

IDRO-ECOLOGIA DEI BACINI ARTIFICIALI URBANI COME STRUMENTO DI PIANIFICAZIONE PER UNA GESTIONE SOSTENIBILE: IL CASO DEL PARCO DELL'ACQUA (BRESCIA, ITALIA SETTENTRIONALE)

STEFANO ARMIRAGLIO¹, MARIACHIARA GRITTA², MASSIMO LABRA² & BARBARA LEONI³

Parole chiave – Idrobiologia, macrofite, fitodepurazione, bacini artificiali urbani

Key words – Hydrobiology, macrophytes, phytodepuration, urban lakes

Riassunto – Il Parco dell'Acqua è situato nel centro della città di Brescia, dove un tempo si trovava l'Istituto Ittiogenico provinciale. Nel Parco la vasca principale dall'antico allevamento è stata ristrutturata e attrezzata con un passaggio sotterraneo dotato di vetrate per consentire la visione della parte sommersa del bacino. Nella vasca è stato ricostruito un piccolo ecosistema acquatico lenticò, utilizzando la flora e l'ittiofauna più comuni dei laghi delle Prealpi Lombarde. Il bacino artificiale presenta una superficie di 620 m², una profondità media di 2 m e un volume pari a 1100 m³ di acqua; è alimentato da acqua di falda prelevata da un apposito pozzo. L'acqua del lago viene depurata con un sistema di filtraggio a sabbia, tuttavia durante la stagione estiva si osservano consistenti fioriture algali e perifitiche che riducono la trasparenza e la visibilità dalle vetrate. A questo proposito è stato svolto uno studio con lo scopo di caratterizzare il bacino dal punto di vista idro-ecologico e capire quali fossero le fonti di nutrienti che determinano questa proliferazione algale. È stato anche condotto uno studio preliminare per stimare quanto le macrofite acquatiche attualmente presenti siano in grado di accumulare azoto e fosforo e di sottrarlo quindi alle alghe.

I risultati evidenziano un elevato livello di trofia del bacino, da cui dipendono le consistenti fioriture algali stagionali. Tali nutrienti, in particolare il fosforo, sono immessi nel bacino con la fonte di approvvigionamento principale, ossia l'acqua del pozzo. Ciò avviene in particolar modo nei mesi tardo primaverili-estivi, a causa di una maggior richiesta idrica del sistema di depurazione, determinando così una costante disponibilità di nutrienti quando il periodo vegetativo è al suo culmine. La capacità delle macrofite presenti nel bacino di sottrarre nutrienti alle alghe e di ombreggiare la superficie è importante ma al momento non sufficiente a ridurre la produttività del bacino.

I risultati ottenuti consentono di definire misure concrete per una gestione sostenibile del bacino. Sarebbe auspicabile individuare l'esistenza di fonti di approvvigionamento idrico alternative al pozzo utilizzato, e integrare, sino a sostituire interamente, il sistema di depurazione in funzione con filtri naturali, questi riducono sensibilmente il consumo idrico attuale e non richiedono interventi, se non minimi, di manutenzione.

Abstract - Hydro-ecology of urban lakes as a planning tool for sustainable management: the case of Parco dell'Acqua (Brescia, Northern Italy). Parco dell'Acqua is located in the town of Brescia, in the area of the old fish farming Institute. The main tank of the ancient farm has been restored and renovated with didactic recreational purposes with an underground passage to allow viewing of the aquatic system. A small pond has been created, using the vegetation and the fauna typical of small lentic water bodies of the Lombard Prealps. The pond has a surface of 620 m², an average depth of 2 m and a volume of 1,100 m³. It is fed by groundwater withdrawn at the depth of 35 m, via a pit. The pond is equipped with a filtering system that should keep the water clear and the tank clean; nevertheless during the summer season significant algal and periphytic blooms occurred, reducing transparency and visibility through the windows. To improve the functionality of the system and to reduce the high management costs, a study has been carried out in order to characterize the pond from the hydro-ecological point of view and to find the causes of the algal blooms. Furthermore, an ancillary pilot study was conducted to assess the phytoremediation capability of macrophytes in the tank, which can compete with the algae for the nutrient assimilation and the use of solar radiation. The results show that the pond is eutrophic and that the development of intense algal blooms is related to the high availability of nutrients, particularly phosphorus, mainly due to groundwater. Moreover, the pit water supply increases in late spring and summer months when a greater evapotranspiration occurs. This allows a constant nutrient availability in the central phase of the growing season. Nutrient subtraction and surface shading ability of macrophytes suggest that this component has an important role in the system, but it is not enough to counterbalancing the algae growth. The present work allows proposing some suggestions for the sustainable management of the pond. First, it would be desirable to realize a depuration system based on natural filters with reduced maintenance operations. The current system, in fact, implies an important water and energy consumption coupled with an intense nutrient supply in the system. Finally, it would be appropriate to evaluate the possibility of using alternative water supply sources characterized by lower trophic levels than groundwater.

INTRODUZIONE

Nel contesto urbano i bacini idrici artificiali possono costituire un'importante risorsa per la biodiversità (BIGGS *et al.*, 2005; DE MEESTER *et al.*, 2005; HASSAL, 2014), soprattutto se inseriti in aree e sistemi verdi dove assumono anche un importante valore ricreativo e culturale (GLEDHILL *et al.*, 2008; DOWNING, 2010; GLEDHILL & JAMES, 2012). Trattan-

dosi di bacini in contesto urbano, gli effetti dei disturbi antropici possono essere rilevanti, soprattutto nel caso di bacini di piccole dimensioni (SPIELES & MITSCH, 2000; BRONMARK & HANSSON, 2002; CÉRÉGHINO *et al.*, 2008). In tali contesti l'eutrofizzazione è considerata il problema principale (KELLY & WHITTON, 1995; ROJACKERS *et al.*, 1998; STOIANOV *et al.*, 2000; SCHEFFER, 2004; STEFFENSEN, 2008; SMITH & SCHINDLER, 2009), poiché l'elevato appor-

1 Sez. Botanica, Museo Civico di Scienze Naturali, via Ozanam 4, 25128 Brescia - ✉ botanica@comune.brescia.it

2 Dip. di Biotecnologie e Bioscienze, Università di Milano Bicocca, Piazza dell'Ateneo Nuovo 1, 20126 Milano

3 Dip. di Scienze dell'Ambiente e del Territorio e di Scienze della Terra, Università di Milano Bicocca, Piazza dell'Ateneo Nuovo, 1 20126, Milano

to di nutrienti influenza la trasparenza dell'acqua (PERETYATKO *et al.*, 2007; SONDERGAARD *et al.*, 2010). In generale, infatti, condizioni di elevata trasparenza corrispondono a una ridotta biomassa fitoplanctonica dovuta a un basso carico di nutrienti, mentre un arricchimento di questi ultimi comporta un incremento della biomassa fitoplanctonica e, quindi, della torbidità (SCHEFFER *et al.*, 1993; SCHEFFER, 1998; SONDERGAARD *et al.*, 2010).

Condizioni di torbidità dell'acqua si verificano con una certa frequenza anche nel bacino artificiale del Parco dell'Acqua a Brescia, struttura ricreativa del centro cittadino ai piedi delle mura venete, dove in passato risiedeva lo stabilimento ittiogenico provinciale. Tale bacino ha visto il manifestarsi di imponenti fioriture di alghe filamentose (*Cladophora* sp.) soprattutto nei periodi primaverili ed estivi. Questo ha avuto un impatto negativo sia nella gestione, sia nella fruizione del parco. Va infatti sottolineato che l'ampia vasca principale dell'originario stabilimento è stata restaurata e attrezzata con un passaggio sotterraneo dotato di ampie vetrature, per consentire una visita "subacquea" ai fruitori del Parco, che possono così osservare non solo l'ittiofauna introdotta, ma anche diverse specie di macrofite acquatiche. Queste ultime sono state introdotte anche con lo scopo di ridurre l'irraggiamento alla superficie e contenere la proliferazione algale e fitoplanctonica (HAURY *et al.*, 1996; COVENEY *et al.*, 2002; GREENWAY, 2007; PERETYATKO *et al.*, 2007; PERETYATKO *et al.*, 2009; SRIVASTAVA *et al.*, 2008; LAURIDSEN *et al.*, 2015). Il bacino idrico presenta evidenti criticità gestionali che devono essere comprese prima di proporre strategie operative di mitigazione e miglioramento. Gli obiettivi di questo studio sono pertanto inquadrare il bacino artificiale sotto il profilo idro-ecologico, per caratterizzarlo e per comprendere quali sono i fattori che determinano la qualità dell'acqua; definire il ruolo che le macrofite acquatiche presenti rivestono nella sottrazione di nutrienti disciolti attraverso il loro immagazzinamento nella biomassa e pianificare strategie di gestioni atte a migliorare la qualità dell'acqua e ridurre i costi gestionali.

DATI E METODI

Area di studio (Fig. 1)

Il Parco dell'Acqua si trova nel centro della città di Brescia ed è posto sulle propaggini sud-orientali del Monte Maddalena. È situato immediatamente a nord dell'ampio conoide alluvionale che il Fiume Mella ha prodotto in pianura, ai piedi degli ultimi affioramenti rocciosi delle Prealpi Bresciane, nella zona di raccordo tra questi e l'alta pianura, ed è circondato dalle antiche mura urbane di tipo calcareo marnoso (DENTI *et al.*, 1998; FASSER, 1999). Il macrobioclima della zona è temperato, di tipo sub continentale. Non si registrano periodi di aridità e solo un mese di subaridità in luglio (ARMIRAGLIO *et al.*, 2009). Le precipitazioni medie riferite alla stazione di Brescia

(ITAS Pastori, 1992-2013) sono pari a 935 mm/anno, e la temperatura media è di 14°C. Il regime pluviometrico è di tipo sublitoraneo padano, con i due massimi equinoziali praticamente equivalenti e un minimo assoluto invernale (ARMIRAGLIO *et al.*, 2009).

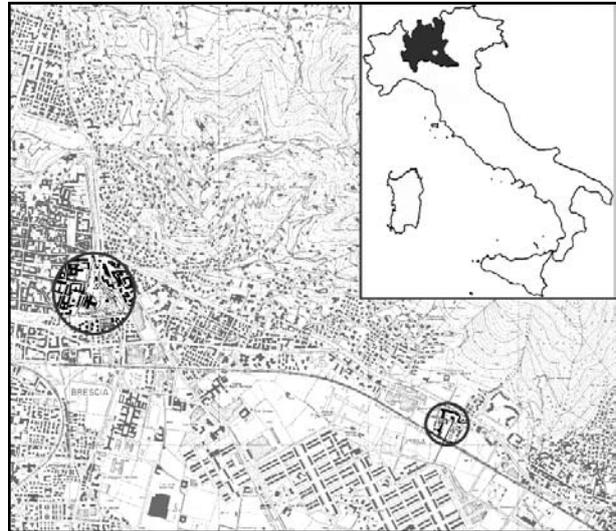


Fig. 1 - Area di studio. Nella sezione a sinistra è evidenziata l'area in cui è situato il Parco dell'Acqua, mentre a destra dell'immagine, nel cerchio più piccolo, è evidenziata l'area dell'Istituto Tecnico Agrario Statale "G. Pastori" (stazione di rilevamento dei dati meteo utilizzati).

Il Parco si estende su una superficie di circa 11500 m². A partire dal 2008, il Comune di Brescia, in collaborazione con l'attuale A2A (un'azienda multiservizi italiana, attiva essenzialmente nella produzione e distribuzione di energia elettrica, metano e nei servizi ambientali), diede inizio a un intervento di recupero e riqualificazione degli edifici e dell'intera area dopo il ventennale abbandono (RAGNI & FLAMINI, 2011). La vasca principale dell'antico allevamento è stata mantenuta e ristrutturata e ora occupa una superficie di circa 620 m², con profondità variabile da 1 a 2,5 m; il volume è di circa 1100 m³. Il bacino è alimentato con acqua proveniente da un pozzo (costituito da due filtri intervallati da ghiaia e conglomerato argilloso, con una profondità di 35 m), mentre l'acqua in eccesso defluisce direttamente nella rete di smaltimento idrico (RAGNI & FLAMINI, 2011).

L'acqua del bacino è depurata grazie a un impianto costituito da un sistema di filtri a sabbia e da un filtro di sterilizzazione di lampade UV. In questo impianto è convogliata sia l'acqua del bacino artificiale, che viene così continuamente filtrata, sia l'acqua periodicamente aggiunta dal pozzo per bilanciare le perdite che avvengono per evapotraspirazione, ma soprattutto per i regolari e frequenti interventi di manutenzione e pulizia dei filtri a sabbia dell'impianto di depurazione. Il contenimento di alghe filamentose bentoniche viene invece regolato all'occorrenza con trattamenti a base di prodotti specifici.

