



CONSORZIO DEL TICINO

PROGETTO DI SPERIMENTAZIONE DEL DMV SUL FIUME TICINO SUBLACUALE

Rapporto finale
ALLEGATO 3

Approfondimenti ecologici



Febbraio 2016

G · R · A · I · A



CONSULENZA E RICERCA AMBIENTALE
E FFICIA ACCOGLI



CONSORZIO DEL TICINO

PROGETTO DI SPERIMENTAZIONE DEL DMV SUL FIUME TICINO SUBLACUALE

ALLEGATO 3 *Approfondimenti ecologici*

Febbraio 2016

COORDINAMENTO

DORIANA BELLANI (CONSORZIO DEL TICINO)

PROF. GIUSEPPE CROSA (UNIVERSITÀ DELL'INSUBRIA)

DR. GAETANO GENTILI (GRAIA SRL)

AUTORI

DR. ANDREA ROMANÒ

DR.SSA FRANCESCA SALMASO

DR. ANDREA BUCCHINI

DR.SSA STEFANIA COMPARE

G · R · A · I · A



INDICE

1	PREMESSA	2
2	HABITAT E BIODIVERSITÀ NEGLI AMBIENTI LATERALI	4
2.1	AMBIENTE 1	6
2.2	AMBIENTE 2	10
2.3	AMBIENTE 2-BIS	14
2.4	AMBIENTE 3	17
2.5	AMBIENTE 4	22
2.6	AMBIENTE 5	26
2.7	AMBIENTE 6	29
2.8	AMBIENTE 7	30
2.9	AMBIENTE 8	34
2.10	AMBIENTE 9	37
2.11	AMBIENTE 10	39
2.12	AMBIENTE 11	40
2.13	AMBIENTE 12	41
2.14	AMBIENTE 13	44
2.15	AMBIENTE 14	47
2.16	AMBIENTE 15	50
2.17	SINTESI	53
3	LA TEMPERATURA DELL'ACQUA	54
3.1	LA TEMPERATURA DELL'ACQUA RILASCIATA DALLA MIORINA	54
3.2	LA TEMPERATURA DELL'ACQUA A VALLE DELLE DERIVAZIONI	56
3.3	CONCLUSIONI	69
4	BIBLIOGRAFIA	69

1 PREMESSA

Questo documento rappresenta un allegato al *Rapporto Finale del progetto di Sperimentazione del DMV sul Fiume Ticino sublacuale*, suddiviso in due parti.

La prima parte riporta uno studio ecologico dei principali ambienti acquatici laterali al Fiume Ticino, presenti nell'area di indagine della sperimentazione, come richiesto dai decreti di approvazione del secondo triennio di sperimentazione (dgr della Regione Piemonte n. 308 del 13/06/2013; dgr della Regione Lombardia n. 4893 del 07/06/2013).

Gli ambienti acquatici laterali, rispetto all'asta principale dei corsi d'acqua di pianura, sono entità importanti dal punto di vista ecologico: contribuiscono nel definire un mosaico variegato di *habitat* utili alla tutela delle biocenosi acquatiche, in particolare quando sono, almeno per parte dell'anno, idraulicamente connesse con l'asta principale.

La connessione di questi ambienti con il fiume consente infatti l'accesso, da parte della fauna ittica presente nell'asta principale, a zone trofiche e ad aree che possono fungere da *nursery* o rifugio. Inoltre, il collegamento con il fiume è un importante veicolo di dispersione per le piante che crescono in questi ambienti. Infine, tali ambienti sono importanti fasi di scambio di materia organica e nutrienti tra i due comparti.

L'alternanza tra momenti in cui tale connessione è attivata e quelli in cui gli ambienti sono parzialmente isolati dal corso d'acqua principale, garantisce proprio la loro struttura, differente dal corso d'acqua principale e per questo particolarmente importante (Junk *et al.*, 1989).

È quindi prevedibile che la completa connessione di tali ambienti con il fiume non sia attivabile da portate dell'ordine di grandezza del DMV. Se ciò avvenisse, tali ambienti sarebbero da considerarsi semplicemente dei rami fluviali.

L'intento del lavoro qui presentato è quindi quello di descrivere i principali ambienti laterali, presenti nel tratto di interesse per la sperimentazione e di comprenderne l'importanza ecologico-naturalistica per il Ticino. Solo per quegli ambienti che apparissero come rami fluviali, la cui connessione con il fiume potesse essere determinata dal valore di portata di DMV, è stato ritenuto utile un approfondimento per individuare possibili soluzioni in grado di garantire il collegamento.

