



**AGENZIA REGIONALE PER LA PROTEZIONE DELL'AMBIENTE DELLA SARDEGNA
ARPAS**

DIPARTIMENTO DI SASSARI

Indagini sullo stato trofico dello stagno del Calich - 2011

Dicembre 2011



Sommario

1.	PREMESSA	4
2.	PIANO DI MONITORAGGIO	4
3.	INDAGINI SVOLTE	7
3.1.	Maggio	7
3.2.	Giugno	8
3.3.	Luglio	9
4.	INDAGINI SULLA MATRICE ACQUA	10
4.1.	Rilievi con sonda multiparametrica	10
4.1.1.	Temperatura e ossigeno disciolto	10
4.1.2.	Salinità	13
4.1.3.	pH	15
4.1.4.	Clorofilla "a"	16
4.2.	Analisi della componente fitoplanctonica – Calich	18
4.2.1.	Maggio	20
4.2.2.	Giugno	21
4.2.3.	Luglio	21
4.3.	Analisi dei parametri batteriologici	23
4.4.	Nutrienti	24
4.4.1.	Maggio	24
4.4.2.	Giugno	25
4.4.3.	Luglio	27
4.4.4.	Classificazione sulla base degli elementi di qualità fisico-chimica a sostegno degli EQB	28
4.5.	Metalli e IPA	31
5.	INDAGINI SULLA MATRICE SEDIMENTO	33
6.	CARICHI INCIDENTI DA IMPIANTI DI DEPURAZIONE	35
7.	INDAGINI NEL LITORALE DI FERTILIA	37
7.1.	Analisi della componente fitoplanctonica	37
7.2.	Analisi dei parametri batteriologici	39
7.3.	Nutrienti: applicazione dell'indice trofico TRIX	40
8.	CONCLUSIONI	42

1. PREMESSA

Lo stagno del Calich, sito nel comune di Alghero, è uno dei quattro stagni costieri della Provincia di Sassari, insieme a Casaraccio, Pilo e Platamona, contemplato nella rete di monitoraggio delle acque di transizione ai sensi del D.lgs 152/06 (T.U.A.). Al fine di valutare sia lo stato di qualità ambientale sia le eventuali cause delle condizioni di eutrofia che da qualche tempo caratterizzano il sito, anche quest'anno si è deciso di sottoporlo ad indagini aggiuntive rispetto a quanto previsto dalla normativa per la tutela delle acque.

Le precedenti indagini (estate 2009 – estate 2010) effettuate da questo Dipartimento hanno messo in evidenza una condizione di elevata trofia che nel tempo si è manifestata in fenomeni di colorazione delle acque, dovuti a fioriture algali, che in tempi recenti hanno interessato anche il litorale di Fertilia prospiciente lo stagno.

2. PIANO DI MONITORAGGIO

Come anticipato in premessa, lo stagno del Calich viene monitorato ai sensi del D.lgs 152/06 al fine di valutarne lo stato di qualità ambientale e per la verifica del raggiungimento o del non raggiungimento dell'obiettivo di qualità ambientale Buono stabilito dalla comunità europea entro il 2015. Il corpo idrico è sottoposto al controllo dei seguenti parametri: analisi quali-quantitativa della componente fitoplanctonica (con cadenza trimestrale), analisi della comunità di macroinvertebrati bentonici (con cadenza annuale), macrofite (con cadenza semestrale), parametri fisico-chimici a supporto dei parametri biologici (cadenza trimestrale), sostanze prioritarie e non prioritarie previste in tabella 1/A del D.M. 56/2009 (cadenza mensile).

I campioni da sottoporre ad analisi vengono prelevati, secondo quanto indicato da ISPRA con i "*Protocolli per il campionamento e la determinazione degli elementi di qualità biologica e fisico – chimica nell'ambito dei programmi di monitoraggio ex 2000/60/CE delle acque di transizione*", nelle stazioni di controllo degli elementi di qualità biologica scelte all'interno degli habitat monitorati. Essendo il Calich un corpo idrico di superficie < 1 Km² (circa 0,88 Km²) il protocollo di prelievo prevede indagini nel solo habitat prevalente (fondale nudo limo – argilloso). Il progressivo peggioramento delle condizioni dello stagno, considerato anche il continuo carico di nutrienti a cui è sottoposto, messo in diretta relazione con il fenomeno di colorazione delle acque del litorale di Fertilia – Maria Pia in corso a partire dall'estate del 2009, ha indotto questa Agenzia a programmare dei monitoraggi suppletivi che hanno previsto un incremento delle stazioni di indagine con approfondimenti analitici.

Nell'immagine di Figura 1 viene indicata la localizzazione geografica dei punti di prelievo (numerati da 1 a 7) e delle stazioni che hanno previsto i soli rilievi dei parametri fisico – chimici (denominati Sonda 1 e Sonda 2).

Rispetto alle indagini svolte nell'estate 2010 sono stati introdotti tre ulteriori punti di prelievo posizionati in porzioni più centrali dello stagno in modo da incrementare ulteriormente i dati da utilizzare nello studio dello

stato di salute dello stagno ed ottenere risposte più significative.

Il substrato presente è quasi totalmente di natura limo-argillosa e le stazioni di prelievo sono ubicate tutte, ad eccezione del punto 2, in zone con fondale caratterizzato da questo tipo di classe granulometrica.



Figura 1 – Ubicazione punti di prelievo stagno del Calich

Tabella 1: Punti di prelievo Calich

Punto	Nord G_B	Est G_B	Substrato (prevalenza)
Punto 1	4494728	1439958	Limo-argilloso
Punto 2	4494288	1441006	Sabbioso – limo/argilloso
Punto 3	4493293	1442062	Limo-argilloso
Punto 4	4494297	1439837	Limo-argilloso
Punto 5	4493823	1441279	Limo-argilloso
Punto 6	4494333	1440324	Limo-argilloso
Punto 7	4493664	1441595	Limo-argilloso

Le indagini svolte nel litorale hanno previsto prelievi in 3 stazioni a mare, nel tratto di costa antistante lo stagno, indicate in Figura 2 . E' stata inoltre identificata una stazione, nei pressi della spiaggia del "Lazzaretto", con funzione di "bianco" nella valutazione del fenomeno.



Figura 2 – Ubicazione punti di prelievo litorale di Fertilia

3. INDAGINI SVOLTE

I prelievi sono stati effettuati tra la primavera e l'estate 2011 con cadenza mensile a partire da maggio sino a luglio nell'ambito del "Piano di gestione – Riutilizzo delle acque reflue depurate del comune di Alghero", secondo un piano di monitoraggio che ha previsto indagini analitiche sia sulla matrice acqua sia sulla matrice sedimento. Si riportano di seguito il dettaglio dei campionamenti svolti con i relativi profili analitici.

3.1. Maggio

Nel campionamento relativo al mese di maggio sono stati effettuati prelievi di acqua e di sedimenti su tutti e 7 i punti designati nella campagna di monitoraggio.

Il profilo analitico eseguito è quello riportato in Tabella 2. Alcuni parametri sono stati ricercati sia nel campione prelevato in superficie sia nel campione prelevato sul fondo.

Tabella 2 – Profilo analitico Calich: maggio 2011

Stazione	Acqua						Sedimenti			
	Fitoplancton	<i>E.coli</i>	Nutrienti	Metalli	IPA	Sonda	TOC Ntot Ptot	Metalli	IPA	Carota
Punto 1 sup	X	X	X	X						
Punto 1 fondo			X	X		X	X	X		X
Punto 2 sup	X	X	X	X						
Punto 2 fondo			NC ¹	NC ¹		X	X	X		X
Punto 3 sup	X	X	X	X						
Punto 3 fondo			X	X		X	X	X		X
Punto 4 sup	X	X	X	X						
Punto 4 fondo			X	X		X	X	X		X
Punto 5 sup	X	X	X	X						
Punto 5 fondo			X	X		X	X	X		X
Punto 6 sup	X	X	X	X	X					
Punto 6 fondo			X	X		X	X	X	X	X
Punto 7 sup	X	X	X	X	X					
Punto 7 fondo			X	X		X	X	X	X	X

Attualmente è in corso nello stagno il piano di campionamenti di tipo routinario previsto dal monitoraggio dello stato di qualità ambientale dello stagno del Calich secondo il D.lgs 152/2006. Le indagini richieste hanno base triennale con alcuni dei parametri a cadenza mensile (sostanze prioritarie) e le stazioni di prelievo designate a tale scopo sono il punto 6 e il punto 7. In questi ultimi, contestualmente al prelievo dei sedimenti, sono inoltre state prelevate le aliquote per l'analisi dell'elemento di qualità biologica "Macroinvertebrati bentonici dei fondi mobili".

3.2. Giugno

Nel mese di Giugno le indagini sono state estese al litorale antistante lo stagno mentre sono stati ripetuti i prelievi negli stessi punti campionati in maggio con il profilo analitico riportato in Tabella 3.

Tabella 3 – Profilo analitico Calich: giugno 2011

Stazione	Acqua					
	Fitoplancton	<i>E.coli</i>	Nutrienti	Metalli	IPA	Sonda
Punto 1 sup	X	X	X			X
Punto 1 fondo			X			
Punto 2 sup	X	X	X			X
Punto 2 fondo			X			
Punto 3 sup	X	X	X			X
Punto 3 fondo			X			
Punto 4 sup	X	X	X			X
Punto 4 fondo			X			
Punto 5 sup	X	X	X			X
Punto 5 fondo			X			
Punto 6 sup	X	X	X			X
Punto 6 fondo			X			
Punto 7 sup	X	X	X			X
Punto 7 fondo			X			

Tabella 4 – Profilo analitico litorale Fertilia: giugno 2011

Stazione	Acqua					
	Fitoplancton	<i>E.coli</i> Enterococchi	Nutrienti	Metalli	IPA	Sonda
Fertilia sup	X	X	X			
Fertilia fondo			X			X
Maria Pia sup	X	X	X			X
Maria Pia fondo			X			
La Conchiglia sup	X	X	X			X
La Conchiglia fondo			X			
Torre Lazzaretto sup	X	X	X			X
Torre Lazzaretto fondo			X			

L'analisi microbiologica svolta a mare è stata mirata alla ricerca dei parametri richiesti dalla normativa di riferimento per le acque di balneazione (*E. coli* ed Enterococchi), essendo i punti indagati soggetti a questa attività.

¹ Prelievo non effettuato a causa dell'esigua profondità (circa 60 cm)

3.3. Luglio

La campagna di monitoraggio è terminata con il campionamento del 25 luglio, nel corso del quale sono stati effettuati rilievi in tutti e 7 i punti nello stagno e nei 4 punti a mare.

E' stato inoltre eseguito il prelievo dei campioni previsti per l'analisi delle sostanze prioritarie secondo quanto previsto dal D.M. 56/09. Nelle tabelle 5 e 6 sono riportati i rilievi analitici svolti.

Tabella 5 – Profilo analitico Calich: luglio 2011

Stazione	Acqua					
	Fitoplancton	<i>E.coli</i>	Nutrienti	Metalli	IPA	Sonda
Punto 1 sup	X	X	X			
Punto 1 fondo			X			X
Punto 2 sup	X	X	X			
Punto 2 fondo			X			X
Punto 3 sup	X	X	X			
Punto 3 fondo			X			X
Punto 4 sup	X	X	X			
Punto 4 fondo			X			X
Punto 5 sup	X	X	X			
Punto 5 fondo			X			X
Punto 6 sup	X	X	X	X	X	
Punto 6 fondo			X			X
Punto 7 sup	X	X	X	X	X	
Punto 7 fondo			X			X

Tabella 6 - Profilo analitico litorale Fertilia: luglio 2011

Stazione	Acqua					
	Fitoplancton	<i>E.coli</i> Enterococchi	Nutrienti	Metalli	IPA	Sonda
Fertilia sup	X	X	X			
Fertilia fondo			X			X
Maria Pia sup	X	X	X			
Maria Pia fondo			X			X
La Conchiglia sup	X	X	X			
La Conchiglia fondo			X			X
Torre Lazzaretto sup	X	X	X			
Torre Lazzaretto fondo			X			X

4. INDAGINI SULLA MATRICE ACQUA

Si riportano di seguito i risultati dei rilievi effettuati in situ dai tecnici del Servizio Controlli e Attività di Campo del Dipartimento di Sassari, relativi ai parametri fisico-chimici, e i dati analitici delle indagini svolte dal Servizio Laboratoristico dello stesso Dipartimento.

4.1. Rilievi con sonda multiparametrica

Attraverso l'ausilio di strumentazione da campo, nella fattispecie una sonda multiparametrica IDROMAR modello IP175D, sono stati acquisiti in situ i profili in colonna dei seguenti parametri:

- Temperatura acqua (°C);
- Conducibilità ($\mu\text{S}/\text{cm}$);
- O_2 disciolto (mg/l);
- O_2 disciolto (%);
- pH;
- Clorofilla "a" ($\mu\text{g}/\text{l}$);
- Potenziale redox (mV);
- Profondità (m);
- Torbità (FTU);
- Salinità (ppt).

4.1.1. Temperatura e ossigeno disciolto

Nei grafici di seguito vengono mostrati gli andamenti spazio-temporali di temperatura e ossigeno disciolto.

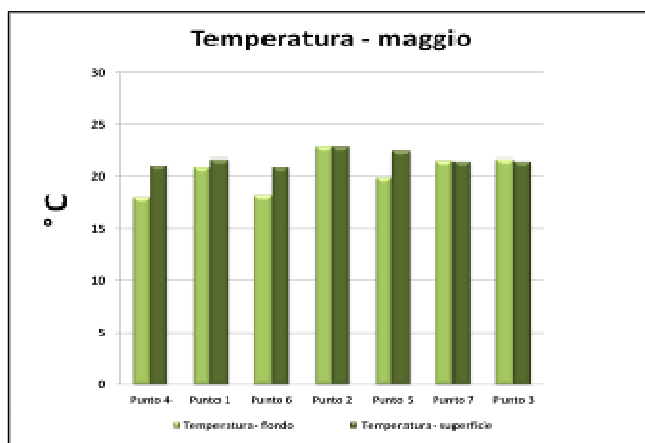


Grafico 1 – Temperature superficie e fondo - maggio

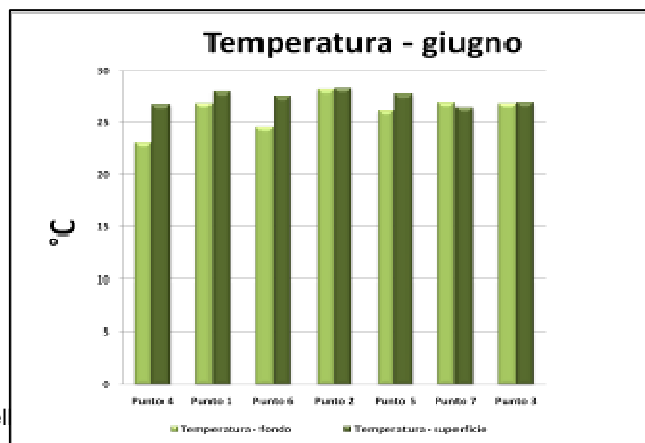


Grafico 2 – Temperature superficie e fondo - giugno

Come si può notare tra maggio e giugno le temperature superficiali hanno mostrato un incremento medio di circa 5 °C con i picchi massimi localizzati nel punto 2 e acque più fresche nei punti più vicini alla foce (punto 1 e punto 4). Le escursioni termiche di colonna di maggior rilievo sono state rilevate, sia a maggio sia a giugno, nei punti a maggior fondale (punti 4, 5 e 6).

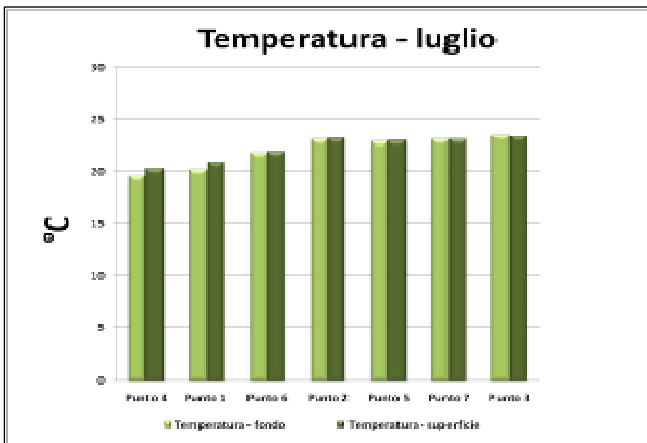


Grafico 3 – Temperatura superficie e fondo – luglio

Nel mese di Luglio, in seguito ad un sostanziale decremento della temperatura dell'aria, sopravvenuto, come si evince dal grafico 5, a partire dalla seconda metà del mese, la temperatura dell'acqua negli strati superficiali si è abbassata sino ai valori di maggio, mostrando però una sostanziale omogeneità nei valori di colonna, probabilmente grazie anche al rimescolamento favorito dai forti venti delle giornate precedenti al prelievo (vedi grafico 4). I valori più bassi sono stati quelli rilevati nei punti in direzione della foce a mare.