Caratterizzazione idro-ecologica del bacino

Per la caratterizzazione idro-ecologica del bacino sono stati rilevati: apporti idrici, temperatura, conducibilità, pH, ossigeno disciolto, azoto, cloruri. Sono state inoltre censite le specie di macrofite acquatiche per le quali è stata ricavata indirettamente la biomassa e il contenuto di nutrienti.

Apporti idrici

Per determinare il bilancio idrico è stata registrata settimanalmente l'acqua in ingresso nel bacino proveniente dal pozzo, con un contatore a elettrovalvola. Sono stati inoltre considerati anche gli apporti determinati dalle acque meteoriche utilizzando i dati delle precipitazioni piovose settimanali relative alla stazione meteorologica di rilevamento Istituto Tecnico Agrario Statale "G. Pastori" (128 m s.l.m.) che dista circa 2 km in linea d'aria dall'area di studio.

Parametri fisici e chimici

Temperatura, conducibilità, pH e ossigeno disciolto sono stati misurati da marzo a dicembre con cadenza settimanale. Il prelievo è sempre stato eseguito nelle ore centrali della giornata, tra le 11:00 e le 12:00. Temperatura e ossigeno disciolto sono stati determinati in loco, mentre conducibilità e pH sono stati misurati in laboratorio.

I dati di temperatura, conducibilità e pH sono stati misurati per l'acqua in uscita dal bacino, per quella del pozzo e per quella in uscita dal sistema a filtri. Nel bacino la temperatura è stata misurata nel punto più profondo del bacino a tre profondità: 1 m, 2 m e al fondo, così come l'ossigeno disciolto. Per ciascun parametro sono state calcolate la media e la deviazione standard.

Temperatura, conducibilità e pH sono stati determinati con un misuratore da campo Hanna Instruments HI 98129, mentre l'ossigeno disciolto è stato determinato con la stessa cadenza degli altri parametri utilizzando un ossimetro Hanna Instruments Oxy Check HI 9147.

Azoto totale, fosforo totale e cloruri sono stati misurati da marzo a dicembre con cadenza mensile dal laboratorio di Ecologia Acque Interne del Dipartimento di Scienze dell'Ambiente, del Territorio e di Scienze della Terra dell'Università degli Studi di Milano-Bicocca e dal laboratorio di Chimica dell'Istituto Tecnico Agrario Statale "G. Pastori" di Brescia. Tutti i composti dell'azoto e del fosforo totali, organici e inorganici, sono stati trasformati in nitrato ed orto fosfato, rispettivamente, mediante ossidazione con una miscela di perossido solfato, acido borico e idrossido di sodio. Il contenuto di nitrato nel campione è stato determinato misurando l'assorbimento alla lunghezza d'onda di 220 nm, mentre la concentrazione di ortofosfato con il metodo spettrofotometrico al blu di molibdeno. La determinazione dei cloruri è stata svolta per via volumetrica con il metodo Mohr.

Piante vascolari e determinazione della biomassa

Le macrofite sono state mappate con fotografie scattate dalle mura venete antistanti al parco. Ciascun esemplare è stato poi fotografato singolarmente da diverse angolazioni, per poter contare in laboratorio le strutture vegetative e quelle riproduttive (Fig. 2). La nomenclatura delle specie vascolari fa riferimento a "Flora d'Italia" (PIGNATTI, 1982).



Fig. 2 - Le macrofite presenti nel lago sono state fotografate singolarmente da diverse angolazioni, per poter contare in laboratorio le strutture vegetative e quelle riproduttive.

I dati riguardanti la biomassa e lo stoccaggio dei nutrienti per le singole specie sono stati ricavati, quando possibile, indirettamente, avvalendosi di dati provenienti da studi condotti in situazioni ecologiche analoghe a quelle riscontrate nel bacino oggetto di studio e con concentrazioni di nutrienti disciolti simili (DEBUSK *et al.*, 1995; FOTI *et al.*, 1996; BARTOLI e VIAROLI, 2006; CHEN *et al.*, 2009; WUA *et al.*, 2011). L'assorbimento dei nutrienti sembrerebbe, infatti, direttamente dipendente dalle concentrazioni disciolte di questi ultimi in acqua (CHEN *et al.*, 2009; LIU *et al.*, 2016) e dalle condizioni ecologiche dei bacini (CERENGHINO *et al.*, 2008; CHEN *et al.*, 2009; LIU *et al.*, 2016).

Per ricavare i dati sulla biomassa delle singole specie si è fatto riferimento a FOTI *et al.* (1996), BARTOLI & VIAROLI, (2006) e WUA *et al.* (2011), i cui protocolli di determinazione si basano sul conteggio degli individui su metro quadro, sulla successiva pesatura e infine sulla determinazione del peso della biomassa per unità di superficie. Grazie a questa procedura è stato possibile ricavare il peso medio di ciascun elemento (inteso come singola struttura vegetativa o riproduttiva) che, applicato al numero degli elementi di *Nuphar luteum* L. Sm., *Nymphaea alba* L. e *Typha latifolia* L. presenti nel bacino artificiale, ha permesso di risalire a una stima approssimativa della biomassa totale delle specie sopracitate senza doverle rimuovere.

Per *Iris pseudacorus* L. e *Pontederia cordata* L., non essendo disponibili in letteratura dati di biomassa in relazione al numero di elementi, si è proceduto con la determinazione diretta della biomassa utilizzando lo stesso protocollo proposto da FOTI *et al.* (1996), BARTOLI & VIAROLI (2006) e WUA *et al.* (2011).

Infine, per *Alisma plantago aquatica* L., poiché la presenza e la biomassa totale nel lago di questa specie è trascurabile, non è stato effettuato il calcolo dei contenuti di azoto e fosforo.

RISULTATI

Acqua

Durante il periodo di valutazione (da marzo 2014 a dicembre 2014) nel bacino sono stati immessi 1095 m³ di acqua (Fig. 3), di cui 483 m³ prelevati dal pozzo e 612 m³ provenienti dalle acque meteoriche. In particolare, i maggiori apporti dal pozzo sono stati in aprile, maggio, giugno, agosto e settembre, mentre nel periodo invernale questi sono calati drasticamente, con un minimo in dicembre (circa 15 m³). Nel mese di luglio gli apporti idrici sono stati fortemente subordinati alle acque meteoriche (117 m³).

Temperatura (Fig. 4)

Le temperature dell'acqua in uscita dal bacino sono comprese tra un minimo di 12,2°C (in marzo) e un massimo di 28,5°C (in agosto), con un'escursione termica di 16,3°C. La temperatura media annua è pari a 19,5°C.

Le temperature dell'acqua proveniente dal pozzo nel periodo di osservazione sono comprese tra un minimo di 12,5°C (in dicembre) e un massimo di 28,4°C (in agosto) con un'escursione termica di 15,9°C.

Le temperature dell'acqua di filtraggio variano da un minimo di 11,5°C (in marzo) a un massimo di 28,6°C (in agosto), con un'escursione termica di 17,1°C.

Da marzo a metà maggio le temperature nelle tre fonti sono comprese tra gli 12,0°C (ca) e i 20,0°C, con valori leggermente più alti nell'acqua del pozzo nelle prime settimane di marzo. Dalla fine di maggio a metà ottobre le temperature non scendono mai al di sotto dei 20°C. Poi, dalla fine di ottobre a dicembre, le temperature si abbassa-

no progressivamente dai 20,0°C a 12,0°C (ca). Le temperature dell'acqua del bacino artificiale misurate nel punto più profondo a tre profondità durante il periodo di osservazione variano da un minimo di 12,5°C (in dicembre) ad un massimo di 28,2°C (in luglio), con un'escursione termica di 15,7°C. Le temperature sono al di sotto dei 20°C fino alla prima metà di maggio, mentre restano al di sopra dei 20°C fino alla prima metà di ottobre. Poi, dalla fine di ottobre a dicembre, le temperature si abbassano progressivamente dai 20,0°C a 12,0°C (ca). Alle tre profondità i valori sono perfettamente sovrapponibili (Fig. 5).

Conducibilità (Fig. 6)

La conducibilità dell'acqua nel bacino è compresa tra 413 μ S/cm e 623 μ S/cm.

I valori più bassi sono stati registrati all'incirca nella prima decade di marzo (429 μ S/cm – 413 μ S/cm); dopo tale periodo si osserva un innalzamento intorno ai 550 μ S/cm, che rimane costante per tutto il resto del periodo di osservazione. Fa eccezione un breve periodo verso la fine di marzo e il periodo estivo (dalla fine di giugno all'inizio di settembre), dove i valori si attestano intorno ai 450 μ S/cm. La conducibilità dell'acqua del pozzo è compresa tra 734 μ S/cm e 963 μ S/cm e l'andamento durante il periodo di osservazione è molto simile a quello registrato nel bacino. L'acqua che fuoriesce invece dal sistema di filtrazione presenta valori di conducibilità e relativo andamento molto simile a quelli dell'acqua del bacino.

pH (Fig. 7)

Il pH del bacino è compreso tra un minimo di 7,3 e un massimo di 9,0. Durante l'intero periodo di osservazione ha un andamento irregolare ed è da neutro a debolmente alcalino.

Il pH dell'acqua del pozzo presenta un andamento molto simile, tuttavia i valori sono leggermente inferiori rispetto a quelli del bacino e del filtro e variano da un minimo di 7,0 e un massimo di 8,9.

Il pH dell'acqua in uscita dal filtro è compreso tra un minimo di 7,3 e un massimo di 8,8, mantenendo un andamento irregolare.

Ossigeno disciolto (Fig. 8)

A 1 metro di profondità, l'ossigeno disciolto espresso in mg/l misurato presenta valori compresi tra un minimo di 5,2 mg/l e un massimo di 11,3 mg/l. Dall'inizio di marzo alla fine aprile i valori sono sempre intorno a 9 mg/l; dall'inizio di maggio alla fine di luglio si osservano le variazioni più consistenti, con un picco a metà giugno che raggiunge il valore massimo di 11,3 mg/l. Dall'inizio di agosto alla fine del periodo di osservazione i valori si stabilizzano tra i 6 e i 7 mg/l.

A 2 metri di profondità, l'ossigeno disciolto varia da un minimo di 5,1 mg/l a un massimo di 10,2 mg/l (fenomeno episodico a metà giugno).

m ³	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	TOTALI
Pozzo	32,67	102,75	53,40	50,25	43,40	65,00	63,25	35,20	21,75	15,25	482,92
Precipitazioni	20,96	45,35	25,74	61,65	116,57	83,84	29,66	46,45	126,86	55,28	612,37
TOT	53,63	148,10	79,14	111,90	159,97	148,84	92,91	81,65	148,61	70,53	1095,29

Fig. 3 - m³ di acqua medi mensili immessi dal pozzo e m³ medi mensili apportati dalle precipitazioni alla vasca.

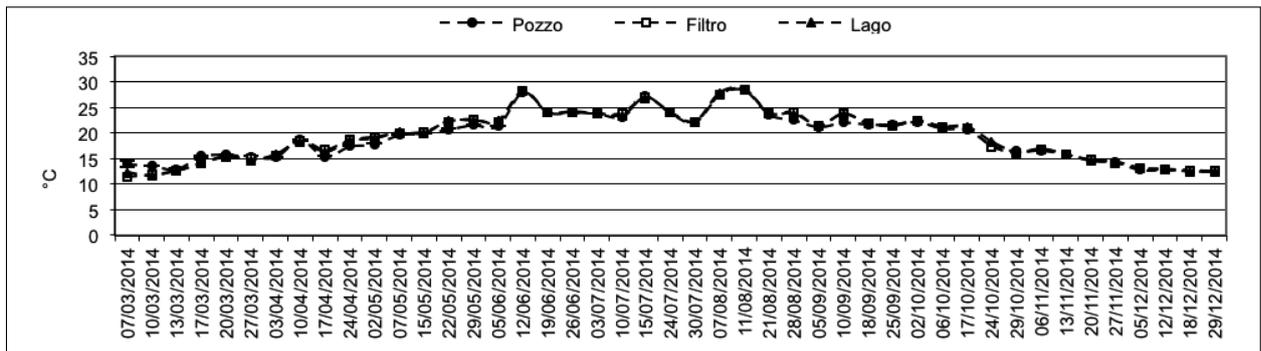


Fig. 4 - Temperatura dell'acqua nelle tre fonti: acqua proveniente dal pozzo (pozzo), acqua di filtraggio (filtro), acqua in uscita dal bacino (lago). Le barre di errore standard sono state omesse dal grafico, in quanto di rilevanza trascurabile.