La seconda parte riporta una caratterizzazione di dettaglio delle caratteristiche termiche del Ticino dalla diga della Miorina a Turbigo, tramite l'analisi di dati raccolti con differenti metodiche nell'intero arco della sperimentazione.

L'Allegato 1 ai decreti di approvazione del secondo triennio di sperimentazione, al punto 8, evidenzia l'importanza di un approfondimento, relativo alla temperatura dell'acqua, per valutare

eventuali effetti della sperimentazione su tale aspetto dell'ecosistema. Tale indicazione derivava dai valori, piuttosto elevati, misurati in alcuni casi per questo parametro durante il periodo estivo, in particolare nelle ore pomeridiane.

Il presente documento è parte integrante del rapporto finale riassuntivo dei due trienni della sperimentazione sul DMV rilasciato nel Fiume Ticino sublacuale.

2 HABITAT E BIODIVERSITÀ NEGLI AMBIENTI LATERALI

Nel tratto di Ticino interessato dalla sperimentazione, sono stati individuati cartograficamente e con immagini satellitari 16 ambienti, di cui 8 in sponda sinistra e altrettanti in sponda destra, rappresentati nella figura seguente ed elencati nella tabella successiva.

Figura 2-1 Localizzazione degli ambienti laterali all'interno dell'area di interesse per la sperimentazione.

