



Agenzia Regionale per la Protezione
dell'Ambiente di Basilicata

Monitoraggio Diga del Pertusillo



Campionamento
relativo al mese
LUGLIO 2010

Il Lago di Pertusillo è un bacino artificiale realizzato tra il 1957 e il 1963 inizialmente a scopo idroelettrico ed irriguo, e successivamente al 1974, le sue acque sono state utilizzate, previa potabilizzazione, per alimentare gli acquedotti di Taranto, Brindisi, Lecce e Bari. La potabilizzazione avviene nel vicino Impianto di Missanello a seguito di trattamento chimico fisico normale e successiva disinfezione, così come previsto per le acque classificate nella categoria A2 (D.lgs. 152/06). L'invaso occupa una superficie di 75 km², con una capacità da 145 a 155 Mm³ d'acqua.

Al fine di ampliare lo spettro d'indagine fin ora svolto dall'Agenzia in merito alla fioritura algale nell'Invaso del Pertusillo, il 13 luglio c.a. ha avuto inizio il monitoraggio di cinque punti di campionamento (identificati con le coordinate sotto indicate, tabella 1) disposti lungo l'intera estensione del bacino, cioè dall'ingresso del fiume Agri fino allo sbarramento, così come rappresentato nella fig.1.



Fig. 1- Punti di campionamento del Lago del Pertusillo.

La scelta dei punti di campionamento è stata dettata dalle esigenze di monitorare il contributo dei maggiori immissari (punto 5 "vicino innesto del fiume Agri", punto 4 "presso isolotto" per i fiumi Maglia, Torrente Vella e Rifreddi fig. 2), di monitorare l'eventuale influenza degli abitati di Spinoso e Montemurro (punto 3 "presso pineta lago" e punto 2 "presso casa diroccata") e dalla morfologia dell'invaso (punto 1 "presso lo sbarramento" si trova nella parte più profonda del bacino fig. 3).

| Punto di campionamento | Descrizione punto di campionamento | Lat/E | Lon/N |
|--------------------------------------------|-------------------------------------------|----------|----------|
| Punto 1 presso sbarramento | Invaso in prossimità dello sbarramento | 40°16'38 | 16°00'01 |
| Punto 2 presso casa diroccata | Invaso in prossimità della casa diroccata | 40°16'44 | 15°58'38 |
| Punto 3 presso Pineta Lago | Invaso in prossimità della Pineta Lago | 40°16'52 | 15°58'12 |
| Punto 4 presso isolotto | Invaso presso isolotto | 40°16'52 | 15°57'25 |
| Punto 5 vicino l'innesto fiume Agri | Invaso presso l'innesto fiume Agri | 40°17'27 | 15°54'58 |

Tab. 1 – Punti di campionamento, descrizione e coordinate.

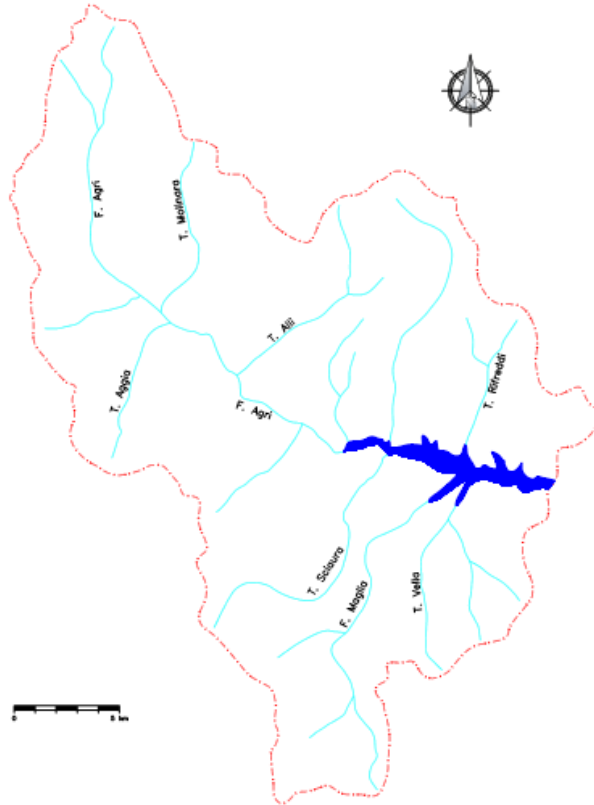


Fig. 2- Lago del Pertusillo e suo bacino imbrifero.



Fig. 3 - Foto campionamento nel Punto 1 presso lo sbarramento



MODALITÀ DI CAMPIONAMENTO E DETERMINAZIONI CHIMICO FISICHE

In ogni punto sono stati prelevati 3 campioni a diverse profondità (tab. 2):

- primo campione a 0,5 metri dalla superficie, all'interno dello strato superficiale;
- secondo campione a 3 metri dalla superficie, all'interno della zona eufotica;
(solo nel caso del punto 5 il campionamento è stato eseguito a 2 metri, vista la bassa profondità riscontrata);
- terzo campione a 2 metri dal fondo all'interno della zona afotica
(solo nel caso del punto 1 dove la profondità è di circa 90 m il campionamento è stato eseguito a soli 45 m di profondità per motivi tecnici).

| Punto di campionamento | Profondità m |
|----------------------------------------|--------------|
| punto n.1 presso sbarramento | 0,5 – 3 – 45 |
| punto n.2 presso casa diroccata | 0,5 – 3 – 40 |
| punto n.3 presso Pineta Lago | 0,5 – 3 – 30 |
| punto n.4 presso isolotto | 0,5 – 3 – 30 |
| punto n. 5 presso l'innesto fiume Agri | 0,5 – 2 – 4 |

Tab. 2 – Punti di campionamento e profondità.

Il campionamento a tre diverse profondità per ogni punto è stato effettuato utilizzando bottiglie Niskin. Su ogni campione prelevato è stata effettuata, in sito, la misura della temperatura, del pH e dell'ossigeno disciolto utilizzando la sonda multiparametrica HACH HQ 40d.

Per ogni punto di campionamento è stata determinata la trasparenza mediante il disco di Secchi (tab. 3) .

| Punto di campionamento | Trasparenza m |
|----------------------------------------|---------------|
| punto n.1 presso sbarramento | 3 |
| punto n.2 presso casa diroccata | 3 |
| punto n.3 presso Pineta Lago | 3 |
| punto n.4 presso isolotto | 3 |
| punto n. 5 presso l'innesto fiume Agri | 2 |

Tab. 3 – Punti di campionamento e trasparenza.

Nell'ambito laboratoriale i campioni prelevati sono stati sottoposti alla determinazione dei seguenti parametri:

- chimico- fisici:
conducibilità, alcalinità, ammoniaca, nitrati, azoto totale, fosforo totale, ortofostato, cloruri, solfati, BOD₅, COD, bicarbonati, As, Ba, Be, B, Co, Cd, Cr, Mn, Ni, Pb, Cu, V, Zn, Fe, Hg;
- microbiologici:



- carica batterica a 22 °C, carica batterica a 36 °C, coliformi totali, coliformi fecali, enterococchi intestinali, escherichia coli;
- biologici:
analisi qualitativa e quantitativa del fitoplancton;
 - ecotossicologici:
test di tossicità con Daphnia Magna, determinazione delle microcistine.

Nei cinque punti di campionamento definiti precedentemente, sono state eseguite le misurazioni di temperatura lungo la colonna d'acqua con l'ausilio della Sonda multiparametrica Troll 9000.

Dall'esame dei profili verticali della temperatura, presenti nell'allegato I, nella parte più profonda dell'Invaso relativa al punto 1, punto 2 e il punto 3, si osserva una stratificazione pronunciata, caratteristica del periodo estivo. Lo strato epilimnio presenta la temperatura massima di 26°C, mentre le acque analizzate alla profondità maggiore dei 25 m non superano i 14°C.