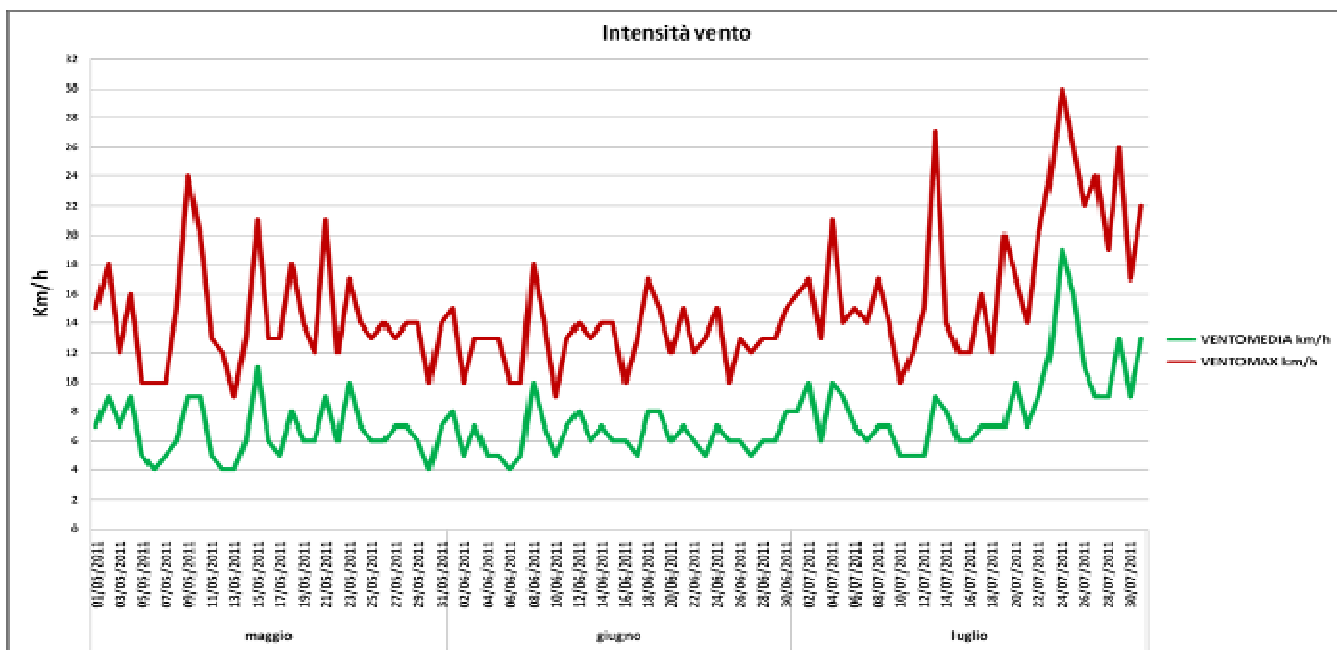


Grafico 4 - Intensità del vento (media – max) Alghero

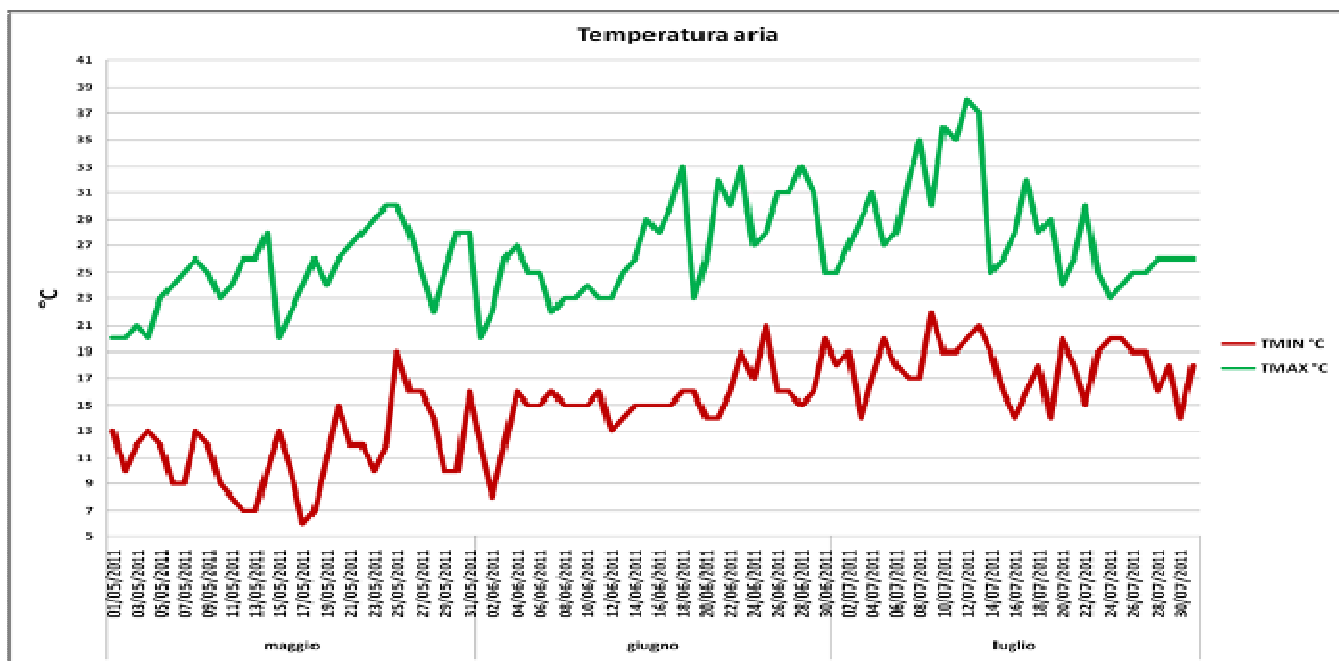


Grafico 5 – Temperature aria (max e min) Alghero

L'andamento dell'ossigeno disciolto, rappresentato nei grafici 6, 7 e 8 non ha evidenziato né particolari fenomeni di anossia sul fondale né di ipersaturazione in superficie. Sono in ogni caso da evidenziare i bassi tenori di ossigeno relativi al punto 7 e soprattutto al punto 5 del mese di giugno con, rispettivamente, 55,6 % e 33,5 % di saturazione. Le maggiori escursioni di colonna hanno ricalcato l'andamento delle temperature (ad eccezione del punto 4) con i maggiori ΔO_2 a maggio e giugno nei punti 5 e 6 e le variazioni inferiori a luglio, a fronte di valori medi di O_2 disciolto più bassi.

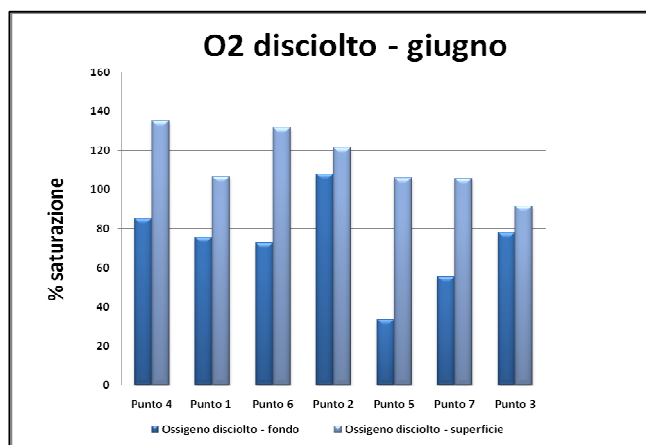
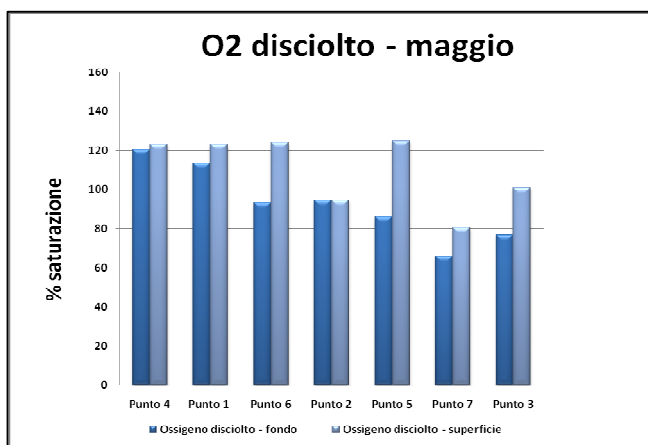


Grafico 6 - Ossigeno disciolto superficie e fondo – maggio

Grafico 7 - Ossigeno disciolto superficie e fondo - giugno

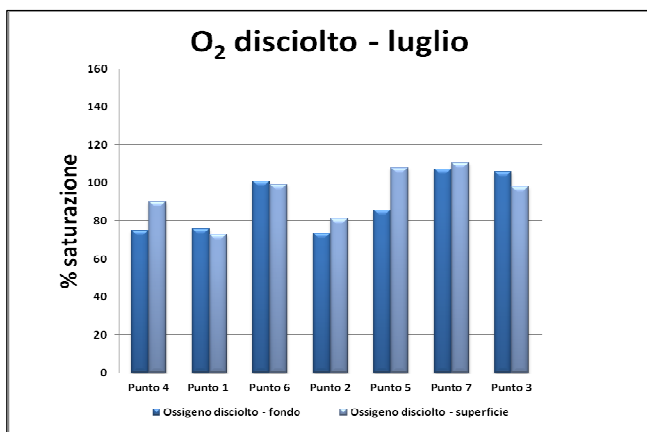


Grafico 8 – Andamento ossigeno disciolto - luglio

4.1.2. Salinità

Anche i valori di salinità hanno mostrato le variazioni di colonna più ampie nei punti con maggior profondità per ciò che concerne il mesi di maggio e giugno, mentre, a conferma di quanto osservato per ossigeno e temperatura, nel mese di luglio si è assistito ad una condizione di maggior omogeneità di colonna, accompagnata però alla più ampia variabilità dei valori di superficie tra i diversi punti. Le figure di seguito rappresentano, mese per mese, la distribuzione delle salinità a tre diverse profondità.

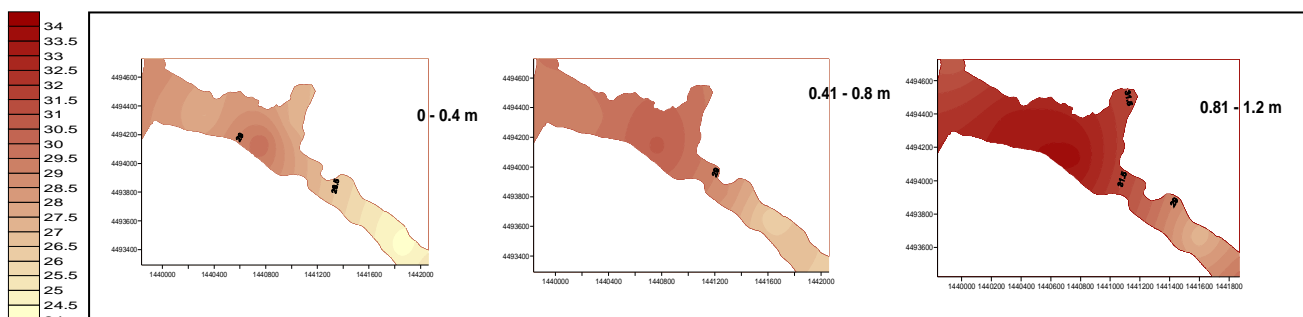


Figura 3: Salinità maggio

In maggio è stato rilevato un decremento della salinità proporzionale alla distanza dalla foce a mare e alla vicinanza alle foci fluviali. Le escursioni spaziali maggiori sono state quelle relative al fondo con il minimo, pari a circa 27 ppt, registrato in prossimità del punto 2 alla foce del rio Barca.

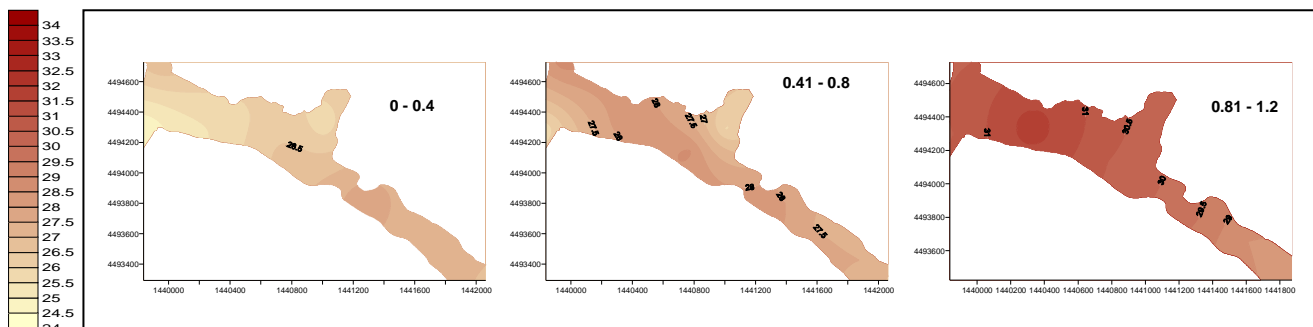


Figura 4: Salinità giugno

Nel corso dei prelievi effettuati nel mese di giugno il valore di salinità più basso è stato, paradossalmente, quello rilevato in superficie nel punto 4 (stazione di prelievo più prossima al mare) con 24 ppt.

Anche in questo mese le escursioni di colonna maggiori sono state quelle relative ai punti più profondi ed in particolare al punto 4 in cui si ha avuto il ΔS massimo pari a 10 ppt.

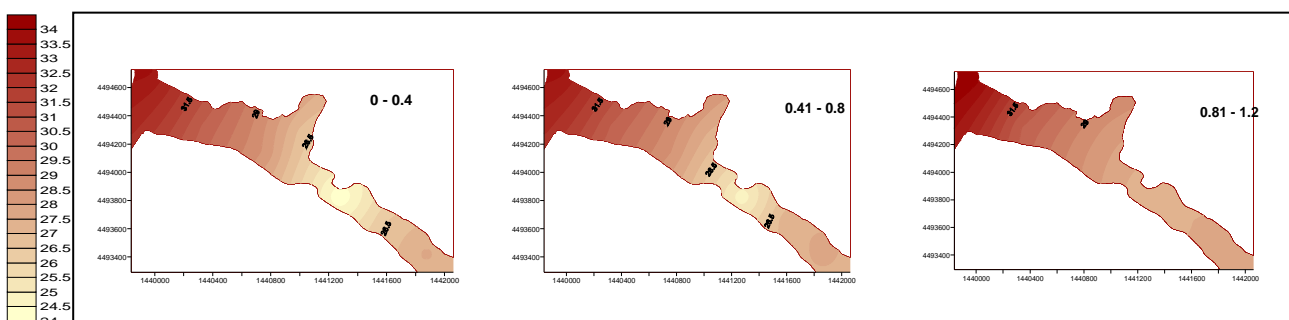


Figura 5: Salinità luglio

I rilievi effettuati sul corpo idrico nel mese di luglio hanno messo in evidenza un rimescolamento della colonna in virtù del quale le escursioni di salinità tra superficie e fondo non hanno superato, in nessuno dei punti di prelievo, i 3 ppt. I valori registrati nelle stazioni più prossime alla foce si sono discostati di poco da quelli registrati a mare a riprova di un elevato ricambio di acqua proveniente dalla foce.

4.1.3. pH

Il parametro pH, rilevato nei tre mesi in tutti i punti, si è sempre mantenuto su valori superiori ad 8 ad eccezione della stazione di fondo del punto 4 a maggio (7,8) e a luglio nel punto 7 sempre nella stazione a fondo (7,5).

