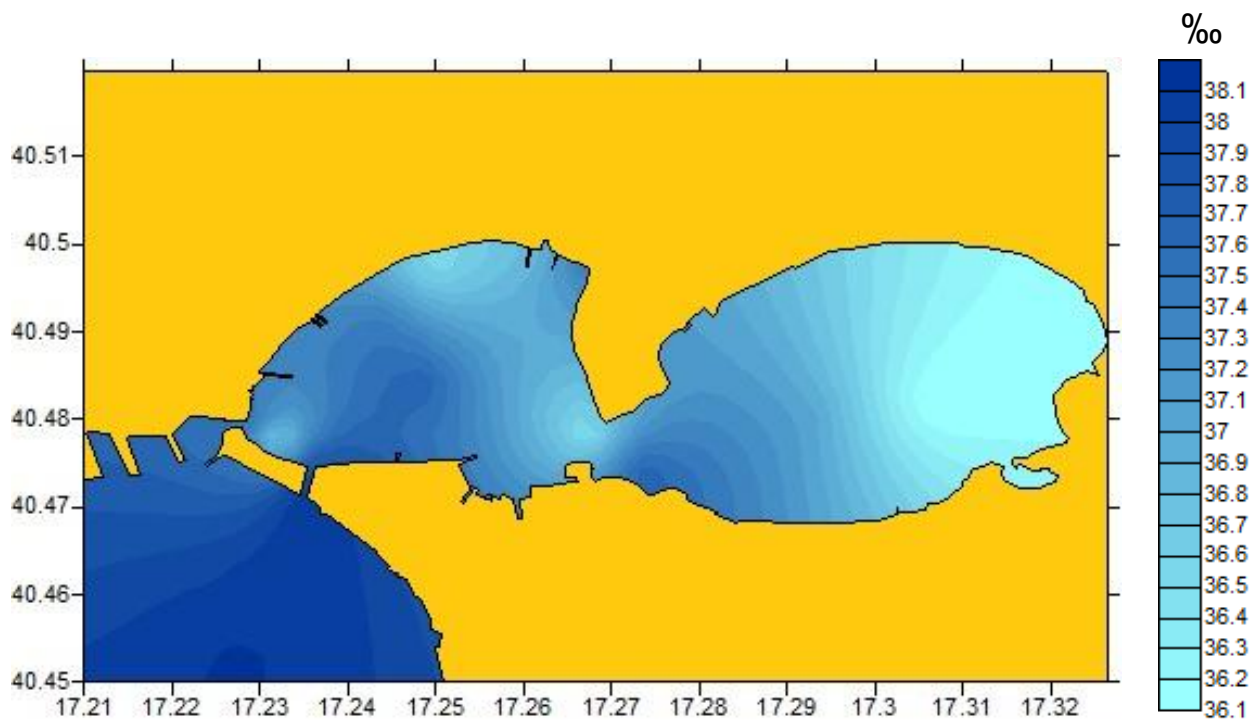


Figura 5: Distribuzione spaziale della salinità sul fondo nell'area investigata il 27 ottobre 2014

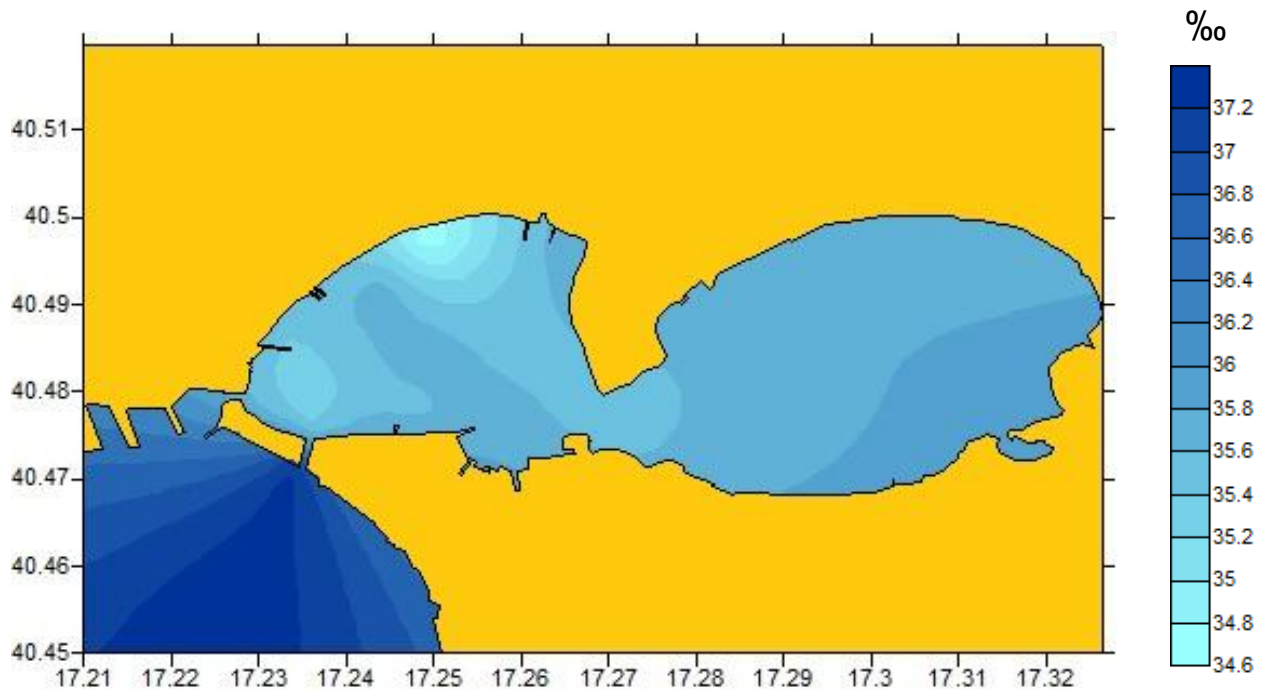


Figura 6: Distribuzione spaziale della salinità in superficie nell'area investigata il 14 novembre 2014

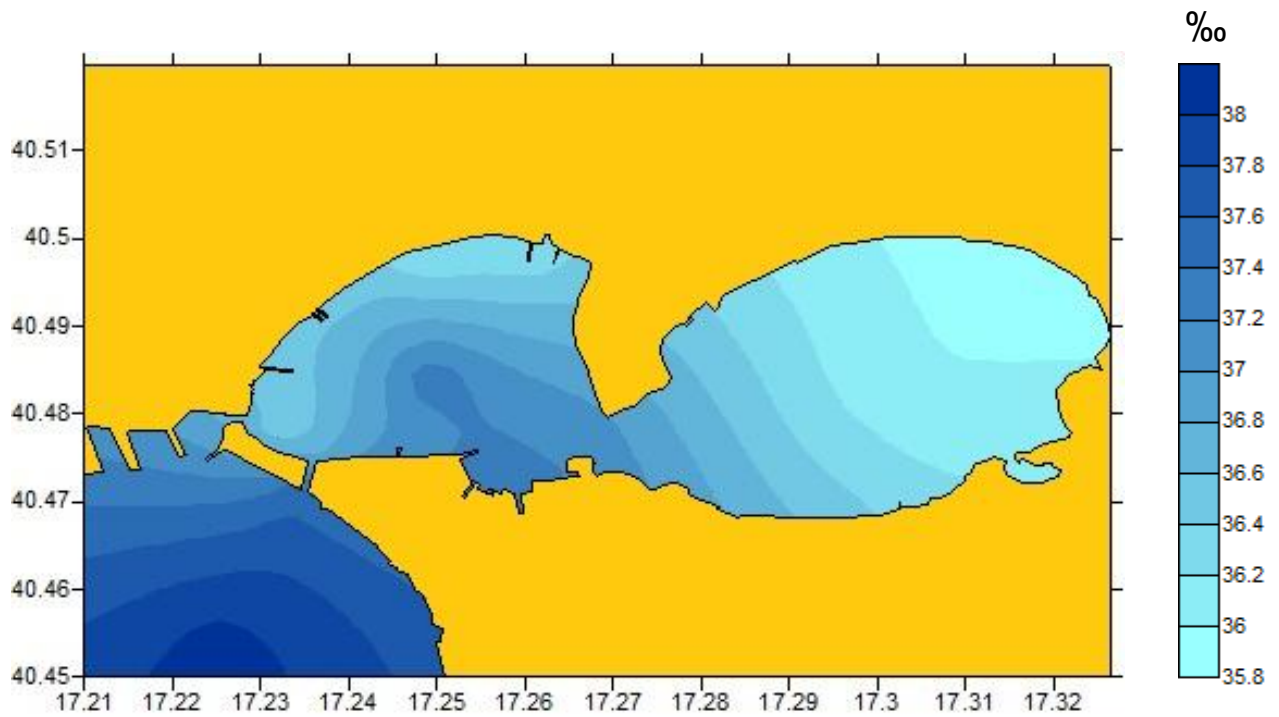


Figura 7: Distribuzione spaziale della salinità sul fondo nell'area investigata il 14 novembre 2014