Il pH nella zona eufotica nei primi quattro punti campionati raggiunge valori di 8,7 unità mentre i valori minimi di 7,5 unità si riscontrano negli strati profondi, dove i processi demolitivi sono responsabili della produzione dell'anidride carbonica (vedi tab. 4 e allegato II).

| Punto di campionamento | profondità m | temp. °C | pH | conducibilità µS/cm a 20°C | solforati mg/l | cloruri mg/l | alcalinità mg/l | bicarbonati mg/l HCO ₃ ⁻ |
|---------------------------------------------------|-----------------|-------------|-----|-------------------------------|-------------------|-----------------|--------------------|---------------------------------------------------|
| punto n.1 presso sbarramento | -0,5 | 26 | 8,6 | 250 | 13,2 | 7,4 | 115 | 140 |
| | -3 | 25 | 8,4 | 267 | 13,1 | 7,5 | 125 | 153 |
| | -45 | 14 | 7,5 | 359 | 12,1 | 8,0 | 175 | 213 |
| punto n.2 presso casa diroccata | -0,5 | 26 | 8,6 | 257 | 13,0 | 7,7 | 120 | 147 |
| | -3 | 23 | 8,4 | 268 | 12,8 | 7,7 | 125 | 153 |
| | -40 | 14 | 7,5 | 364 | 10,9 | 7,3 | 175 | 213 |
| punto n.3 presso Pineta Lago | -0,5 | 26 | 8,7 | 249 | 13,3 | 7,8 | 100 | 122 |
| | -3 | 24 | 8,5 | 268 | 13,2 | 7,5 | 125 | 152 |
| | -30 | 14 | 7,5 | 349 | 10,1 | 7,4 | 175 | 213 |
| punto n.4 presso isolotto | -0,5 | 26 | 8,7 | 234 | 13,9 | 8,0 | 105 | 128 |
| | -3 | 23 | 8,7 | 239 | 13,3 | 7,5 | 105 | 128 |
| | -30 | 14 | 7,5 | 360 | 10,5 | 7,4 | 175 | 213 |
| punto n. 5 presso l'innesto fiume Agri | -0,5 | 26 | 8,9 | 233 | 13,0 | 7,9 | 100 | 122 |
| | -2 | 25 | 8,8 | 236 | 11,6 | 8,0 | 100 | 122 |
| | -4 | 24 | 8,3 | 291 | 12,1 | 7,5 | 125 | 152 |

Tab. 4 – Valori di temperatura, pH, conducibilità, solfati, cloruri, alcalinità e bicarbonati in funzione della profondità nei vari punti di campionamento.

E' stato osservato inoltre, un aumento di alcuni parametri come la conducibilità, l'alcalinità e i bicarbonati negli strati profondi rispetto a quelli superficiali (tab. 4 e Allegato III).



Un andamento inverso sembra avere il parametro solfato. Ai campioni delle acque più profonde corrispondono le concentrazioni leggermente più basse (vedi tabella 1, in riferimento ai primi quattro punti di campionamento).

La diminuzione del valore dell'ossigeno disciolto lungo la colonna d'acqua nei punti campionati, come mostra la tabella 5 e l'allegato IV, è da attribuire alla demolizione del materiale organico durante il processo di sedimentazione. Considerando i cinque punti campionati, si nota che il valore più basso rilevato, corrisponde al campione prelevato al punto 4 "presso isolotto" a profondità di 30 m, il cui ossigeno disciolto è pari al 28% (2,8 mg/l), valore inferiore rispetto ai campioni prelevati nei punti 1,2,3, relativi alle profondità maggiori. Non è stato rilevato un vero e proprio stato di anossia delle acque profonde, ma una considerevole flessione dei valori di ossigeno, rispetto a quello delle acque superficiali. I valori maggiori dell'ossigeno disciolto osservati per gli strati superficiali potrebbero essere causati dai maggiori apporti idrici di alcuni affluenti.

| Punto di campionamento | profondità m | Ossigeno disciolto mg/l O ₂ | Ossigeno disciolto (Tasso di saturazione) % O ₂ |
|----------------------------------------|--------------|----------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| punto n.1 presso sbarramento | -0,5 | 8,8 | 108 |
| | -3 | 8,8 | 99 |
| | -45 | 4,9 | 37 |
| punto n.2 presso casa diroccata | -0,5 | 15,0 | 128 |
| | -3 | 8,9 | 99 |
| | -40 | 3,9 | 48 |
| punto n.3 presso Pineta Lago | -0,5 | 13,0 | 131 |
| | -3 | 13,0 | 124 |
| | -30 | 5,0 | 48 |
| punto n.4 presso isolotto | -0,5 | 14,9 | 147 |
| | -3 | 15,0 | 145 |
| | -30 | 2,8 | 28 |
| punto n. 5 presso l'innesto fiume Agri | -0,5 | 26,0 | 144 |
| | -2 | 10,9 | 118 |
| | -4 | 10,0 | 110 |

Tab. 5 – Punti di campionamento, profondità ed ossigeno disciolto.

La concentrazione del fosforo totale aumenta in funzione della profondità (vedi tabella 5 e allegato V). Solo per il campione relativo al punto 1 in prossimità dello sbarramento dove è ubicata la bocca di presa, che alimenta l'Impianto di potabilizzazione del Pertusillo, si ha l'inversione di tendenza. La concentrazione più bassa relativa al campione prelevato nel punto 4 "presso isolotto", alla profondità di 0,5 m, è pari a **24 µg/l**, mentre quella più alta è di **68 µg/l** ed è stata determinata nel campione prelevato nel punto 2 "presso casa diroccata", alla profondità di 30 m. Si nota inoltre, una differenza significativa fra il contenuto del fosforo totale e quello degli ortofosfati.

Per quanto riguarda l'azoto tot. l'andamento dei valori non sembra univoco, si verificano le variazioni comprese nel range tra 0,5 mg/l e 1,4 mg/l (vedi tabella 6 e allegato VI).



Le determinazioni dei parametri di COD e BOD₅ mostrano i valori medi del periodo, inferiori a quelli riscontrati durante il fenomeno della fioritura algale.

| Punto di campionamento | profondità m | fosforo tot. µg/l | ortofosfati µg/l | azoto tot. mg/l | nitrati NO ₃ mg/l | azoto ammoniacale NH ₄ mg/l | COD mg/l O ₂ | BOD ₅ mg/l O ₂ |
|---------------------------------------------------|-----------------|-------------------------|---------------------|-----------------------|------------------------------------|----------------------------------------------|-------------------------------|--------------------------------------------|
| punto n.1 presso sbarramento | -0,5 | 34 | 16 | 0,5 | < 0,5 | < 0,05 | 4 | 1 |
| | -3 | 27 | 15 | 0,8 | < 0,5 | < 0,05 | 5 | 2 |
| | -45 | 25 | 13 | 0,6 | < 0,5 | < 0,05 | 6 | 2 |
| punto n.2 presso casa diroccata | -0,5 | 28 | 15 | 0,8 | < 0,5 | < 0,05 | 4 | 1 |
| | -3 | 49 | 34 | 0,9 | < 0,5 | < 0,05 | 4 | 1 |
| | -40 | 68 | 31 | 1,1 | < 0,5 | < 0,05 | 5 | 2 |
| punto n.3 presso Pineta Lago | -0,5 | 25 | 16 | 1,4 | < 0,5 | < 0,05 | 5 | 2 |
| | -3 | 44 | 28 | 1,3 | < 0,5 | < 0,05 | 5 | 2 |
| | -30 | 47 | 19 | 0,7 | < 0,5 | 0,12 | 8 | 3 |
| punto n.4 presso isolotto | -0,5 | 24 | 19 | 0,9 | < 0,5 | < 0,05 | 4 | 1 |
| | -3 | 25 | 15 | 0,6 | < 0,5 | < 0,05 | 5 | 2 |
| | -30 | 60 | 25 | 0,9 | < 0,5 | < 0,05 | 5 | 2 |
| punto n. 5 presso l'innesto fiume Agri | -0,5 | 32 | 14 | 0,9 | < 0,5 | < 0,05 | 4 | 1 |
| | -2 | 45 | 24 | 0,9 | 0,6 | < 0,05 | 5 | 2 |
| | -4 | 51 | 16 | 1,1 | 1,0 | < 0,05 | 5 | 2 |

Tab. 6 – Concentrazione di fosforo tot., ortofosfati, azoto tot., nitrati, azoto ammoniacale, COD e BOD₅ in funzione della profondità nei vari punti di campionamento.

Dall'analisi dei dati di concentrazione dei vari elementi analizzati (vedi tab.7) alle diverse profondità e nei diversi punti di campionamento, si osserva per il Mn, una tendenza all'aumento della concentrazione con l'aumentare della profondità. Tale comportamento lo si riscontra sia sui per il Mn disciolto che per quello totale, anche se è molto meno evidente nei punti 1 e 5.

Dal confronto di tali dati con quelli determinati negli anni precedenti alla fioritura algale del mese di maggio a. c., riferiti al solo punto 1 di campionamento, alla profondità di 0,5m (in prossimità del quale vengono effettuati i controlli istituzionali finalizzati alla classificazione funzionale delle acque destinate alla potabilizzazione), non si riscontrano comunque variazioni significative rispetto ai valori fino adesso determinati.