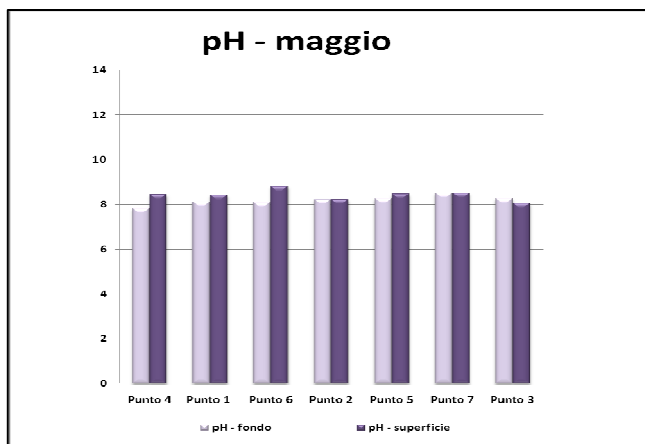


Grafico 9 – andamento pH - maggio

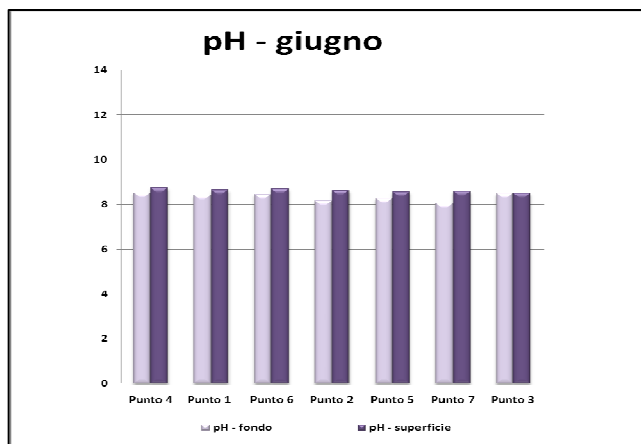


Grafico 10 – andamento pH - giugno

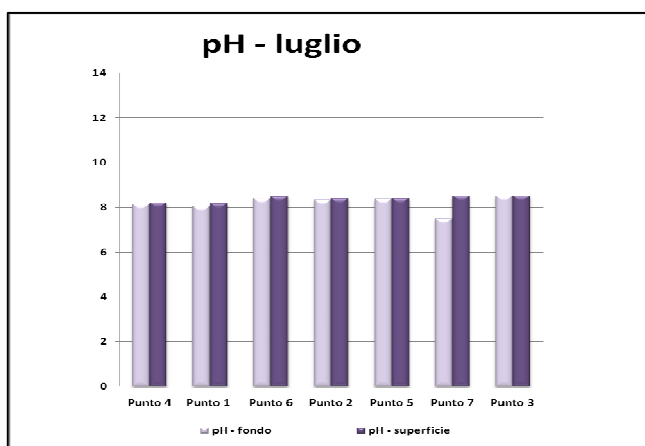


Grafico 11 – andamento pH - luglio

L'andamento generale si è mostrato pressoché costante con valori vicini e alle volte tipici di quelli dell'acqua di mare.

4.1.4. Clorofilla "a"

I rilievi sul campo del parametro clorofilla "a", indice indiretto della densità fitoplanctonica, hanno mostrato ampie variazioni, sia a livello spaziale sia a livello temporale.

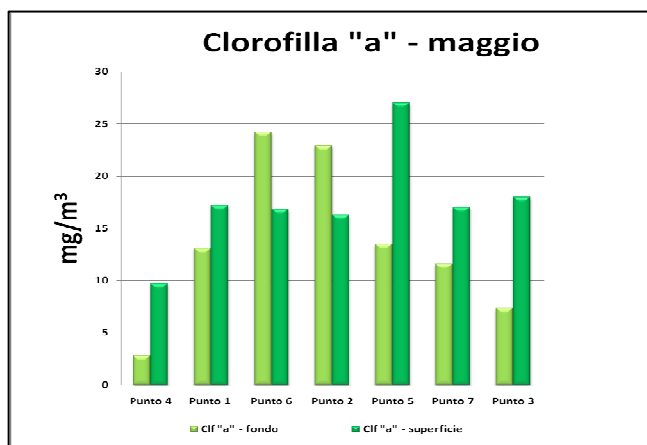


Grafico 12 – andamento Clorofilla "a" - maggio

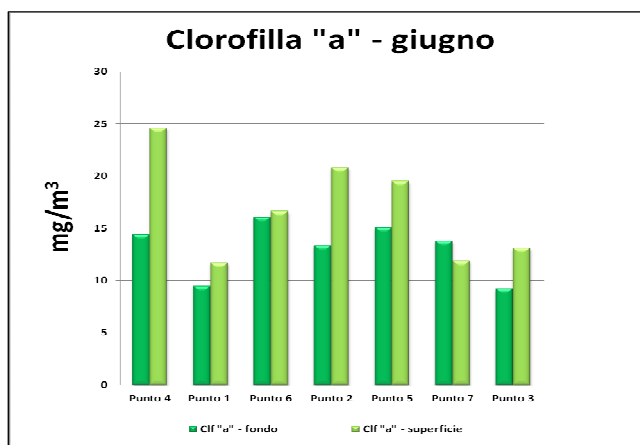


Grafico 13 – andamento Clorofilla "a" - giugno

Le maggiori variazioni in colonna sono state quelle relative al mese di maggio mentre le differenze più significative tra le diverse stazioni di prelievo sono state rilevate nel mese di luglio.

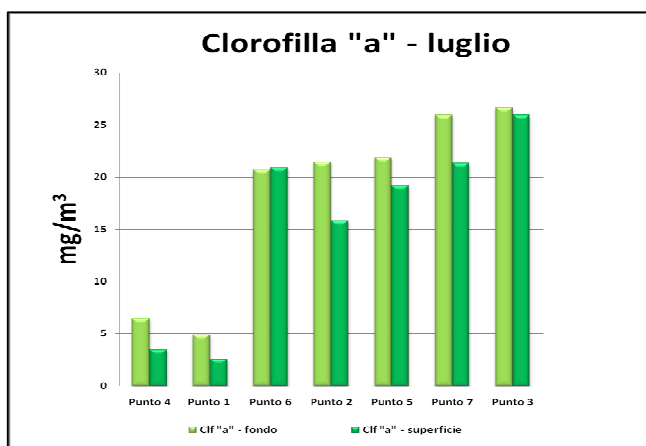


Grafico 14 – andamento Clorofilla "a" - luglio

A maggio le concentrazioni di clorofilla più elevate, negli strati superficiali, sono state quelle relative alla porzione sud-est dello stagno, con il valore massimo pari a circa 27 mg/m³ in corrispondenza del punto 5. In prossimità della foce i valori rilevati sono risultati relativamente bassi. I dati in colonna hanno mantenuto una certa omogeneità quasi ovunque ad eccezione del prelievo del mese di maggio durante il quale nel punto 3

la clorofilla rilevata sul fondo è risultata meno della metà rispetto alla superficie passando da circa 18 mg/m³ a circa 7 mg/m³.

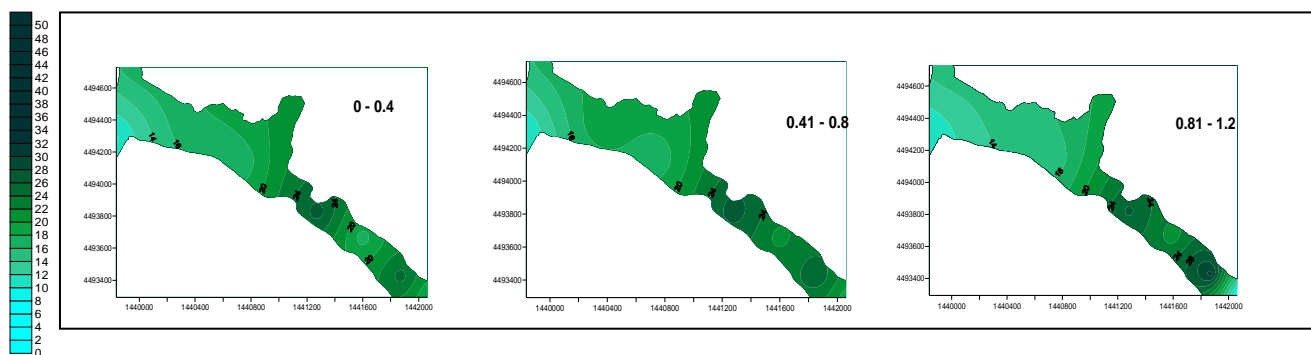


Figura 6 - Clorofilla "a" maggio (mg/m³)

I dati relativi al prelievo del mese di giugno hanno mostrato una distribuzione delle concentrazioni di clorofilla sostanzialmente inversa rispetto al mese precedente, con il valore massimo localizzato vicino alla foce a mare (picco massimo di circa 25 mg/m³ nel punto 4), ed i minimo nell'area della foce del rio Calvia (punti 3 con circa 13 mg/m³). Le concentrazioni in colonna sono parse uniformi in tutti i punti di prelievo.

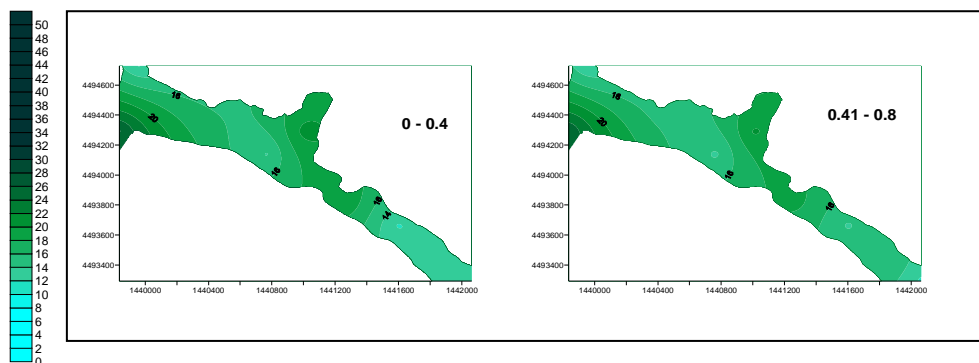


Figura 7: Clorofilla "a" giugno (mg/m³)

Anche a luglio i valori massimi di clorofilla "a" si sono attestati intorno ai 27 mg/m³ ma, a differenza del mese precedente, la zona interessata dalle concentrazioni più alte, negli strati superficiali, è stata quella prossima alla foce del rio Calvia.

Nell'area dello stagno prossima alla foce a mare e in quella antistante il canale Urune sono state rilevate in assoluto le concentrazioni più basse dell'intera campagna con valori compresi tra circa 3 e circa 6 mg/m³.

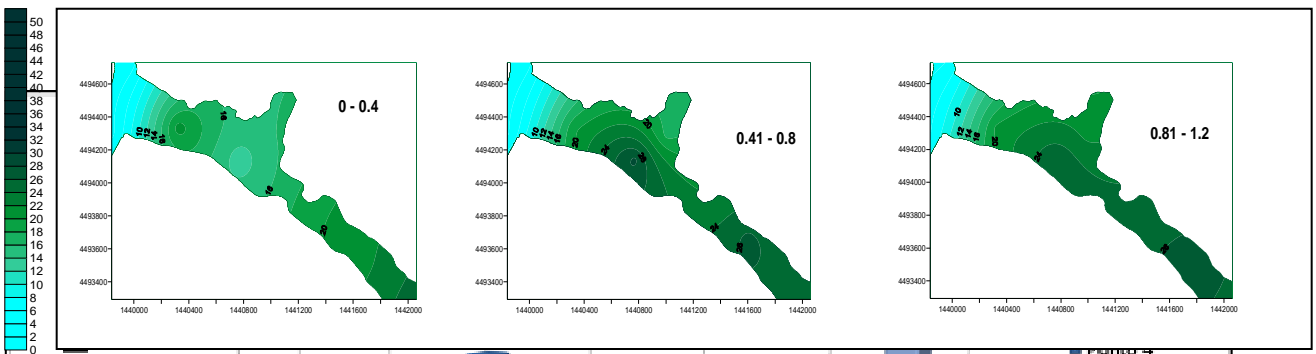
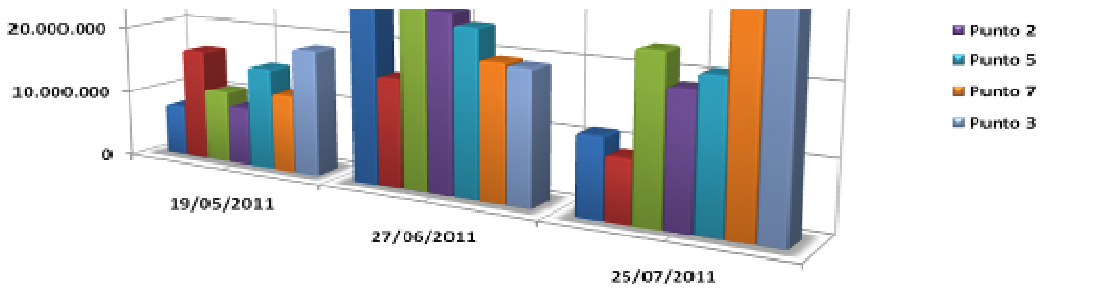


Figura 8: Clorofilla "a" luglio (mg/m³)



4.2 A
n
a
l

isi della componente fitoplanctonica – Calich

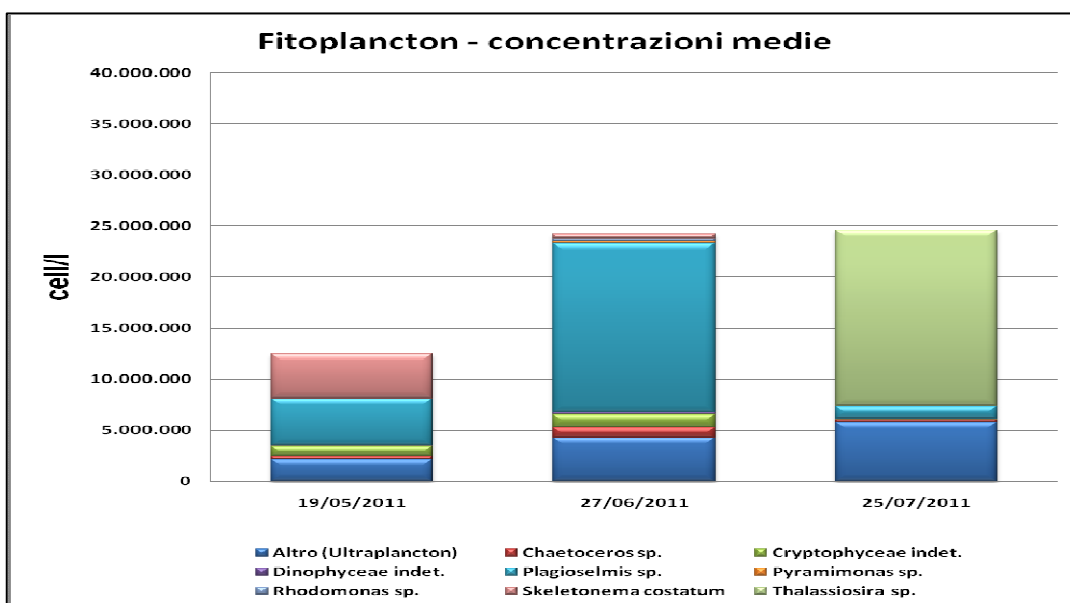
Le indagini svolte hanno previsto, tra i parametri effettuati, lo studio della componente fitoplanctonica al fine di assumere ulteriori elementi utili alla comprensione delle dinamiche in atto nello stagno.

Grafico 15 – Densità fitoplanctoniche – stagno Calich



L'analisi quali-quantitativa delle comunità microalgali, nel corso dei tre mesi presi in esame e in tutti e sette i punti previsti dal piano di monitoraggio, ha messo in evidenza come nei rilievi di giugno e luglio la media di individui conteggiati sia pressoché raddoppiato rispetto a maggio, passando da circa $12 \cdot 10^6$ cell/l a circa $25 \cdot 10^6$ cell/l.

Tale incremento numerico si è manifestato con distribuzione delle concentrazioni del tutto differenti nei due mesi. A giugno le densità maggiori sono state rilevate nei punti di prelievo più prossimi alla foce (ad eccezione del punto 1) con valori via via inferiori proseguendo verso sud-est, mentre a luglio si è assistito al trend inverso per cui nel punto 3 è stata individuata la massima concentrazione (con un picco di più di $35 \cdot 10^6$ cell/l di *Thalassiosira sp.*) e nei punti 1 e 4 le minime (vedi Grafico 18).



Le com
unità
ident
ificat
e
sono
risult
ate
com
post
e da
popo
lazio

Grafico 16 – Concentrazioni fitoplantoniche medie – stagno Calich



ni differenti sia in termini qualitativi sia in termini quantitativi. Nello specifico, si è passati da una condizione di sostanziale equilibrio tra Cryptophyceae (*Plagioselmis sp.* e Cryptophyceae indeteterminate) e Bacillariophyceae nel mese di maggio a comunità nettamente dominate dalle Cryptophyceae (principalmente *Plagioselmis sp.*) a giugno e dalle Bacillariophyceae (soprattutto *Thalassiosira sp.*) a luglio.