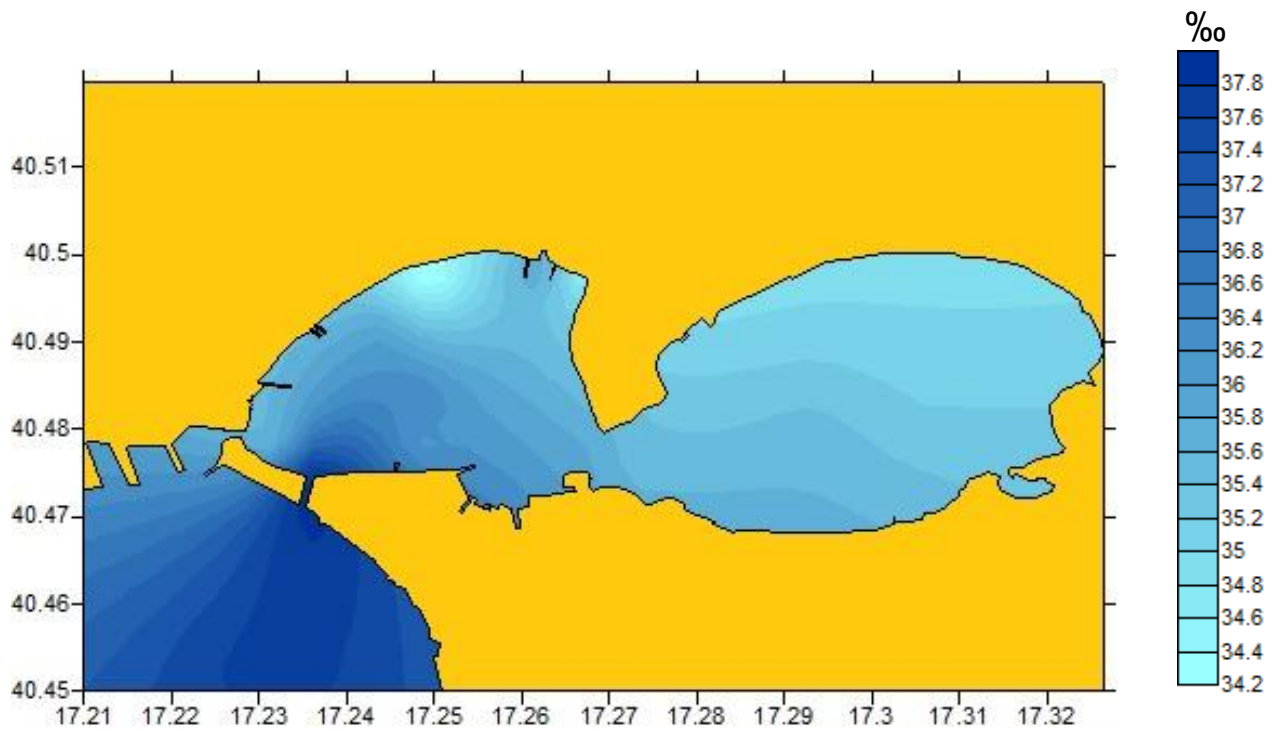


Figura 8: Distribuzione spaziale della salinità in superficie nell'area investigata il 15 dicembre 2014

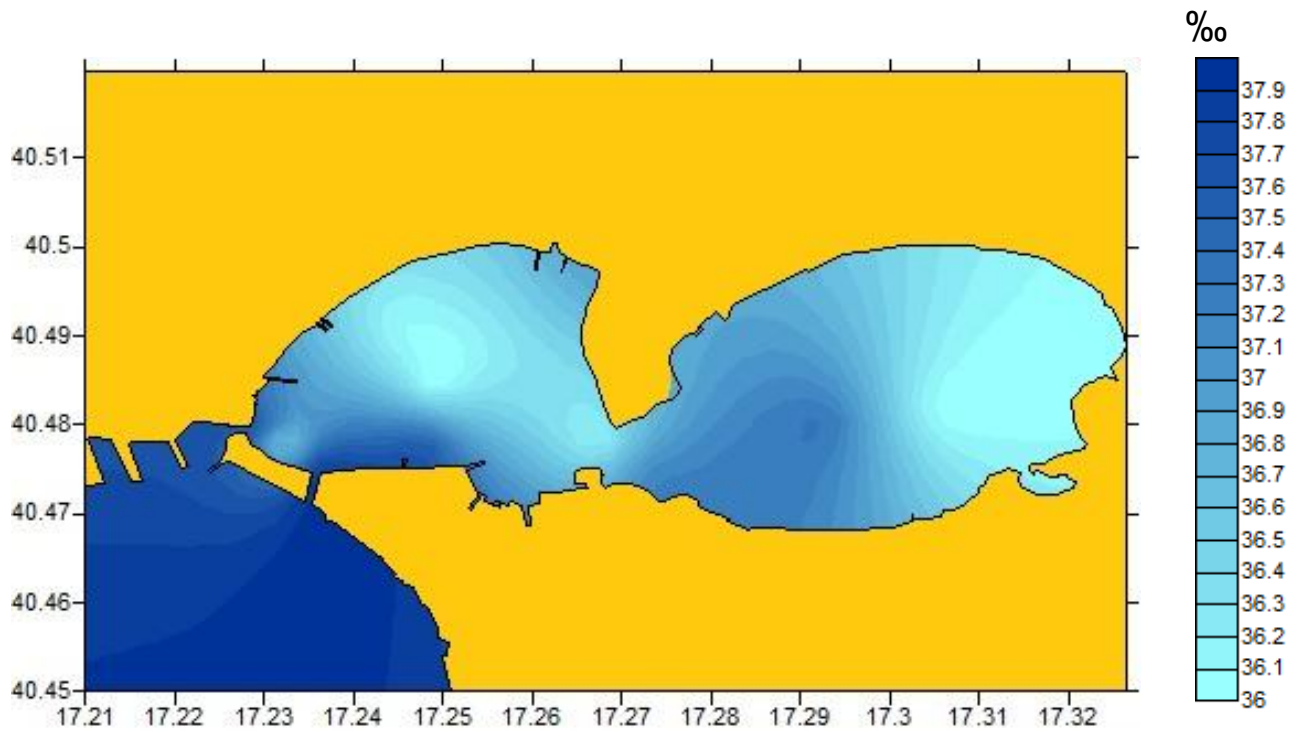


Figura 9: Distribuzione spaziale della salinità sul fondo nell'area investigata il 15 dicembre 2014