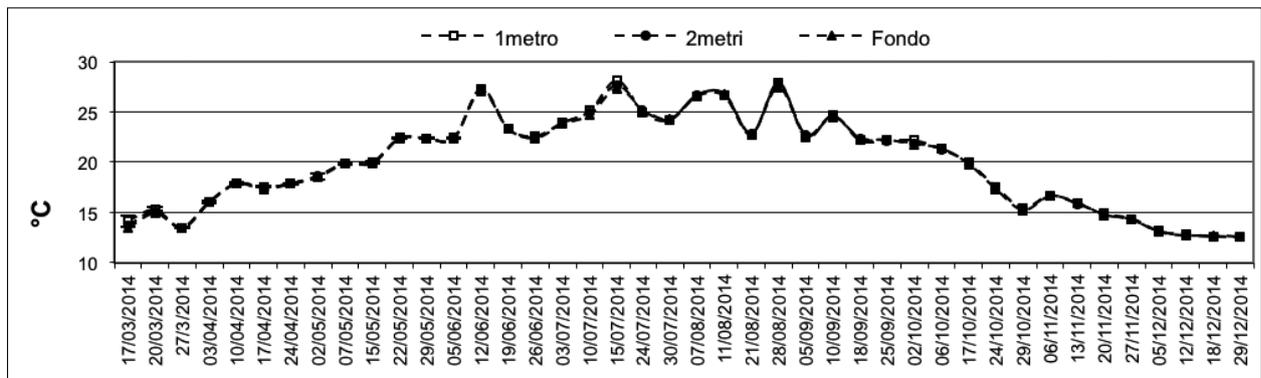


Fig. 5 - Variazione settimanale della temperatura dell'acqua del bacino. Le barre di errore standard sono state omesse dal grafico, in quanto di rilevanza trascurabile.

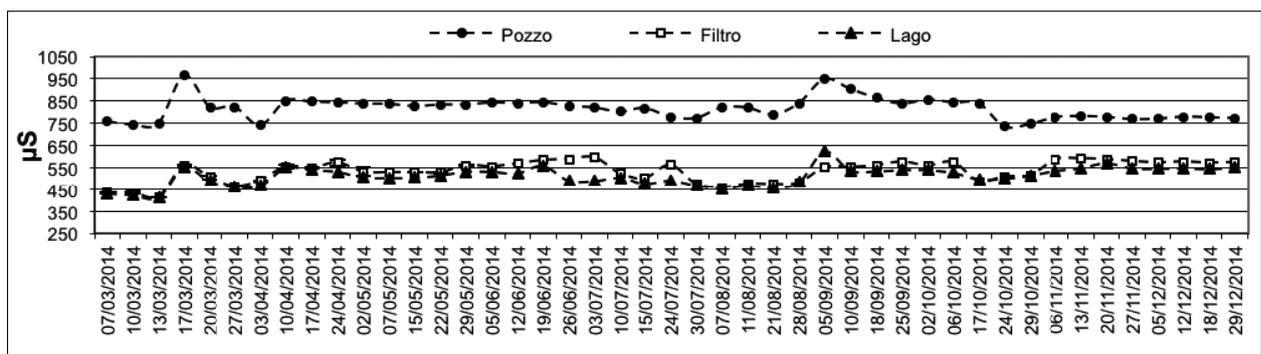


Fig. 6 - Conducibilità dell'acqua nelle tre fonti. Le barre di errore standard sono state omesse dal grafico, in quanto di rilevanza trascurabile.

Al fondo, l'ossigeno disciolto presenta valori che variano da un minimo di 4,9 mg/l a un massimo di 9,7 mg/l, con un picco a metà giugno che raggiunge il valore minimo di 4,9 mg/l.

Percentuale di saturazione (Fig. 9)

A 1 m di profondità la percentuale di saturazione varia da un minimo del 78% a un massimo del 161%. Da marzo a fine aprile i valori sono compresi tra 110% e 140%; dall'inizio di maggio alla fine di luglio si osservano le variazioni più consistenti, con un picco a metà giugno che raggiunge il valore massimo del 161%. Dall'inizio di agosto fino alla fine del periodo di osservazione i valori si stabilizzano tra una percentuale di 90% e 110%. A 2 m di profondità la percentuale di saturazione varia tra un minimo del 77% e un massimo del 146% (fenomeno episodico a metà giugno). L'andamento durante il periodo di osservazione è molto simile a quello registrato a 1 metro di profondità.

Al fondo, l'ossigeno disciolto varia da una percentuale minima del 78% di a una massima del 140%, con un picco a metà giugno che raggiunge il valore minimo del 78%. L'andamento è molto simile a quello registrato a 1 m e a 2 m di profondità.

Azoto (Fig.10)

La concentrazione di azoto totale nell'acqua del bacino è di 3,06 mg/l a maggio e di 1,22 mg/l a luglio. Nell'acqua del pozzo, la concentrazione a maggio è di 2,94 mg/l, mentre a luglio è di 9,13 mg/l. Nell'acqua in uscita dal filtro invece, la concentrazione a maggio è di 3,94 mg/l, mentre a luglio 1,15 mg/l.

Fosforo (Fig.10)

La concentrazione di fosforo totale nell'acqua del bacino a maggio e a luglio è di 0,02 mg/l, mentre a giugno è di 0,06 mg/l. Nell'acqua del pozzo la concentrazione a maggio è di 0,25 mg/l, a giugno è di 0,22 mg/l e a luglio è di 0,24 mg/l. Nell'acqua in uscita dal filtro la concentrazione a maggio è di 0,04 mg/l, a giugno è di 0,13 mg/l e a luglio è di 0,02 mg/l.

Cloruri (Fig.10)

La concentrazione di cloruri nell'acqua del bacino a maggio è di 44,31 mg/l, a giugno è di 43,25 mg/l e a luglio è di 36,16 mg/l. Nell'acqua del pozzo la concentrazione a maggio è di 44,31 mg/l, a giugno è di 45,02 mg/l e a luglio è di 44,31 mg/l. Nell'acqua in uscita dal filtro, la concentrazione a maggio è di 42,54 mg/l, a giugno è di 44,67 mg/l e a luglio è di 38,29 mg/l.

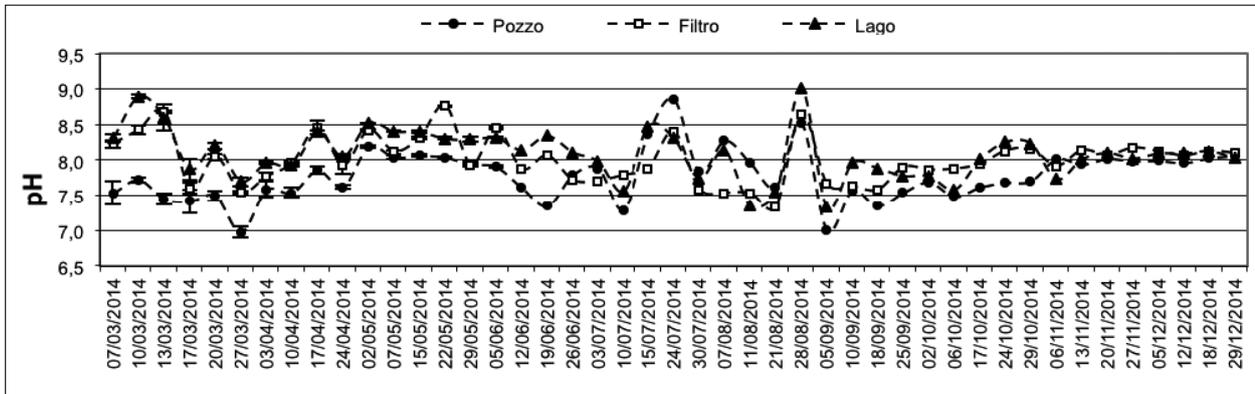


Fig. 7 - pH dell'acqua nelle tre fonti. Le barre di errore standard sono state omesse dal grafico, in quanto di rilevanza trascurabile.

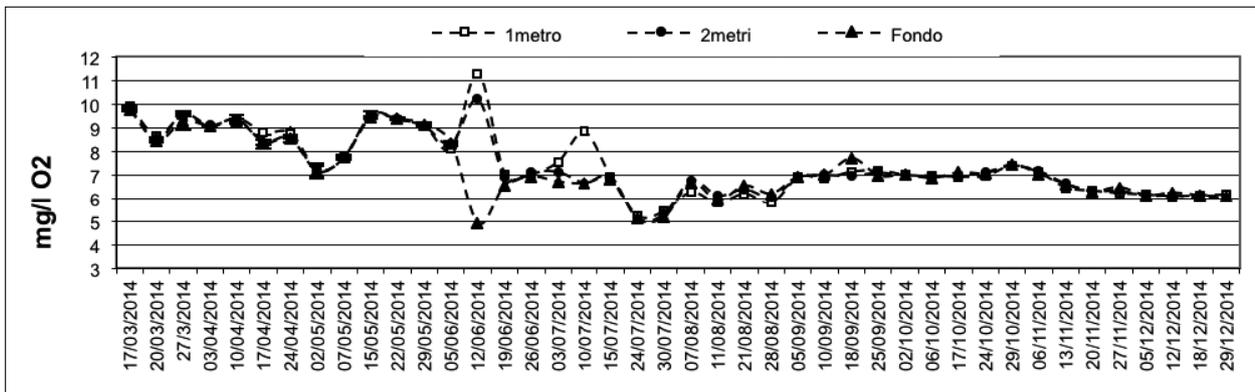


Fig. 8 - Variazione settimanale dell'ossigeno disciolto in mg/l. Le barre di errore standard sono state omesse dal grafico, in quanto di rilevanza trascurabile.

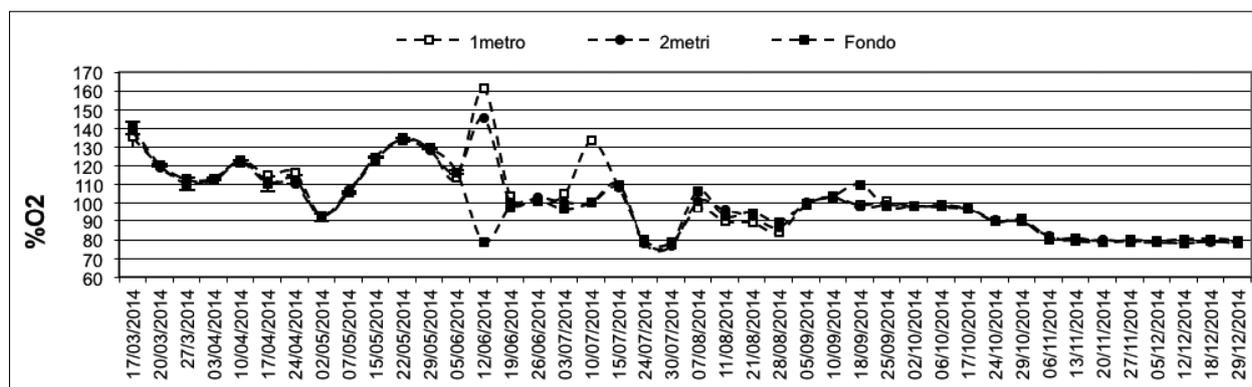


Fig. 9 - Variazione settimanale dell'ossigeno disciolto in percentuale. Le barre di errore standard sono state omesse dal grafico, in quanto di rilevanza trascurabile.

	maggio	giugno	luglio	
TN	3,06		1,22	Lago
TP	0,02	0,06	0,02	Lago
CI	44,31	43,25	36,16	Lago
TN	2,94		9,13	Pozzo
TP	0,25	0,22	0,24	Pozzo
CI	44,31	45,02	44,31	Pozzo
TN	3,94		1,15	Filtro
TP	0,04	0,13	0,02	Filtro
CI	42,54	44,67	38,29	Filtro

Fig. 10 - Concentrazioni (mg/l) di azoto totale (TN), fosforo totale (TP) e cloruri (Cl-) nell'acqua in uscita dal bacino (Lago), nell'acqua proveniente dal pozzo (Pozzo) e nell'acqua di filtraggio (Filtro).

Piante vascolari e determinazione della biomassa

Nel bacino sono presenti 6 specie di piante vascolari: *Alisma plantago-aquatica* L.; *Iris pseudacorus* L.; *Nuphar luteum* L.; *Nymphaea alba* L., *Pontederia cordata* L., *Typha latifolia* L. (Fig. 11).

In figura 12 sono riportati i dati relativi al numero di strutture vegetative e riproduttive (UV) delle specie presenti nel bacino, la biomassa totale prodotta da ciascuna specie presente nel bacino espressa in grammi di peso secco e i grammi di azoto totale e fosforo totale contenuti in ciascuna di queste.

DISCUSSIONE

Nel corso del periodo di osservazione nel bacino sono confluiti più di 1000 m³ di acqua, un volume pari a quello del bacino, per cui l'intero ricambio idrico avviene presumibilmente nel corso di ogni anno solare. Se si considerano contemporaneamente la quantità mensile di acqua immessa e l'andamento delle temperature mensili si nota come, eccezion fatta per il mese di aprile in cui è stata utilizzata più acqua per la manutenzione, la quantità di acqua immessa dal pozzo coincida con i periodi caratterizzati da temperature maggiori. Ciò è determinato dall'attività del plancton con il conseguente incremento

nell'utilizzo di acqua per la manutenzione dei filtri a sabbia, i quali richiedono frequenti contro lavaggi per mantenere costante ed efficace la loro funzionalità.