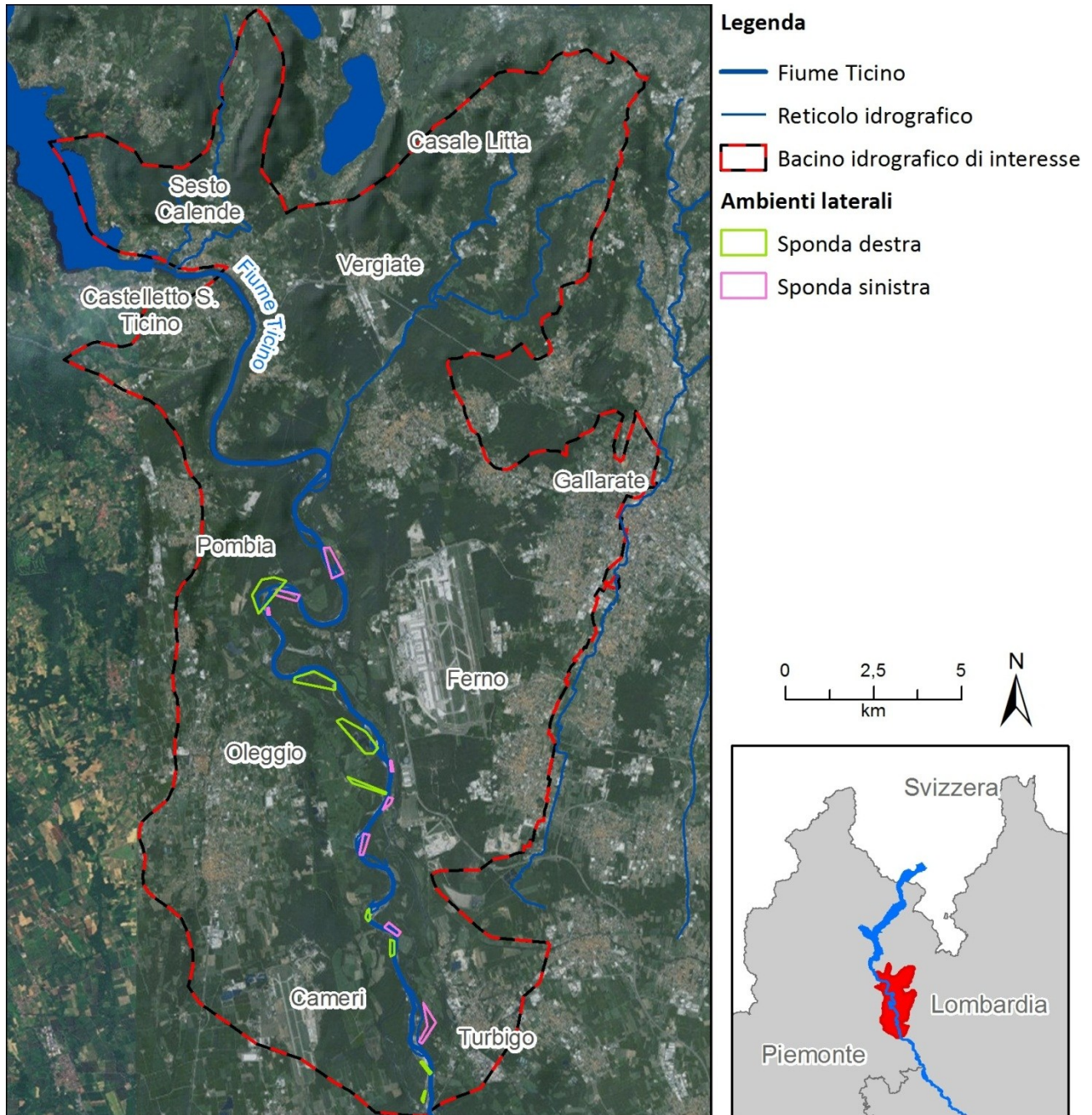


Tabella 2-1 Elenco degli ambienti individuati e localizzazione sintetica.

Codice ambiente	Sponda idrografica	Distanza dal lago (km)
1	sx	10.6
2		14.4
2-bis		15.6
3		22.5
4		23.5
5		24.9
6		28.7
7	31.6	
8	dx	15.1
9		19.0
10		21.5
11		23.3
12		27.9
13		29.2
14		33.0
15		34.0

Durante il secondo triennio, sono stati effettuati sopralluoghi che hanno permesso una prima caratterizzazione di questi 16 ambienti. I sopralluoghi sono stati effettuati in estate sia per poter condurre rilievi della vegetazione, nel momento di massimo sviluppo, sia per valutare lo stato chimico fisico e di connessione degli ambienti con il corso d'acqua principale, nel momento potenzialmente più critico.

Durante le indagini sono stati rilevati i seguenti parametri:

- Coordinate GPS dell'inizio e della fine dell'ambiente (inteso come area bagnata);
- Presenza/assenza di una connessione con il fiume a monte e a valle al momento del rilievo;
- Lunghezza totale, larghezza massima e larghezza minima dell'area bagnata;
- Struttura generale dell'ambiente;
- Presenza, copertura e struttura della vegetazione acquatica;
- Parametri chimico-fisici delle acque.

Di seguito sono descritti nel dettaglio gli ambienti su cui sono stati eseguiti i rilievi. Le caratteristiche indicate sono relative al momento del rilievo e, quindi, potenzialmente influenzati dalle condizioni idriche del corso d'acqua in quel momento. Per questo motivo è riportato il valore di portata presente nel Fiume Ticino nella più vicina sezione di calcolo disponibile.

2.1 AMBIENTE 1

L'ambiente si trova in sponda idrografica sinistra, in comune di Somma Lombardo (VA), in località Maddalena.

2.1.1 STRUTTURA DELL'AMBIENTE

Questo ambiente ha un'estensione notevole, risultando uno dei più grandi tra quelli studiati. Ha caratteristiche principalmente lotiche, anche se la sua struttura è piuttosto diversificata, comprendendo tratti poco profondi, con flusso turbolento su un substrato a ciottoli e massi e tratti più lenticivi, con profondità fino a 1 m e substrato fine. Questa struttura diversificata è legata all'origine dell'ambiente, che nei primi 450 m circa del suo percorso è alimentato da acqua di subalveo, mentre nella parte terminale è mantenuto anche dalla presenza di un'immissione superficiale in sponda sinistra.

La connessione con il Ticino al momento del rilievo (con $Q_{\text{Ticino}} = 100 \text{ m}^3/\text{s}$) era solo parziale, tramite un piccolo ramo bagnato a circa 580 m dall'inizio dell'ambiente. È quindi possibile escludere che la variazione delle portate nell'ambito degli ordini di grandezza del DMV sia in grado di garantire il collegamento. La connessione verso valle è stata invece verificata in più occasioni ed è risultata sempre attiva.

Nella figura seguente è rappresentata la forma dell'area bagnata dell'ambiente; la tabella successiva riassume le caratteristiche strutturali dell'ambiente.

Figura 2-2 Mappa del tratto bagnato all'interno dell'ambiente laterale al momento del rilievo.