| Punti di campionamento | profondità m | As µg/l | Ba µg/l | Be µg/l | B µg/l | Co µg/l | Cd µg/l | Cr µg/l | Hg µg/l | Mn µg/l | Mn disc. µg/l | Ni µg/l | Pb µg/l | Cu µg/l | V µg/l | Zn dis µg/l | Fe disc. µg/l |
|---------------------------------------|--------------|---------|---------|---------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------------|---------|---------|---------|--------|-------------|---------------|
| punto n.1 presso sbarramento | -0,5 | 1 | 29 | <0,4 | 23 | <0,3 | <0,1 | 5 | <0,5 | 5 | <1 | <2 | 2,5 | 2 | 0,8 | <5 | <5 |
| | -3 | 1 | 29 | <0,4 | 24 | <0,3 | <0,1 | 8 | <0,5 | 6 | <1 | 2 | 1,7 | 3 | 0,7 | 11 | <5 |
| | -45 | <1 | 36 | <0,4 | 22 | <0,3 | <0,1 | 4 | <0,5 | 26 | 6 | 11 | 1,9 | 6 | 0,6 | 12 | <5 |
| punto n.2 presso casa diroccata | -0,5 | 1 | 28 | <0,4 | 21 | <0,3 | <0,1 | 4 | <0,5 | 4 | <1 | <2 | 0,8 | 6 | 0,7 | 47 | <5 |
| | -3 | <1 | 30 | <0,4 | 22 | <0,3 | <0,1 | 4 | <0,5 | 6 | <1 | <2 | 1,2 | 2 | 0,6 | <5 | <5 |
| | -40 | 1 | 37 | <0,4 | 22 | 0,3 | <0,1 | 2 | <0,5 | 357 | 280 | 2 | 1,4 | 1 | 0,6 | 5 | <5 |
| punto n.3 presso Pineta lago | -0,5 | 1 | 30 | <0,4 | 25 | <0,3 | <0,1 | 1 | <0,5 | 4 | <1 | <2 | 0,6 | 2 | 0,8 | <5 | <5 |
| | -3 | 1 | 32 | <0,4 | 23 | <0,3 | <0,1 | 2 | <0,5 | 6 | <1 | <2 | 0,7 | 2 | 0,7 | <5 | <5 |
| | -30 | 1 | 38 | <0,4 | 23 | <0,3 | <0,1 | 9 | <0,5 | 263 | 213 | <2 | 1,7 | 1 | 0,6 | 6 | <5 |
| punto n.4 presso isolotto | -0,5 | 1 | 29 | <0,4 | 24 | <0,3 | <0,1 | 6 | <0,5 | 4 | <1 | <2 | 1,5 | 8 | 0,8 | 6 | <5 |
| | -3 | 1 | 33 | <0,4 | 24 | <0,3 | <0,1 | 3 | <0,5 | 7 | <1 | <2 | 1,0 | 3 | 0,7 | <5 | <5 |
| | -30 | 1 | 41 | <0,4 | 27 | 0,4 | <0,1 | 5 | <0,5 | 414 | 358 | <2 | 0,7 | 1 | 0,6 | 5 | <5 |
| punto n.5 vicino l'innesto fiume Agri | -0,5 | 1 | 28 | <0,4 | 22 | <0,3 | <0,1 | 2 | <0,5 | 6 | <1 | <2 | 1,2 | 2 | 0,8 | 6 | <5 |
| | -2 | 1 | 28 | <0,4 | 23 | <0,3 | <0,1 | 5 | <0,5 | 5 | <1 | <2 | 1,2 | 2 | 0,8 | <5 | <5 |
| | -4 | 1 | 31 | <0,4 | 24 | 0,3 | <0,1 | 2 | <0,5 | 47 | 13 | <2 | 1,5 | 7 | 1,2 | <5 | <5 |

Tab. 7 – Concentrazione degli elementi determinati, in funzione della profondità nei vari punti di campionamento.



PARAMETRI MICROBIOLOGICI ED ECOTOSSICOLOGICI

Una delle fasi più delicate dell'intero procedimento analitico è l'insieme delle operazioni che intercorrono tra il momento del prelievo e lo svolgimento delle prove microbiologiche ed ecotossicologiche, in quanto i risultati analitici devono permettere di stabilire le relative caratteristiche della matrice analizzata nelle reali condizioni in cui si trova nel momento del prelievo. Per ottenere risultati analitici attendibili ed affidabili è necessario operare correttamente nella fase campionamento, cioè nella modalità del prelievo, nella raccolta e conservazione del campione e nel trasporto.

I campioni prelevati nei cinque punti dell'invaso, sono stati conservati in bottiglie sterili monouso in materiale plastico (PET) da 500 ml e riposti in frigo portatile e mantenuti a temperatura di 4° C per impedire il decadimento o la crescita dei microrganismi presenti. I campioni sono stati processati, entro le 24 ore dal prelievo.

Coliformi totali

Sono batteri a forma di bastoncino, gram-negativi, sia aerobi che anaerobi e non sporigeni, appartengono alla famiglia delle Enterobatteriacee e per molti anni insieme a Streptococchi fecali sono stati considerati degli indicatori di contaminazione delle acque. Sono batteri ubiquitari e recentemente sono stati suddivisi in due categorie in base al genere e non alla specie: coliformi di origine fecale e coliformi di origine acquatica e tellurica.

Metodo di determinazione utilizzato: APAT-CNR-IRSA 7010 C - Man 29 2003

Coliformi fecali

Sono detti anche termo-tolleranti ed appartengono alla famiglia delle Enterobatteriacee di cui fanno parte Escherichia coli, Enterobacter, Citrobacter e Klebsiella. Hanno forma bastoncellare, sono batteri gram-negativi, aerobi ed anaerobi facoltativi e non sporigeni. La loro presenza costituisce un indice di contaminazione fecale delle acque in esame.

Metodo di determinazione utilizzato: APAT-CNR-IRSA 7010 B - Man 29 2003

Escherichia coli

Sono microrganismi in stretto rapporto con il tratto gastro-intestinale dell'uomo e degli animali a sangue caldo con l'elevato potenziale di crescita, una volta pervenuti in ambiente. L'OMS, da qualche

decennio, ha riconosciuto Escherichia Coli come indicatore primario di contaminazione fecale in atto, delle acque esaminate.

Metodo di determinazione utilizzato: APAT-CNR-IRSA 7030 C - Man 29 2003

Enterococchi intestinali

Sono cocchi gram-positivi e si presentano isolati, doppi o molto più frequentemente a catena. Studi recenti, sulla base delle caratteristiche fisiologiche e delle tecniche di ibridizzazione del DNA hanno permesso di considerarli come un genere diverso e non come streptococchi fecali. La loro presenza nelle acque, soprattutto quelle destinate al consumo umano, è sicuramente da mettere in relazione a contaminazioni di origine fecali. Sono considerati indicatori di una ridotta efficienza del sistema di trattamento delle acque e di contaminazione non recente.

Metodo di determinazione utilizzato: APAT-CNR-IRSA 7040 C - Man 29 2003



Fig. 3 Enterococchi

Carica batterica a 22° e a 36° C

La carica batterica in agar a 22°C è costituita, soprattutto da psicrofili e consente di evidenziare le specie microbiche putrefattive, sporigene, cromogene, abbondanti negli strati superficiali dell'ambiente idrico. E' indice di inquinamento ambientale, mentre quella a 36°C è costituita per lo più da batteri appartenenti alla flora mesofila di derivazione umana e animale, oltre che proveniente da strati superficiali del terreno. E' indice di inquinamento antropico.

Metodo di determinazione utilizzato: APAT-CNR-IRSA 7050 - Man 29 2003

Valutazione della tossicità con *Daphnia magna*: Il saggio di tossicità con *Daphnia magna* rappresenta uno dei metodi biologici più efficaci per il controllo dell'inquinamento delle acque. Il saggio biologico utilizza "le *Daphnia magna*" (nome comune "pulci d'acqua"), come rivelatori di tossicità. Sono piccoli crostacei d'acqua dolce, filtratori, e capaci di sopravvivere nella cultura nutrendosi di alghe, batteri o lieviti.

L'utilizzo di questo metodo consente di valutare se il campione d'acqua in esame sia tossico e, in caso positivo, di definire il grado di tossicità o i valori di diluizione compatibili con la vita acquatica.

Il metodo di determinazione utilizzato: APAT-CNR-IRSA 8020 - Man 29 2003



Fig. 4 *Daphnia Magna*

I risultati delle analisi effettuate sui cinque punti alle diverse profondità, sono riportati in Tabella 8. Dalla verifica dei parametri si evince una situazione di normalità.

Dal confronto dei dati riportati in tabella 8, con quelli di routine precedenti al fenomeno della fioritura algale, riferiti al solo punto 1 di campionamento, e alla profondità di 0,5m (in prossimità del quale vengono effettuati i controlli finalizzati alla classificazione funzionale delle acque destinate alla potabilizzazione), non si riscontrano variazioni significative rispetto ai valori fino adesso determinati.



| Punto di campionamento | Profondità | Coliformi Tot. | Coliformi Fec. | E. coli | Enterococchi Intestinali | Carica Batterica a 36°C | Carica Batterica a 22°C | Saggio di Tossicità % |
|----------------------------------------------|------------|----------------|----------------|----------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------|
| | (m) | (Ufc/mL) | (Ufc/mL) | (Ufc/mL) | (Ufc/mL) | (Ufc/mL) | (Ufc/mL) | (Daphnia Magna) |
| punto n.1 presso sbarramento | -0,5 | 26 | 0 | 2 | 6 | 40 | 160 | 0 |
| | -3 | 46 | 0 | 0 | 4 | 860 | 260 | 0 |
| | -45 | 68 | 0 | 0 | 10 | 2600 | 600 | 0 |
| punto n.2 presso casa diroccata | -0,5 | 14 | 0 | 0 | 2 | < 10 | 20 | 0 |
| | -3 | 38 | 0 | 0 | 2 | 50 | 720 | 0 |
| | -40 | 90 | 2 | 4 | 14 | 390 | 640 | 0 |
| punto n.3 presso Pineta Lago | -0,5 | 8 | 0 | 0 | 0 | < 10 | < 10 | 0 |
| | -3 | 24 | 0 | 2 | 4 | 50 | 210 | 0 |
| | -30 | 74 | 37 | 22 | 18 | 400 | 820 | 0 |
| punto n.4 presso isolotto | -0,5 | 6 | 0 | 0 | 0 | < 10 | < 10 | 0 |
| | -3 | 28 | 6 | 0 | 2 | 270 | 40 | 0 |
| | -30 | 192 | 4 | 2 | 10 | 960 | 670 | 0 |
| punto n.5 presso l'innesto fiume Agri | -0,5 | 44 | 2 | 6 | 2 | 60 | < 10 | 0 |
| | -2 | 30 | 2 | 0 | 0 | 80 | < 10 | 0 |
| | -4 | 54 | 4 | 2 | 6 | 130 | 1490 | 0 |

Tab. 8 – Valori dei parametri microbiologici.