Le specie rilevate sono risultate avere per la maggior parte piccole dimensioni con ridotta variabilità dimensionale, sia a livello di popolazioni sia a livello di comunità e quindi tra le differenti specie.

4.2.1. Maggio

I livelli di clorofilla rilevati con la sonda multiparametrica nel prelievo del mese di maggio sono pari paragonabili a quelli dei mesi successivi, mentre le densità fitoplanctoniche, come già specificato, sono risultate in media circa la metà di quelle di giugno e luglio. Fanno eccezione il punto 4 e il punto 1 nei quali nel corso del terzo prelievo si sono avute le densità fitoplanctoniche inferiori e le concentrazioni di clorofilla più basse.

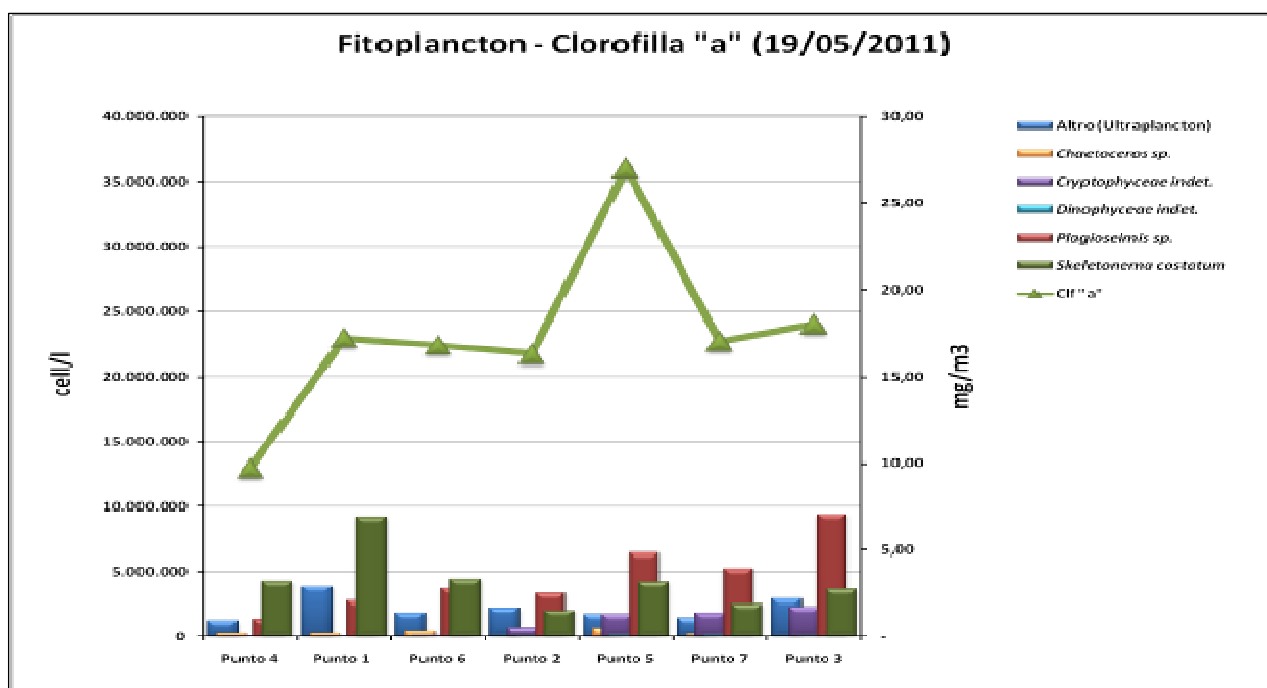


Grafico 17 – Densità fitoplanctoniche e clorofilla “a” – Calich maggio

Dalle analisi svolte non si è assistito al netto prevalere di un'unica specie, così come è avvenuto invece nei due mesi successivi, benché anche in questo caso la comunità presente è risultata costituita da poche unità tassonomiche (principalmente Cryptophyceae rappresentate in primo luogo da *Plagioselmis sp.* e Bacillariophyceae con *Skeletonema costatum*). I minimi assoluti nei valori di clorofilla e fitoplancton localizzati nei punti prossimi alla foce sono coincisi con l'assenza del fenomeno di colorazione delle acque nel litorale di Fertilia.

4.2.2. Giugno

Nel mese di giugno la distribuzione delle concentrazioni dell'intera comunità è stata sostanzialmente influenzata dall'andamento della popolazione di *Plagioselmis* sp., con le massime densità rilevate nei punti prossimi alla foce a mare (ad eccezione del punto 1).

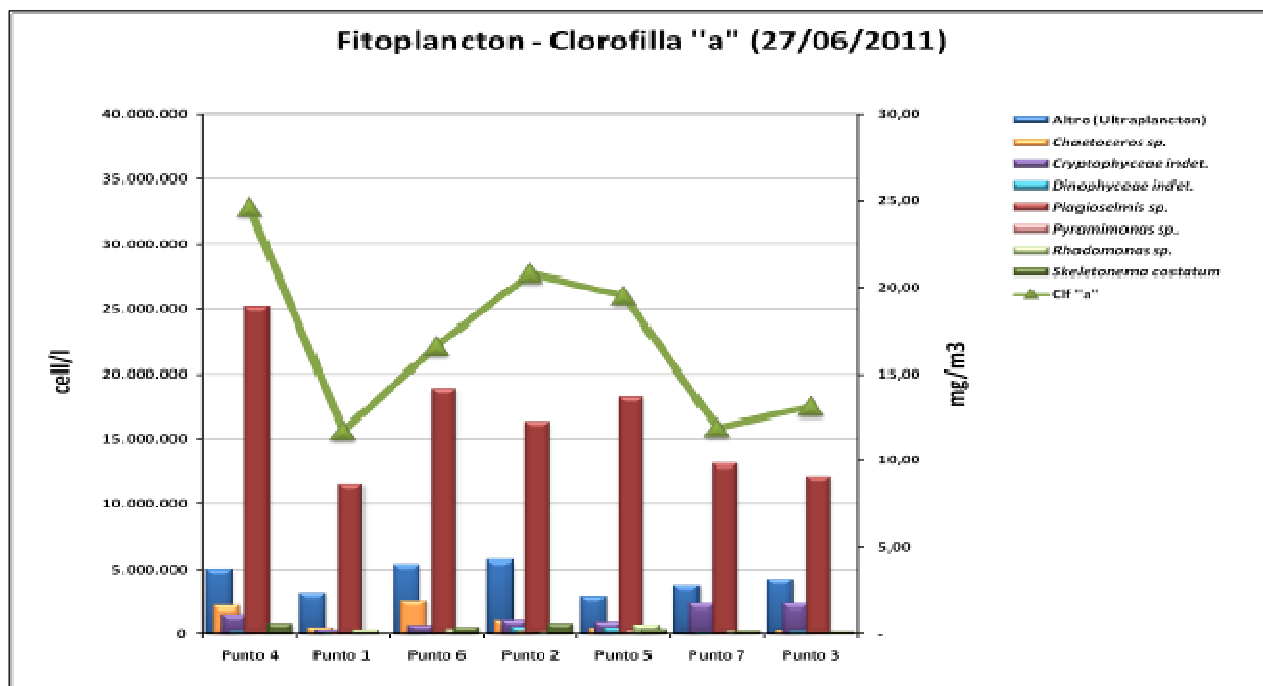


Grafico 18 - Densità fitoplanctoniche e clorofilla "a" – Calich giugno

Si sottolinea che, in quest'occasione, sia il picco di clorofilla "a" sia il picco di densità della comunità fitoplanctonica, rilevati nel punto 4, hanno avuto riscontro nell'evidenza di colorazione segnalata a mare. In generale l'andamento delle concentrazioni di clorofilla ha ricalcato quello delle comunità fitoplanctoniche, raggiungendo nel corso dei prelievi effettuati in questo mese una correlazione descritta da un R^2 pari a 0,8189.

4.2.3. Luglio

Nel mese di luglio le concentrazioni medie, come già accennato, si sono mantenute pressoché invariate rispetto al mese precedente, mentre la distribuzione spaziale delle densità ha subito drastiche variazioni.

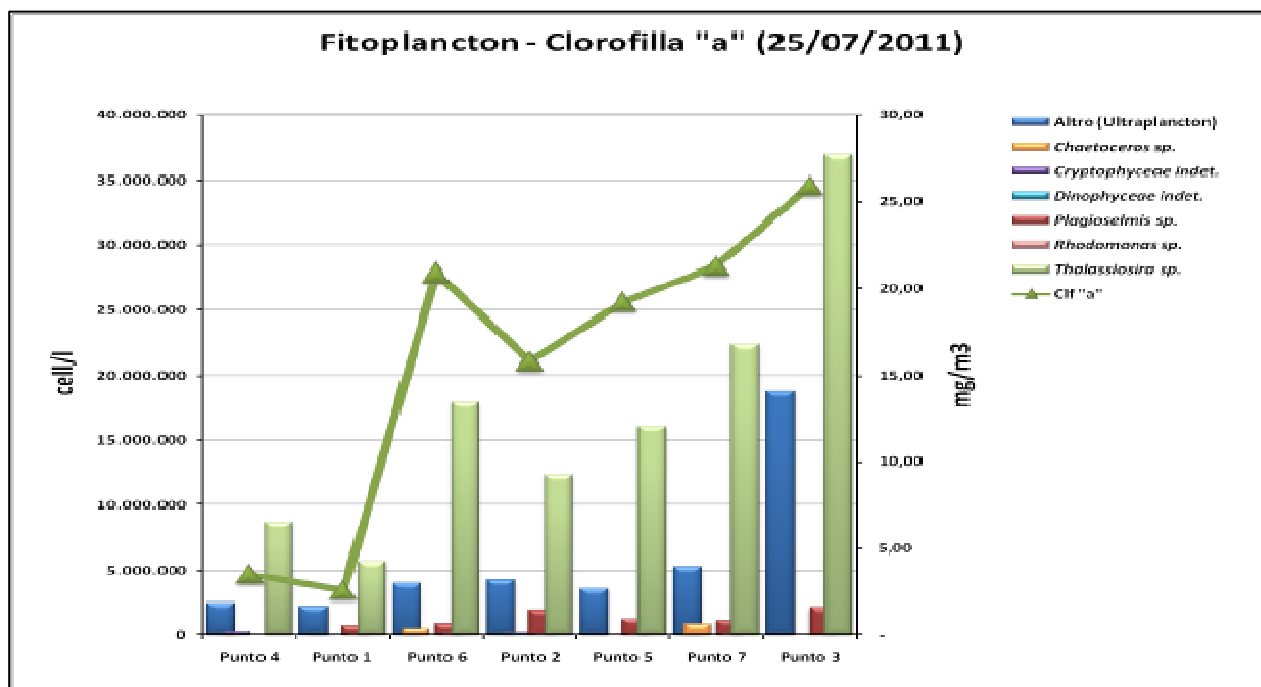


Grafico 19 - Densità fitoplanctoniche e clorofilla "a" – Calich luglio

Le concentrazioni fitoplanctoniche hanno mostrato in questa campagna mensile un gradiente negativo verso la foce a mare, le densità maggiori sono state infatti rilevate nei punti 3 e 7 e quelle minori nei punti 1 e 4.

Anche in questo caso i valori di clorofilla "a" registrati in superficie, si sono mostrati in linea con le densità fitoplanctoniche nei diversi punti. Si sottolinea inoltre che la popolazione a *Plagioselmis*, dominante nel mese di maggio, è risultata in netto calo a favore di un'abbondante proliferazione di specie appartenenti al genere *Thalassiosira*.

4.3 Analisi dei parametri batteriologici

Le indagini batteriologiche svolte all'interno dello stagno hanno previsto la ricerca del colibattere fecale *Escherichia coli* in quanto unico parametro microbiologico richiesto dal D.lgs. 152/2006 nella determinazione della conformità degli scarichi derivati da impianti di depurazione.

I grafici di seguito mostrano i valori, espressi in U.F.C./100 ml, di *E. coli* rilevati nell'intera campagna di monitoraggio in tutti i punti di prelievo all'interno dello stagno.

Tabella 7 – Parametri batteriologici – Calich maggio

Stazione	<i>Escherichia coli</i> ² (u.f.c./100ml)
Punto 4	4
Punto 1	4
Punto 6	8
Punto 2	15
Punto 5	23
Punto 7	10
Punto 3	16

Tabella 8 – Parametri batteriologici – Calich giugno

Stazione	<i>Escherichia coli</i> ² (u.f.c./100ml)
Punto 4	9
Punto 1	10
Punto 6	<1
Punto 2	<1
Punto 5	<1
Punto 7	<1
Punto 3	<1

Tabella 9 – Parametri batteriologici – Calich - luglio

Stazione	<i>Escherichia coli</i> ² (u.f.c./100ml)
Punto 4	<1
Punto 1	<1
Punto 6	<1
Punto 2	<1
Punto 5	<1
Punto 7	<1
Punto 3	<1

Come si può chiaramente osservare consultando le tabelle, tutte le stazioni hanno sempre presentato una contaminazione organico-batteriologica di tipo trascurabile nei mesi di maggio e giugno e inferiore al limite di rilevabilità del metodo nel mese di luglio.

² APAT IRSA CNR 29/2003 metodo 7030 F

4.4 Nutrienti

Nel corso dei tre mesi di campagna sono state effettuate indagini sui nutrienti in tutte le stazioni designate all'interno dello stagno sia su campioni prelevati in superficie sia su campioni prelevati sul fondo.

4.4.1. Maggio

Nell'ambito dei prelievi effettuati nel mese di maggio i valori dei nutrienti sono risultati i più alti dell'intera campagna.

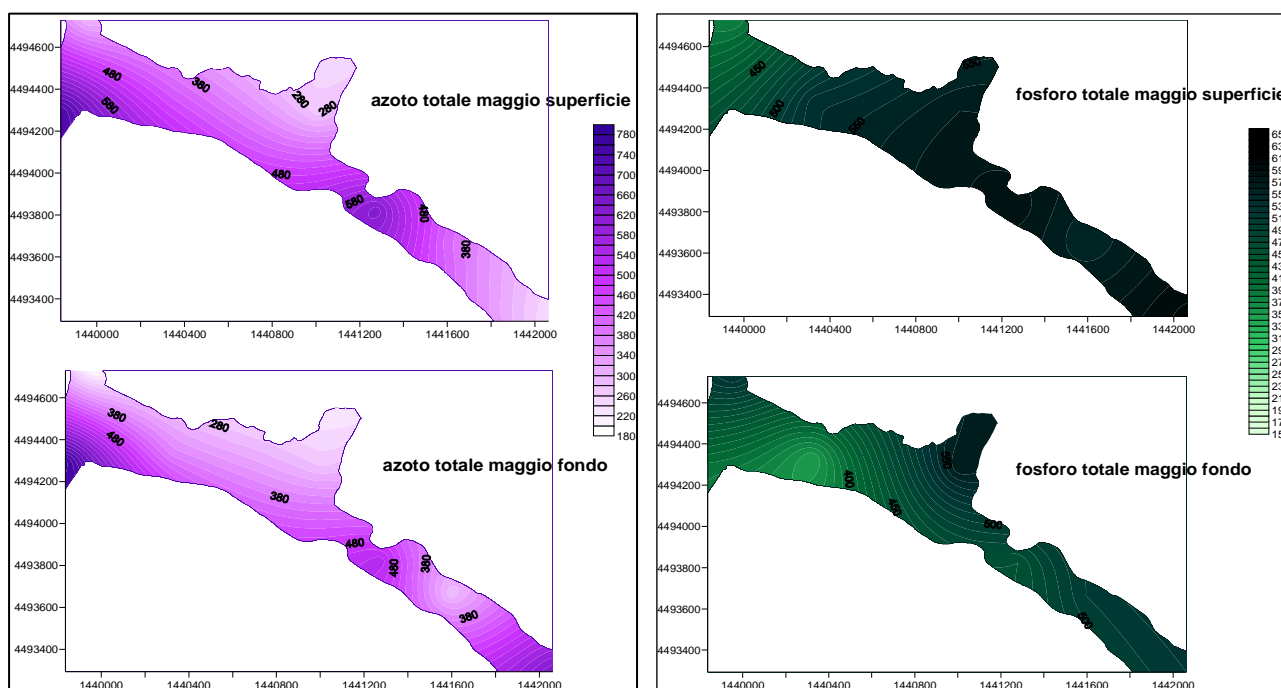


Figura 9 – Azoto totale e fosforo totale – Calich maggio ($\mu\text{g/l}$)

La distribuzione del fosforo totale, in riferimento alle densità rilevate nei sette punti di prelievo, è risultata abbastanza omogenea con i valori più bassi intorno ai $350 \mu\text{g/l}$ nella zona della foce a mare e le concentrazioni maggiori (sino a più di $600 \mu\text{g/l}$) nella parte più interna dello stagno (vedi Figura 9). Di converso l'azoto totale è apparso distribuito poco uniformemente all'interno del corpo idrico, senza mostrare alcun particolare gradiente di concentrazione.