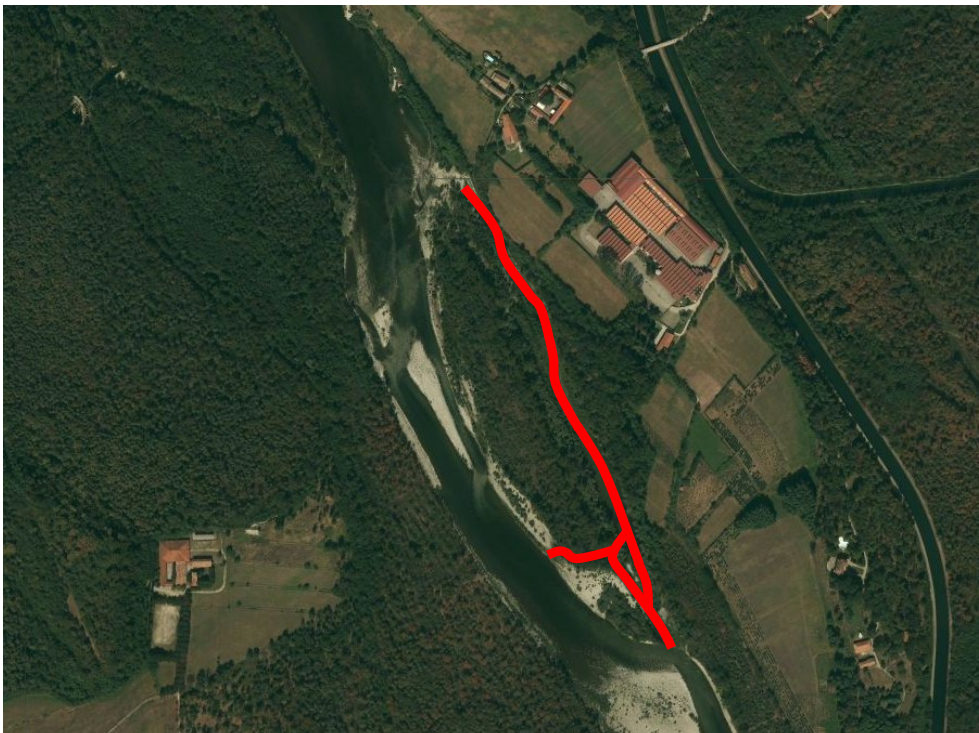


Tabella 2-2 Struttura e dimensioni dell'ambiente al momento del rilievo (24/06/2011).

Connessione col fiume a monte	Parziale
Connessione col fiume a valle	Sì
Lunghezza (m)	800
Larghezza max (m)	35
Larghezza min (m)	1.5
Portata Fiume Ticino (m³/s)	100

Figura 2-3 L'Ambiente 1 dalla sua origine alla confluenza nel Fiume Ticino.



2.1.2 CARATTERIZZAZIONE ECOLOGICA DELL'AMBIENTE

I parametri chimico-fisici delle acque sono stati misurati nella parte iniziale dell'ambiente e, contestualmente, nel Ticino, come termine di confronto.

Figura 2-4 Ambiente 1, con l'indicazione del punto di misura dei parametri chimico-fisici.



La temperatura dell'acqua e la concentrazione di ossigeno, sono più basse di quelle del fiume, con valori che possono essere considerati intermedi tra quelli di acque di falda e quelli di acque superficiali. Allo stesso modo, la conducibilità dell'acqua è lievemente superiore rispetto a quella del fiume. Queste caratteristiche confermano l'origine da subalveo dell'ambiente, già evidenziabile visivamente.

Tabella 2-3 Dati relativi ai parametri chimici e fisici delle acque nell'Ambiente 1. In grigio è evidenziata la misura eseguita contestualmente nel Fiume Ticino.

	O ₂ (%)	O ₂ (mg/l)	pH	Conducibilità (µS/cm)	T acqua (°C)	ora
Punto A	111.4	9.92	8.23	158.5	20.3	15:30
Punto B	64.5	5.92	7.05	196.1	18.8	15:45

La vegetazione acquatica è piuttosto abbondante e diversificata. È stata rilevata una copertura del 50% circa dell'alveo bagnato a livello medio, anche se esiste una buona variabilità tra le diverse zone dell'ambiente. La ricchezza in specie è piuttosto elevata, ma sono state rinvenute numerose specie alloctone (v. tabella seguente). L'ambiente è inoltre circondato da una folla vegetazione riparia, composta principalmente da salici, ontani e pioppi.

Tabella 2-4 Specie di macrofite acquatiche rinvenute nell'Ambiente 1. In grigio sono evidenziate le specie alloctone.