DETERMINAZIONE DELLE MICROCYSTINE

I Cianobatteri, denominati anche alghe azzurre, sono microrganismi che presentano aspetti appartenenti sia a cellule batteriche che vegetali caratterizzati dalla presenza di un unico pigmento fotosintetico, la clorofilla a, non inclusa nei cloroplasti come tutte le altre alghe e piante eucariote ma libera, sottoforma di lamelle, nel citoplasma e in distribuzione variabile secondo l'intensità luminosa e l'età della cellula.

La diffusione dei cianobatteri è frequente nei bacini lacustri, bacini di stoccaggio artificiale e serbatoi naturali che presentino condizioni caratterizzate da un'elevata irradiazione e temperatura, bassa turbolenza, alta concentrazione di nutrienti.

La combinazione di questi fattori porta al fenomeno dell'eutrofizzazione delle acque, durante il quale vengono saturati i meccanismi di depurazione naturale, ed all'incontrollata crescita di differenti specie di micro e macro alghe.

Molte specie di cianobatteri sono in grado di sintetizzare metaboliti tossici (cianotossine) che rappresentano un rischio per gli animali terrestri e per la fauna ittica, per i quali l'ingestione di elevati livelli di tossina può anche essere letale.

Raramente queste tossine risultano letali per l'uomo; resta comunque la considerazione che il rischio di contaminazione da tossina delle acque risulta più elevato in condizioni di fioritura algale avanzata, quando si verifica una lisi cellulare e il rilascio di sostanze tossiche è più probabile, ma non si esclude la possibilità di presenza di sostanze tossiche anche in occasione di limitata produzione algale non determinabile macroscopicamente.

Le tossine cianobatteriche possono essere distinte in tre gruppi principali:

- epatotossine (microcistine, nodularine);
- neurotossine (anatotossina, saxitossina);
- dermatotossine / tossine irritanti (lyngbya tossina A, aplysiatossina, liposaccaridi);
- citotossine (cilindrospermopsine).

Tra le cianotossine, le microcistine (MCs) rappresentano le tossine più ampiamente diffuse e maggiormente implicate in episodi di carattere sanitario che hanno interessato gli esseri viventi; esse sono eptapeptidi monociclici a basso peso molecolare che si differenziano tra loro per la presenza di due L-amminoacidi variabili (L-R1 e L-R2) ma se ne conoscono altre numerose varianti diverse dalla LR.

L'OMS ha stabilito una concentrazione limite provvisoria per le acque destinate al consumo umano solo per la MC-LR, il composto ritenuto più diffuso e tossico, i cui amminoacidi costituenti sono rispettivamente leucina e arginina. Tale valore è di 1,0 µg/L.

La sintomatologia è di tipo gastrointestinale per la capacità epatotossica di queste sostanze, legata all'inibizione delle fosfatasi PP1, 2A, e 3 presenti in tutti gli organismi viventi.



Una fioritura algale che rilascia microcistine nell'ambiente acquatico esercita l'effetto tossico anche sullo zooplancton.

La conseguenza è una diminuzione globale delle popolazioni presenti, della biomassa zooplanctonica disponibile nella catena alimentare e quindi una selezione di specie resistenti alle tossine scarsamente appetibili dalle popolazioni ittiche a danno delle pompe sodio/potassio e cloro/bicarbonato delle cellule branchiali, con conseguente incapacità di assorbire l'ossigeno fino alla morte per asfissia.

Esiti di questo genere possono essere confusi con l'asfissia per mancanza di ossigeno, che si verifica quando fioriture inoffensive ma imponenti declinano e si decompongono.

Sia specie bentoniche che planctoniche possono generare fioriture, ma alle nostre latitudini le specie più spesso protagoniste di questi eventi sono *Microcystis aeruginosa*, *Anabaena flos-aquae*, *Planktotrix rubescens* ed *Aphanizomenon flos-aquae*.

Le loro caratteristiche ecologiche e le fioriture sono diverse in diverse stagioni dell'anno: in fase di rimescolamento e risorse ottimali *Microcystis aeruginosa* prevale su *Planktotrix rubescens*, nel caso opposto, ad esempio per uno sbilanciamento nelle acque a favore dell'azoto, il rapporto si inverte. (M. Bruno)



RICERCA DI MICROCYSTINE NELLE ACQUE DELL' INVASO DEL PERTUSILLO

Il metodo utilizzato è l'immunoenzimatico ENVIROGARD "7" PLATE che utilizza anticorpi policlonali, immobilizzati sulle pareti di un sistema test(micro piastre a 96 pozzetti), che possono legare sia le microcistine presenti nel campione in esame, che un coniugato enzima-microcistina aggiunto.

I campioni sono stati precedentemente filtrati per rimuovere eventuale particolato con siringhe Millex-FG e filtri Millipore di nylon, 30mm di diametro e 0,45 μm di porosità.

Poiché in ogni pozzetto è contenuta una quantità nota di anticorpi immobilizzati, e ciascun pozzetto riceve lo stesso numero di molecole di coniugato enzima-microcistina, un campione che contiene una bassa concentrazione di MCs permette all'anticorpo di legare un alto numero di molecole di coniugato, mentre alte concentrazioni di MCs nel campione consentiranno ad un basso numero di molecole di coniugato di legarsi agli anticorpi.

La reazione infatti è di competizione diretta tra gli anticorpi policlonali anti-MC ed un complesso MC-LR-perossidasi.

Dopo aver aggiunto nei pozzetti i calibratori (100 μl), il controllo negativo (100 μl), e i campioni(100 μl) e una successiva incubazione di 30 minuti a temperatura ambiente, previa copertura della piastra con parafilm, si procede al lavaggio con abbondante acqua distillata sterile per rimuovere il materiale che non ha reagito. Il passaggio successivo è l'aggiunta dell'enzima coniugato, 100 μl in ogni pozzetto, copertura della piastra con parafilm per evitare evaporazione, e ed incubazione per 30 minuti a temperatura ambiente su oscillatore orizzontale.

Trascorsi 30 minuti si procede ad una serie di lavaggi (4) e successivamente all'aggiunta in ogni pozzetto di 100 μl di substrato. Si lasciano trascorrere altri 30 minuti di incubazione e si aggiunge in ogni pozzetto 100 μl di stop solution (HCl 1,0 N) che produrrà una variazione di colore dal all'azzurro- celeste al giallo. La lettura della piastra va effettuata entro 30 minuti.

La concentrazione di MCs si ottiene previa costruzione di una retta di calibrazione ottenuta leggendo con un lettore ELISA, alla lunghezza d'onda di 450 nm, le O.D. dei calibratori contro aria.

I calibratori del metodo utilizzato sono 6 con una concentrazione di MC compresa tra 0,1 e 1,6 ppb.

I campioni, come i calibratori, il bianco (aria) e il controllo negativo sono stati testati tutti in doppio.

Tutti i campioni hanno dato una concentrazione in MC < 0,1 ppb.



DETERMINAZIONE DEL FITOPLANCTON

Per fitoplancton si intende l'insieme degli organismi autotrofi fotosintetici presenti nel plancton, ovvero quegli organismi in grado di sintetizzare sostanza organica a partire dalle sostanze inorganiche disciolte, utilizzando la radiazione solare come fonte di energia; popola lo strato superficiale delle acque, e ne fa variare il colore, grazie alla clorofilla e gli altri pigmenti fotosintetici, rendendolo più blu con poco fitoplancton e più verde se invece se ne riscontra una elevata presenza.

L'origine della parola "plancton" deriva dai microscopisti che per primi notarono la presenza, nelle acque, di una moltitudine di microrganismi di cui, fino ad allora, si ignorava l'esistenza: ritenendo che questi organismi fossero sospinti dalle correnti, incapaci di moto autonomo, coniarono la parola plancton, che in greco significa "errante".