Decisamente meno accentuate le variazioni tra superficie e fondo sia delle concentrazioni di azoto totale sia di quelle di fosforo totale. I valori di ammoniaca, nitriti, nitrati e orto fosfati hanno mostrato, così come il fosforo totale, una tendenza all'aumento verso la parte più interna dello stagno.

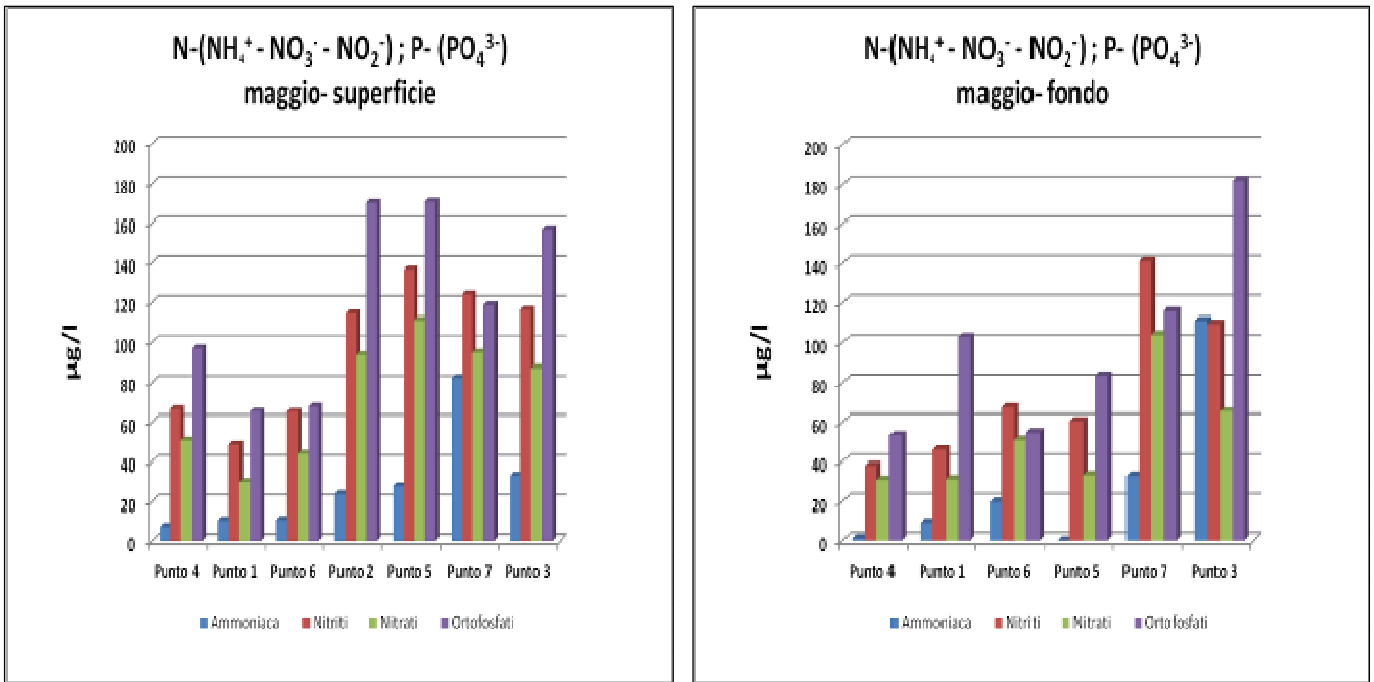


Grafico 20 – Azoto di ammoniacca, nitriti, nitrati; fosforo di orto fosfati – Calich maggio

4.4.2. Giugno

Nel mese di giugno le concentrazioni di fosforo totale sono calate sostanzialmente in tutte le stazioni di prelievo sia sulla superficie sia sul fondo, con i valori più alti intorno ai 200 µg/l nel punto 2 e nel punto 7.

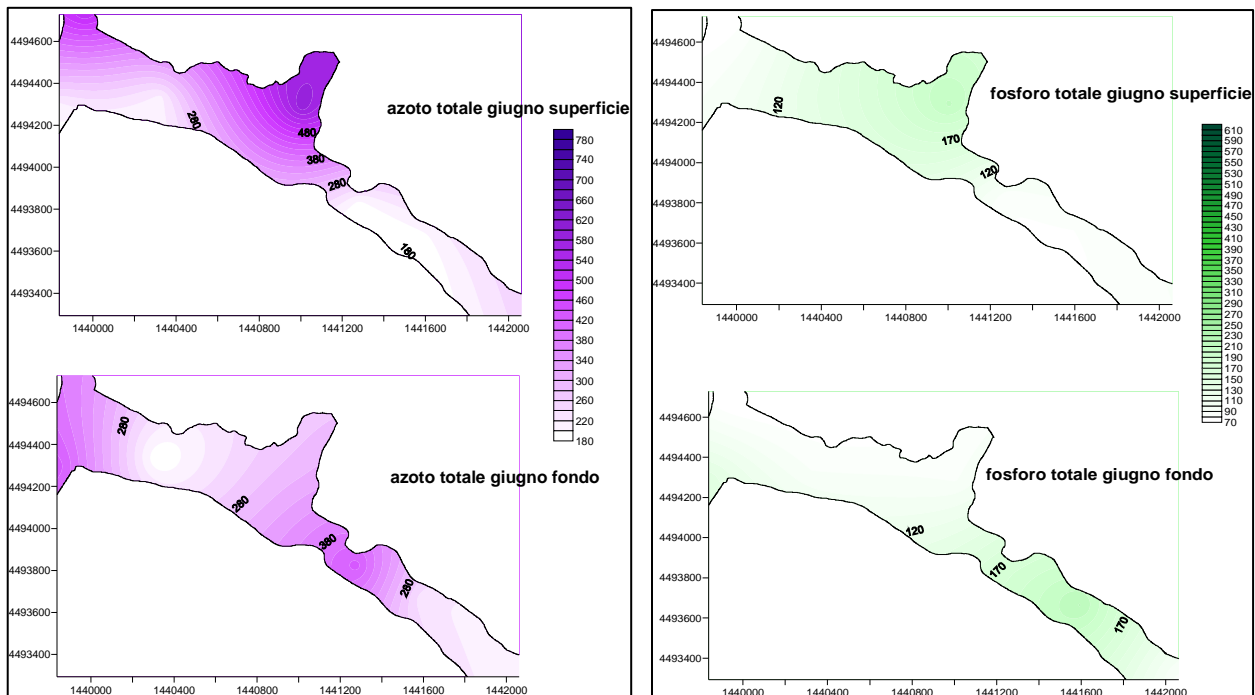


Figura 10 - Azoto totale e fosforo totale – Calich giugno (µg/l)

Per ciò che concerne l'azoto totale si evidenziano gli incrementi delle concentrazione nelle stazioni 1 e 2 rispettivamente alla foce del canale Orune e alla foce del rio Barca. In tali punti di prelievo si è passati nell'ordine da circa 300 µg/l a più di 500 µg/l nel punto 1 e da circa 270 µg/l a quasi 600 µg/l nel punto 2. Nelle restanti stazioni le densità sono calate ovunque ad eccezione della superficie del punto 3 ove si la concentrazione di azoto totale si è mantenute pressoché costante.

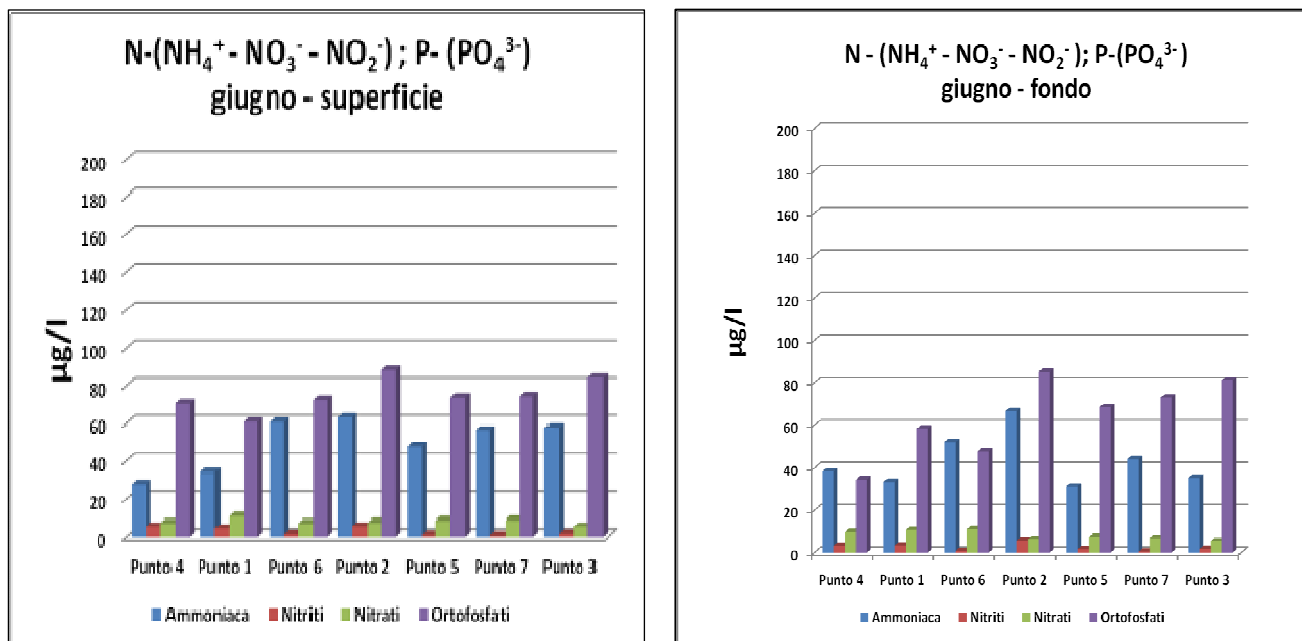


Grafico 21 – Azoto di ammoniaca, nitriti, nitrati; fosforo di orto fosfati – Calich giugno

Così come per il fosforo totale sono risultati in netto calo anche i valori di nitrati, nitriti e ortofosfati mentre è stata rilevata in lieve aumento la concentrazione di ammoniaca nella maggior parte dei punti di prelievo (fanno eccezione il punto 7 e il punto 3).

4.4.3. Luglio

L'ultima campagna prevista dal piano di indagine ha visto un'ulteriore diminuzione delle concentrazioni di azoto totale in tutti i punti ad eccezione della superficie del punto 7, mentre i valori di fosforo totale si sono

mantenuti in media abbastanza stabili ad eccezione del punto 7 sul fondo.

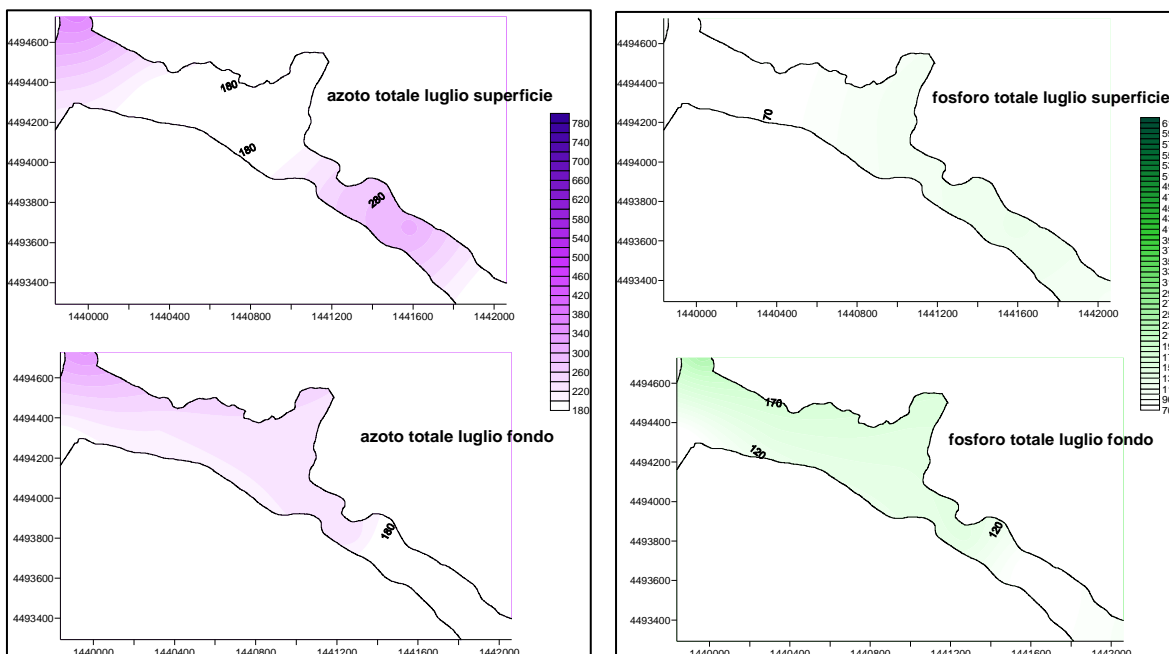


Figura 11 - Azoto totale e fosforo totale – Calich luglio (µg/l)

Sostanzialmente costante, rispetto al mese di giugno, l'andamento di ammoniaca, nitriti e ortofosfati ; fa eccezione il punto 4 in superficie nel quale si è passati da circa 30 $\mu\text{g/l}$ a circa 70 $\mu\text{g/l}$ di $\text{N} - \text{NH}_4^+$.

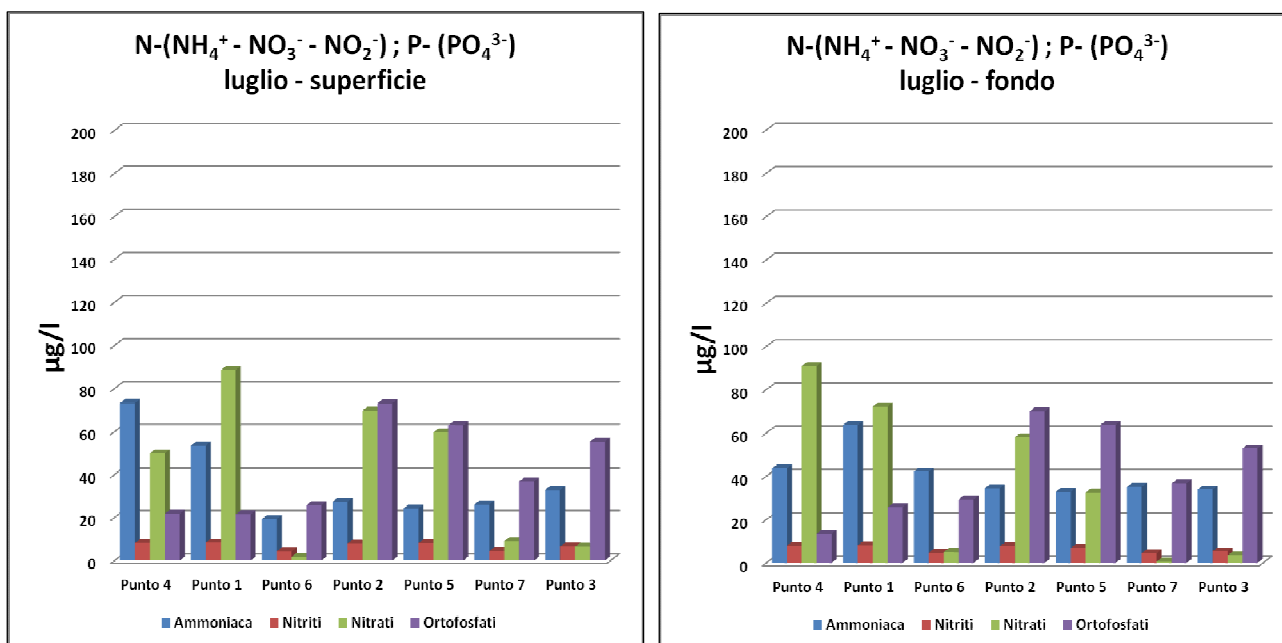


Grafico 22 – Azoto di ammoniaca, nitriti, nitrati; fosforo di orto fosfati – Calich luglio

Si sottolinea come, in accordo con quanto detto in precedenza, in relazione ai parametri fisico-chimici rilevati sul campo, sono state osservate tendenzialmente ovunque le variazioni minori nei valori di nutrienti in colonna.