Le temperature del bacino subiscono un'importante escursione termica annua (15,7°C), con picchi massimi estivi che sfiorano 30,0°C. Dalle misure effettuate a diverse profondità nel punto più profondo del bacino non risultano differenze di temperatura, per cui si può affermare che tale escursione si verifichi indistintamente in tutto il bacino, a causa della ridotta profondità dello stesso, ma anche al ricircolo che avviene attraverso il sistema di depurazione. Anche la temperatura dell'acqua del pozzo non mostra differenze significative rispetto a quella del bacino. Le temperature medie del bacino sono leggermente superiori a quelle registrate negli strati più superficiali dei bacini lacustri prealpini (Fig. 14; OLL, 2004).

Poiché la conducibilità elettrica è una misura indiretta del contenuto di sali disciolti in acqua (TONOLLI, 1964), essa fornisce di conseguenza una stima della quantità di ioni (TONOLLI, 1964),

La conducibilità dell'acqua del bacino si attesta tra 466 $\mu\text{S}/\text{cm}$ e 559 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (valore medio 515 $\mu\text{S}/\text{cm}$) ed è leggermente più elevata rispetto a quella registrata nei principali laghi prealpini (Fig. 14; OLL, 2004), in linea con quella registrata per gli ambienti lacustri eutrofici di pianura (300-900 $\mu\text{S}/\text{cm}$; BOLPAGNI *et al.*, 2007). La conducibilità dell'acqua del pozzo ha un andamento del tutto analogo nel corso dell'anno ma con valori nettamente superiori, di circa il doppio, rispetto a quella del bacino. Di conseguenza maggiore sarà l'apporto di acqua proveniente dal pozzo, maggiore sarà la quantità di sali e nutrienti immessi nel bacino.

Il pH è da neutro a debolmente alcalino (valore medio 8,1). I valori più alti nell'acqua del bacino si registrano nei periodi caratterizzati da un'intensa attività fotosintetica, per l'assunzione di CO₂ da parte delle macrofite (FOTI *et al.*, 1996; BARTOLI & VIAROLI, 2006). L'ossigeno è quasi sempre in condizioni di sovrassaturazione, anche in prossimità della zona più profonda del bacino.

La percentuale di saturazione è perfettamente paragonabile a quella registrata nei bacini di Eindhoven e Heesch (WAAJEN *et al.*, 2014; Fig. 14), di tipo iper-eutrofo, ma risulta superiore a quella registrata in altri bacini con lo stesso livello di eutrofia (Dongen e Mantova di mezzo, WAAJEN *et al.*, 2014; OLL, 2004; Fig. 14). La percentuale di ossigeno è sempre superiore a quella registrata in bacini di tipo meso-eutrofo ed eutrofo, fatta eccezione per due bacini lombardi, dove risulta inferiore (PIANO & ALSERIO; OLL, 2004; Fig. 14). All'inizio di giugno si è assistito ad un picco nella percentuale di saturazione ad 1 m e a 2 m, con una percentuale minore sul fondo del bacino; questo è probabilmente imputabile ad una fioritura fitoplanctonica che ha reso l'acqua molto torbida, con una maggiore produzione primaria in superficie rispetto al fondo.

Sotto il profilo dei nutrienti, in particolare del fosforo, il bacino artificiale può essere ricondotto a bacino meso-eutrofo e le sue concentrazioni sono molto simili a quelle registrate nei bacini lombardi di piccole dimensioni

meso-eutrofi (Annone Est, Como, Piano; OLL, 2004; Fig. 14). Valori analoghi sono stati riscontrati anche nell'acqua della rete idrica della città. Al contrario la concentrazione di fosforo registrata nell'acqua del pozzo è addirittura superiore a quella rilevata in alcuni bacini classificati come iper-eutrofi come ad esempio il bacino di Mantova di Mezzo e quello di Eindhoven (OLL, 2004; WAAJEN *et al.*, 2014; Fig. 14).

Anche la concentrazione di azoto totale presenta valori superiori a quelli rilevati nei bacini lombardi meso-eutrofici o addirittura iper-eutrofici (Lugano, Varese, Eindhoven; OLL, 2004; WAAJEN *et al.*, 2014; Fig. 14), mentre nell'acqua del pozzo la concentrazione di azoto totale è sempre superiore ai valori registrati nei bacini iper-eutrofici europei (OLL, 2004; WAAJEN *et al.*, 2014; Fig. 14).

Infine, la concentrazione di cloruri, sia nell'acqua del bacino studiato sia nell'acqua del pozzo, è altamente superiore a tutti i valori rilevati nei bacini lombardi del valore registrato nell'acqua della rete idrica della Circonscrizione Centro di Brescia (Fig. 14).



Fig. 11 - Mappa delle specie presenti. Nelle parentesi sono indicati i codici identificativi per ciascun individuo o gruppo di individui *T. latifolia* (01-05-06-09-10-14-23-26-27), *N. alba* (02-03-04-08-12-16-18-19-29-21-24-25-28-30), *I. pseudacorus* (07-13-15-29), *N. luteum* (11), *P. cordata* (17), *A. plantago-aquatica* (22).

SPECIE	UV	g PS tot	g N tot	g P tot	N/PS	P/PS
<i>Iris pseudacorus</i> L.	38	103,740	2,822	0,405	0,027	0,004
<i>Nuphar luteum</i> (L.) Sm	111	572,519	15,571	1,239	0,027	0,002
<i>Nymphaea alba</i> L.	1406	8001,861	219,144	14,750	0,027	0,002
<i>Pontederia cordata</i> L.	90	239,400	4,465	1,185	0,019	0,005
<i>Typha latifolia</i> L.	372	13612,517	189,895	17,152	0,014	0,001

Fig. 12 - Unità vegetative (U.V.), peso secco totale in grammi (P.S. tot), grammi di azoto totale, grammi di fosforo totale per ciascuna specie e rapporto di proporzione tra i grammi di azoto e fosforo e i grammi di peso secco (va precisato che il termine "unità vegetative" si riferisce allo stelo con foglie per *I. pseudacorus*, *P. cordata* e *T. latifolia*, mentre si riferisce alle sole foglie per *N. alba* e *N. luteum*).

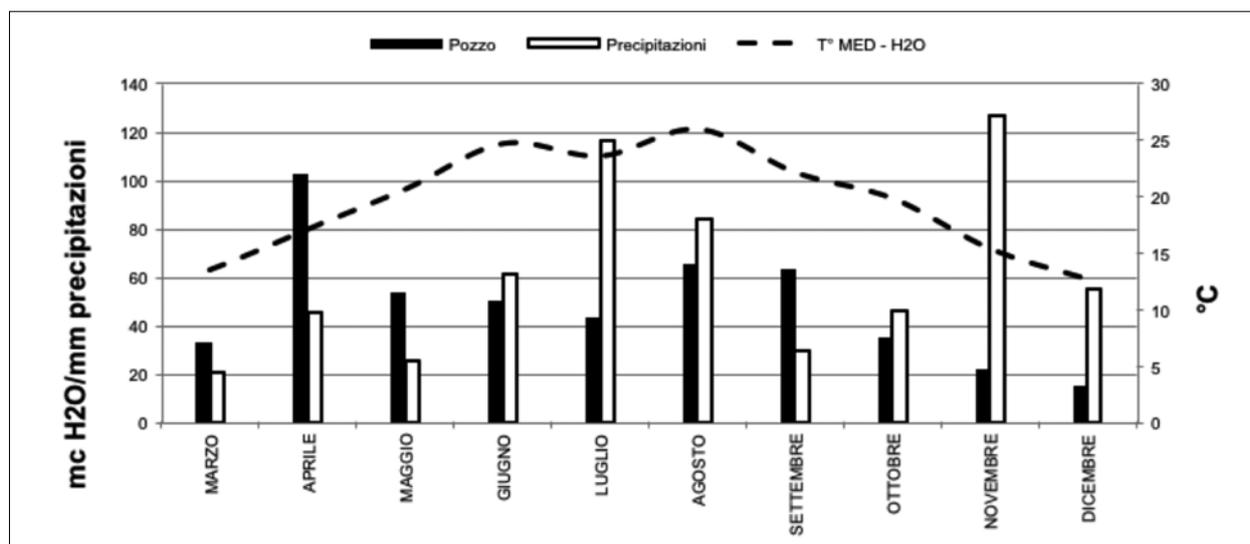


Fig. 13 - Temperature medie mensili del lago e m³ d'acqua mensili immessi dal pozzo da apporti idrici naturali.

	TROFIA	T °C	COND μ s/cm	pH	O ₂ mg/l	O ₂ %	TP mg/l	TN mg/l	Cl mg/l	fonte
Bacino Parco Acqua	ME	19,7	515	8,1	8,3	101	0,03	2,14	41,24	
Pozzo Parco Acqua	IE	19,5	817	7,8			0,25	6,04	44,54	
Rete Idrica			548	7,2			0,03		13,00	A2A
Annone Est	ME	26,4	301	8,1	9,6	74	0,04	0,86	9,70	OLL., 2004
Como	ME	18,8	166	7,7	8,8	74	0,04	1,00	2,60	OLL., 2004
Piano	ME	17,6	361	8,2	13,1	131	0,03	1,71	2,50	OLL., 2004
Alserio	E	22,3	408	8,5	15,3	123	0,04	2,49	9,60	OLL., 2004
Lugano	E	23,4	214	8,0	9,0	74	0,05	1,70	2,50	OLL., 2004
Mantova inferiore	E		314	8,2	11,5	91	0,10	3,00	18,00	OLL., 2004
Mantova superiore	E		313	8,1	11,3	89	0,10	3,25	18,00	OLL., 2004
Pusiano	E	26,0	306	8,0	5,9	48	0,07	2,33	5,40	OLL., 2004
Varese	E	24,3	283	8,0	8,9	73	0,08	1,27	8,22	OLL., 2004
Mantova di mezzo	IE		316	8,2	11,2	92	0,10	3,20	18,00	OLL., 2004
Dongen	IE		450	6,8	6,5	68	0,37	3,27		Waajen <i>et al.</i> , 2014
Eindhoven	IE		331	8,3	9,5	102	0,16	1,40		Waajen <i>et al.</i> , 2014
Heesch	IE		320	7,7	10,0	105	0,44	2,55		Waajen <i>et al.</i> , 2014

Fig. 14 - Caratteristiche dell'acqua del Bacino del Parco, del pozzo del Parco, della rete idrica cittadina, di alcuni bacini lombardi e di alcuni bacini europei: trofia, temperatura, conducibilità, pH, ossigeno disciolto, fosforo totale, azoto totale e cloruri (valori medi annui). ME: meso-eutrofia; E: eutrofia; IE: iper-eutrofia.

Ruolo delle macrofite

Nel bacino le macrofite introdotte che si sono diffuse con maggior successo sono *T. latifolia* e *N. alba*. Naturalmente queste rappresentano di conseguenza la maggior parte della biomassa prodotta nel bacino. *N. luteum*, *I. pseudocorus* e *P. cordata*, sebbene presenti, rappresentano meno del 5% della biomassa totale.

Confrontando però il peso secco totale e i grammi di azoto e fosforo totali per ciascuna specie si evidenzia come a parità di biomassa *I. pseudocorus*, *N. luteum* e *N. alba* presentano il più elevato contenuto di azoto, rispetto a *P. cordata*, e *T. latifolia*, sebbene la produttività di quest'ultima garantisce un'alta capacità di sequestro in termini assoluti.

Per quanto riguarda il fosforo si può osservare come a parità di biomassa *P. cordata* e *I. pseudocorus* siano più efficienti nell'attività di sequestro dal sistema in linea con quanto riportato da MA *et al.* (2006). *N. luteum* e *L. N. alba* hanno in proporzione lo stesso contenuto di fosforo, ma la maggiore biomassa totale: *N. alba* permette un accumulo maggiore.

Tuttavia, poiché le macrofite sono in grado di sottrarre fosforo al bacino, devono essere successivamente rimosse attraverso lo sfalcio, in quanto diversi studi hanno mostrato come le macrofite in decomposizione rilascino i nutrienti all'interno del bacino (HOWARD-WILLIAMS *et al.*, 1978; BROCK, 1984; HEMMINGA *et al.*, 1988; BARTOLI *et al.* 2003; GREENWAY, 2007; MENON & HOLLAND, 2014).

CONCLUSIONI

Il bacino oggetto di studio è caratterizzato da acque eutrofe, con livelli di ossigeno disciolto molto elevati e consistenti escursioni termiche annuali. Il pH va da neutro a debolmente alcalino e i valori registrati sono di poco superiori a quelli della rete idrica cittadina. La conducibilità dell'acqua del bacino presenta valori nettamente inferiori all'acqua proveniente dal pozzo e paragonabili a quelli dell'acqua della rete. La fonte di approvvigionamento idrico attuale è inadatta alle esigenze di gestione del Parco. Infatti, l'acqua proveniente dal pozzo, a causa del suo elevato carico comporta una continua immissione di nutrienti nel bacino che causano lo sviluppo di consistenti fioriture algali e un conseguente sovrautilizzo dei filtri di depurazione con un importante dispendio idrico ed energetico. Anche l'utilizzo della stessa come regolatore di temperatura in caso di annate critiche sarebbe improbabile e inefficace, a causa delle temperature elevate che questa raggiunge nel periodo estivo.