Gruppo	Genere / specie
FANEROGAME	<i>Apium nodiflorum</i>
FANEROGAME	<i>Commelina communis</i>
FANEROGAME	<i>Elodea densa</i>
FANEROGAME	<i>Eupatorium cannabinum</i>
FANEROGAME	<i>Impatiens balfouri</i>
FANEROGAME	<i>Iris pseudacorus</i>
FANEROGAME	<i>Lagarosiphon major</i>
FANEROGAME	<i>Lemna minor</i>
FANEROGAME	<i>Lysimachia vulgaris</i>
FANEROGAME	<i>Lythrum salicaria</i>
FANEROGAME	<i>Myosotis scorpioides</i>
FANEROGAME	<i>Myriophyllum sp.</i>
FANEROGAME	<i>Nasturtium officinale</i>
FANEROGAME	<i>Oxalis dillenii</i>
FANEROGAME	<i>Phalaris arundinacea</i>
FANEROGAME	<i>Polygonum sp.</i>
FANEROGAME	<i>Ranunculus fluitans</i>
FANEROGAME	<i>Ranunculus trichophyllus</i>
FANEROGAME	<i>Reynoutria japonica</i>
FANEROGAME	<i>Solanum dulcamara</i>
FANEROGAME	<i>Veronica anagallis-aquatica</i>
BRIOFITE	<i>Fontinalis antipyretica</i>

2.2 AMBIENTE 2

L'ambiente si trova in sponda idrografica sinistra, in comune di Vizzola Ticino (VA), in località Castelnovate.

2.2.1 STRUTTURA DELL'AMBIENTE

Questo ambiente appare come un ramo secondario del Ticino, che, al momento del rilievo, era alimentato dalle acque del fiume per filtrazione attraverso l'alveo ciottoloso, mentre la connessione superficiale era presente solo verso valle. Di conseguenza, a livello superficiale, l'ambiente era costituito da più tratti, probabilmente in connessione tra loro nel subalveo. Tutti i tratti erano caratterizzati da profondità limitate e acqua non ferma.

Figura 2-5 Mappa del tratto bagnato all'interno dell'ambiente laterale al momento del rilievo.



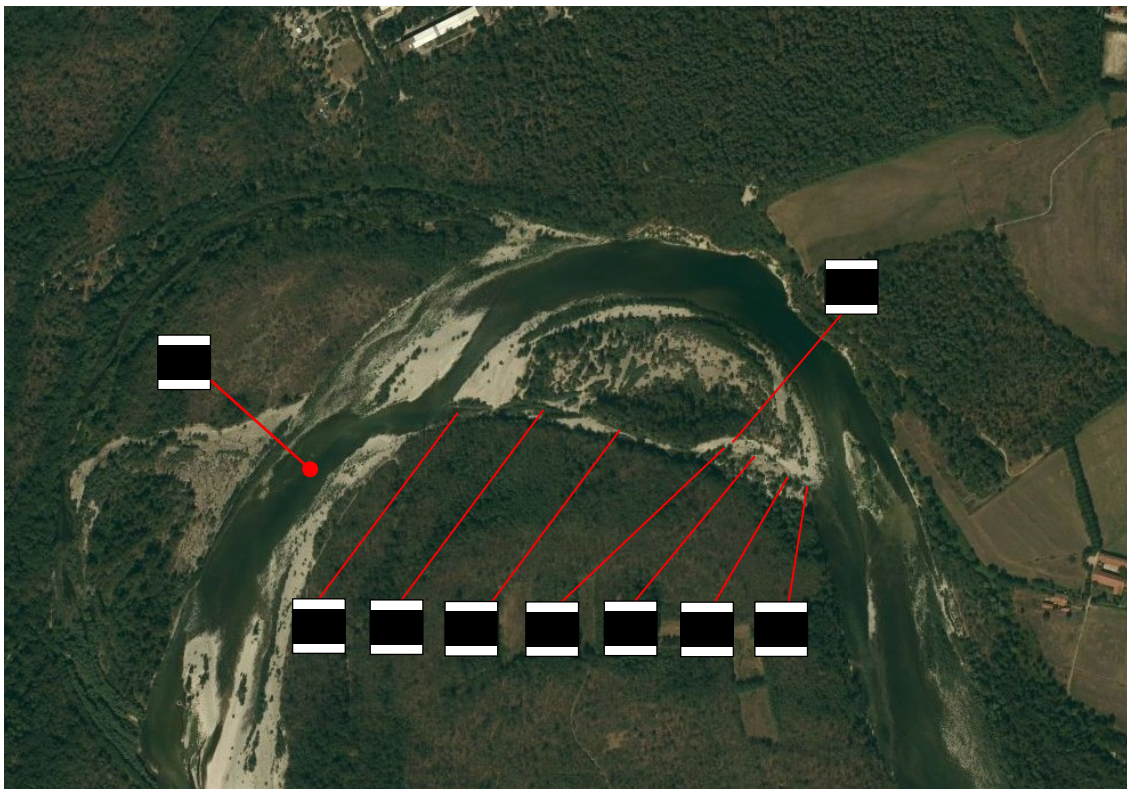
Tabella 2-5 Struttura e dimensioni dell'ambiente al momento del rilievo (31/08/2015).