Fattori che influenzano la vita del fitoplancton

Ecologia del fitoplancton

Lo sviluppo dei vegetali planctonici dipende soprattutto dall'illuminazione e dalla presenza, nelle acque, di sostanze nutritive quali i sali di azoto e fosforo; anche lo zooplancton, che di esso si nutre, gioca un ruolo di base nella dinamica delle popolazioni fitoplanctoniche.

Intensità luminosa

La penetrazione della luce alle varie profondità è uno dei fattori più importanti che influiscono sulla distribuzione delle varie specie lungo la colonna d'acqua. L'intensità luminosa influisce sull'attività fotosintetica, a tal punto che un eccesso di intensità luminosa può anche avere effetti inibitori sulla fotosintesi. Nelle regioni temperate le condizioni favorevoli per lo sviluppo vanno dalla primavera all'autunno.

Temperatura

Entro certi limiti l'aumento di temperatura favorisce i processi metabolici, quindi ad una maggiore temperatura corrisponde generalmente una maggiore produzione di biomassa fitoplanctonica. La temperatura influisce anche su altri fattori importanti per il fitoplancton, quali ad esempio la solubilità dell'ossigeno ed i movimenti delle masse d'acqua, ai quali il plancton è per definizione vincolato.

Disponibilità di nutrienti

La disponibilità di nutrienti è legata alla loro immissione dall'esterno del corpo d'acqua ed alla loro mobilitazione dalle acque più profonde, dove avviene la degradazione della sostanza organica e dove quindi essi tendono ad accumularsi.



Fattori biologici

Le interazioni fra le diverse specie dell'ecosistema acquatico, quali competizione, predazione, parassitismo, hanno una notevole influenza sul fitoplancton, in particolare sulla successione stagionale delle specie che lo compongono.

Variazioni stagionali

La distribuzione dei popolamenti di fitoplancton si diversifica durante la successione stagionale e solo una minima parte è perennante. In estate si ha in genere una povertà di fitoplancton dovuta alla stratificazione della colonna d'acqua e alla scarsità di nutrienti nello strato superficiale. I silicoflagellati si trovano solamente nei mesi freddi, le cloroficee e le euglenoficee prediligono condizioni estuariali, i coccolitoforidi invece, sempre poco numerosi, aumentano in estate. Il momento di massimo sviluppo si ha in primavera, quando l'intensità e la durata della luce, oltre alle quantità di nitrati e fosfati disponibili, favoriscono la moltiplicazione del fitoplancton. Di conseguenza la maggiore quantità di vegetali facilita lo sviluppo dello zooplancton, che rappresenta il secondo anello della catena alimentare. Questo processo continua sino a quando, in estate, le acque più superficiali si impoveriscono di sali nutritivi e quindi viene impedito lo sviluppo del fitoplancton, mentre negli strati sottostanti, per la caduta di organismi morti, si ha un arricchimento di nutrienti.

In autunno gli strati superficiali si raffreddano mentre quelli più profondi, più ricchi, più caldi e più leggeri, sono portati in superficie. Si determina in questo modo una nuova fioritura del fitoplancton, anche se di entità minore rispetto a quella primaverile.

In inverno si ha un calo della biomassa fitoplanctonica ed un rimescolamento delle acque, i sali si distribuiscono uniformemente ed anche la temperatura assume valori uniformi tra superficie e fondo, in attesa che la luce raggiunga valori e tempi ottimali per la nuova fioritura primaverile.

Fitoplancton nel Pertusillo

L'analisi qualitativa e quantitativa dei campioni è stata effettuata secondo il metodo della sedimentazione ovvero metodo di Utermohl (1958), con osservazione diretta al microscopio ottico invertito con obiettivi 20x e 40x, dopo sedimentazione del campione in apposite camere di vetro.

In tutti e cinque i punti di campionamento sono presenti (vedi tabella seguente):

- Dinoflagellata **Ceratium hirundinella**
- Bacillariophyceae **Asterionella gracilina**
- Chlorophyceae **Sphaerocystis schroeteri**
- Chlorophyceae **Closterium aciculare T.W.**



La maggiore densità algale riguarda **Asterionella gracilina** che è presente nel punto 2 “casa diroccata” con n° cellule/L. 3.338.696 e nel punto 1 “presso sbarramento” con n° cellule/L. 2.373.290.

La seconda presenza algale importante riguarda **Ceratium hirundinella** che nel punto 3 “presso pinta lago”, registra n° cellule/L. 1.206.757.

Le specie **Scenedesmus spp**, **Staurastrum spp**, **Navicula spp** non sono presenti in tutti i punti di campionamento. Nel punto 2 presso “casa diroccata” si riscontra la presenza di tutte le specie algali rilevate.

Caratteristiche delle specie fitoplanctoniche rilevate

La **Ceratium hirundinella S.** appartiene al gruppo delle Dinoflagellate, è comune nel plancton dei laghi ed alcune specie spesso abbondano in quelli ricchi di nutrienti per le piante ossia nitrati e fosfati. Le spore di **Ceratium** compaiono in tarda estate e alla fine dell'autunno e rimangono quiescenti fino a quando la temperatura dell'acqua inizia ad aumentare fino alla successiva primavera o inizio estate, quando iniziano a germinare e a proliferare.

Le Dinoflagellate hanno cellule isolate munite di due flagelli mediante i quali attuano il movimento. Alcune forme sono nude, ma la maggior parte ha una parete di natura cellulosa scolpita con piastre poligonali fornite di lunghi processi spiniformi. La cellula presenta due solchi, uno trasversale che la divide in due parti, ed uno longitudinale. Uno dei flagelli è avvolto nel solco trasversale e con movimento ondulatorio fa ruotare la cellula; il secondo flagello è diretto posteriormente e permette il movimento di traslazione. Grazie alla presenza dei flagelli, sono in grado di regolare il loro galleggiamento muovendosi verticalmente per sfruttare al meglio le risorse; quando danno luogo a fioriture possono quindi accumularsi in grandi quantità sulla superficie dell'acqua, manifestando la loro massiccia presenza con chiazze di colore marrone-rossastro dovuto al corredo di pigmenti fotosintetici caratteristico di questi organismi. Queste fioriture possono esaurirsi in pochi giorni, quando vengono meno le condizioni favorevoli allo sviluppo massivo dell'alga.

Fra le alghe identificate troviamo anche **Asterionella gracilina H.** e **Navicula spp**, appartenenti alla classe delle Bacillariophyceae: alghe unicellulari, non flagellate e con parete silicea detta “frustalo”, formata da 2 teche a mò di scatola con coperchio. Esse immagazzinano le loro riserve nutritive sotto forma di goccioline d'olio, le quali permettono loro di galleggiare liberamente, rimanendo così in prossimità della superficie, ben esposte alla luce del sole. Sono diffuse in tutti gli ambienti acquatici (marini o di acqua dolce) ma anche su terreni umidi o in ambienti particolari come il ghiaccio e la lagune ipersaline.

Sia l'ambiente marino sia quello d'acqua dolce sono ricchi di diatomee e le molecole organiche prodotte da queste microscopiche alghe sono una delle principali fonti di nutrimento in tutti gli ambienti acquatici (rappresentano infatti una fonte di cibo importante per gli animali marini quanto lo sono le piante per gli ambienti terrestri). Tra tutti gli esseri viventi che effettuano la fotosintesi contribuiscono in misura del 25% della produzione di ossigeno e di sostanze nutritive.

| SPECIE FITOPLANCTONICHE | Punto n° 1 – Presso sbarramento | Punto n° 2 – Casa diroccata | Punto n°3 – Presso pineta lago | Punto n° 4 - Presso isolotto | Punto n° 5 - Presso Innesto fiume Agri |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|----------------------------------------------|
| (Report fotografico Allegato VII) | (prof. 3 m) n°cellule/L. | (prof.3 m) n°cellule/L. | (prof. 3 m) n°cellule/L. | (prof. 3 m) n°cellule/L. | (prof. 2 m) n°cellule/L. |
| <i>Ceratium Hirundinella S.</i>  | 482.703 | 522.928 | 1.206.757 | 482.703 | 764.279 |
| <i>Asterionella gracilina H.</i>  | 2.373.290 | 3.338.696 | 724.054 | 160.901 | 201.126 |
| <i>Closterium aciculare T.W.</i>  | 41.522 | 80.450 | 41.522 | 120.675 | 80.450 |
| <i>Sphaerocystis schroeteri C.</i>  | 202.103 | 482.703 | 442.477 | 321.802 | 643.604 |
| <i>Staurastrum spp.</i>  | 203.006 | 40.225 | ----- | 40.225 | 80.455 |
| <i>Scenedesmus spp.</i>  | ----- | 80.455 | ----- | ----- | ----- |
| <i>Navicula spp.</i>  | ----- | 120.675 | 40.225 | 40.225 | 80.455 |



Sono in generale più abbondanti nelle acque fredde. Producono blooms primaverili ed autunnali in aree temperate ed estive alle alte latitudini.

Per crescere hanno bisogno di Si e di elevate concentrazioni di N (NO₃, NH₄). Le pareti delle diatomee morte si decompongono facilmente e possono originare rocce sedimentarie.