Le macrofite hanno un ruolo importante nel mantenimento della trasparenza dell'acqua, indispensabile per lo svolgimento della funzione didattica del Parco, e nella sottrazione dei nutrienti dal bacino necessaria alla riduzione della proliferazione algale. L'utilizzo delle macrofite risulta quindi indispensabile per migliorare la qualità dell'acqua del bacino nonché per aumentarne la biodiversità. Tuttavia la stima della capacità delle macrofite attualmente presenti di assorbire nutrienti dall'acqua e di

ombreggiare la superficie suggerisce che questa componente ha un ruolo importante ma non sufficiente a ridurre il grado di trofia del bacino.

Sarebbe quindi opportuno potenziare l'inserimento di specie di macrofite galleggianti autoctone, utilizzando opportuni sistemi di protezione per impedire alla fauna presente di distruggere le macrofite prima che riescano a radicare e stabilizzarsi. Sarebbe inoltre importante sviluppare un sistema di gestione della loro biomassa che comporti lo sfalcio a fine stagione.

Per mantenere costante il livello dell'acqua del bacino è auspicabile valutare l'utilizzo di una fonte alternativa al pozzo, o con l'installazione di vasche di raccolta dell'acqua piovana oppure come ultima ipotesi utilizzando l'acqua della rete idrica, per la quale, sulla base delle analisi effettuate, non esisterebbero controindicazioni. Ciò a condizione di ridurre al minimo l'utilizzo del sistema di filtraggio e di conseguenza la quantità di acqua utilizzata.

Sarebbe a tal proposito opportuno integrare, sino a sostituire interamente, il sistema di depurazione in funzione con un filtro naturale basato sulla fitodepurazione. L'utilizzo di quest'ultimo prevede minimi interventi di manutenzione, garantisce il ricircolo dell'acqua nel bacino con pompe a basso voltaggio e non necessita di interventi di contro lavaggio, consentendo di ridurre i consumi idrici e riducendo sensibilmente anche i consumi energetici necessari per il funzionamento dell'impianto.

BIBLIOGRAFIA

- ARMIRAGLIO, S., M. CACCIANIGA, E. MICHELI & A. CAPRETTI, 2009. Analisi preliminari sulla dinamica della vegetazione nel SIN Brescia-Caffaro. *Natura Bresciana Ann. Mus. Civ. Sc. Nat.*, Brescia, 36: 263-267.
- BARTOLI, M., R. BOLPAGNI, & P. VIAROLI, 2003. Relazione tra il ciclo stagionale di *Trapa natane* L. e la qualità dell'acqua nella Lanca di Po (Villanova d'Arda, Piacenza). *Studi Trent. Sci. Nat., Acta Biol.*, 80: 161-167.
- BARTOLI, M. & P. VIAROLI, 2006. Zone umide perfluviali: processi biogeochimici, funzioni ecologiche, problemi di gestione e conservazione *Biologia Ambientale*, 20: 43-54.
- BIGGS, J., P. WILLIAMS, M. WHITFIELD, P. NICOLET, & A. WEATHERBY, 2005. 15 years of pond assessment in Britain: results and lessons learned from the work of pond conservation. *Aquat. Conserv. Mar. Freshwat. Ecosyst.*, 15(6): 693-714.
- BOLPAGNI, R., D. LONGHI, & M. BARTOLI, 2007. Relazioni tra macrofite e stato trofico in ambienti umidi perfluviali della Pianura Padana centrale. *Studi Trent. Sci. Nat., Acta Biol.*, 83: 145-150.
- BROCK, T.C., 1984. Aspects of the decomposition of *Nymphoides peltata* (Gmel.) O. Kuntze (Menyanthaceae). *Aquat. Bot.*, 19: 131-156.
- BRÖNMARK, C. & L.A. HANSSON, 2002. Environmental issues in lakes and ponds: current state and perspectives. *Environmental Conservation*, 29: 290-306.
- CÉRÉGHINO, R., J. BIGGS, B. OERTLI & S. DECLERCK, 2008. The ecology of European ponds: defining the characteristics of a neglected freshwater habitat. *Hydrobiologia*, 597: 1-6.
- CHEN, Y., R.P. BRACY, A.D. OWINGS & D.J. MERHAUT, 2009. Nitrogen and Phosphorous Removal by Ornamental and Wetland Plants in a Greenhouse Recirculation Research System. *Hortscience*, 44 (6): 1704-1711.
- COVENEY, M.F., D.L. STITES, E.F. LOWE, L.E. BATTOE & R. CONROW, 2002. Nutrient removal from eutrophic lake water by wetland Filtration. *Ecological Engineering*, 19: 141-159.
- DEBUSK, T.A., J.E. PETERSON & K.R. REDDY, 1995. Use of aquatic and terrestrial plants for removing phosphorus from dairy wastewaters. *Ecological Engineering*, 5 (2-3): 371-390.
- DE MEESTER, L., S. DECLERCK, R. STOKS, G. LOUETTE, F. VAN DE MEUTTER, T. DE BIE, E. MICHELS & L. BRENDONCK, 2005. Ponds and pools as model systems in conservation biology, ecology and evolutionary biology. *Aquat. Conserv. Mar. Freshwat. Ecosyst.*, 15 (6): 715-725.

- DENTI, E., S. LAUZI, P. SALA & L. SCESI, 1998. Studio idrogeologico della pianura Bresciana tra i fiumi Oglio e Chiese. Studi idrogeologici sulla Pianura Padana, Milano.
- DOWNING, J.A., 2010. Emerging global role of small lakes and ponds: little things mean a lot. *Limnetica*, 29: 9-24.
- FASSER, C., 1999. Componente geologica nella pianificazione del parco locale d'interesse sovracomunale delle colline di Brescia.
- FOTI, E., P. GEROLA & F. ZAVAGNO, 1996. Ruolo dello sfalcio delle macrofite acquatiche nella riduzione del carico di fosforo e di azoto nel lago di Varese. Tesi di laurea inedita, Università di Varese.
- GLEDHILL, D.G., P. JAMES & D.H. DAVIES, 2008. Pond density as a determinant of aquatic species richness in an urban landscape. *Landsc. Ecology*, 23: 1219-1230.
- GLEDHILL, D.G. & P. JAMES, 2012. Socio-economic variables as indicators of pond conservation value in an urban landscape. *Urban Ecosystems*, DOI: 10.1007/s11252-012-0242-7.
- GREENWAY, M., 2007. The Role of Macrophytes in Nutrient Removal using Constructed Wetlands. *Environmental Bioremediation Technologies*, 331-351.
- HASSAL, C., 2014. The ecology and biodiversity of urban ponds. *WIREs Water*, 1: 187-206.
- HAURY, J., M.C. PELTRE, S. MULLER, M. TREMOLIERES, J. BARBE, A. DUTATRE, & M. GUERLESQUIN, 1996. Des indices macrophytiques pour estimer la qualite des course d'eau francais: premeres propositions. *Ecologie*, 27 (4): 233-244.
- HEMMINGA, M.A., C.J. KOK & W. DE MUNCK, 1988. Decomposition of *Spartina anglica* roots and rhizomes in a salt marsh of the Westerschelde Estuary. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 48: 175-184.
- HOWARD-WILLIAMS, C., B.R. DAVIES & R.H.M. CROSS, 1978. The influence of periphyton on the surface structure of a *Potamogeton pectinatus* L. leaf (an hypothesis). *Aquat. Bot.*, 5: 87-91.
- KELLY, M.G. & B.A. WHITTON, 1995. The Trophic Diatom Index: a new index for monitoring eutrophication in rivers. *J. appl. Phycol.*, 7: 433-444.
- LAURIDSEN, T. L., E. JEPPESEN, S.A.J. DECLERCK, L. DE MEESTER, J.M. CONDE-PORCUNA, W. ROMMENS & S. BRUCET, 2015. The importance of environmental variables for submerged macrophyte community assemblage and coverage in shallow lakes: differences between northern and southern Europe. *Hydrobiologia*, 744 (1): 49-61.
- LIU, J. L., J. K. LIU, J. T. ANDERSON, R. ZHANG & Z. M. ZHANG, 2016. Potential of aquatic macrophytes and artificial floating island for removing contaminants. *Plant Biosystems*, 150: 4, 702-709.
- MA MU-YUAN, WANG LAN & SUN HONG-WEN, 2006. Purification of Eutrophicated Water by *Iris pseudacorus*. *Journal of Agro-Environment Science*, 2.
- MENON, R. & M.M. HOLLAND, 2014. Phosphorus release due to decomposition of wetland plants. *Wetlands*, 34 (6): 1191-1196.
- OSSERVATORIO DEI LAGHI LOMBARDI - Qualità delle acque lacustri in Lombardia - 1° Rapporto OLL 2004, Regione Lombardia, ARPA Lombardia, Fondazione Lombardia per l'Ambiente e IRSA/CNR, 2005.
- PERETYATKO, A., J.J. SYMOENS & L. TRIEST, 2007. Impact of macrophytes on phytoplankton in eutrophic peri-urban ponds, implications for pond management and restoration. *Belg. J. Bot.*, 140 (1): 83-99.
- PERETYATKO, A., S. TEISSIER, S. DE BACKER & L. TRIEST, 2009. Restoration potential of biomanipulation for eutrophic peri-urban ponds: the role of zooplankton size and submerged macrophyte cover. *Hydrobiologia*, 634: 125-135.
- PIGNATTI, S., 1982. Flora d'Italia, Bologna, Edagricole, ISBN 8850624492.
- RAGNI, F. & S. FLAMINI, 2011. Il Parco dell'Acqua. Fondazione ASM, Brescia.
- ROIJACKERS, R., R.H. AALDERINK & G. BLOM (eds), 1998. Eutrophication research. State of the art: inputs, processes, effects, modelling, management. *Water Science and Technology*, 37.
- SCHEFFER, M., SH. HOSPER, M.L. MEIJER, B. MOSS & E. JEPPESEN, 1993. Alternative equilibria in shallow lakes. *Trends in Ecology and Evolution*, 8: 275-279.
- SCHEFFER, M., 1998. Ecology of shallow lakes, 1st ed Chapman & Hall, London.
- SCHEFFER, M., 2004. Ecology of shallow lakes. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- SMITH, V.H. & D.W. SCHINDLER, 2009. Eutrophication science: where do we go from here? *Trends in Ecology and Evolution*, 24: 201-207.
- SONDERGAARD, M., L.S. JOHANSSON, T.L. LAURIDSEN, T.B. JORGENSEN, L. LIBORIUSSEN & E. JEPPESEN, 2010. Submerged macrophytes as indicators of ecological quality of lakes. *Freshwater Biology*, 55: 893-908.
- SPIELES, D.J. & W.J. MITSCH, 2000. The effects of season and hydrologic and chemical loading on nitrate retention in constructed wetlands: A comparison of low and high nutrient river in ecosystems. *Ecol. Eng.*, 14: 77-91.
- SRIVASTAVA, J., A. GUPTA, & H. CHANDRA, 2008. Managing water quality with aquatic macrophytes. *Rev Environ Sci. Biotechnol.*, 7: 255-266.
- STEFFENSEN, D.A., 2008. Economic cost of cyanobacterial blooms. Chapter 37 In: Hudnell.
- HK (ed) Cyanobacterial harmful algal blooms: state of the art science and research needs. *Adv. Exp. Med. Biol.*, 619: 855-865.
- STOIANOV I., C. CHAPRA & C. MAKSIMOVIC, 2000. A framework linking urban park land use with pond water quality. *Urban Water*, 2: 47-62.
- TONOLLI, V., 1964. Introduzione allo studio della limnologia. Edizioni dell'Istituto italiano di Idrobiologia Verbania Pallanza.
- WAAJEN, G.W.A., E.J. FAASSEN & M. LURLING, 2014. Eutrophic urban ponds suffer from cyanobacterial blooms: Dutch examples. *Environmental Science and Pollution Research* 21: 9983-9994. Wallsten, M. & P.O. Forsgren, 1989. The effects of increased water level on aquatic macrophytes. *J. Aquat. Plant Manag.*, 27: 32-37.
- WUA, H., J. ZHANGA, P. LI, J. ZHANGA, H. XIEC & B. ZHANGA, 2011. Nutrient removal in constructed microcosm wetlands for treating polluted river water in northern China. *Ecological Engineering*, 37: 560-568.