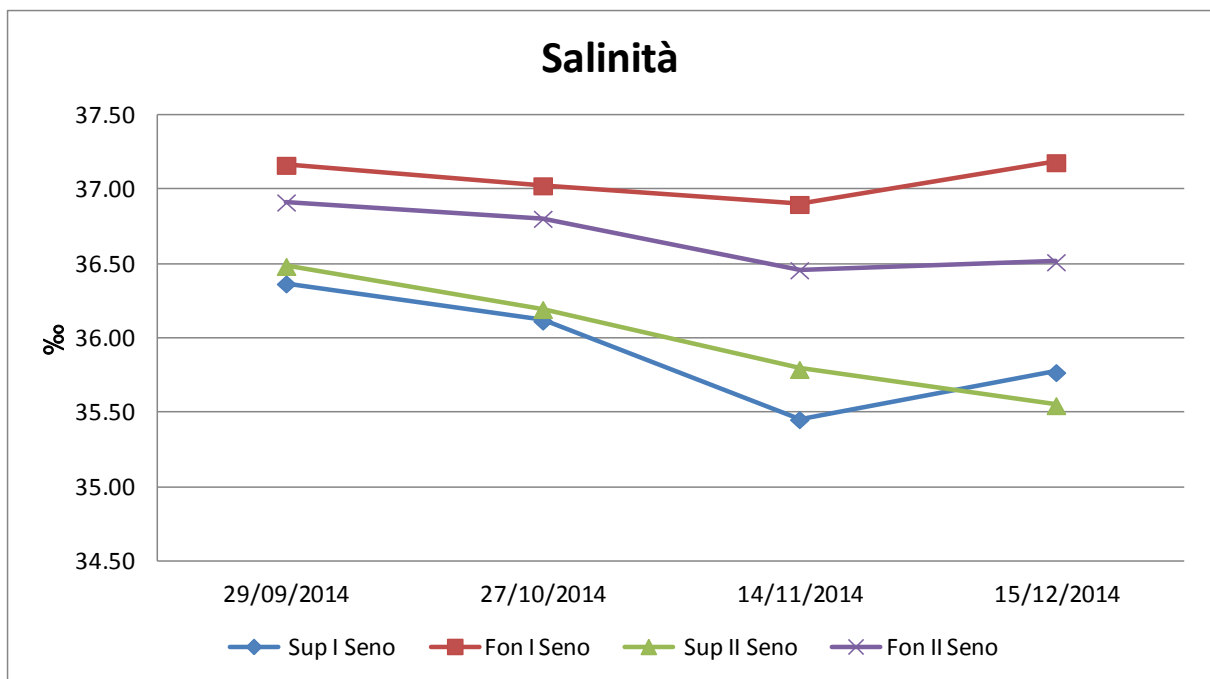


Figura 10: Distribuzione dei valori medi di salinità delle stazioni del primo e del secondo Seno del Mar Piccolo alle 2 profondità di prelievo

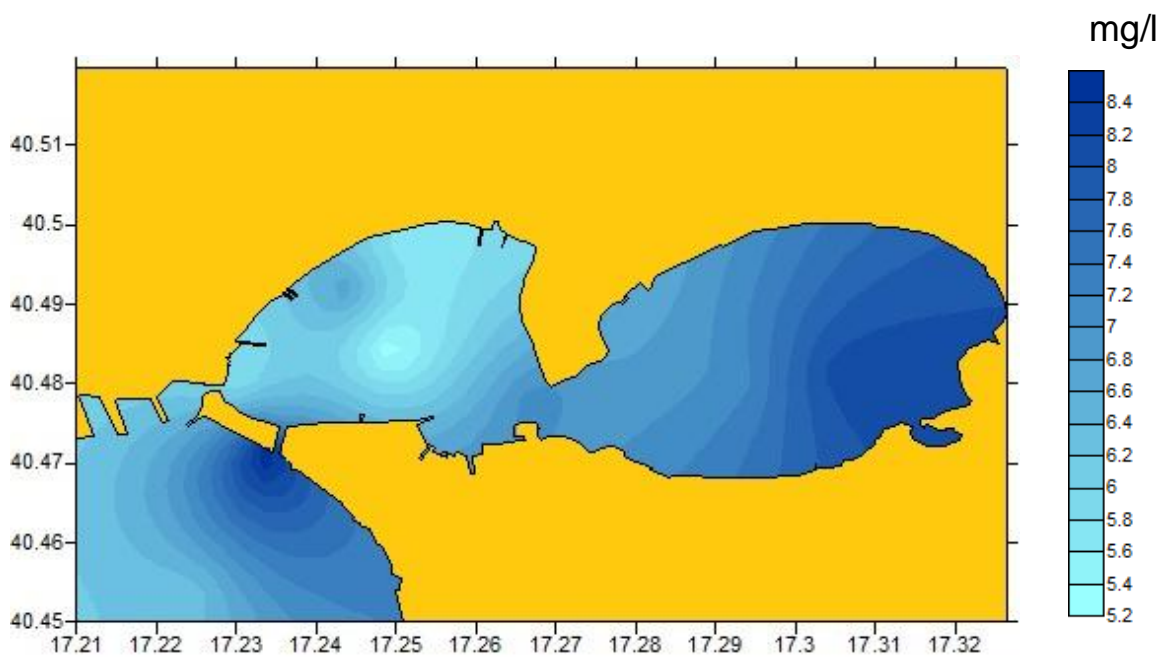


Figura 11: Distribuzione spaziale dell'ossigeno sulla superficie nell'area investigata il 29 settembre 2014

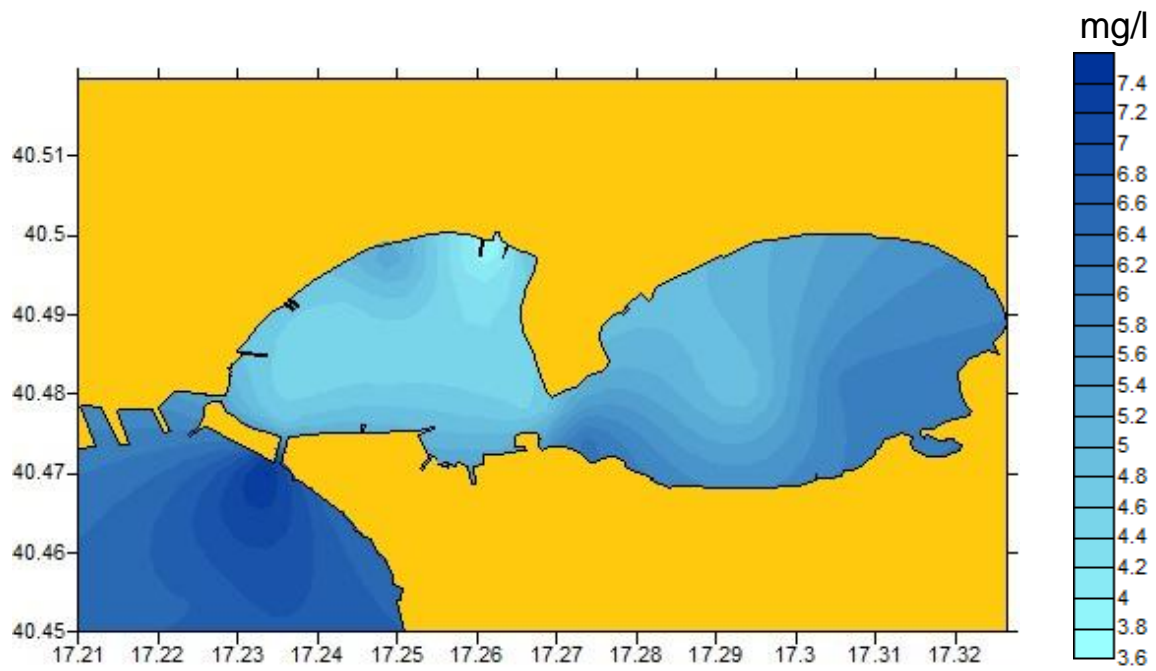


Figura 12: Distribuzione spaziale dell'ossigeno sul fondo nell'area investigata il 29 settembre 2014

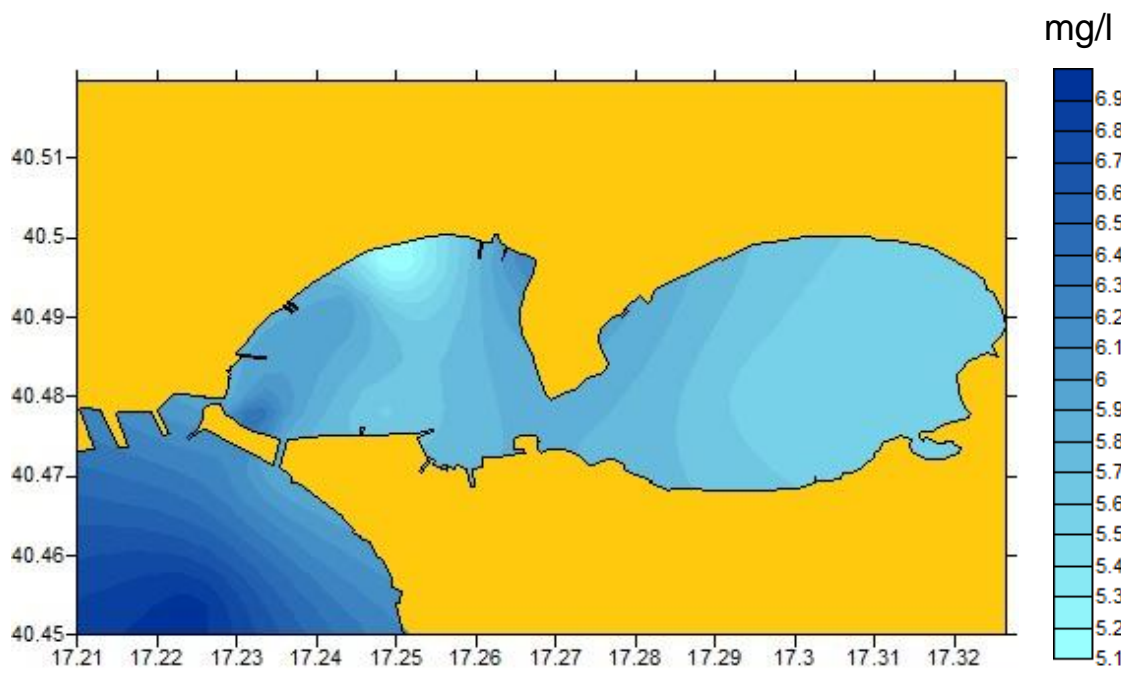


Figura 13: Distribuzione spaziale dell'ossigeno sulla superficie nell'area investigata il 27 ottobre 2014