Connessione col fiume a monte	Subalveo
Connessione col fiume a valle	Sì
Lunghezza (m)	550
Lunghezza tot aree bagnate (m)	380
Larghezza max (m)	21
Larghezza min (m)	1.5
Portata Fiume Ticino (m ³ /s)	17

2.2.2 CARATTERIZZAZIONE ECOLOGICA DELL'AMBIENTE

I parametri chimico-fisici delle acque sono stati misurati in diversi punti all'interno dell'ambiente e, contestualmente, nel Ticino, come termine di confronto.

Figura 2-6 Ambiente 2, con l'indicazione dei punti di misura dei parametri chimico-fisici.



L'elevata temperatura dell'acqua in tutti i punti di misura (compresi quelli in cui era visibile l'acqua sgorgare tra i ciottoli) conferma l'origine per filtrazione dal Ticino e non da acque profonde, che sono normalmente caratterizzate da temperature più basse. Anche la conducibilità elettrica è comparabile con quella del fiume. Per quanto riguarda l'ossigeno è interessante osservare come, nel punto di misura più a monte (B), posto a pochissimi metri di distanza dal fiume, la concentrazione è elevata (a saturazione); pochi metri più a valle (~35 m, nel punto C), la bassa velocità di corrente unita alle elevate temperature, riduce già notevolmente la concentrazione.

Tabella 2-6 Dati relativi ai parametri chimici e fisici delle acque nell'Ambiente 2 (31/08/2015). In grigio sono evidenziate le misure eseguite contestualmente nel Fiume Ticino.

	O ₂ (%)	O ₂ (mg/l)	pH	Conducibilità (µS/cm)	T acqua (°C)	ora
Punto A	87.6	7.37	8.09	143	22.73	10:40
Punto B	105	8.71	8.73	152	23.65	12:25
Punto C	67	5.47	8.54	155	24.37	12:30
Punto D	33	2.8	7.32	153	22.3	12:00
Punto E	72.9	6.11	7.58	158	23.4	11:55
Punto F	30.2	2.62	7.36	153	20.96	11:50
Punto G	33.7	2.84	7.57	157	22.54	11:25
Punto H	88.4	7.38	7.61	161	23.2	11:10
Punto I	101	8.5	7.78	159	23.2	11:00

Nonostante la temperatura relativamente elevata e il deficit di ossigeno, all'interno dell'ambiente (in particolare nelle pozze più a monte) sono stati osservati avannotti e giovani di cavedano, oltre a un'abbondante comunità di invertebrati (prevalentemente gasteropodi del genere *Physa*). L'ambiente ospita inoltre numerosi anfibi.

Figura 2-7 L'Ambiente 2 dalla sua origine alla confluenza nel Fiume Ticino.



La vegetazione acquatica è composta da un buon numero di *taxa*, anche se la copertura dell'alveo bagnato (circa 20%) è quasi completamente ascrivibile ad alghe del genere *Spirogyra*.

Tabella 2-7 Specie di macrofite acquatiche rinvenute nell'Ambiente 2. In grigio sono evidenziate le specie alloctone.

Gruppo	Genere / specie
ALGHE	<i>Cladophora</i> sp.
ALGHE	<i>Spirogyra</i> sp.
ALGHE	<i>Zygnema</i> sp.
FANEROGAME	<i>Elodea densa</i>
FANEROGAME	<i>Cyperus microiria</i>
FANEROGAME	<i>Lythrum salicaria</i>
FANEROGAME	<i>Nasturtium officinale</i>
FANEROGAME	<i>Polygonum persicaria</i>
FANEROGAME	<i>Ranunculus fluitans</i>
FANEROGAME	<i>Reynoutria japonica</i>
FANEROGAME	<i>Rorippa amphibia</i>
FANEROGAME	<i>Solanum nigrum</i>
FANEROGAME	<i>Vallisneria spiralis</i>
FANEROGAME	<i>Veronica anagallis-aquatica</i>

2.2.3 CONNESSIONE CON L'ASTA PRINCIPALE

Quest'ambiente è posizionato nella parte interna di una curva del fiume. L'interno delle curve è caratterizzato da velocità di corrente limitata e conseguentemente da fenomeni di sedimentazione, che, nel caso in questione, hanno generato un accumulo di materiale all'inizio dell'ambiente laterale, impedendo di fatto l'accesso superficiale dell'acqua del fiume.