Significativa anche la presenza delle Chlorophyceae, di cui fanno parte le alghe **Sphaerocystis schroeteri C.**, **Scenedesmus spp**, **Staurastrum spp** e **Closterium aciculare T.W.**, dette anche alghe verdi per l'abbondanza di cromatofori all'interno della cellula, è presente inoltre, un organulo colorato di rosso che viene chiamato macchia oculare.

Sono organismi unicellulari o pluricellulari, che vivono solitari o in colonie, in modo da formare dei filamenti, lamine o ammassi. Le cellule possono essere di forma ovoidale o rotonda, possono presentare una parete di rivestimento di cellulosa oppure possono essere sprovviste di tale rivestimento. Presentano generalmente due, quattro o otto flagelli uguali, la cui azione sincrona ne determina un movimento lento direzionale o a zigzag. Nel cloroplasto sono contenute clorofilla a, b, betacarotene e varie xantofille e come materiale di riserva, globuli di grasso o di olio. Si riproducono per divisione binaria longitudinale, anche se in alcune famiglie è stata osservata una riproduzione sessuale. Le alghe verdi costituiscono uno dei più importanti gruppi di alghe con circa 17000 specie; vivono in acqua dolce, in mare e anche in ambienti terrestri neve, tronchi d'albero, terreno.



CONCLUSIONI

Dai risultati ottenuti in questa fase iniziale del monitoraggio si evince che i parametri microbiologici non hanno subito variazioni significative rispetto a quelli ottenuti dall'attività istituzionale svolta precedentemente alla comparsa del fenomeno algale.

I valori espressi in ufc/l di tutti i parametri analizzati escludono la presenza di un inquinamento batteriologico relativo ai punti di campionamento.

L'analisi del fitoplancton nei siti monitorati non ha evidenziato la presenza nell'invaso di alghe tossiche. E' stato ottenuto il medesimo risultato con i saggi di tossicità acuta valutata attraverso il test con *Daphnia Magna*.

L'assenza di tossicità nei campioni saggiati è confermata dai valori di concentrazione di microcistina disciolta inferiore a **0,1 µg/l**, tenuto conto che l'Organizzazione Mondiale della Sanità ha stabilito una concentrazione limite provvisoria per le acque destinate al consumo umano nel valore di **1,0 µg/l**.

Le concentrazioni dei nutrienti ricercati nella zona eufotica variano nel range **24-49 µg/l** per il fosforo totale, e nel range **0,5-1,4 mg/l** per l'azoto totale indicative della maggiore probabilità del verificarsi di ulteriori fenomeni algali come supportato dai valori della densità algale riscontrata per la ***Ceratium hirundinella*** e la ***Asterionella gracilina***.

I valori dell'ossigeno disciolto alla massima profondità testata non lasciano trapelare la presenza di uno stato di anossia.

Alla luce di quanto esposto l'Agenzia a partire dal Luglio 2010 ha potenziato il piano di monitoraggio vigente, impostando una cadenza mensile di campionamenti, al fine di determinare le caratteristiche chimico fisiche e biologiche dell'invaso ed il loro intervallo di variazione durante un ciclo annuale. Ciò consentirà un approfondimento della conoscenza delle dinamiche dei nutrienti e dei meccanismi scatenanti le fioriture algali e fornirà le basi per individuare le cause di tali fenomeni.



Agenzia Regionale per la Protezione
dell'Ambiente di Basilicata

Allegati



Campionamento
relativo al mese
LUGLIO 2010

ALLEGATO I

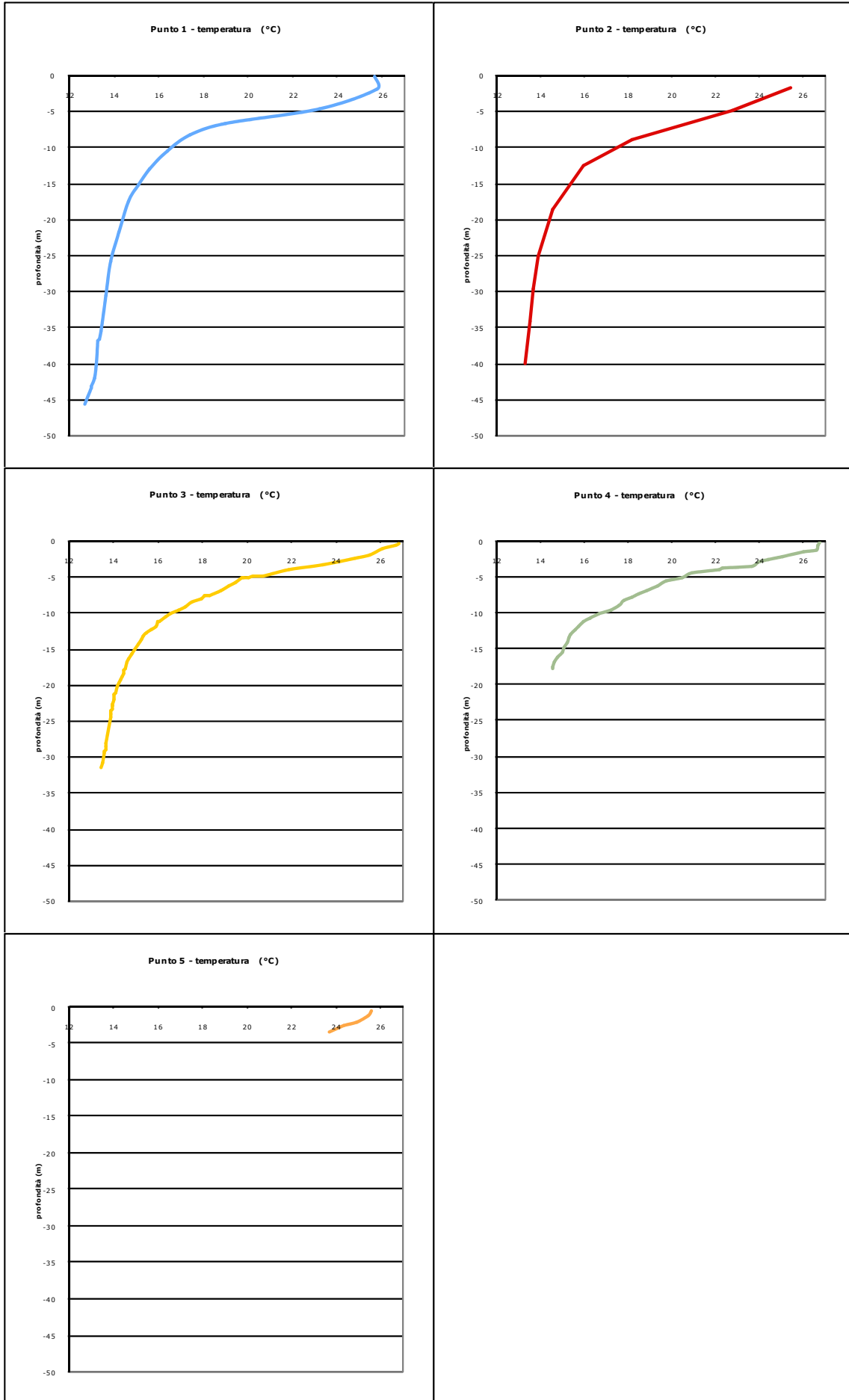


Fig. 5 - Andamento della Temperatura in relazione alla profondità.