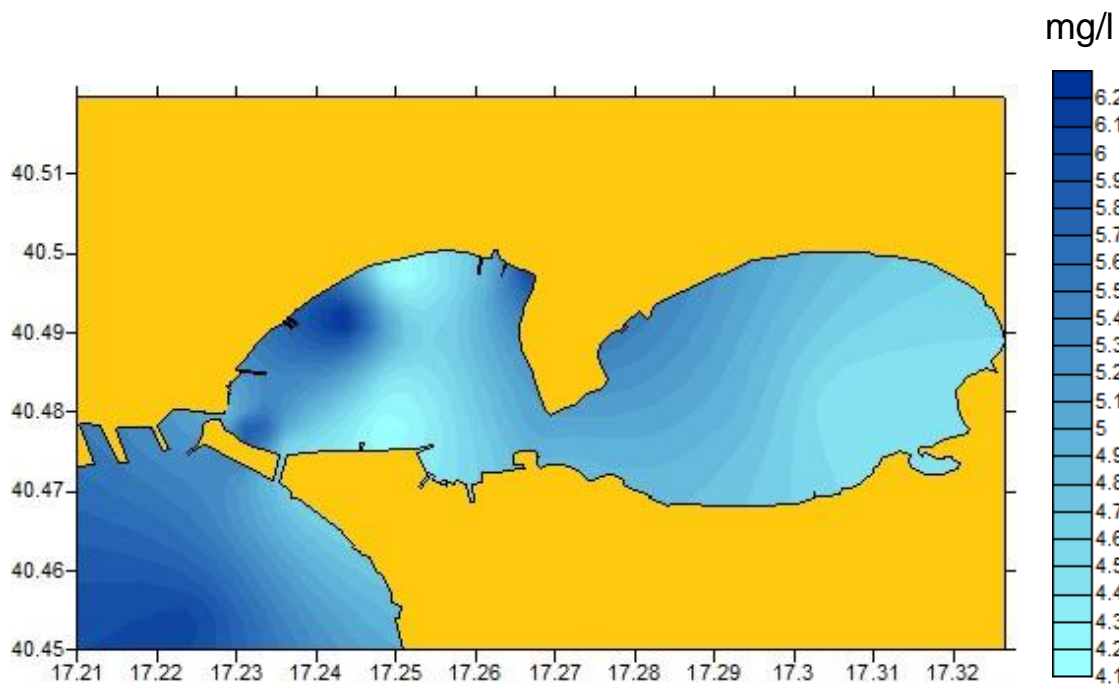


Figura 14: Distribuzione spaziale dell'ossigeno sul fondo nell'area investigata il 27 ottobre 2014

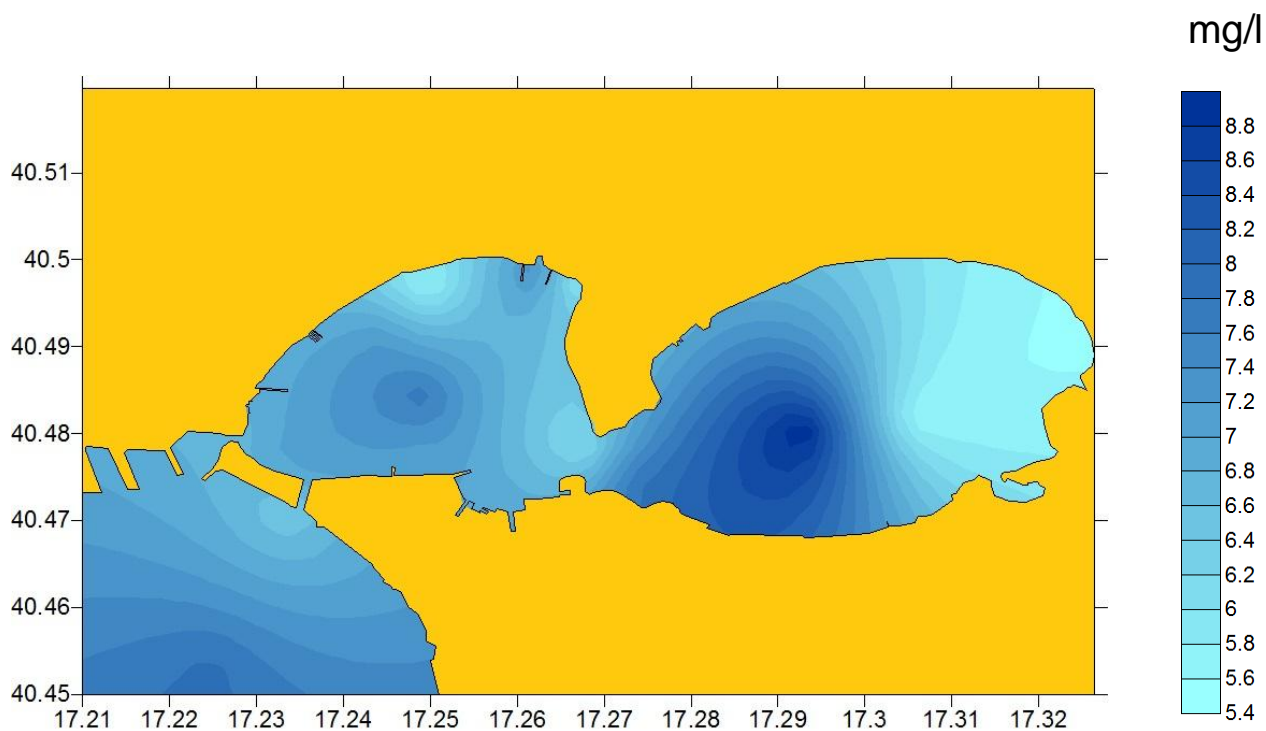


Figura 15: Distribuzione spaziale dell'ossigeno sulla superficie nell'area investigata il 14 novembre 2014

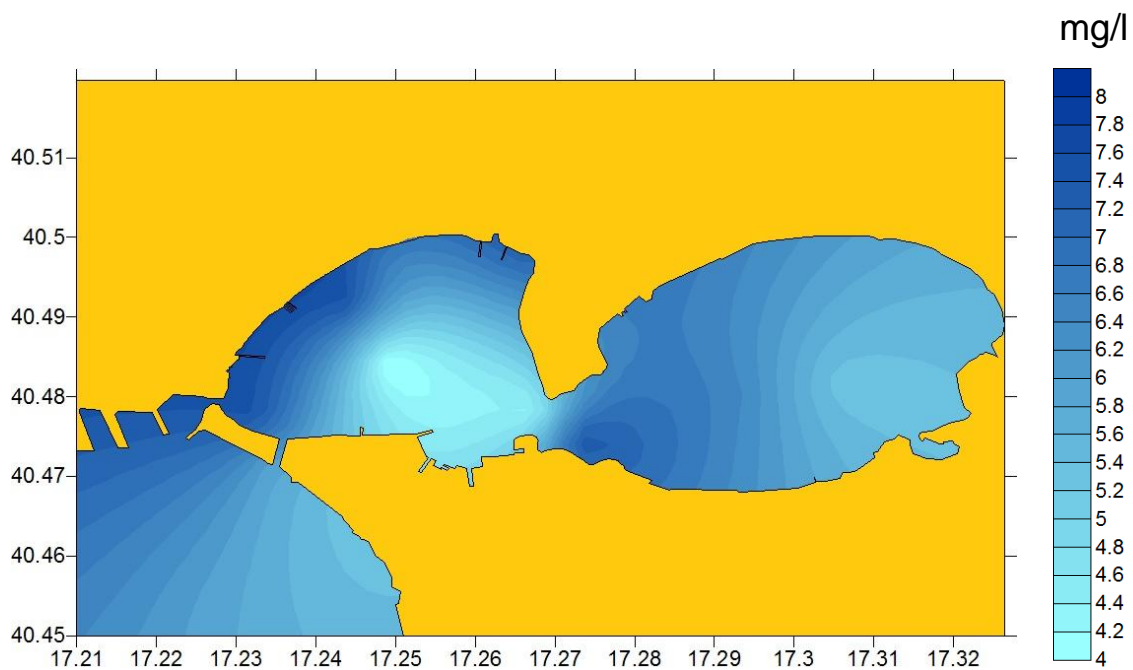


Figura 16: Distribuzione spaziale dell'ossigeno sul fondo nell'area investigata il 14 novembre 2014