4.4.4. Classificazione sulla base degli elementi di qualità fisico-chimica a sostegno degli EQB

Lo stagno costiero del Calich è stato tipizzato, secondo quanto previsto dal D.M. 131/2008, tipo AT03, ovvero acqua di transizione polialina con superficie inferiore a $2,5 \text{ Km}^2$. Il bilancio complessivo dei tre mesi di prelievi è stato valutato attraverso i limiti di classe forniti dal D.M. 260/2010 per gli elementi fisico-chimici a sostegno degli elementi di qualità biologica nelle acque di transizione ovvero:

- Concentrazione media annua di azoto inorganico disciolto (DIN),
- Fosforo reattivo (P-PO_4)
- Ossigeno disciolto.

Pur non potendo disporre dei dati a base annua, è stata effettuata una valutazione relativa ai tre mesi in

oggetto al fine di assumere ulteriori elementi.

Si riporta di seguito la tabella 4.4.2/a del Decreto Ministeriale n. 260/2010 che indica i limiti di classe tra lo stato Buono e Sufficiente in relazione alla salinità dell'acqua (vedi Tabella 10).

Tabella 10 – Limiti di classe per gli elementi di qualità fisico-chimica nella colonna d'acqua

Denominazione della sostanza	Limiti di classe B/S	Classi di salinità
Azoto inorganico disciolto (DIN)	Salinità < 30 psu 30 µM (420 µg/l c.a.)	Oligoalino Mesoalino Polialino
	Salinità > 30 psu 18 µM (235 µg/l c.a.)	Eurialino Iperalino
Fosforo reattivo (P – PO₄)	Salinità > 30 psu 0,48 µM (15 µg/l c.a.)	Eurialino Iperalino
Ossigeno disciolto	≤ 1 giorno di anossia/anno	

Nella procedura di classificazione dello stato ecologico, i valori di DIN, fosforo reattivo e ossigeno disciolto devono essere minori della soglia riportata in tabella per far sì che il giudizio sia determinato dall'espressione del valore dell'EQB. In caso contrario lo stato ecologico verrà determinato dall'incrocio dei risultati ottenuti dai parametri fisico-chimici e EQB secondo quanto definito dallo schema c – Fase I – lettera A.4.6.1 del D.M.

C) ACQUE MARINO COSTIERE E ACQUE DI TRANSIZIONE

		Giudizio peggiore da Elementi Biologici				
		<i>Elevato</i>	<i>Buono</i>	<i>Sufficiente</i>	<i>Scarso</i>	<i>Cattivo</i>
Elementi fisico-chimici a sostegno	<i>Buono⁽²⁾</i>	Elevato ⁽¹⁾	Buono	Sufficiente	Scarso	Cattivo
	<i>Sufficiente</i>	Sufficiente (Buono ³)	Sufficiente (Buono ³)	Sufficiente	Scarso	Cattivo





⁽¹⁾ Per le Acque di transizione, ma non per le Acque marino-costiere, lo stato elevato deve essere confermato dagli elementi idromorfologici a sostegno.
⁽²⁾ Per le acque marino costiere e le acque di transizione non è stato distinto un limite di classe tra lo stato elevato e il buono.
⁽³⁾ Per le acque di transizione se al termine del processo di verifica previsto dal decreto non si evidenzia la presenza di criticità per le comunità biologiche e il superamento delle soglie dei nutrienti è inferiore al 75% i corpi idrici possono essere classificati in stato buono (se elementi biologici sono in stato elevato o buono). Le Autorità competenti possono in caso di superamento della soglia declassare il corpo idrico a sufficiente evitando di attivare il processo di verifica.

260/2010 riportato in figura 12.

Benché lo stagno sia definito complessivamente polialino, quindi con salinità inferiore a 30 psu, i rilievi in situ del parametro salinità hanno mostrato valori variabili nelle diverse stazioni e tra superficie e fondo perciò le medie mensili sono state rappresentati in tabella con colorazioni differenti al fine di evidenziare i punti a salinità maggiore e quelli a salinità inferiore ai 30 psu.

Tabella 11 – Medie mensili di salinità, DIN e fosforo reattivo

Stazione	Salinità (psu)		Azoto inorganico disciolto (DIN) ($\mu\text{g/l}$)		Fosforo reattivo (P-PO_4) ($\mu\text{g/l}$)	
	media superficie	media fondo	media superficie	media fondo	media superficie	media fondo
Punto 4	28,6	30,5	80,6	87,2	60,8	38,8
Punto 1	29,8	31,9	96,4	92,7	49,2	62,3
Punto 6	27,8	32,6	77,5	78,1	55,3	46,1
Punto 5	26,2	30,9	81,1	71,2	97,7	70,5
Punto 2	26,6	27,2	137,8	89,4	110,5	77,7
Punto 7	26,3	27,7	135,6	129,4	76,6	75,9
Punto 3	26,4	26,8	115,8	123,6	98,8	105,4

	Salinità < 30 psu		Salinità > 30 psu		Buono		Inferiore a Buono
---	-------------------	---	-------------------	---	-------	---	-------------------

I valori di azoto inorganico disciolto sono risultati sempre inferiori ai limiti che determinano la classe di qualità Buono, sia per le stazioni a salinità inferiore sia per quelle a salinità superiore ai 30 psu.

In generale non è stato possibile effettuare considerazioni in merito al parametro fosforo reattivo, relativamente a quanto prescritto dal Decreto, in quanto i limiti di tale parametro sono stati definiti solo per gli ambienti a salinità > 30 psu. Considerando separatamente i valori di superficie e fondo delle diverse stazioni, i punti 4, 1, 6 e 5 fondo risultano gli unici a salinità > 30 psu mentre considerando la media dei valori in colonna tale caratteristica risulta posseduta solo dal punto 1 e dal punto 6 con rispettivamente 30,85 e 30,2 psu. In tali stazioni i valori di fosforo reattivo rilevati sono risultati al di sopra del limite indicato.

Per ciò che concerne l'ossigeno disciolto, ultimo dei parametri da considerare secondo quanto prescritto, non sono mai stati rilevati fenomeni di anossia in nessuna delle stazioni di prelievo.

4.5. Metalli e IPA

Gli ultimi parametri, previsti nel profilo analitico stilato per la matrice acqua all'interno dello stagno, e illustrati nella seguente relazione sono metalli e IPA. Metalli ed IPA sono stati determinati solo nei punti 6 e 7 in quanto previsti dal piano di monitoraggio ai sensi del D.lgs 152/06, ad eccezione del prelievo effettuato nel mese di maggio nel corso del quale i metalli sono stati rilevati sia nella stazione in superficie sia in quella del fondo di tutti e sette i punti di prelievo.

I valori di riferimento per la definizione dello standard di qualità ambientale dei metalli per le acque di transizione sono definiti dal D.M. 260/2010 e vengono riassunti nella tabella di seguito.

Tabella 12 – Standard di qualità ambientale – medie annue colonna d'acqua corpi idrici di transizione

Decreto M.A.T.T.M. 260/2010 – Tab. 1/A	
Sostanze prioritarie	
Parametri	SQA-MA ($\mu\text{g/l}$)
Cadmio	0,2
Mercurio	0,01
Nichel	20
Piombo	7,2

Decreto M.A.T.T.M. 260/2010 – Tab. 1/B	
Sostanze non prioritarie	
Parametri	SQA-MA ($\mu\text{g/l}$)
Arsenico	5
Cromo totale	4

Le indagini analitiche svolte hanno rilevato concentrazioni inferiori ai limiti di rilevabilità dei metodi utilizzati per ciò che concerne gli IPA e parte dei metalli (cromo, arsenico e mercurio) mentre si riportano nei grafici di

seguito i risultati analitici dei restanti parametri.

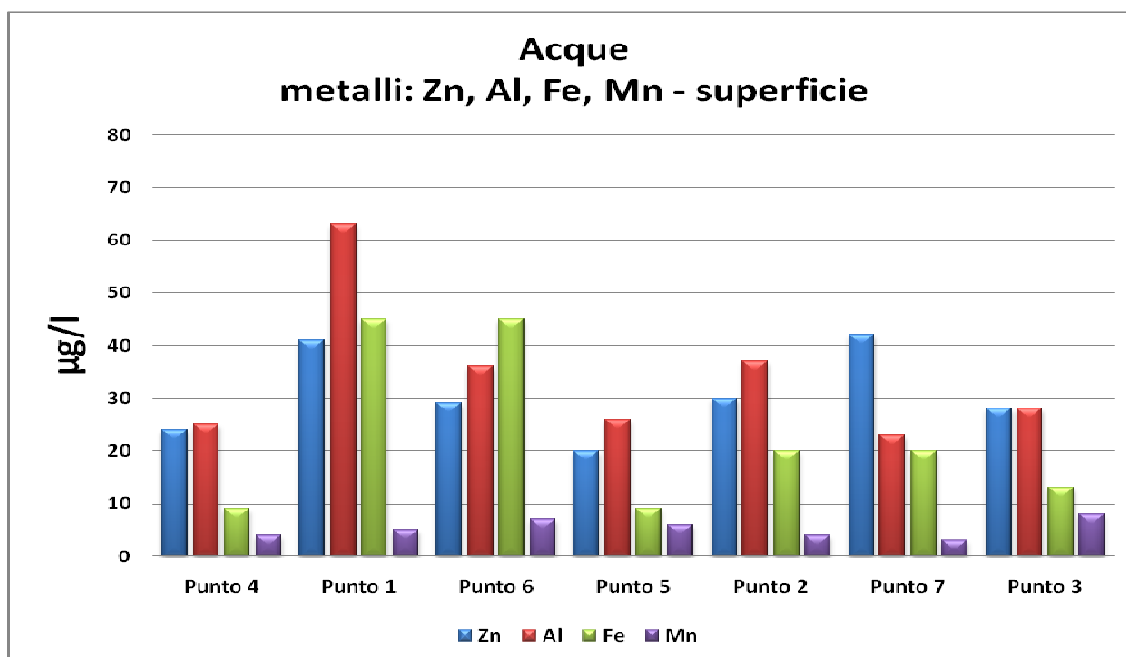


Grafico 23 – metalli acque superficie - maggio

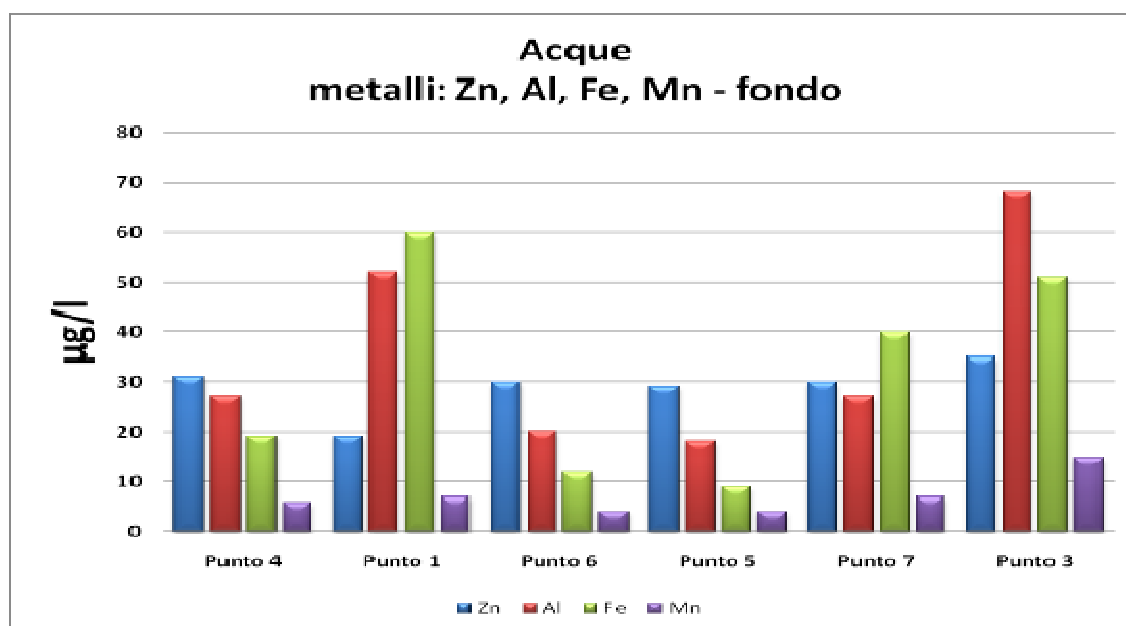


Grafico 24 – metalli acque fondo - maggio

I valori rilevati nel mese di maggio non hanno superato i valori limite definiti per gli standard di qualità ambientale delle acque di transizione secondo il D.M. 260/2010.

La situazione è risultata differente nei prelievi di luglio in quanto sono state evidenziate concentrazioni superiori

ai limiti per i parametri piombo e cadmio nel punto 6, con rispettivamente 38 µg/l e 2,9 µg/l (vedi grafico 25)

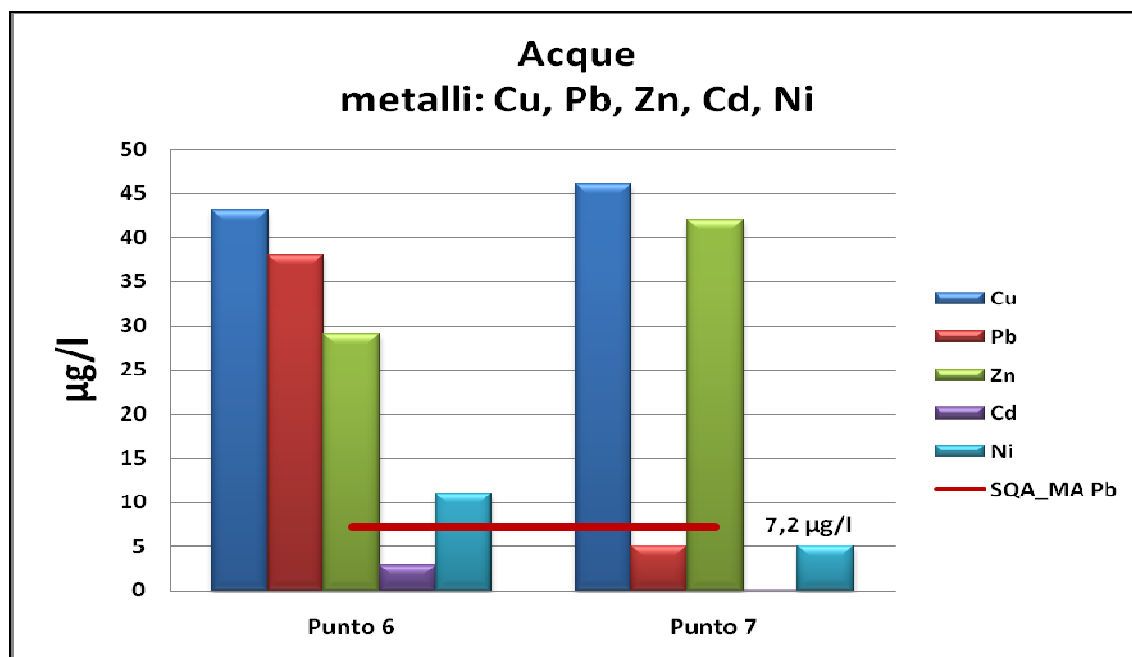


Grafico 25 – metalli acque superficiali - luglio

5. INDAGINI SULLA MATRICE SEDIMENTO

La matrice sedimento è stata indagata solo nel corso dei prelievi del mese di maggio in quanto questo comparto risulta essere molto più stabile della matrice acquosa e quindi molto meno soggetto di quest'ultima a variazioni repentine nella sua composizione.