ALLEGATO II

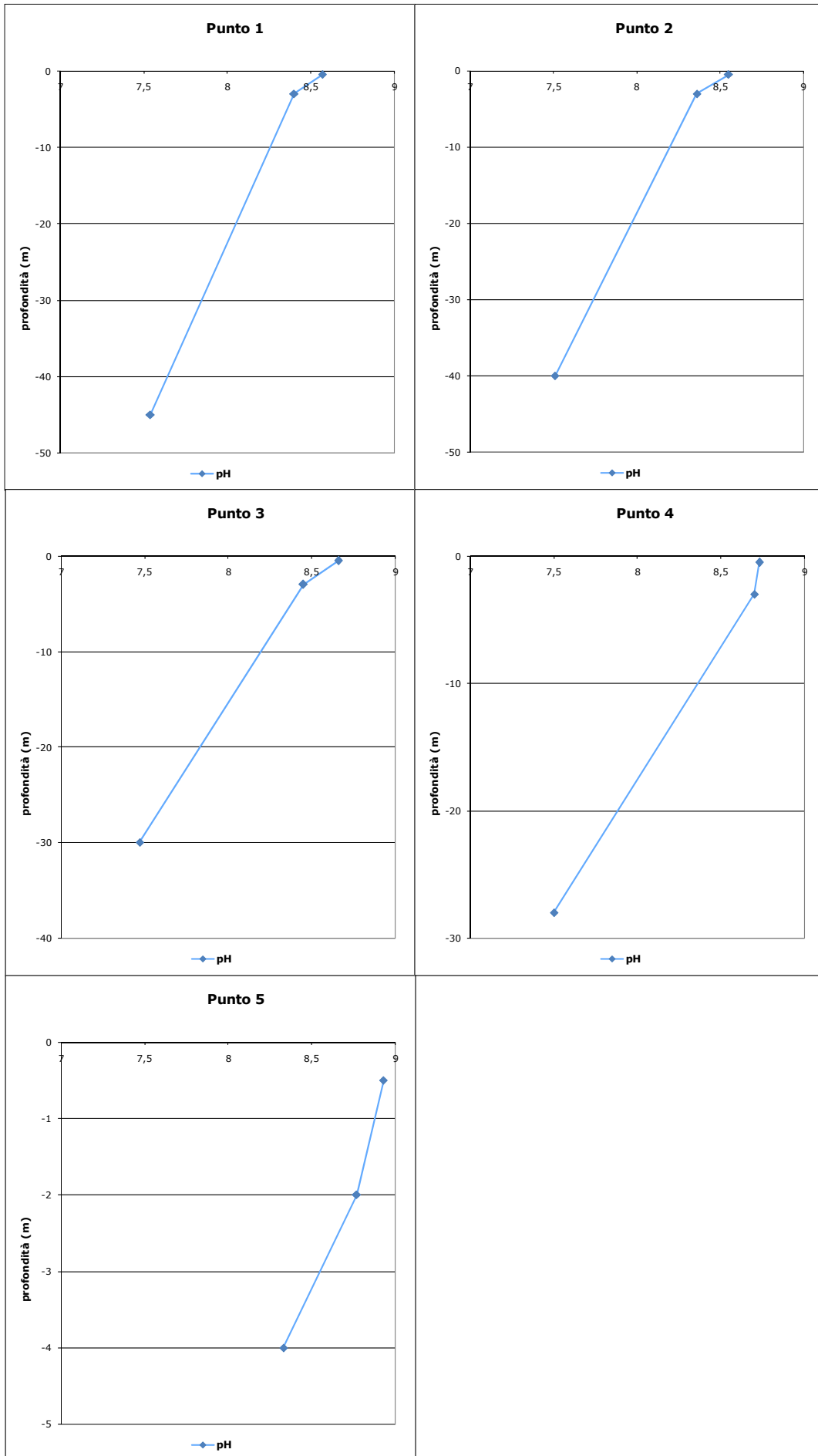


Fig. 6 - Andamento del pH in relazione alla profondità.

ALLEGATO III

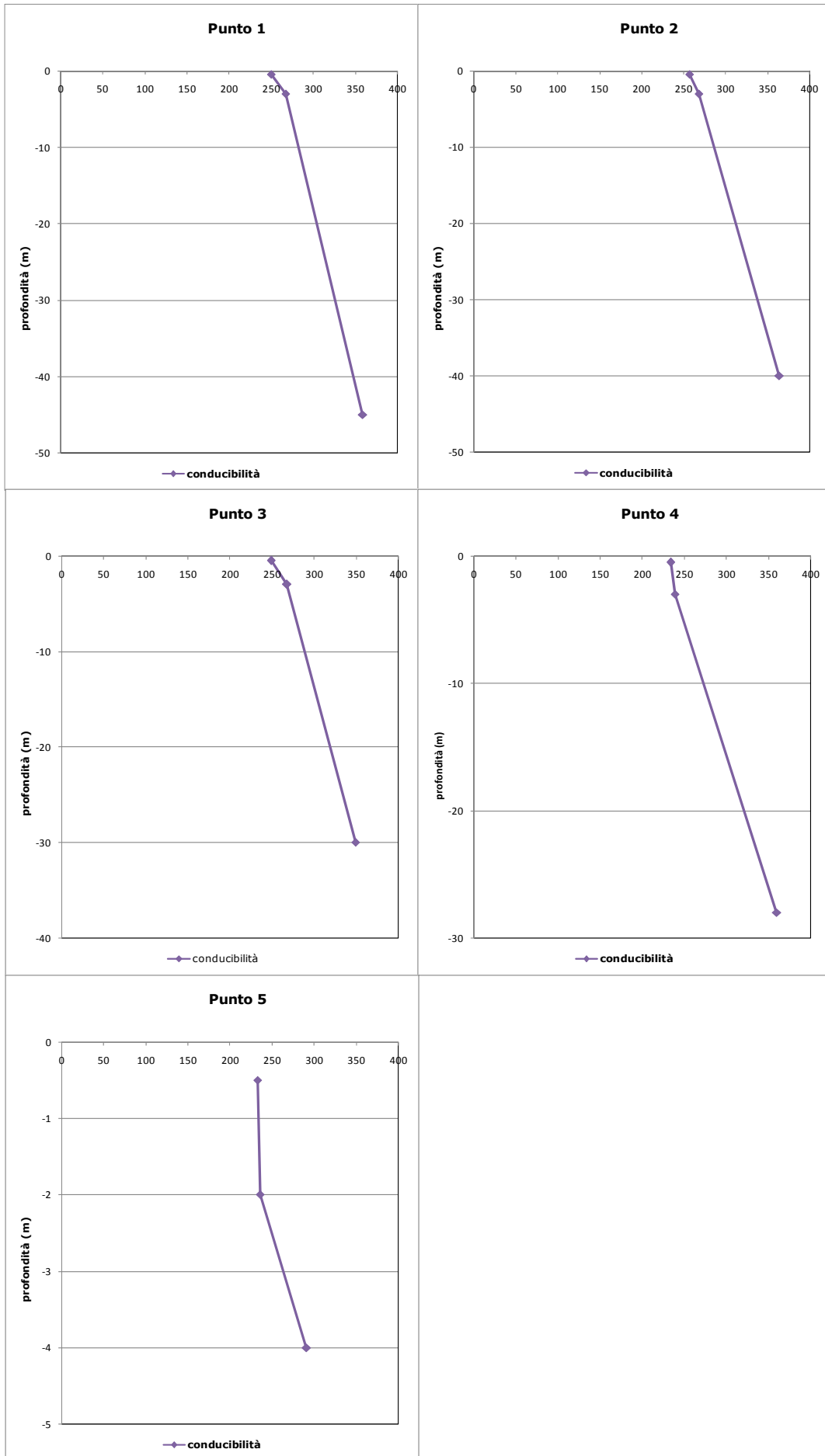


Fig. 7 - Andamento della conducibilità in relazione alla profondità.

ALLEGATO IV

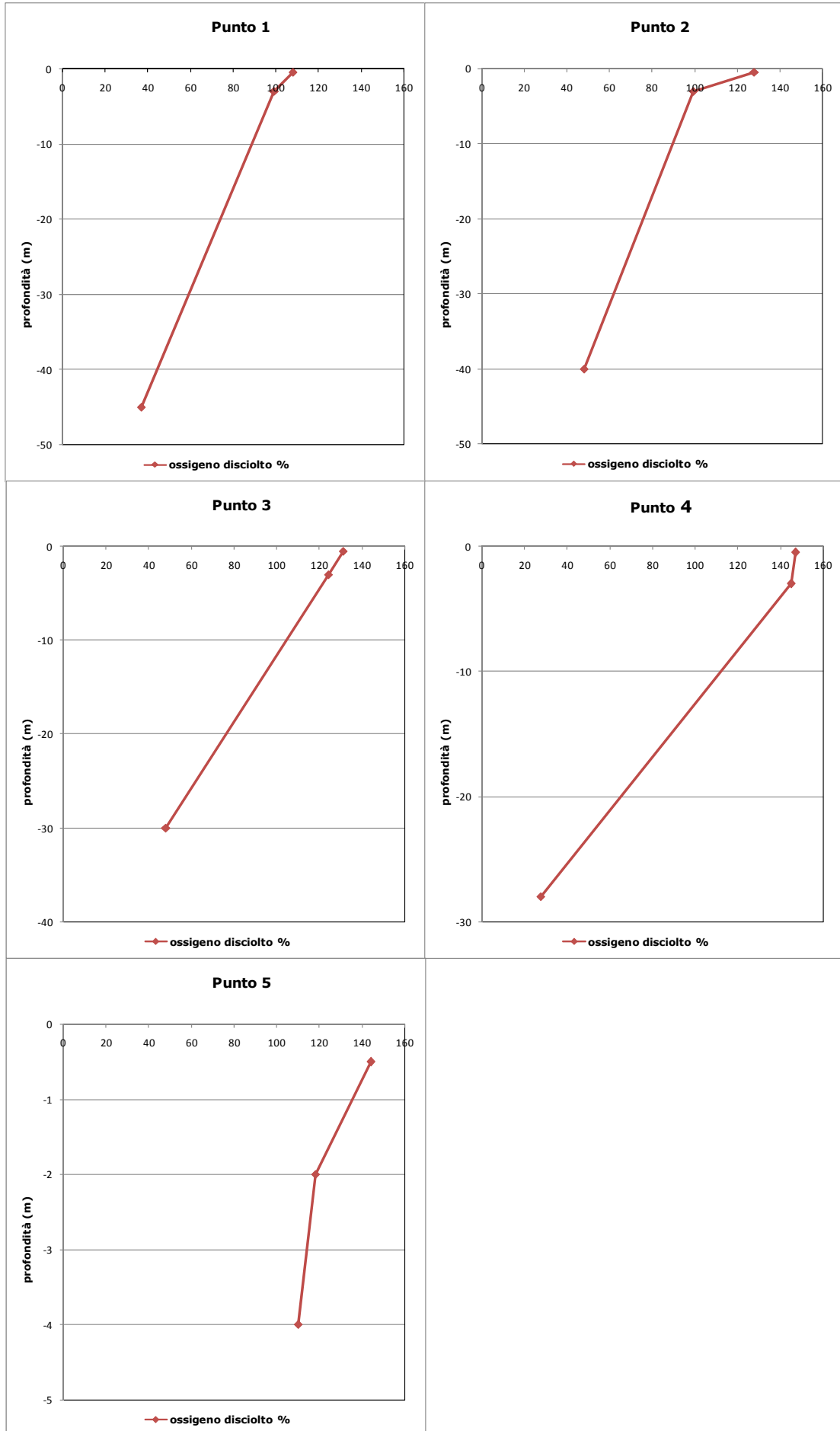


Fig. 8 - Concentrazione dell'ossigeno disciolto in relazione alla profondità.