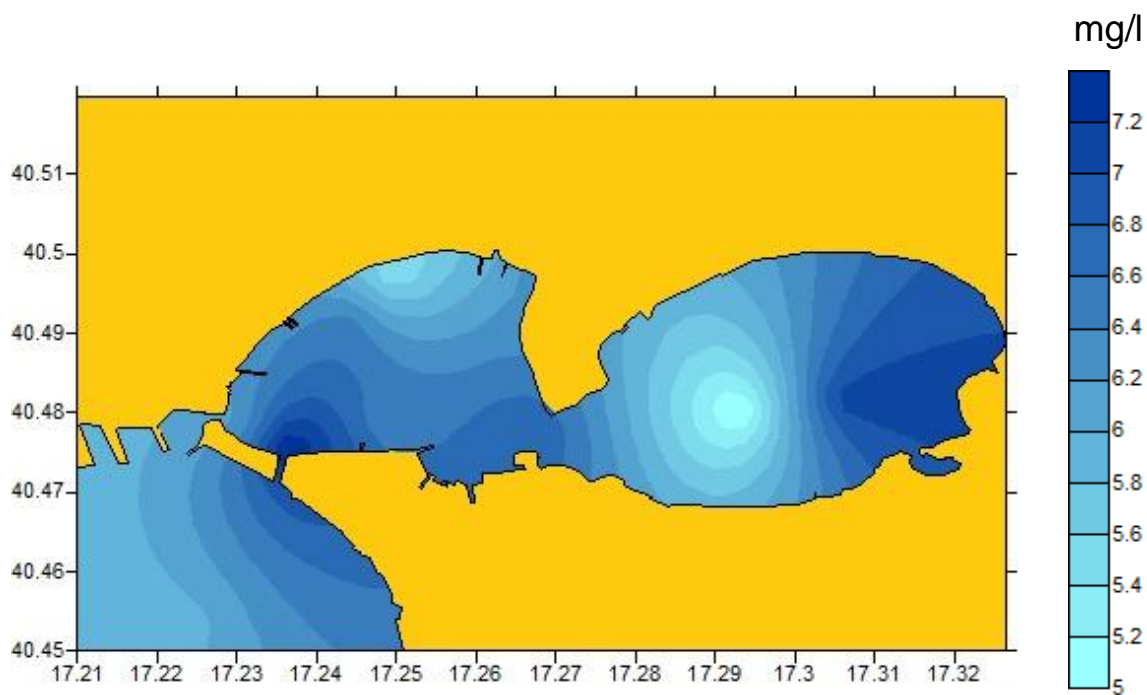


Figura 17: Distribuzione spaziale dell'ossigeno sulla superficie nell'area investigata il 15 dicembre 2014

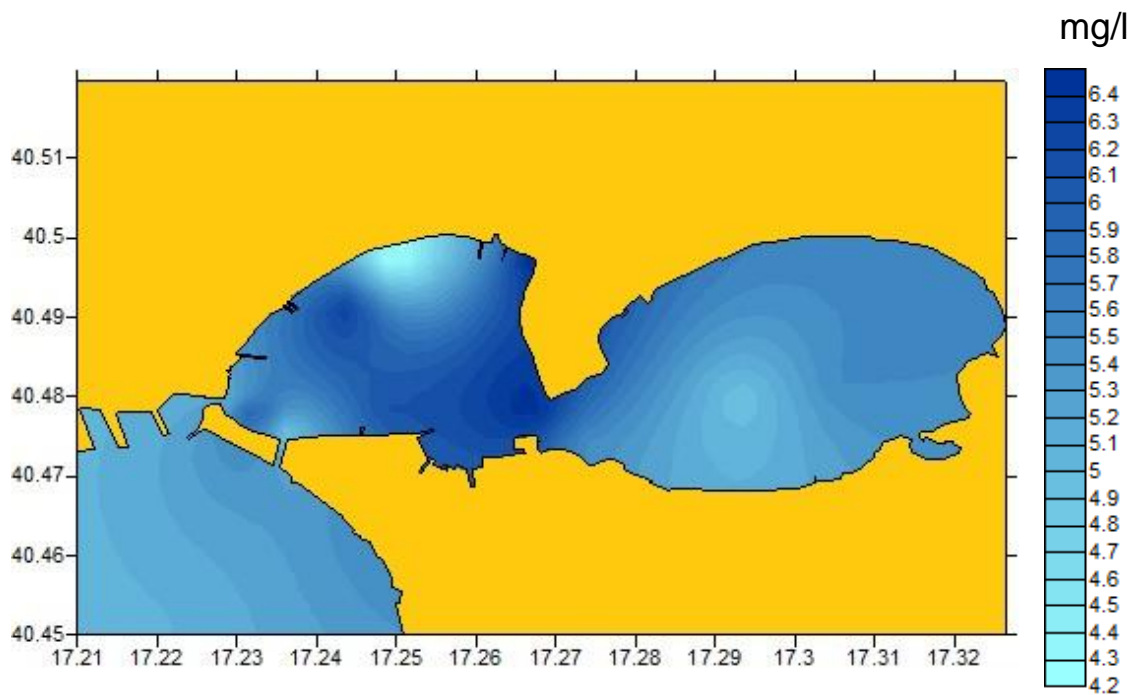


Figura 18: Distribuzione spaziale dell'ossigeno sul fondo nell'area investigata il 15 dicembre 2014

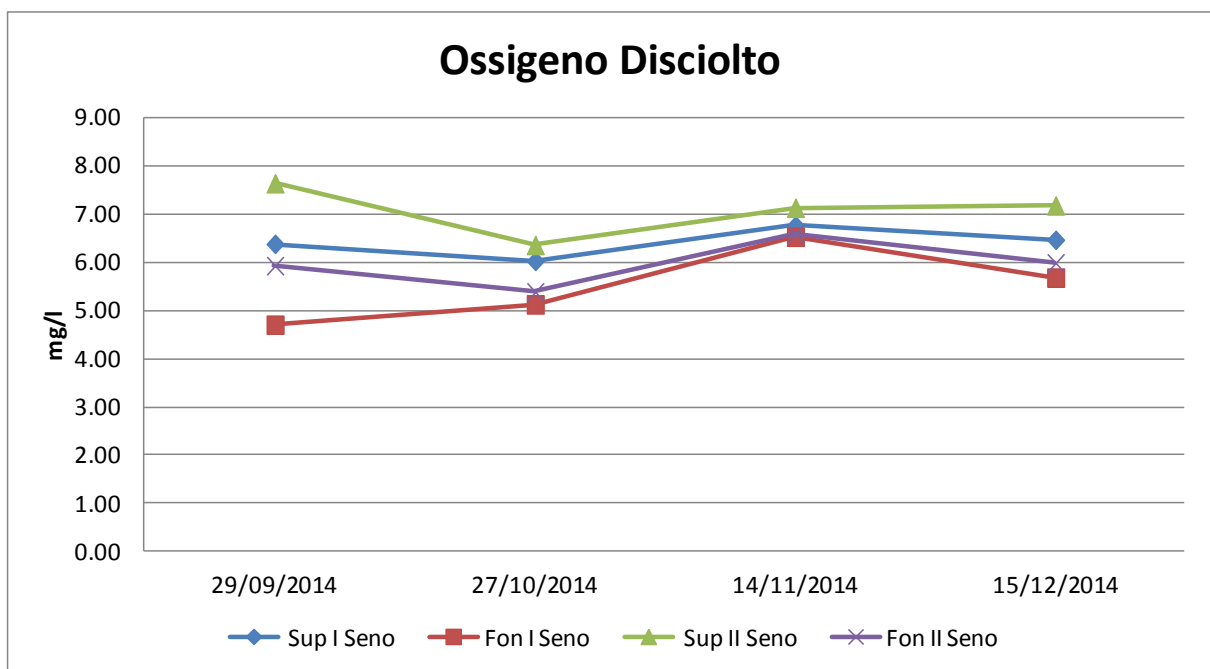


Figura 19: Distribuzione dei valori medi di ossigeno disciolto delle stazioni del primo e del secondo Seno del Mar Piccolo alle 2 profondità di prelievo