La scelta dei parametri da analizzare è stata mirata alla verifica dell'eventuale apporto di sostanze nutritive al comparto biotico (soprattutto fitoplanctonico) presente nello stagno e alla presenza di sostanze prioritarie potenzialmente dilavate dal bacino imbrifero incidente. La porzione organica di deposito è stata indagata attraverso la determinazione di TOC, azoto totale e fosforo totale. Il TOC, carbonio organico totale, indica il

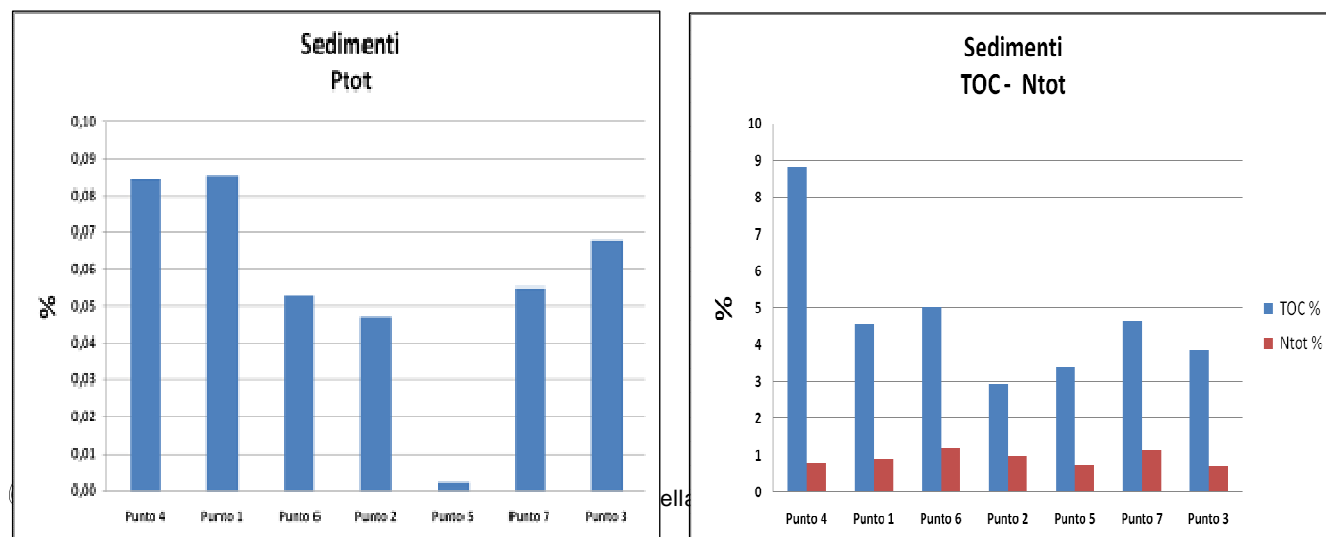


Grafico 26 – fosforo totale, azoto totale e TOC - sedimenti

contento di carbonio organico da fonti biotiche e si esprime in % di C sulla massa secca.

I contenuti inferiori di tutti e tre gli analiti sono riferibili al punto 2 e al punto 5, presumibilmente in ragione della minore percentuale di argilla presente in queste stazioni rispetto alle restanti. Per ciò che concerne i valori di riferimento dei metalli nei sedimenti, si riportano di seguito le tabelle con gli standard di qualità ambientale – medie annue previsti per i corpi idrici marino-costieri e per i corpi idrici di transizione indicati dal D.M. 260/2010. La Tabella 2/A del sopracitato decreto riporta gli SQA-MA relativi alle sostanze dell’elenco di priorità e la Tabella 3/A le sostanze non appartenenti all’elenco di priorità.

Tabella 13 – Standard di qualità ambientale – medie annue sedimenti corpi idrici di transizione

Decreto M.A.T.T.M. 260/2010 – Tab. 2/A
Sostanze prioritarie

Decreto M.A.T.T.M. 260/2010 – Tab. 3/A
Sostanze non prioritarie

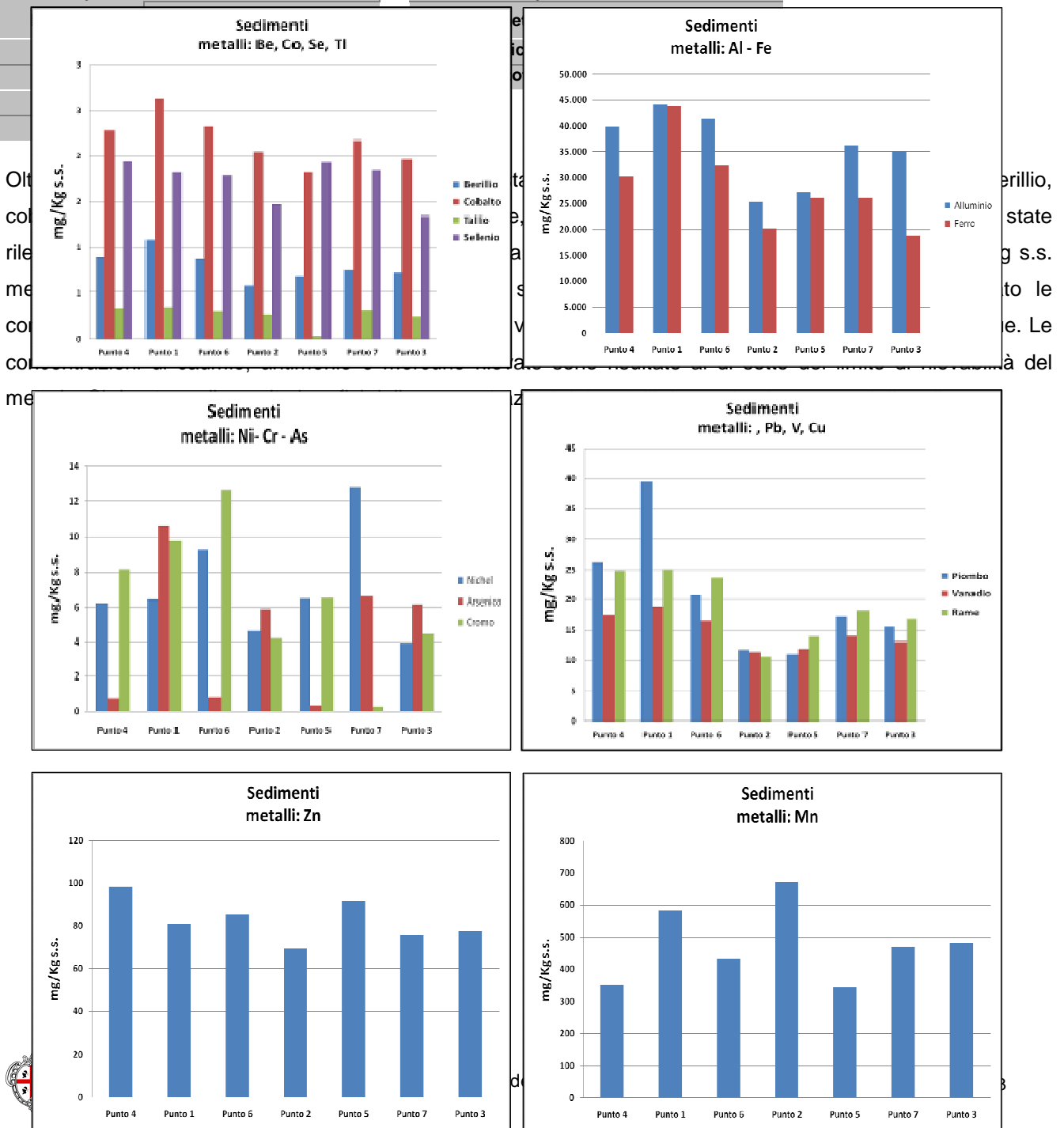


Grafico 27 – metalli - sedimenti

6. CARICHI INCIDENTI DA IMPIANTI DI DEPURAZIONE

La cartina rappresentata in Figura illustra i punti di scarico dei principali impianti di depurazione presenti nei tre bacini idrografici afferenti allo stagno del Calich con la denominazione dei corpi idrici recettori di tali reflui.



Figura 13 – Ubicazione punti di scarico impianti di depurazione

Su ciascuno degli impianti di depurazione indicati su carta il Dipartimento Provinciale di Sassari svolge indagini periodiche atte alla verifica dei limiti tabellari prescritti nella Parte III del D.lgs 152/2006 per le acque di scarico.

I risultati analitici riferiti al periodo durante il quale è stata portata avanti la campagna di indagine hanno mostrato diverse non conformità ai limiti tabellari prescritti dalle autorizzazioni dei differenti impianti (vedi Tabella 14).

Il depuratore Comunale di Alghero, San Marco, serve una popolazione stimata in 77.500 abitanti equivalenti ma parte del refluo è destinato all'uso irriguo in proporzioni differenti a seconda dei periodi. Nel periodo immediatamente precedente la campagna di monitoraggio e nel corso della stessa sono state rilevate non conformità a carico dell'impianto nei mesi di aprile, giugno e luglio sempre per il parametro *Escherichia coli* con rispettivamente 30.000, 13.000 e 16.000 U.F.C./100 ml a fronte del limite di 5.000 U.F.C./100 ml previsto dall'autorizzazione allo scarico.

L'impianto a servizio della frazione di Santa Maria La Palma è dimensionato per un numero di A.E. pari a circa 1/4 di quelli di San Marco, ma il refluo in uscita è interamente riversato sul Canale di Bonifica affluente del Canale Urune. Nel prelievo svolto da questo Dipartimento nel mese di giugno sono emerse due non conformità relative ai parametri *E. coli* (14.000 U.F.C./100 ml) e fosforo totale (3,83 µg/l).

Ulteriori fuori norma sono stati rilevati presso l'impianto Comunale di Olmedo (3.200 A.E.) il cui refluo è risultato non conforme ai limiti prescritti per numerosi parametri tra cui in particolar modo *E. coli* con ben 2.700.000 U.F.C./100 ml. L'impianto ha attualmente diniego al rinnovo dell'autorizzazione allo scarico da parte della Provincia di Sassari in quanto, da parere espresso dalla stessa Provincia, "...le tecniche di trattamento dei reflui urbani di cui in oggetto non sono appropriate a garantire la conformità del refluo ai limiti tabellari..".

Tabella 14 – Conformità/Non conformità impianti di depurazione maggio 2011/luglio 2011

Impianto	Abitanti Equivalenti	Data Prelievo	Conformità/non conformità ai limiti prescritti	Parametri non conformi	Valore	Limiti D.lgs All.5 Parte III
San Marco Alghero Rio Filibertu	77.500	08/03/2011	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme
San Marco Alghero Rio Filibertu	77.500	11/04/2011	Non Conforme	<i>E. coli</i>	30.000 ufc/100 ml	5.000 ufc/100 ml
San Marco Alghero Rio Filibertu	77.500	16/05/2011	Conforme	/	/	/
Santa Maria La Palma Alghero	12.900	27/06/2011	Non Conforme	<i>E. coli</i>	14.000 ufc/100 ml	5.000 ufc/100 ml
Santa Maria La Palma Alghero	12.900	28/06/2011	Non Conforme	Fosforo totale	3,83 mg/l	2 mg/l
San Marco Alghero Rio Filibertu	77.500	27/06/2011	Non Conforme	<i>E. coli</i>	13.000 ufc/100 ml	5.000 ufc/100 ml
San Marco – Alghero riutilizzo agricoltura		27/06/2011	Conforme	/	/	/
Comunale Olmedo	3200	28/06/2011	Non Conforme	<i>E. coli</i> COD BOD ₅ NH ₄ ⁺ Tensioattivi totali Solfiti (come SO ₃)	2.700.000 ufc/100 ml 133 mg/l di O ₂ 72 mg/l di O ₂ 33,2 mg/l 7,9 mg/l 2,3 mg/l	5.000 ufc/100 ml 125 mg/l di O ₂ 25 mg/l di O ₂ 15 mg/l 2 mg/l 1 mg/l
CIP - SS	12000	28/06/2011	Conforme	/	/	/
San Marco Alghero Rio Filibertu	77.500	04/07/2011	Non Conforme	<i>E. coli</i>	16.000 ufc/100 ml	5.000 ufc/100 ml
San Marco - Alghero riutilizzo agricoltura		05/07/2011	Conforme	/	/	/

7. INDAGINI NEL LITORALE DI FERTILIA

Anche nel corso della campagna di monitoraggio 2011, svolta nell'ambito del "Piano di gestione – Riutilizzo delle acque reflue depurate del comune di Alghero", si sono verificati fenomeni di colorazione anomala delle acque prospicienti il litorale di Fertilia, con segnalazioni in merito a partire dal mese di giugno. Al fine di verificare la reale correlazione dell'evento di colorazione a mare con lo stato di eutrofia dello stagno del Calich sono stati prelevati dei campioni aggiuntivi in località Torre Lazzaretto con la funzione di bianco nella valutazione del fenomeno (vedi Figura 2).

7.1. Analisi della componente fitoplanctonica

I primi rilievi, effettuati a giugno, hanno mostrato, all'atto del prelievo, una chiara evidenza di colorazione con la massima intensità in prossimità del lungomare di Fertilia degradante sino alla spiaggia della Conchiglia.

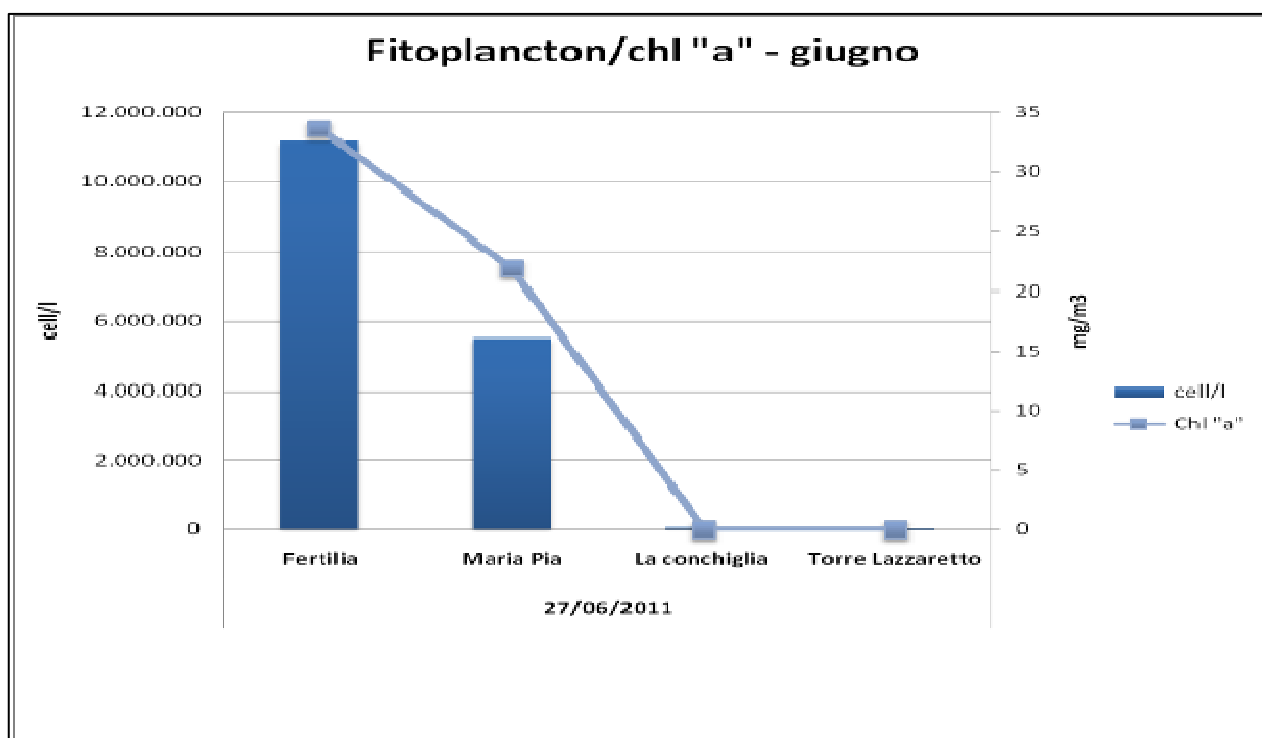


Grafico 28 – Densità fitoplanctoniche e clorofilla "a" – litorale di Fertilia giugno

Le analisi sulla componente fitoplanctonica si sono mostrate in linea con quanto osservato sul campo. Le densità massime sono state quelle relative alla stazione di Fertilia, con un decremento progressivo sino alla spiaggia della Conchiglia ove, in linea con l'assenza di colorazione, anche le concentrazioni della comunità fitoplanctonica non hanno messo in evidenza alcun fenomeno di fioritura.

I valori di clorofilla “a” hanno ricalcato, anche in questa circostanza, l’andamento delle densità microalgali (vedi grafico 27).