Figura 2-8 Materiale accumulato alla testa dell'ambiente laterale, che impedisce l'accesso superficiale dell'acqua dal fiume.



L'ambiente in questione è quindi da considerarsi come un ramo fluviale in progressivo abbandono per via della naturale evoluzione del fiume, che porta all'accentuarsi delle curve.

Per mantenere la connessione superficiale dell'ambiente laterale con il corso d'acqua principale, quindi, sarebbe necessario un intervento di rimozione del materiale accumulato alla testa dell'ambiente, che attualmente impedisce l'accesso dell'acqua. Tuttavia, tale soluzione sarebbe inefficace sul lungo termine. Inoltre, una suddivisione del flusso in due rami, soprattutto in condizioni di bassa portata, porterebbe alla riduzione dei tiranti idrici, potenzialmente riducendo la qualità dell'ambiente acquatico di quello che attualmente è il ramo principale.

2.3 AMBIENTE 2-BIS

L'ambiente si trova in sponda idrografica sinistra, in comune di Vizzola Ticino (VA), in località Castelnovate.

2.3.1 STRUTTURA DELL'AMBIENTE

L'ambiente, al momento del rilievo, era composto da due pozze di piccole dimensioni (lunghe 10 m e 70 m circa), con profondità limitata (profondità media ~ 40 cm) e acque quasi ferme. Essendo collocato in un'area in cui l'alveo fluviale ha ampia possibilità di spostamento, è possibile che questo ambiente, al pari del precedente, rappresenti un piccolo ramo del Ticino che si connette superficialmente con l'alveo principale in condizioni di portata elevata, mentre normalmente è mantenuto attivo solo dalla filtrazione di acqua dal fiume attraverso il substrato ciottoloso. A differenza dell'ambiente precedente, al momento del rilievo questo non era connesso con il fiume né a monte, né a valle.

Figura 2-9 Mappa del tratto bagnato all'interno dell'ambiente laterale al momento del rilievo.



Tabella 2-8 Struttura e dimensioni dell'ambiente al momento del rilievo (31/08/2015).

Connessione col fiume a monte	subalveo
Connessione col fiume a valle	No
Lunghezza (m)	180
Lunghezza tot aree bagnate (m)	80
Larghezza max (m)	11
Larghezza min (m)	1.5
Portata Fiume Ticino (m ³ /s)	17

2.3.2 CARATTERIZZAZIONE ECOLOGICA DELL'AMBIENTE

La misura dei parametri chimico-fisici delle acque, in due diversi punti all'interno dell'ambiente, conferma l'ipotesi che questo sia alimentato dal Ticino tramite acqua di filtrazione. La concentrazione di ossigeno disciolto, all'interno dell'ambiente, è risultata infatti molto bassa, mentre la temperatura e la conducibilità elettrica sono comparabili con quelle misurate contestualmente nel Ticino. La concentrazione di ossigeno è particolarmente bassa in corrispondenza del punto B (figura seguente), in cui l'acqua emerge tra i sassi, mentre aumenta scorrendo verso valle per effetto dello scambio con l'atmosfera.

Figura 2-10 Ambiente 2-bis, con l'indicazione dei punti di misura dei parametri chimico-fisici.