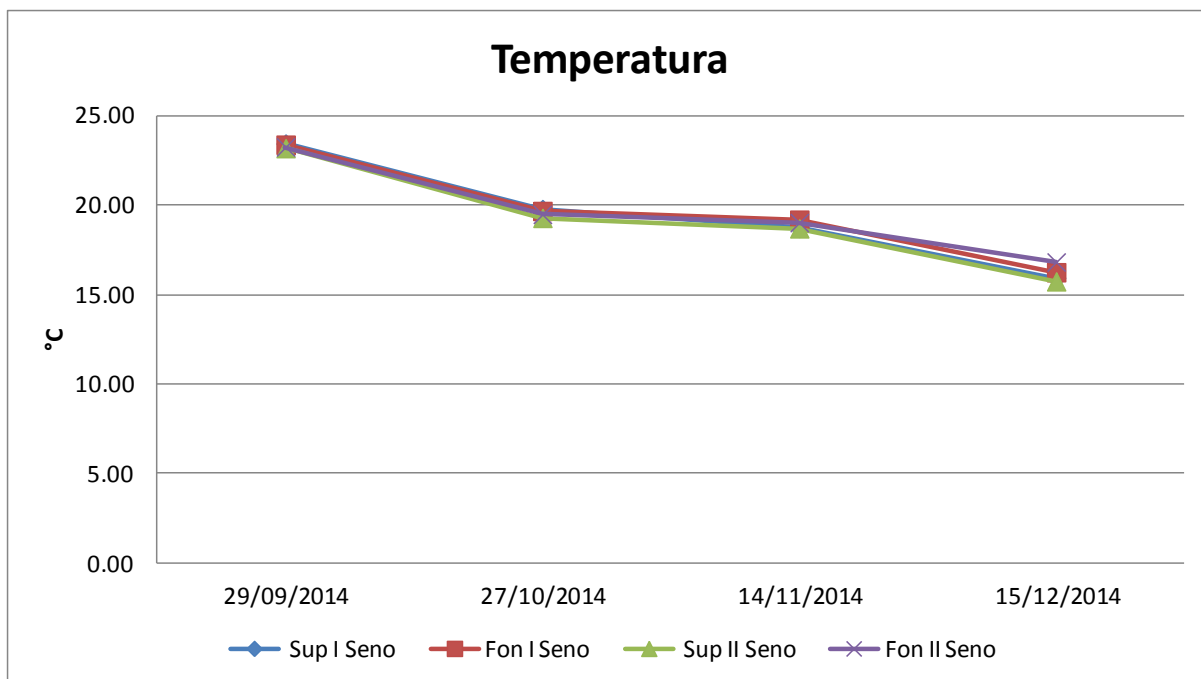


Figura 20: Distribuzione dei valori medi di temperatura delle stazioni del primo e del secondo Seno del Mar Piccolo alle 2 profondità di prelievo

Tabella 2: Valori di salinità (‰) riscontrati nelle stazioni del Mar Grande, del primo e del secondo Seno del Mar Piccolo alle diverse profondità

Stazioni	Salinità (‰)			
	29/09/2014	27/10/2014	14/11/2014	15/12/2014
1 sup	37.39	37.56	37.34	37.58
1 fon	37.95	38.10	37.77	37.92
2 sup	37.22	37.52	37.30	37.82
2 fon	37.97	38.03	37.51	37.85
3 sup	36.59	36.49	35.45	37.87
3 fon	37.72	37.66	37.54	37.85
4 sup	36.63	36.51	35.49	35.70
4 fon	36.66	36.48	36.48	37.59
5 sup	36.60	36.47	35.55	35.56
5 fon	36.65	37.45	37.04	37.67
6 sup	36.53	36.23	35.74	35.92
6 fon	37.43	37.43	37.04	37.61
7 sup	35.57	34.70	34.23	34.11
7 fon	37.07	36.51	36.33	36.51
8 sup	36.46	36.40	35.53	35.95
8 fon	36.95	36.88	36.32	36.76
9 sup	36.08	36.03	35.82	34.66
9 fon	37.05	36.78	36.57	36.92
10 sup	36.50	36.13	35.76	36.38
10 fon	37.53	37.65	37.65	37.62
11 sup		36.29	35.53	36.14
11 fon		37.22	37.16	37.58
12 sup	36.36	36.11	35.53	35.80
12 fon	37.44	36.42	37.16	36.13
13 sup	36.13	36.02	35.54	35.53
13 fon	37.40	37.68	37.03	37.16
14 sup	36.89	36.80	36.01	35.90
14 fon	37.21	37.23	36.90	37.34
15 sup	36.44	35.77	35.83	35.22
15 fon	36.57	36.12	36.12	36.01
Max	37.97	38.10	37.77	37.92
Min	35.57	34.70	34.23	34.11

Tabella 3: Valori di ossigeno disciolto (mg/l) riscontrati nelle stazioni del Mar Grande, del primo e del secondo Seno del Mar Piccolo alle diverse profondità

Stazioni	O ₂ disciolto mg/l			
	29/09/2014	27/10/2014	14/11/2014	15/12/2014
1 sup	6.29	6.96	7.83	5.94
1 fon	6.59	6.05	5.99	5.12
2 sup	8.74	5.91	6.32	6.87
2 fon	7.53	4.84	5.92	5.37
3 sup	6.84	5.87	7.02	7.51
3 fon	4.89	4.50	6.57	4.77
4 sup	6.44	6.64	7.04	6.50
4 fon	4.87	6.32	7.47	6.23
5 sup	5.79	5.81	6.76	6.18
5 fon	5.12	4.77	7.48	5.15
6 sup	6.80	6.00	7.12	6.50
6 fon	4.58	5.45	6.90	6.34
7 sup	5.72	5.00	5.67	5.43
7 fon	5.41	4.00	6.53	4.07
8 sup	5.84	5.90	7.39	6.00
8 fon	3.63	4.91	7.01	5.54
9 sup	5.87	6.22	5.99	6.24
9 fon	4.82	6.06	7.16	6.50
10 sup	6.90	6.92	7.75	7.00
10 fon	4.45	5.02	5.25	6.00
11 sup		5.57	7.15	6.46
11 fon		4.11	4.68	6.11
12 sup	7.20	5.85	6.09	6.79
12 fon	4.55	5.07	4.35	6.51
13 sup	6.87	5.80	7.69	6.53
13 fon	6.31	4.90	7.38	5.54
14 sup	7.90	7.76	8.02	7.92
14 fon	5.41	6.85	7.10	6.90
15 sup	8.13	5.50	5.67	7.07
15 fon	6.06	4.40	5.28	5.51
Max	8.74	7.76	8.02	7.92
Min	3.63	4.00	4.35	4.07

Tabella 4: Valori di ossigeno relativo (%) riscontrati nelle stazioni del Mar Grande, del primo e del secondo Seno del Mar Piccolo alle diverse profondità