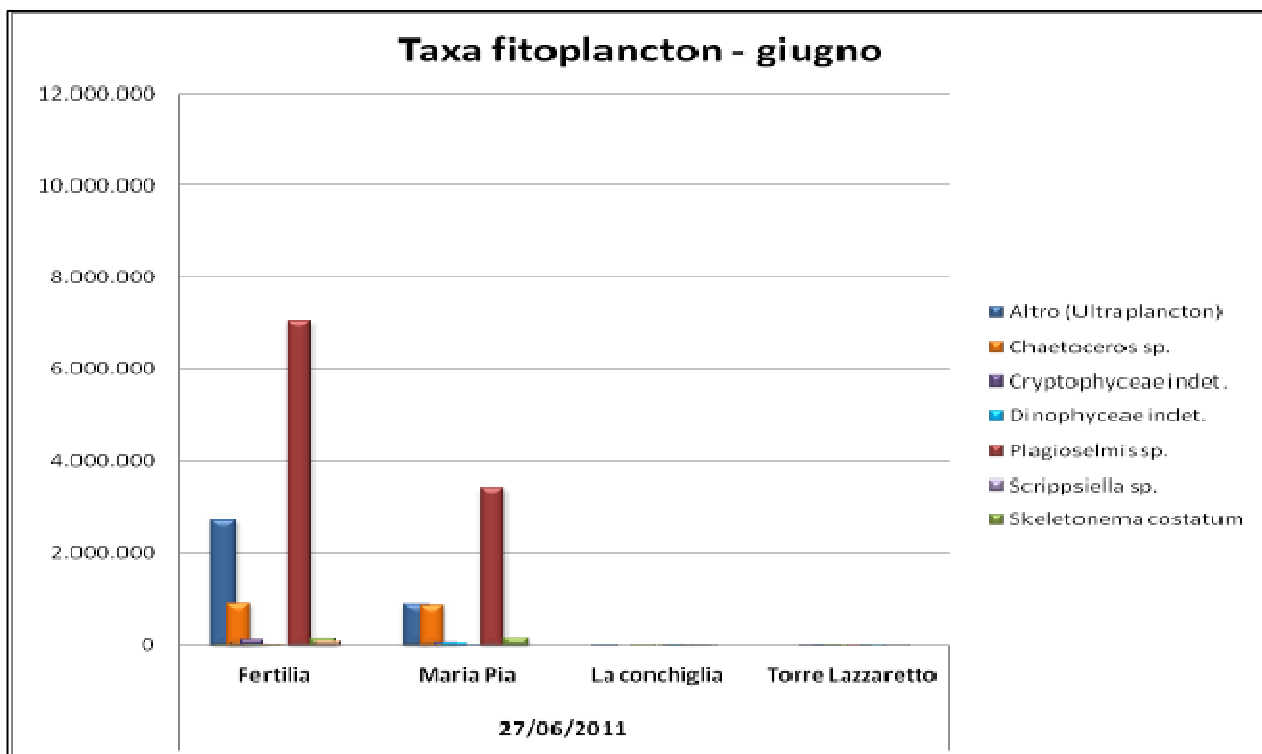


Grafico 29 – Principali taxa fitoplanctonici – litorale di Fertilia giugno

I principali taxa microalgali rilevati, illustrati nel grafico 28, sono risultati coincidere con quelli identificati nel mese di giugno nelle stazioni monitorate all’interno dello stagno con, anche in questo caso, una netta prevalenza del genere *Plagioselmis*, appartenente alle *Cryptophyceae*, seguito dalla componente non identificata di *Ultra plancton* e da *Chaetoceros sp.*

I rilievi effettuati nella stazione di “Torre Lazzaretto” hanno messo in evidenza valori di clorofilla inferiori al limite di rilevabilità dello strumento, densità fitoplanctoniche tipiche di acque oligotrofiche e una composizione qualitativa della comunità sostanzialmente differente da quelle rilevate nelle stazioni di Fertilia e Maria Pia.

Nel corso del prelievo effettuato nel mese di luglio non è stata rilevata evidenza di colorazione nelle acque del litorale. Le densità fitoplanctoniche e i valori di clorofilla sono risultati perfettamente coerenti con quanto osservato in situ con sostanziali decrementi rispetto al mese precedente (vedi grafico 30).

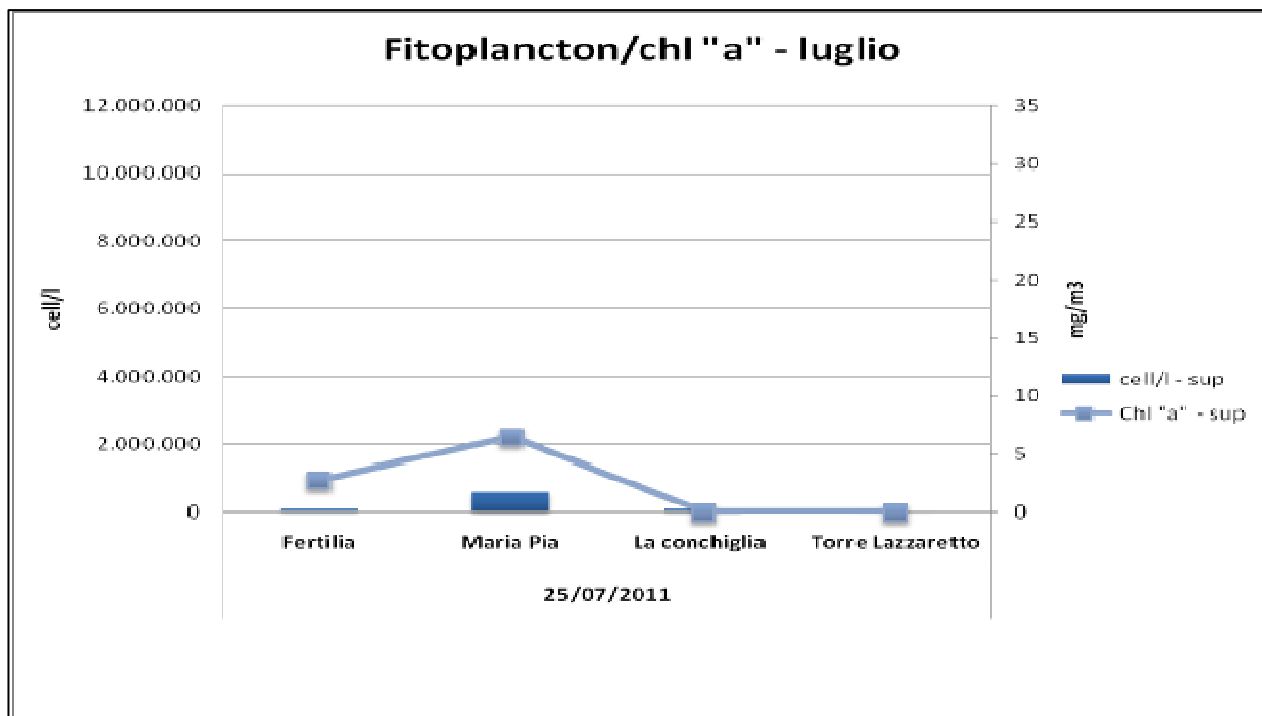


Grafico 30 - Densità fitoplanctoniche e clorofilla "a" – litorale di Fertilia luglio

Le concentrazioni microalgali più alte, così come le maggiori densità di clorofilla "a" sono state quelle relative alla stazione "Maria Pia". La stazione di controllo "Torre Lazzaretto" ha mostrato come nel mese precedente basse densità fitoplanctoniche.

I principali taxa fitoplanctonici sono riconducibili, anche in questa circostanza (ad eccezione di Torre Lazzaretto), alla comunità rilevata all'interno dello stagno in cui si è precedentemente sottolineata la predominanza della specie *Thalassiosira sp.*

7.2. Analisi dei parametri batteriologici

L'analisi microbiologica è stata mirata alla ricerca dei parametri richiesti dalla normativa di riferimento per le acque di balneazione, essendo i punti indagati soggetti a questa attività. Si riportano in Tabella 15 i valori limite, per un singolo campione, previsti dal *Decreto del Ministero della Salute del 30 marzo 2010 - Allegato A*.

Tabella 15 - Valori limite per un singolo campione

Parametri	Corpo idrico	Valori
Enterococchi intestinali	Acque marine	200 n ³ / 100ml
<i>Escherichia coli</i>	Acque marine	500 n ³ / 100 ml

³ Ufc per En Iso 9308-1 (E. coli) e En Iso 7899-2 (Enterococchi) o Mpn per En Iso 9308-3 (E. coli) e En Iso 7899-1 (Enterococchi).

Tabella 16 - Parametri batteriologici – litorale Fertilia giugno

Stazione	<i>Escherichia coli</i> ⁴	Enterococchi ⁵
	(MPN/100ml)	(u.f.c./100ml)
Fertilia	<10	<1
Maria Pia	<10	<1
La Conchiglia	<10	<1
Torre Lazzaretto	<10	<1

Tabella 17 - Parametri batteriologici – litorale Fertilia luglio

Stazione	<i>Escherichia coli</i> ⁴	Enterococchi ⁵
	(MPN/100ml)	(u.f.c./100ml)
Fertilia	<10	26
Maria Pia	<10	16
La Conchiglia	<10	<1
Torre Lazzaretto	<10	<1

I valori ottenuti dalle analisi microbiologiche sono risultati nettamente al di sotto dei limiti previsti dalla normativa.

7.3. Nutrienti: applicazione dell'indice trofico TRIX

Il D.M. 131/2008 stabilisce i criteri per la tipizzazione dei corpi idrici che consentono l'individuazione dei tipi marino-costieri su base geomorfologica e su base idrologica. Tale tipizzazione è funzionale alla definizione delle condizioni di riferimento tipo-specifiche. La tabella 3.2 dello stesso decreto illustra i tipi costieri presenti in Italia.

Criteri geomorfologici	Criteri idrologici: Stabilità		
	(1) alta	(2) media	(3) bassa
(A) Rilievi montuosi	A1	A2	A3
(B) Terrazzi	B1	B2	B3
(C) Pianura litoranea	C1	C2	C3
(D) Pianura di fumarata	D1	D2	D3
(E) Pianura alluvionale	E1	E2	E3
(F) Pianura di dune	F1	F2	F3

Figura 14 – Tipi costieri

Il tratto di costa antistante lo stagno del Calich è stato definito tipo costiero E3 e la scogliera di Torre Lazzaretto A3. In entrambi i casi si ha macrotipo costiero 3: "bassa stabilità" per il quale sono espressi, come da tabella

⁴ UNI EN ISO 9308-3:2003

⁵ UNI EN ISO 7899-2:2003

4.3.2/c del D.M. 260/2010, i limiti per le classi di qualità Buono e Sufficiente per i parametri fisico-chimici a supporto degli EQB espressi in termini di TRIX.

Tabella 18 – Limiti di classe, espressi intermini di TRIX, tra lo stato buono e quello sufficiente

Macrotipo	Descrizione	Limiti di classe TRIX (Buono/Sufficiente)
1: Alta stabilità	Siti costieri fortemente influenzati da apporti di acqua dolce di origine fluviale	5,0
2: Media Stabilità	Siti costieri moderatamente influenzati da apporti di acqua dolce (influenza continentale)	4,5
3: Bassa stabilità	Siti costieri non influenzati da apporti di acqua dolce continentale	4,0

Il TRIX rappresenta una misura del livello trofico delle acque marino costiere. Il suo valore numerico è dato da una combinazione di quattro variabili (Ossigeno disciolto, Clorofilla "a", Fosforo totale e Azoto inorganico disciolto) descrittivi dello stato trofico dell'ambiente marino costiero.

L'applicazione dell'algoritmo di espressione del TRIX alle acque del litorale di Fertilia, relativamente ai mesi di giugno e luglio, ha portato ai risultati illustrati in Tabella 19.

Tabella 19 – Valori di TRIX litorale di Fertilia e Torre Lazzaretto

Punto	Sup/fondo	TRIX
Fertilia	sup	4,45
Fertilia	fondo	4,20
Maria Pia	sup	4,34
Maria Pia	fondo	4,12
La Conchiglia	sup	3,27
La Conchiglia	fondo	3,17
Torre Lazzaretto	sup	3,05
Torre Lazzaretto	fondo	3,39

Nella procedura di classificazione dello stato ecologico il valore del TRIX deve essere minore della soglia riportata in tabella per far sì che il giudizio sia determinato dall'espressione del valore dell'EQB. In caso contrario lo stato ecologico verrà determinato dall'incrocio dei risultati ottenuti da TRIX e EQB secondo quanto definito dallo schema c – Fase I – lettera A.4.6.1 del D.M. 260/2010 riportato in figura 12.

Le stazioni di "Fertilia" e di "Maria Pia" hanno ottenuto valori dell'indice appena superiori al limite al di sotto del quale viene definito lo stato di qualità buono mentre "La Conchiglia" e "Torre Lazzaretto" sono risultati all'interno della classe di qualità buona per ciò che concerne i parametri fisico-chimici a supporto degli EQB.

8. CONCLUSIONI

L'analisi dei dati raccolti nei tre mesi di indagine ha confermato la condizione di eutrofia in cui versa lo stagno del Calich rilevata negli anni precedenti.

Nel mese di maggio, presumibilmente in seguito alle piogge primaverili, i valori di azoto totale e fosforo totale sono risultati i più alti dell'intera campagna. Successivamente si è assistito ad un netto calo delle concentrazioni, soprattutto del fosforo totale, coincise con la proliferazione della comunità fitoplanctonica che evidentemente, nella sua crescita, innescata dall'aumento della temperatura, non ha subito limitazioni da fosforo (normalmente meno disponibile dell'azoto in quanto forma facilmente composti poco solubili in acqua).

Nel complesso si può affermare che il sistema subisce un carico di nutrienti derivati dal metabolismo dell'azoto in linea con i limiti indicati dalla norma per identificare lo stato di qualità ambientale buono, mentre accumula quantitativi di fosforo che presumibilmente sono in grado di innescare fenomeni di sviluppo della comunità microalgali.

La colorazione delle acque costiere del litorale di Fertilia è apparsa chiaramente correlabile alle condizioni ambientali dello stagno, i taxa identificati all'interno delle comunità fitoplanctoniche di Fertilia, Maria Pia e La Conchiglia sono risultati infatti riconducibili a quelli rilevati nel Calich, al contrario di quanto osservato con l'analisi quali-quantitativa della comunità di Torre Lazzaretto.

La manifestazione del fenomeno, tuttavia, è apparsa influenzata da numerosi altri fattori quali, in primo luogo, le condizioni meteo-climatiche. Nel mese di luglio infatti, benchè le acque del litorale non abbiano mostrato alcuna evidenza di colorazione, le concentrazioni microalgali sono rimaste mediamente invariate rispetto al mese precedente, ma distribuite nei valori più alti soprattutto nelle stazioni più lontane dalla foce a mare, ovvero quelle verso cui spingeva la corrente. A conferma di quanto affermato, si sottolinea che non è emerso né un gradiente stabile nella concentrazione dei nutrienti né un apporto costante e preponderante degli stessi riconducibile ad uno dei corsi d'acqua che si immettono nello stagno.

Nel ricordare inoltre come l'equilibrio di un sistema di transizione sia regolato tanto dall'apporto di acque dolci di derivazione continentale quanto dall'immissione di acque marine salate, è importante sottolineare che, essendo il porto canale di Fertilia l'unico sbocco a mare dello stagno, la stessa struttura, soprattutto in virtù del suo molo di sopraflutto, potrebbe costituire un possibile ostacolo al ricambio di acque fresche e povere di nutrienti normalmente garantito dal mare.

Nel valutare invece il potenziale carico di nutrienti di derivazione antropica si deve considerare che lo sviluppo complessivo dei tre bacini incidenti sul Calich supera i 400 Km² con gran parte dell' area interessata da attività

di tipo agro-pastorale che, con il dilavamento provocato dalle piogge, comportano il recapito di rilevanti quantitativi di fosforo e azoto nel corpo idrico. Nonostante ciò è chiaro che anche gli scarichi, in arrivo dagli impianti di depurazione che hanno come recettori corsi d'acqua all'interno del bacino del rio Barca e del Canale Urune, contribuiscono ad aumentare il carico di elementi nutritivi in grado di favorire l'innescarsi di meccanismi eutrofici; è auspicabile dunque che gli tutti gli impianti mantengano costantemente la massima efficienza, operando, ove consentito, il riutilizzo dei reflui in agricoltura, convertendo così in risorsa ciò che potrebbe rappresentare aggravio per l'ambiente.

*F.to Valeria Manca
F.to Cristina Russu
F.to Cristina Nigra*

SERVIZIO MONITORAGGIO E CONTROLLI AMBIENTALI

Direttore del Servizio

*F.to Marisa Mameli,
tel. 079 2835323; e-mail: mamameli@arpa.sardegna.it*

SERVIZIO ATTIVITÀ LABORATORISTICHE

Direttore del Servizio

*F.to Pietro Caria,
tel. 079 2835383; e-mail: plcaria@arpa.sardegna.it*

DIPARTIMENTO PROVINCIALE DI SASSARI

Direttore

*F.to Antonio Furesi
tel. 079 2835384; e-mail: afuresi@arpa.sardegna.it*