ALLEGATO A

Data	FONTE	pH	Cond	T	FONTE	pH	Cond	T	FONTE	pH	Cond	T
07/03/14	P	7,5	770	13,4	F	8,2	433	11,7	L	8,4	426	12,1
07/03/14	P	7,7	748	14,3	F	8,3	436	11,4	L	8,3	420	12,3
07/03/14	P	7,4	751	14,4	F	8,2	431	11,3	L	8,3	442	12,2
10/03/14	P	7,8	746	13,6	F	8,4	436	12	L	8,9	425	11,7
10/03/14	P	7,7	741	13,6	F	8,5	435	11,9	L	8,9	420	11,5
10/03/14	P	7,7	742	13,6	F	8,5	425	11,8	L	8,9	423	11,5
13/03/14	P	7,5	742	13,1	F	8,7	414	12,6	L	8,4	412	12,5
13/03/14	P	7,4	742	13	F	8,7	415	12,6	L	8,8	413	12,8
13/03/14	P	7,4	763	12,9	F	8,7	414	12,6	L	8,7	413	12,7
17/03/14	P	7,5	960	15,5	F	7,6	564	14,3	L	8	540	13,7
17/03/14	P	7,5	951	15,4	F	7,7	557	13,8	L	7,7	560	14,5
17/03/14	P	7,2	979	15,6	F	7,6	557	14	L	8	550	13,8
20/03/14	P	7,5	813	15,8	F	8	512	15,4	L	8,3	495	15,4
20/03/14	P	7,4	822	15,7	F	8,1	510	15,5	L	8,2	484	15,4
20/03/14	P	7,5	832	15,9	F	8,1	494	15,2	L	8,2	486	15,5
27/03/14	P	6,9	821	15,5	F	7,5	469	15,3	L	7,6	458	14,9
27/03/14	P	7,1	815	15,4	F	7,5	461	15	L	7,7	461	14,5
27/03/14	P	7	833	15,4	F	7,6	465	14,6	L	7,8	468	14,6
03/04/14	P	7,5	743	15,4	F	7,7	494	15,4	L	8	468	15,9
03/04/14	P	7,7	739	15,2	F	7,8	489	15,6	L	8	466	15,6
03/04/14	P	7,6	737	15,4	F	7,8	488	15,6	L	8	467	15,8
10/04/14	P	7,6	848	18,6	F	8	562	18,3	L	7,9	549	18,3
10/04/14	P	7,5	850	18,8	F	8	552	18,7	L	7,9	551	18,3
10/04/14	P	7,5	850	18,6	F	8	548	18,5	L	7,9	550	18,3
17/04/14	P	7,9	845	15,4	F	8,6	550	16,9	L	8,4	539	16,4
17/04/14	P	7,9	846	15,4	F	8,5	547	16,8	L	8,4	540	16,2
17/04/14	P	7,8	847	15,5	F	8,4	543	16,6	L	8,4	539	16,1
24/04/14	P	7,7	842	17,5	F	8	590	18,9	L	8	533	18,4
24/04/14	P	7,6	844	17,4	F	8	565	18,5	L	8,1	531	18,4
24/04/14	P	7,6	842	17,4	F	7,8	561	18,5	L	8,1	532	18,4
02/05/14	P	8,2	836	17,9	F	8,4	554	19,4	L	8,5	507	18,9
02/05/14	P	8,2	838	17,8	F	8,4	524	19,2	L	8,5	505	18,9
02/05/14	P	8,2	838	17,8	F	8,4	514	19,2	L	8,5	507	18,8
07/05/14	P	8,1	836	19,7	F	8,2	529	19,9	L	8,4	503	20,1
07/05/14	P	8	838	19,7	F	8,1	527	19,9	L	8,4	505	20,2
07/05/14	P	8	834	19,6	F	8,1	528	20,1	L	8,4	506	20
15/05/14	P	8,1	826	19,9	F	8,3	531	20,4	L	8,4	505	19,8
15/05/14	P	8,1	825	20	F	8,3	528	20,3	L	8,4	507	20
15/05/14	P	8,1	828	19,9	F	8,3	530	20	L	8,4	504	19,8
22/05/14	P	8	834	20,7	F	8,8	530	22,3	L	8,3	515	22,4
22/05/14	P	8	831	20,8	F	8,8	527	22,3	L	8,3	517	22,4
22/05/14	P	8,1	833	20,8	F	8,8	526	22,2	L	8,3	514	22,3
29/05/14	P	8	835	21,7	F	7,9	561	22,6	L	8,3	533	22,5
29/05/14	P	8	835	21,5	F	7,9	558	22,7	L	8,3	533	22,5
29/05/14	P	7,9	832	21,6	F	8	560	22,8	L	8,3	532	22,2
05/06/14	P	7,9	843	21,4	F	8,4	554	22,1	L	8,3	531	22,6
05/06/14	P	7,9	842	21,5	F	8,5	556	22,2	L	8,3	531	22,5
05/06/14	P	7,9	840	21,5	F	8,5	555	22,2	L	8,3	534	22,3
12/06/14	P	7,7	841	27,9	F	7,8	574	28,2	L	8,2	527	28,2
12/06/14	P	7,6	841	28,1	F	7,9	569	28,1	L	8,1	524	28,3
12/06/14	P	7,6	837	28,1	F	7,9	560	28,2	L	8,1	525	28
19/06/14	P	7,3	850	24	F	8	590	24,3	L	8,4	560	24
19/06/14	P	7,4	835	24,3	F	8,1	577	24	L	8,3	571	24,3
19/06/14	P	7,4	845	24,1	F	8,2	582	24,1	L	8,4	545	24

Data	FONTE	pH	Cond	T	FONTE	pH	Cond	T	FONTE	pH	Cond	T
26/06/14	P	7,8	831	24,1	F	7,7	592	24,2	L	8	492	24,2
26/06/14	P	7,8	816	24,1	F	7,7	590	24,2	L	8,1	487	24,1
26/06/14	P	7,8	833	24	F	7,8	581	23,9	L	8,2	497	24,2
03/07/14	P	7,9	817	23,9	F	7,7	593	24	L	8	497	23,6
03/07/14	P	7,9	823	23,8	F	7,7	597	23,7	L	8	481	23,9
03/07/14	P	7,9	819	23,9	F	7,7	595	23,7	L	8	492	23,9
10/07/14	P	7,3	815	22,9	F	7,7	523	24	L	7,6	504	23,4
10/07/14	P	7,3	793	23,5	F	7,8	524	23,9	L	7,6	503	23,2
10/07/14	P	7,3	795	23,3	F	7,8	522	23,9	L	7,5	505	23,7
15/07/14	P	8,3	815	26,8	F	7,5	501	27,1	L	8,3	478	26,7
15/07/14	P	8,4	817	27,3	F	8	500	27,2	L	8,5	478	26,9
15/07/14	P	8,4	819	27,4	F	8,2	502	27	L	8,6	477	27
24/07/14	P	8,8	778	24	F	8,1	563	23,9	L	8,3	493	23,9
24/07/14	P	8,9	779	24,1	F	8,4	560	24,2	L	8,5	497	24
24/07/14	P	8,9	777	24	F	8,7	561	24,1	L	8,1	483	24,1
30/07/14	P	7,8	735	22,2	F	7,5	501	22,4	L	7,6	491	22,3
30/07/14	P	7,8	786	22,2	F	7,6	462	22,2	L	7,8	458	22,2
30/07/14	P	7,9	797	22,1	F	7,7	463	22,2	L	7,8	459	22,2
07/08/14	P	8,1	820	27,2	F	7,4	464	27,6	L	8,1	454	27,9
07/08/14	P	8,3	818	27,6	F	7,5	454	27,5	L	8,1	452	27,9
07/08/14	P	8,5	819	27,7	F	7,7	459	27,4	L	8,3	456	27,8
11/08/14	P	7,9	814	28,6	F	7,3	490	28,8	L	7,4	473	28,3
11/08/14	P	8	816	28,3	F	7,6	468	28,5	L	7,3	465	28,6
11/08/14	P	8	827	28,4	F	7,8	467	28,5	L	7,3	465	28,5
21/08/14	P	7,6	745	23,7	F	7,3	494	23,8	L	7,5	458	23,9
21/08/14	P	7,7	799	23,7	F	7,6	465	23,8	L	7,5	457	23,9
21/08/14	P	7,6	821	23,7	F	7,2	464	24	L	7,6	458	23,9
28/08/14	P	8,5	842	22,9	F	8,5	483	24,3	L	8,9	485	23,9
28/08/14	P	8,5	838	22,8	F	8,7	482	24	L	9	487	23,8
28/08/14	P	8,6	838	22,1	F	8,8	477	24,1	L	9,1	476	23,5
05/09/14	P	6,4	950	21,3	F	7,6	555	21,3	L	7,1	623	21,6
05/09/14	P	7,4	954	21,2	F	7,7	546	21,6	L	7,4	600	21,6
05/09/14	P	7,3	939	21,3	F	7,8	552	21,1	L	7,5	645	21,2
10/09/14	P	7,7	904	22,3	F	7,5	573	23,9	L	7,8	553	23,6
10/09/14	P	7,5	902	22	F	7,7	546	23,8	L	8	530	23,8
10/09/14	P	7,5	904	22	F	7,7	535	23,8	L	8,1	529	23,6
18/09/14	P	7,4	803	21,6	F	7,4	582	21,9	L	7,8	536	21,8
18/09/14	P	7,3	884	21,8	F	7,6	550	21,9	L	7,9	534	21,9
18/09/14	P	7,3	904	21,9	F	7,7	546	21,8	L	8	532	21,9
25/09/14	P	7,6	832	21,6	F	7,8	579	21,4	L	7,8	524	21,5
25/09/14	P	7,5	851	21,7	F	7,9	564	21,2	L	7,8	531	21,7
25/09/14	P	7,5	829	21,7	F	7,9	585	21,6	L	7,8	565	21,6
02/10/14	P	7,7	833	22,2	F	7,8	591	22,7	L	7,7	529	22,3
02/10/14	P	7,6	881	22,3	F	7,9	534	22,2	L	7,8	538	22,4
02/10/14	P	7,8	852	22,2	F	7,9	552	22,3	L	7,8	552	22,2
06/10/14	P	7,6	858	20,9	F	7,8	583	21,3	L	7,5	521	21,3
06/10/14	P	7,5	838	21	F	7,9	574	21,2	L	7,6	532	21,2
06/10/14	P	7,3	832	20,9	F	7,9	563	21,2	L	7,6	529	21,2
17/10/14	P	7,7	839	20,7	F	7,8	491	21,2	L	7,9	480	21,3
17/10/14	P	7,6	831	20,7	F	8	487	21	L	8,1	495	21,2
17/10/14	P	7,6	843	20,7	F	8	485	20,8	L	8,1	519	21,1
24/10/14	P	7,8	702	18,2	F	8	518	17,9	L	8,2	501	18,3
24/10/14	P	7,7	741	17,7	F	8,2	510	17	L	8,3	503	18,2
24/10/14	P	7,6	759	17,2	F	8,2	502	17,3	L	8,3	497	18,2

Data	FONTE	pH	Cond	T	FONTE	pH	Cond	T	FONTE	pH	Cond	T
29/10/14	P	7,8	746	16,4	F	8	520	16,2	L	8,3	509	16,1
29/10/14	P	7,7	744	16,8	F	8,2	516	16,1	L	8,2	523	16,4
29/10/14	P	7,7	748	16,3	F	8,2	509	16	L	8,2	514	16,2
06/11/14	P	8	776	16,7	F	8	584	16,8	L	7,8	539	16,8
06/11/14	P	8	774	16,6	F	8	588	16,9	L	7,7	547	16,9
06/11/14	P	8	779	16,6	F	7,8	587	16,8	L	7,7	522	16,9
13/11/14	P	8	774	16	F	8,1	589	15,8	L	8	535	15,9
13/11/14	P	8	789	15,9	F	8,1	593	15,9	L	8	549	15,7
13/11/14	P	7,9	781	15,8	F	8,2	590	15,8	L	8	561	15,7
20/11/14	P	8	781	14,6	F	8,1	591	14,7	L	8,1	563	14,7
20/11/14	P	8,1	774	14,7	F	8	584	14,9	L	8,1	580	14,5
20/11/14	P	8	777	14,7	F	8,1	587	14,7	L	8,1	569	14,6
27/11/14	P	8	763	14,4	F	8,1	573	14,2	L	8	543	14,3
27/11/14	P	8	771	14,3	F	8,2	579	14,3	L	8	549	14,4
27/11/14	P	8	769	14,3	F	8,2	584	14,2	L	8,1	551	14,3
05/12/14	P	8	764	12,7	F	8,1	569	12,9	L	8,1	549	13,1
05/12/14	P	8	771	12,9	F	8,2	573	13,2	L	8,1	547	13,2
05/12/14	P	8	773	12,9	F	8,1	576	13,1	L	8,1	542	13,1
12/12/14	P	8	776	12,9	F	8	578	12,9	L	8,2	548	12,9
12/12/14	P	8	778	12,8	F	8,1	582	13,1	L	8	546	12,7
12/12/14	P	7,9	781	12,9	F	8,1	569	12,9	L	8,1	549	12,9
18/12/14	P	8,1	776	12,7	F	8,2	568	12,8	L	8,1	547	12,6
18/12/14	P	8	773	12,7	F	8,1	572	12,7	L	8,2	546	12,5
18/12/14	P	8	778	12,5	F	8,1	575	12,8	L	8,1	541	12,3
29/12/14	P	8	769	12,5	F	8,2	579	12,5	L	8,1	552	12,3
29/12/14	P	8,1	773	12,6	F	8	578	12,6	L	8	551	12,5
29/12/14	P	8,1	775	12,4	F	8,1	565	12,5	L	8	547	12,2

Dati raccolti di pH, conducibilità e temperatura.