Stazioni	O ₂ relativo %			
	29/09/2014	27/10/2014	14/11/2014	15/12/2014
1 sup	91.25	93.07	105.22	75.54
1 fon	95.09	82.13	81.39	65.63
2 sup	126.58	76.72	85.25	62.36
2 fon	109.06	65.77	79.85	68.76
3 sup	98.16	76.03	94.90	96.18
3 fon	70.97	66.20	86.32	61.02
4 sup	93.47	90.26	92.50	83.24
4 fon	70.43	85.61	100.98	79.69
5 sup	83.92	83.00	88.89	76.76
5 fon	74.11	79.04	100.65	66.21
6 sup	98.46	81.62	94.50	82.13
6 fon	66.77	74.09	92.78	80.98
7 sup	82.63	62.00	75.06	69.24
7 fon	78.82	53.61	87.38	51.34
8 sup	84.95	70.21	98.62	75.89
8 fon	52.94	67.34	93.72	71.12
9 sup	84.90	83.52	80.02	78.49
9 fon	70.30	81.59	95.92	83.57
10 sup	100.18	93.74	102.95	89.35
10 fon	64.63	68.13	71.26	77.14
11 sup		75.51	94.52	80.90
11 fon		56.10	63.13	78.48
12 sup	103.82	65.39	80.51	83.60
12 fon	66.36	68.68	58.68	80.44
13 sup	98.74	77.93	101.86	86.33
13 fon	92.41	80.44	99.45	74.74
14 sup	114.68	105.11	106.27	96.41
14 fon	78.23	93.14	94.70	88.17
15 sup	117.14	73.32	75.33	87.45
15 fon	87.20	72.48	70.87	66.94
Max	126.58	105.11	106.27	96.41
Min	52.94	53.61	58.68	51.34

Tabella 5: Valori di temperatura (°C) riscontrati nelle stazioni del Mar Grande, del primo e del secondo Seno del Mar Piccolo alle diverse profondità

Stazioni	Temperatura °C			
	29/09/2014	27/10/2014	14/11/2014	15/12/2014
1 sup	23.18	19.40	18.92	15.93
1 fon	22.68	18.41	19.38	16.23
2 sup	23.14	19.47	19.14	16.21
2 fon	22.37	19.18	19.187	16.15
3 sup	23.47	19.82	18.32	16.20
3 fon	22.89	19.25	19.177	16.15
4 sup	23.43	19.91	18.33	15.34
4 fon	23.31	19.80	19.80	16.57
5 sup	23.39	19.90	18.32	15.36
5 fon	23.29	19.93	19.09	16.47
6 sup	23.35	19.94	18.77	16.12
6 fon	23.45	19.52	19.05	16.15
7 sup	23.54	19.62	19.11	16.60
7 fon	23.53	20.14	19.01	16.41
8 sup	23.65	20.28	19.12	16.17
8 fon	23.63	20.18	18.97	16.68
9 sup	23.44	19.30	19.09	16.28
9 fon	23.60	19.21	19.00	16.39
10 sup	23.52	19.75	18.81	16.50
10 fon	23.20	19.36	19.36	16.49
11 sup		19.73	18.62	15.60
11 fon		19.81	19.18	16.45
12 sup	23.17	19.49	18.62	14.84
12 fon	23.47	19.65	19.18	14.92
13 sup	23.06	19.33	18.72	18.62
13 fon	23.72	19.60	19.17	19.19
14 sup	23.38	19.53	18.59	14.24
14 fon	23.05	19.59	18.66	16.26
15 sup	23.10	18.99	18.79	14.35
15 fon	22.98	19.25	19.25	15.01
Max	23.72	20.28	19.80	19.19
Min	22.37	18.41	18.32	14.24

Tabella 6: Valori di clorofilla a ($\mu\text{g/l}$) riscontrati nelle stazioni del I e del II Seno del Mar Piccolo alle diverse profondità

Stazioni	Clorofilla <i>a</i> mg/m^3			
	29/09/2014	27/10/2014	14/11/2014	15/12/2014
1 sup	4.74	1.30	0.32	0.97
1 fon			0.23	0.85
2 sup	5.52	2.20	0.24	0.69
2 fon			0.18	1.11
3 sup	9.09	3.00	1.16	0.63
3 fon			1.37	0.89
4 sup	5.56	2.60	0.57	0.53
4 fon			0.73	1.05
5 sup	6.38	1.00	0.45	0.65
5 fon			0.39	0.76
6 sup	4.16	1.80	1.20	0.76
6 fon			1.58	1.56
7 sup	6.31	2.60	0.29	0.73
7 fon			1.13	0.76
8 sup	7.05	3.20	3.08	0.60
8 fon			0.43	1.09
9 sup	8.16	3.50	1.34	1.20
9 fon			0.40	1.49
10 sup	3.95	2.50	0.72	1.13
10 fon			0.50	1.33
11 sup		2.30	1.02	0.98
11 fon			0.48	1.37
12 sup	4.84	1.80	0.78	1.37
12 fon			0.69	1.07
13 sup	7.69	1.90	1.30	1.59
13 fon			0.76	1.91
14 sup	12.02	2.20	0.63	1.40
14 fon			1.66	1.15
15 sup	11.61	3.06	0.99	1.53
15 fon			0.57	0.86
Max	12.02	3.50	3.08	1.91
Min	3.95	1.00	0.18	0.53

Allegato 4: IL MODELLO SHYFEM 3D

Il modello idrodinamico SHYFEM-3D, scelto per quest'applicazione, è stato sviluppato dall'Istituto di Scienze Marine di Venezia del CNR (Umgiesser et al., 2004). Il codice del modello è libero poiché rilasciato sotto licenza GPL ed a disposizione della comunità scientifica all'indirizzo <http://www.ve.ismar.cnr.it/shyfem>.

SHYFEM è costituito da un modulo idrodinamico principale al quale sono connessi diversi moduli specifici come un modulo d'onda, un modulo di trasporto sedimenti, un modulo euleriano per la dispersione di traccianti, un modulo lagrangiano, un modulo di qualità delle acque e di degradazione di inquinanti.

Il modello SHYFEM è stato, inoltre, applicato con successo a diverse tipologie di ecosistemi costieri, e non, di cui sono riportati degli esempi:

- Laguna di Venezia (Italia)
- Mar Adriatico
- Lago di Ginevra (Svizzera)
- Laguna di Cabras (Italia)
- Golfo di Oristano (Italia)
- Laguna di Orbetello (Italia)
- Laguna dei Curi (Lituania)
- Laguna di Dalyan (Turchia)
- Laguna di Nador (Marocco)
- Delta del Danubio (Romania)
- Baia di Boka Kotorska (Montenegro)

(Ferrarin and Umgiesser, 2005; Cucco et al., 2006; Cucco and Umgiesser, 2006; Erturk et al. 2007; Ferrarin et al., 2008; Bellafiore et al., 2008; Ferrarin et al., 2010, Bellafiore et al., 2011).

In particolare, SHYFEM è stato applicato anche ai Mari di Taranto nella sua versione bidimensionale (Scroccaro et al., 2004, Umgiesser, et al., 2007).

Le equazioni del modello

Il modello SHYFEM si basa sul metodo degli elementi finiti e risolve le equazioni primitive nella formulazione per le acque basse. Le equazioni del trasporto integrate su ogni livello sono date da:

$$\frac{\partial U_l}{\partial t} + Adv_l^x - fV_l = -gh_l \frac{\partial \zeta}{\partial x} - \frac{gh_l}{\rho_0} \frac{\partial}{\partial x} \int_{-H_l}^{\zeta} \rho' dz - \frac{h_l}{\rho_0} \frac{\partial p_a}{\partial x} + \frac{1}{\rho_0} (\tau_x^{top(l)} - \tau_x^{bottom(l)}) + A_H \left(\frac{\partial^2 U_l}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 U_l}{\partial y^2} \right) + A_V \frac{\partial^2 u}{\partial z^2}$$

$$\frac{\partial V_l}{\partial t} + Adv_l^y + fU_l = -gh_l \frac{\partial \zeta}{\partial y} - \frac{gh_l}{\rho_0} \frac{\partial}{\partial y} \int_{-H_l}^{\zeta} \rho' dz - \frac{h_l}{\rho_0} \frac{\partial p_a}{\partial y} + \frac{1}{\rho_0} (\tau_y^{top(l)} - \tau_y^{bottom(l)}) + A_H \left(\frac{\partial^2 V_l}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 V_l}{\partial y^2} \right) + A_V \frac{\partial^2 v}{\partial z^2}$$

$$\frac{\partial \zeta}{\partial t} + \sum_l \frac{\partial U_l}{\partial x} + \sum_l \frac{\partial V_l}{\partial y} = 0$$

Dove:

$$Adv_l^x = u \frac{\partial U_l}{\partial x} + u \frac{\partial U_l}{\partial y} \qquad Adv_l^y = u \frac{\partial V_l}{\partial x} + u \frac{\partial V_l}{\partial y}$$

con l si indica lo strato verticale, (U, V) i trasporti orizzontali, g la costante gravitazionale, p_a pressione atmosferica, ζ livello del mare, $\rho = \rho_0 + \rho'$ la densità dell'acqua, h_l spessore dello

strato, H_l profondità al fondo del livello l , A_H l'Horizontal Eddy Viscosity e A_V la Vertical Eddy Viscosity.