ALLEGATO V

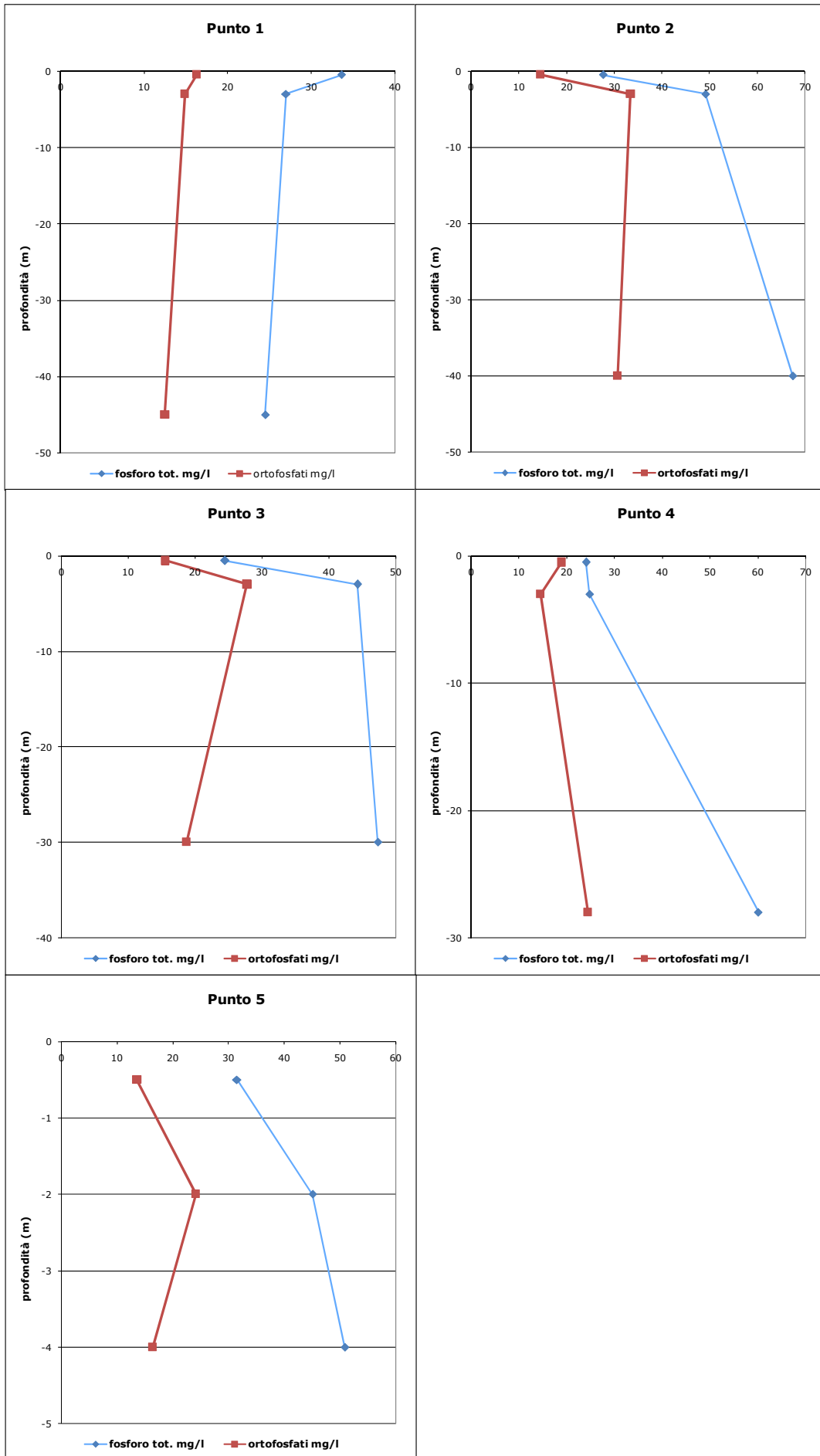


Fig. 9 - Concentrazione del fosforo totale ed ortofosfati in relazione alla profondità.

ALLEGATO VI

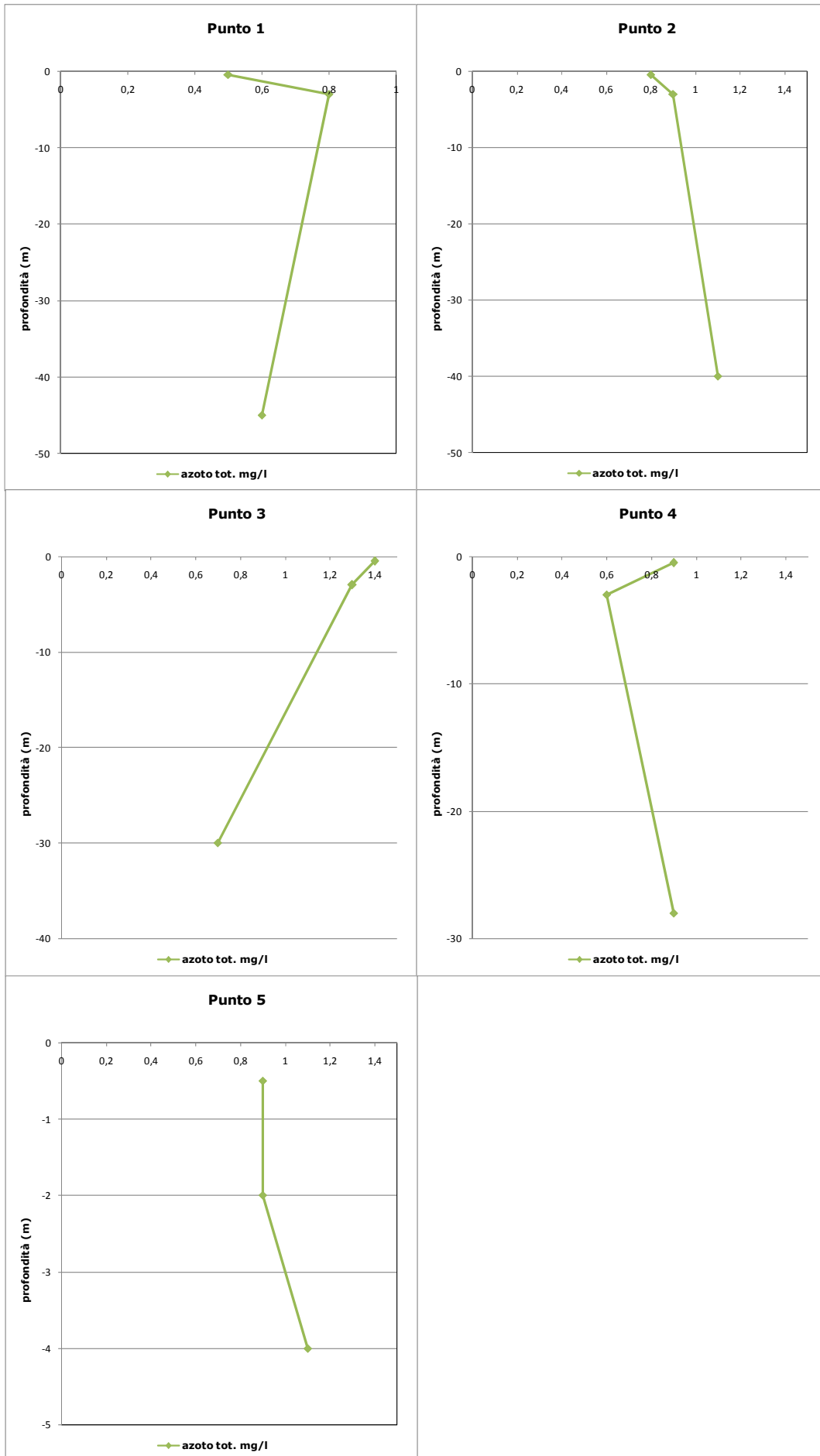


Fig. 10 - Concentrazione dell'azoto totale in relazione alla profondità.

ALLEGATO VII