Legenda: Pozzo (P), Filtro (F), Lago (L).

ALLEGATO B

DATA	ORA	PROF (m)	%O2	mg/l O2	T °C
17/03/14	12.15/ 12.30	1	132	9,8	14,8
17/03/14	12.15/ 12.30	1	133	9,9	14
17/03/14	12.15/ 12.30	1	141	10	13,7
17/03/14	12.15/ 12.30	2	138	9,9	14,2
17/03/14	12.15/ 12.30	2	136	9,8	13,5
17/03/14	12.15/ 12.30	2	142	9,8	13,3
17/03/14	12.15/ 12.30	fondo	144	9,8	13,7
17/03/14	12.15/ 12.30	fondo	138	9,7	13,3
17/03/14	12.15/ 12.30	fondo	138	9,7	13,2
20/03/14	12.30/12.50	1	120	8,6	15,5
20/03/14	12.30/12.50	1	121	8,8	15,3
20/03/14	12.30/12.50	1	121	8,6	15,1
20/03/14	12.30/12.50	2	119	8,5	15,3
20/03/14	12.30/12.50	2	119	8,6	15
20/03/14	12.30/12.50	2	120	8,5	14,9
20/03/14	12.30/12.50	fondo	121	8,4	14,9
20/03/14	12.30/12.50	fondo	120	8,4	14,9
20/03/14	12.30/12.50	fondo	120	8,5	14,8
27/03/14	12.15/ 12.45	1	110	9,3	13,5
27/03/14	12.15/ 12.45	1	115	9,6	13,5
27/03/14	12.15/ 12.45	1	114	9,7	13,4

DATA	ORA	PROF (m)	%O2	mg/l O2	T °C
27/03/14	12.15/ 12.45	2	113	9,5	13,5
27/03/14	12.15/ 12.45	2	112	9,5	13,5
27/03/14	12.15/ 12.45	2	114	9,7	13,4
27/03/14	12.15/ 12.45	fondo	114	9,6	13,5
27/03/14	12.15/ 12.45	fondo	107	8,9	13,5
27/03/14	12.15/ 12.45	fondo	110	9,3	13,4
03/04/14	12.30/13.00	1	112	9	15,9
03/04/14	12.30/13.00	1	112	9	16,2
03/04/14	12.30/13.00	1	113	9,1	16
03/04/14	12.30/13.00	2	113	9,1	15,9
03/04/14	12.30/13.00	2	114	9,1	16,2
03/04/14	12.30/13.00	2	113	9,1	16
03/04/14	12.30/13.00	fondo	113	9	15,9
03/04/14	12.30/13.00	fondo	114	9,1	16,2
03/04/14	12.30/13.00	fondo	113	9,1	16
10/04/14	11.30/12.00	1	123	9,4	18
10/04/14	11.30/12.00	1	124	9,5	17,9
10/04/14	11.30/12.00	1	122	9,3	17,8
10/04/14	11.30/12.00	2	121	9,2	17,9
10/04/14	11.30/12.00	2	123	9,4	17,8
10/04/14	11.30/12.00	2	124	9,5	17,8
10/04/14	11.30/12.00	fondo	122	9,3	17,8
10/04/14	11.30/12.00	fondo	120	9,2	17,8
10/04/14	11.30/12.00	fondo	123	9,4	17,9
17/04/14	11.30/12.00	1	116	8,8	17,6
17/04/14	11.30/12.00	1	117	8,9	17,6
17/04/14	11.30/12.00	1	113	8,7	17,5
17/04/14	11.30/12.00	2	115	8,3	17,5
17/04/14	11.30/12.00	2	112	8,5	17,4
17/04/14	11.30/12.00	2	109	8,4	17,3
17/04/14	11.30/12.00	fondo	110	8,7	17,3
17/04/14	11.30/12.00	fondo	115	8,4	17,3
17/04/14	11.30/12.00	fondo	107	8,1	17,2
24/04/14	11.30/12.00	1	118	9	17,9
24/04/14	11.30/12.00	1	117	8,9	17,8
24/04/14	11.30/12.00	1	115	8,4	17,9
24/04/14	11.30/12.00	2	112	8,5	17,8
24/04/14	11.30/12.00	2	109	8,4	17,9
24/04/14	11.30/12.00	2	110	8,7	17,9
24/04/14	11.30/12.00	fondo	110	8,6	17,8
24/04/14	11.30/12.00	fondo	115	8,5	17,8
24/04/14	11.30/12.00	fondo	113	8,6	17,9
02/05/14	11.30/12.00	1	94	7,1	18,8
02/05/14	11.30/12.00	1	93	7,1	18,6
02/05/14	11.30/12.00	1	93	7,5	18,2
02/05/14	11.30/12.00	2	94	7,1	18,8
02/05/14	11.30/12.00	2	92	7	18,6
02/05/14	11.30/12.00	2	94	7,4	18,4
02/05/14	11.30/12.00	fondo	92	6,9	18,8
02/05/14	11.30/12.00	fondo	90	7,1	18,6
02/05/14	11.30/12.00	fondo	94	7,5	18,4
07/05/14	11.30/12.00	1	106	7,7	20
07/05/14	11.30/12.00	1	106	7,8	19,9
07/05/14	11.30/12.00	1	106	7,7	19,8
07/05/14	11.30/12.00	2	107	7,8	19,9
07/05/14	11.30/12.00	2	107	7,8	19,9

DATA	ORA	PROF (m)	% O2	mg/l O2	T °C
07/05/14	11.30/12.00	2	107	7,7	19,8
07/05/14	11.30/12.00	fondo	105	7,6	19,9
07/05/14	11.30/12.00	fondo	106	7,8	19,9
07/05/14	11.30/12.00	fondo	106	7,8	19,8
15/05/14	11.30/12.00	1	123	9,5	20,1
15/05/14	11.30/12.00	1	124	9,4	20,1
15/05/14	11.30/12.00	1	123	9,7	19,9
15/05/14	11.30/12.00	2	124	9,7	19,8
15/05/14	11.30/12.00	2	125	9,5	19,8
15/05/14	11.30/12.00	2	123	9,5	19,9
15/05/14	11.30/12.00	fondo	124	9,4	19,8
15/05/14	11.30/12.00	fondo	125	9,4	19,9
15/05/14	11.30/12.00	fondo	125	9,5	20
22/05/14	11.00/11.30	1	135	9,4	22,4
22/05/14	11.00/11.30	1	134	9,4	22,5
22/05/14	11.00/11.30	1	135	9,2	22,4
22/05/14	11.00/11.30	2	134	9,3	22,4
22/05/14	11.00/11.30	2	134	9,4	22,4
22/05/14	11.00/11.30	2	133	9,4	22,2
22/05/14	11.00/11.30	fondo	135	9,4	22,2
22/05/14	11.00/11.30	fondo	133	9,3	22,4
22/05/14	11.00/11.30	fondo	133	9,4	22,4
29/05/14	11.00/11.30	1	130	9,1	22,4
29/05/14	11.00/11.30	1	129	9	22,3
29/05/14	11.00/11.30	1	130	9,1	22,5
29/05/14	11.00/11.30	2	129	9	22,3
29/05/14	11.00/11.30	2	128	9,1	22,4
29/05/14	11.00/11.30	2	128	9,1	22,4
29/05/14	11.00/11.30	fondo	130	9,2	22,4
29/05/14	11.00/11.30	fondo	129	9,2	22,3
29/05/14	11.00/11.30	fondo	129	9	22,3
05/06/14	11.00/11.30	1	113	7,9	22,5
05/06/14	11.00/11.30	1	114	8,2	22,4
05/06/14	11.00/11.30	1	114	8,2	22,4
05/06/14	11.00/11.30	2	116	8,4	22,3
05/06/14	11.00/11.30	2	117	8,4	22,3
05/06/14	11.00/11.30	2	117	8,2	22,3
05/06/14	11.00/11.30	fondo	116	8,3	22,3
05/06/14	11.00/11.30	fondo	118	8,3	22,4
05/06/14	11.00/11.30	fondo	116	8,4	22,4
12/06/14	11.00/11.30	1	164	11,2	27,7
12/06/14	11.00/11.30	1	162	11,5	27,1
12/06/14	11.00/11.30	1	158	11,2	27,1
12/06/14	11.00/11.30	2	155	10,3	27,5
12/06/14	11.00/11.30	2	146	10,1	27,2
12/06/14	11.00/11.30	2	136	10,2	27,2
12/06/14	11.00/11.30	fondo	76	4,7	27,2
12/06/14	11.00/11.30	fondo	77	4,8	27
12/06/14	11.00/11.30	fondo	83	5,2	27
19/06/14	11.00/11.30	1	104	7	23,4
19/06/14	11.00/11.30	1	101	6,9	23,3
19/06/14	11.00/11.30	1	107	7,2	23,2
19/06/14	11.00/11.30	2	100	6,9	23,4
19/06/14	11.00/11.30	2	98	6,7	23,3
19/06/14	11.00/11.30	2	104	7,1	23,3
19/06/14	11.00/11.30	fondo	98	6,6	23,3

DATA	ORA	PROF (m)	% O2	mg/l O2	T °C
19/06/14	11.00/11.30	fondo	94	6,3	23,3
19/06/14	11.00/11.30	fondo	100	6,8	23,3
26/06/14	11.00/11.30	1	103	7,1	22,5
26/06/14	11.00/11.30	1	101	7,1	22,5
26/06/14	11.00/11.30	1	99	6,9	22,6
26/06/14	11.00/11.30	2	107	7,5	22,6
26/06/14	11.00/11.30	2	101	7	22,6
26/06/14	11.00/11.30	2	102	6,9	22,5
26/06/14	11.00/11.30	fondo	108	7,4	22,5
26/06/14	11.00/11.30	fondo	103	7,1	22,3
26/06/14	11.00/11.30	fondo	93	6,3	22,3
03/07/12	11.00/11.30	1	103	7,3	24
03/07/12	11.00/11.30	1	107	7,9	23,9
03/07/12	11.00/11.30	1	105	7,5	23,9
03/07/12	11.00/11.30	2	103	7,2	23,9
03/07/12	11.00/11.30	2	97	6,9	23,9
03/07/12	11.00/11.30	2	102	7,3	23,9
03/07/12	11.00/11.30	fondo	97	6,8	23,9
03/07/12	11.00/11.30	fondo	94	6,4	23,7
03/07/12	11.00/11.30	fondo	99	6,9	23,7
10/07/14	11.00/11.30	1	147	9,6	25,2
10/07/14	11.00/11.30	1	120	8	25,2
10/07/14	11.00/11.30	1	133	8,9	25
10/07/14	11.00/11.30	2	103	6,8	24,6
10/07/14	11.00/11.30	2	102	6,8	24,7
10/07/14	11.00/11.30	2	97	6,4	25,7
10/07/14	11.00/11.30	fondo	102	6,7	24,6
10/07/14	11.00/11.30	fondo	101	6,7	24,7
10/07/14	11.00/11.30	fondo	98	6,5	24,7
15/07/14	11.00/11.30	1	106	6,7	29,8
15/07/14	11.00/11.30	1	112	7,1	27,7
15/07/14	11.00/11.30	1	110	7	27
15/07/14	11.00/11.30	2	104	6,6	28,7
15/07/14	11.00/11.30	2	110	7	27,4
15/07/14	11.00/11.30	2	111	7,2	26,8
15/07/14	11.00/11.30	fondo	106	6,8	28
15/07/14	11.00/11.30	fondo	105	6,7	27,2
15/07/14	11.00/11.30	fondo	119	6,9	26,7
24/07/14	11.00/11.30	1	85	5,5	24,6
24/07/14	11.00/11.30	1	80	5,2	24,9
24/07/14	11.00/11.30	1	76	5	25,4
24/07/14	11.00/11.30	2	82	5,3	25
24/07/14	11.00/11.30	2	78	5,2	25
24/07/14	11.00/11.30	2	75	4,8	25,4
24/07/14	11.00/11.30	fondo	81	5,3	25,1
24/07/14	11.00/11.30	fondo	80	5,2	25,2
24/07/14	11.00/11.30	fondo	76	4,9	25,4
30/07/14	11.00/11.30	1	79	5,4	24,4
30/07/14	11.00/11.30	1	78	5,2	24,3
30/07/14	11.00/11.30	1	79	5,7	24
30/07/14	11.00/11.30	2	77	5,3	24,3
30/07/14	11.00/11.30	2	75	5,3	24,3
30/07/14	11.00/11.30	2	78	5,4	24,1
30/07/14	11.00/11.30	fondo	76	5,2	24,3
30/07/14	11.00/11.30	fondo	78	5,1	24,3
30/07/14	11.00/11.30	fondo	79	5,2	24,2