I termini di stress, per ciascuna interfaccia verticale, possono essere scritti come

$$\begin{aligned}\tau_x^{\text{sup}} &= c_D \rho_a w_x \sqrt{w_x^2 + w_y^2} & \tau_y^{\text{sup}} &= c_D \rho_a w_y \sqrt{w_x^2 + w_y^2} \\ \tau_x^{\text{bottom}} &= c_B \rho_0 u_L \sqrt{u_L^2 + v_L^2} & \tau_y^{\text{bottom}} &= c_B \rho_0 v_L \sqrt{u_L^2 + v_L^2}\end{aligned}$$

c_D è il coefficiente di stress del vento, c_B il coefficiente di stress al fondo, ρ_a la densità dell'aria, (w_x, w_y) le componenti di velocità del vento e (u_L, v_L) le velocità al fondo.

L'equazione per il trasporto e diffusione di temperatura e salinità è data da:

$$\frac{\partial C_L}{\partial t} + u_L \frac{\partial C_L}{\partial x} + v_L \frac{\partial C_L}{\partial y} = K_H \left(\frac{\partial^2 C_L}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 C_L}{\partial z^2} \right) + K_V \frac{\partial^2 C_L}{\partial z^2} + Q$$

Dove C_l rappresenta la concentrazione di tracciante (temperatura, salinità, altri traccianti) per il livello L , K_H e K_V sono i coefficienti di diffusione, rispettivamente, orizzontale e verticale e Q rappresenta i termini sorgente e di dissipazione del tracciante.

I coefficienti di viscosità turbolenta A_V e di diffusione verticale K_V vengono calcolati dal modello di turbolenza κ - ε GOTM (Burchard and Baumert, 1995) accoppiato al modello SHYFEM-3D.

Il modello fornisce inoltre la possibilità di imporre, come condizioni al contorno, sia serie temporali di livello che di flusso. Le condizioni iniziali dei campi di velocità sono normalmente poste a zero mentre le condizioni di temperatura e salinità possono essere fornite come costanti o in forma di matrici tridimensionali.

La discretizzazione spaziale del dominio avviene attraverso una metodologia che combina la struttura del metodo agli elementi finiti con gli schemi alle differenze finite.

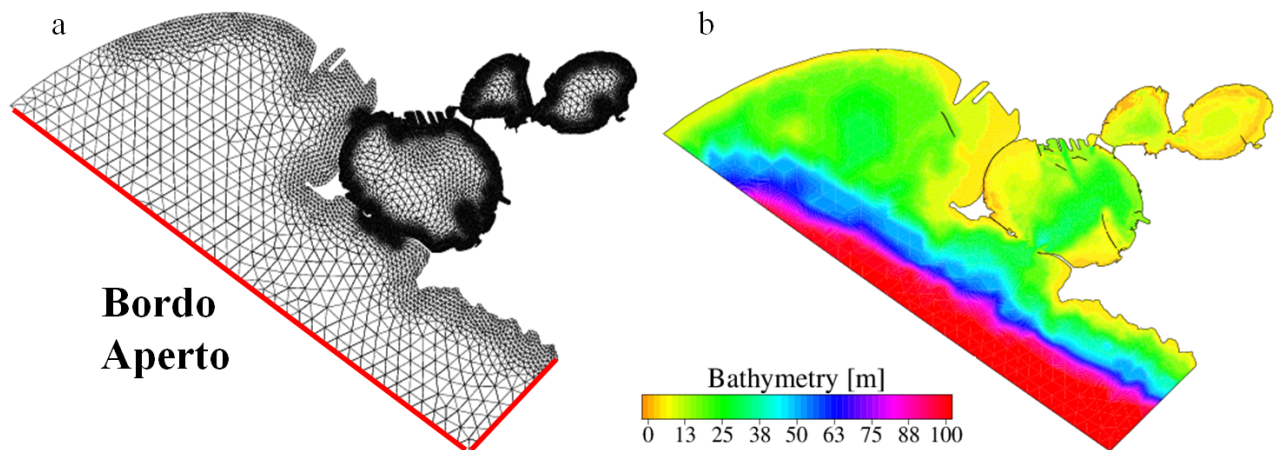
Per quel che riguarda la discretizzazione temporale, SHYFEM utilizza un algoritmo semi-implicito per cui le equazioni del momento vengono risolte per i trasporti e questi sono poi sostituiti nell'equazione di continuità, ottenendo un sistema lineare più semplice da risolvere.

Creazione della griglia di calcolo di SHYFEM-3D ad alta risoluzione per l'area in esame

Le simulazioni idrodinamiche del Mare di Taranto per il modello SHYFEM 3D sono state effettuate su una griglia formata da elementi triangolari, creata utilizzando il software open source Gmsh (Geuzaine, and Remacle, 2009). Al fine di avere una corretta descrizione del fondale dell'area, i dati batimetrici sono stati interpolati sulla griglia di calcolo e, a tale scopo, sono stati utilizzati dati provenienti da diverse fonti:

- batimetria del Mar Grande e Mar Piccolo, fornita dal dipartimento DICATECh del Politecnico di Bari;
- batimetria dell'area del Golfo di Taranto, fornita dal Sistema Informativo Territoriale Puglia (www.sit.puglia.it).

La griglia di calcolo consta di 14983 nodi e 28038 elementi ed una discretizzazione verticale di 21 livelli z .



a) Griglia di calcolo; b) batimetria interpolata sul dominio.

Bibilografia

Bellafiore D., Umgiesser G., Cucco A. (2008) - Modelling the water exchanges between the Venice Lagoon and the Adriatic Sea. *Ocean Dyn* 58:397–413.

Bellafiore D., Guarnieri A., Grilli F., Penna P., Bortoluzzi G., Giglio F., Pinardi N. (2011) - Study of the hydrodynamical processes in the Boka Kotorska Bay with a finite element model. *Dynamics of Atmospheres and Oceans*, In press. ISSN 0377-0265, 10.1016/j.dynatmoce.2011.03.005.

Burchard, H., and H. Baumert (1995) - On the performance of a mixed-layer model based on the $k - \epsilon$ turbulence closure, *J. Geophys. Res. (C5)*, 100, 8523-8540, 1995.

Cucco A., Umgiesser G. (2006) - Modeling the Venice Lagoon residence time. *Ecol Model* 193(1–2):34–51.

Cucco A., Perilli A., De Falco G., Ghezzi M., Umgiesser G. (2006) - Water Circulation and Transport Time Scales in the Gulf of Oristano. *Chemistry and Ecology*, Vol. 22 (Suppl. 1), S307-S331,

Erturk A, Ambrose R.B., Rashleigh B. (2007) - Case Study: Dieldrin Attack in Dalyan Lagoon, pp 279-289, in *Assessment of the Fate and Effects of Toxic Agents on Water Resources*, NATO Security through Science Series – C: Environmental Security, Edited by Gonenc, I.E, Koutitonsky, V.G., Rashleigh, B., Ambrose, R.B., Jr., Wolflin, J.

Ferrarin C., Umgiesser G., Bajo M., Bellafiore D., De Pascalis F., Ghezzi M., Mattassi G., Scroccaro I. (2010) - Hydraulic zonation of the lagoons of Marano and Grado, Italy. A modelling approach, *Estuarine Coastal and Shelf Sciences*, Vol. 87 (4), 561-572

Ferrarin C., Umgiesser G. (2005) - Hydrodynamic modeling of a coastal lagoon: The Cabras lagoon in Sardinia, Italy. *Ecological Modelling*, Vol. 188, 340-357

Ferrarin C., Razinkovas A., Gulbinskas S., Umgiesser G., Bliudziute L. (2008) - Hydraulic regime-based zonation scheme of the Curonian Lagoon. *Hydrobiologia*, Vol. 611, 133-146

Scroccaro I., Matarrese R., Umgiesser G. (2004) - Application of a finite element model to the Taranto Sea. *Chemistry and Ecology*, Vol. 20 (Suppl. 1),

Umgiesser G., Canu D.M., Cucco A., Solidoro C. (2004) - A finite element model for the

Venice Lagoon. Development, setup, calibration and validation. *J Mar Syst* 51:123–145.

Umgiesser G., Scroccaro I., Alabiso G. (2007) - Mass exchange mechanisms in the Taranto sea. *Transitional Waters Bulletin*, 2:59–71.