DATA	ORA	PROF (m)	%O2	mg/l O2	T °C
07/08/14	11.00/11.30	1	101	6,4	26,7
07/08/14	11.00/11.30	1	95	6,2	26,6
07/08/14	11.00/11.30	1	95	6,2	26,5
07/08/14	11.00/11.30	2	114	7,5	26,7
07/08/14	11.00/11.30	2	93	6,9	26,7
07/08/14	11.00/11.30	2	96	5,9	26,6
07/08/14	11.00/11.30	fondo	126	7,7	26,7
07/08/14	11.00/11.30	fondo	97	6,1	26,7
07/08/14	11.00/11.30	fondo	96	6,2	26,6
11/08/14	11.00/11.30	1	92	5,9	26,6
11/08/14	11.00/11.30	1	88	5,7	26,7
11/08/14	11.00/11.30	1	90	5,8	26,6
11/08/14	11.00/11.30	2	105	6,7	26,7
11/08/14	11.00/11.30	2	92	5,9	26,8
11/08/14	11.00/11.30	2	92	5,8	26,7
11/08/14	11.00/11.30	fondo	98	6,3	26,8
11/08/14	11.00/11.30	fondo	93	6	26,8
11/08/14	11.00/11.30	fondo	86	5,4	26,8
21/08/14	11.00/11.30	1	85	5,8	22,7
21/08/14	11.00/11.30	1	91	6,3	22,8
21/08/14	11.00/11.30	1	92	6,5	22,8
21/08/14	11.00/11.30	2	90	6,2	22,8
21/08/14	11.00/11.30	2	91	6,3	22,8
21/08/14	11.00/11.30	2	96	6,7	22,8
21/08/14	11.00/11.30	fondo	93	6,3	22,8
21/08/14	11.00/11.30	fondo	94	6,5	22,8
21/08/14	11.00/11.30	fondo	97	6,8	22,9
28/08/14	11.00/11.30	1	84	5,9	28,3
28/08/14	11.00/11.30	1	85	5,7	28,2
28/08/14	11.00/11.30	1	83	5,8	27,4
28/08/14	11.00/11.30	2	88	6,1	27,4
28/08/14	11.00/11.30	2	83	5,9	28,4
28/08/14	11.00/11.30	2	89	6,2	27,4
28/08/14	11.00/11.30	fondo	94	6,4	27,8
28/08/14	11.00/11.30	fondo	83	6	27,3
28/08/14	11.00/11.30	fondo	91	6,2	27,3
05/09/14	11.00/11.30	1	97	6,7	22,5
05/09/14	11.00/11.30	1	97	6,8	22,5
05/09/14	11.00/11.30	1	104	7,2	22,5
05/09/14	11.00/11.30	2	97	6,8	22,7
05/09/14	11.00/11.30	2	108	7,3	22,7
05/09/14	11.00/11.30	2	96	6,6	22,7
05/09/14	11.00/11.30	fondo	97	6,7	22,6
05/09/14	11.00/11.30	fondo	98	6,9	22,6
05/09/14	11.00/11.30	fondo	104	7,2	22,6
10/09/14	11.00/11.30	1	99	6,4	25
10/09/14	11.00/11.30	1	102	6,8	24,6
10/09/14	11.00/11.30	1	109	7,4	24,4
10/09/14	11.00/11.30	2	98	6,6	24,9
10/09/14	11.00/11.30	2	104	7	24,5
10/09/14	11.00/11.30	2	108	7,4	24,3
10/09/14	11.00/11.30	fondo	100	6,7	24,7
10/09/14	11.00/11.30	fondo	102	6,9	24,4
10/09/14	11.00/11.30	fondo	109	7,4	24,3
18/09/14	11.00/11.30	1	100	7	22,1
18/09/14	11.00/11.30	1	98	7,2	22,3

DATA	ORA	PROF (m)	%O2	mg/l O2	T °C
18/09/14	11.00/11.30	1	100	7,2	22,2
18/09/14	11.00/11.30	2	97	6,9	22,4
18/09/14	11.00/11.30	2	97	6,9	22,4
18/09/14	11.00/11.30	2	99	7,1	22,2
18/09/14	11.00/11.30	fondo	109	7,6	22,5
18/09/14	11.00/11.30	fondo	110	7,7	22,4
18/09/14	11.00/11.30	fondo	111	7,8	22,3
25/09/14	11.00/11.30	1	103	7,4	22
25/09/14	11.00/11.30	1	100	7,1	22,3
25/09/14	11.00/11.30	1	100	7,1	22,2
25/09/14	11.00/11.30	2	97	6,9	22,1
25/09/14	11.00/11.30	2	100	7,2	22,2
25/09/14	11.00/11.30	2	101	7,2	22,1
25/09/14	11.00/11.30	fondo	98	6,9	22,2
25/09/14	11.00/11.30	fondo	98	7	22,3
25/09/14	11.00/11.30	fondo	97	7	22,1
02/10/14	11.00/11.30	1	101	7,3	22,8
02/10/14	11.00/11.30	1	98	6,9	21,9
02/10/14	11.00/11.30	1	97	6,8	21,9
02/10/14	11.00/11.30	2	97	6,9	21,9
02/10/14	11.00/11.30	2	97	6,7	21,8
02/10/14	11.00/11.30	2	101	7,4	21,9
02/10/14	11.00/11.30	fondo	97	7	21,8
02/10/14	11.00/11.30	fondo	98	6,8	21,8
02/10/14	11.00/11.30	fondo	100	7,2	21,7
06/10/14	11.00/11.30	1	100	7,1	21,3
06/10/14	11.00/11.30	1	101	7,1	21,4
06/10/14	11.00/11.30	1	97	6,7	21,3
06/10/14	11.00/11.30	2	100	7,1	21,3
06/10/14	11.00/11.30	2	97	6,8	21,3
06/10/14	11.00/11.30	2	99	7	21,2
06/10/14	11.00/11.30	fondo	97	6,9	21,4
06/10/14	11.00/11.30	fondo	97	6,8	21,2
06/10/14	11.00/11.30	fondo	99	6,9	21,4
17/10/14	11.00/11.30	1	97	6,7	20,7
17/10/14	11.00/11.30	1	96	7	19,7
17/10/14	11.00/11.30	1	99	7,1	19,5
17/10/14	11.00/11.30	2	96	6,9	20,4
17/10/14	11.00/11.30	2	98	7,1	19,7
17/10/14	11.00/11.30	2	97	6,9	19,6
17/10/14	11.00/11.30	fondo	93	7	20,1
17/10/14	11.00/11.30	fondo	98	7,1	19,6
17/10/14	11.00/11.30	fondo	98	7,2	19,7
24/10/14	11.00/11.30	1	89	6,7	18
24/10/14	11.00/11.30	1	89	6,9	17,6
24/10/14	11.00/11.30	1	92	7,3	17,1
24/10/14	11.00/11.30	2	90	7	18,1
24/10/14	11.00/11.30	2	90	7,1	17,4
24/10/14	11.00/11.30	2	92	7,3	17
24/10/14	11.00/11.30	fondo	90	7,1	17,8
24/10/14	11.00/11.30	fondo	91	7,2	17,2
24/10/14	11.00/11.30	fondo	88	6,9	16,9
29/10/14	11.00/11.30	1	91	7,3	15,2
29/10/14	11.00/11.30	1	91	7,5	15,6
29/10/14	11.00/11.30	1	91	7,4	15,5
29/10/14	11.00/11.30	2	89	7,3	15,4

DATA	ORA	PROF (m)	% O2	mg/l O2	T °C
29/10/14	11.00/11.30	2	90	7,5	15,3
29/10/14	11.00/11.30	2	90	7,4	15,6
29/10/14	11.00/11.30	fondo	90	7,4	15,1
29/10/14	11.00/11.30	fondo	90	7,6	15,2
29/10/14	11.00/11.30	fondo	89	7,3	15,3
06/11/14	11.00/11.30	1	81	7,1	16,8
06/11/14	11.00/11.30	1	82	7,1	16,6
06/11/14	11.00/11.30	1	82	7,1	16,7
06/11/14	11.00/11.30	2	83	7,2	16,7
06/11/14	11.00/11.30	2	82	7,2	16,7
06/11/14	11.00/11.30	2	81	7,1	16,6
06/11/14	11.00/11.30	fondo	80	7	16,6
06/11/14	11.00/11.30	fondo	80	7	16,6
06/11/14	11.00/11.30	fondo	81	7,1	16,6
13/11/14	11.00/11.30	1	80	6,2	16
13/11/14	11.00/11.30	1	81	6,7	15,8
13/11/14	11.00/11.30	1	78	6,5	16
13/11/14	11.00/11.30	2	78	6,5	15,7
13/11/14	11.00/11.30	2	80	6,7	15,7
13/11/14	11.00/11.30	2	80	6,7	16,1
13/11/14	11.00/11.30	fondo	80	6,6	16
13/11/14	11.00/11.30	fondo	81	6,6	15,9
13/11/14	11.00/11.30	fondo	81	6,6	15,9
20/11/14	11.00/11.30	1	80	6,5	14,9
20/11/14	11.00/11.30	1	79	6,3	14,9
20/11/14	11.00/11.30	1	77	6,2	14,8
20/11/14	11.00/11.30	2	81	6,4	14,8
20/11/14	11.00/11.30	2	79	6,3	14,9
20/11/14	11.00/11.30	2	80	6,3	14,7
20/11/14	11.00/11.30	fondo	79	6,4	14,7
20/11/14	11.00/11.30	fondo	80	6,3	14,6
20/11/14	11.00/11.30	fondo	77	6,2	14,9
27/11/14	11.00/11.30	1	81	6,3	14
27/11/14	11.00/11.30	1	79	6,1	14,3
27/11/14	11.00/11.30	1	80	6,3	14,6
27/11/14	11.00/11.30	2	79	6,2	14,3
27/11/14	11.00/11.30	2	80	6,5	14,5
27/11/14	11.00/11.30	2	78	6,3	14,3
27/11/14	11.00/11.30	fondo	80	6,6	14,2
27/11/14	11.00/11.30	fondo	79	6,5	14,3
27/11/14	11.00/11.30	fondo	78	6,3	14,3
05/12/14	11.00/11.30	1	79	6,1	13,1
05/12/14	11.00/11.30	1	80	6,2	13,2
05/12/14	11.00/11.30	1	79	6,2	13,2
05/12/14	11.00/11.30	2	78	6,1	13
05/12/14	11.00/11.30	2	79	6,1	13,1
05/12/14	11.00/11.30	2	79	6,2	13,2
05/12/14	11.00/11.30	fondo	80	6,2	13
05/12/14	11.00/11.30	fondo	78	6,1	13,1
05/12/14	11.00/11.30	fondo	79	6,1	13
12/12/14	11.00/11.30	1	78	6,1	12,9
12/12/14	11.00/11.30	1	78	6,1	12,7
12/12/14	11.00/11.30	1	79	6,1	12,9
12/12/14	11.00/11.30	2	78	6,2	12,7
12/12/14	11.00/11.30	2	79	6,1	12,6
12/12/14	11.00/11.30	2	79	6,1	12,8

DATA	ORA	PROF (m)	% O2	mg/l O2	T °C
12/12/14	11.00/11.30	fondo	81	6,3	12,7
12/12/14	11.00/11.30	fondo	80	6,2	12,6
12/12/14	11.00/11.30	fondo	79	6,2	12,7
18/12/14	11.00/11.30	1	80	6,2	12,6
18/12/14	11.00/11.30	1	79	6,1	12,5
18/12/14	11.00/11.30	1	79	6,1	12,8
18/12/14	11.00/11.30	2	80	6,1	12,6
18/12/14	11.00/11.30	2	78	6	12,5
18/12/14	11.00/11.30	2	79	6,1	12,7
18/12/14	11.00/11.30	fondo	81	6,1	12,7
18/12/14	11.00/11.30	fondo	81	6,2	12,7
18/12/14	11.00/11.30	fondo	79	6,1	12,7
29/12/14	11.00/11.30	1	78	6,1	12,5
29/12/14	11.00/11.30	1	78	6,2	12,6
29/12/14	11.00/11.30	1	79	6,2	12,6
29/12/14	11.00/11.30	2	79	6,1	12,5
29/12/14	11.00/11.30	2	78	6	12,5
29/12/14	11.00/11.30	2	80	6	12,6
29/12/14	11.00/11.30	fondo	81	6,1	12,6
29/12/14	11.00/11.30	fondo	79	6	12,5
29/12/14	11.00/11.30	fondo	79	6,1	12,5

Dati settimanali di ossigeno rilevati a tre profondità.