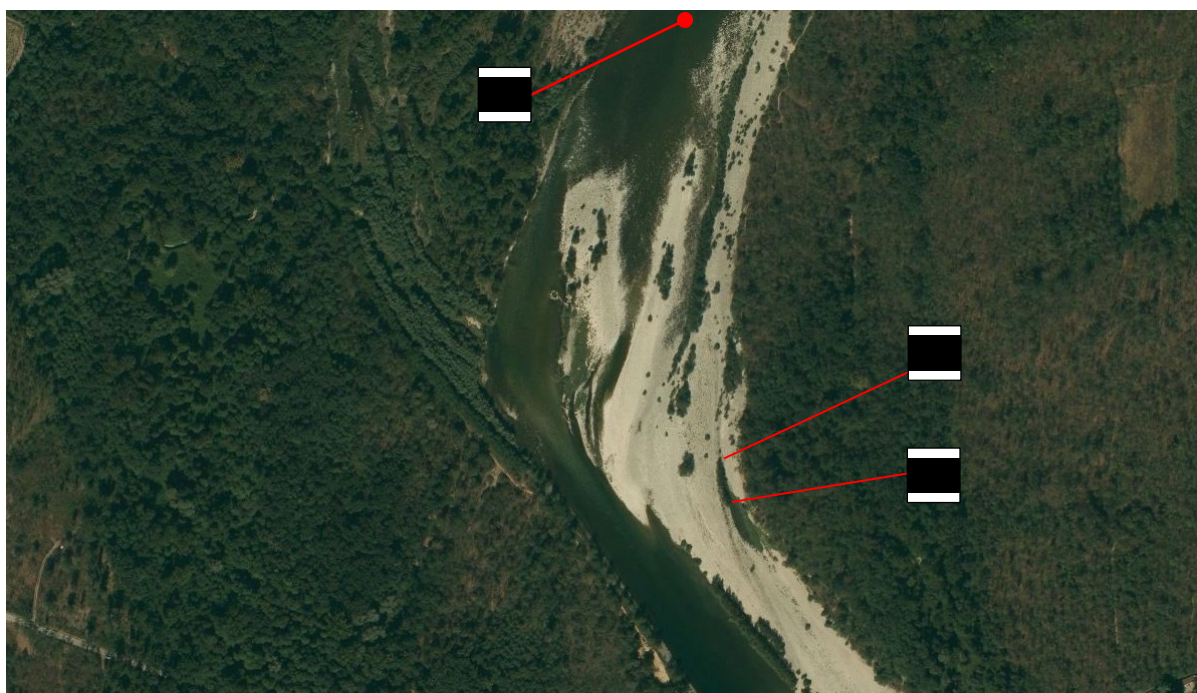


Tabella 2-9 Dati relativi ai parametri chimici e fisici delle acque nell'Ambiente 2-bis (31/08/2015). In grigio sono evidenziate le misure eseguite contestualmente nel Fiume Ticino.

	O ₂ (%)	O ₂ (mg/l)	pH	Conducibilità (μS/cm)	T acqua (°C)	ora
Punto A	87,6	7,37	8,09	143	22,73	10:40
Punto B	27,8	2,39	7,09	149	23,34	09:15
Punto C	53,8	5,12	7,09	142	22,83	09:30

Proprio per la natura temporanea e le dimensioni limitate, l'ambiente si presenta povero di vegetazione acquatica, con una copertura dell'alveo bagnato prossima allo zero e la presenza di due soli *taxa* (le alghe *Cladophora* sp. e *Spirogyra* sp.). Anche l'area circostante le pozze è prevalentemente priva di vegetazione.

Tabella 2-10 Specie di macrofite acquatiche rinvenute nell'Ambiente 2-bis.

Gruppo	Genere / specie
ALGHE	<i>Cladophora</i> sp.
ALGHE	<i>Spirogyra</i> sp.

Figura 2-11 L'Ambiente 2-bis dalla sua origine alla fine.



La presenza di avannotti nella più piccola delle due pozze testimonia la recente connessione superficiale dell'ambiente con il Ticino.

2.4 AMBIENTE 3

L'ambiente si trova in sponda idrografica sinistra, in comune di Lonate Pozzolo (VA), a monte del ponte.

2.4.1 STRUTTURA DELL'AMBIENTE

L'ambiente, al momento del rilievo, era composto da due tratti ad acqua corrente: il primo, largo ~1m, dopo ~50m si infiltrava per scomparire, mentre il secondo, di maggiori dimensioni (lungo ~150m e largo ~3m) scorreva fino ad immettersi nel Ticino. L'ambiente è alimentato da acqua derivante da alcune piccole sorgenti, visibili in più punti. Cartograficamente è possibile individuare un percorso che collega l'ambiente con il Fiume Ticino, sia verso monte sia verso valle, tuttavia, al momento del rilievo, la connessione superficiale a monte era assente. Poiché la portata rilasciata presso lo sbarramento del Panperduto, nel giorno del rilievo, era superiore al DMV idrologico (31 m³/s), è possibile affermare che quest'ambiente entra in connessione superficiale con il Ticino solo in condizioni di portate superiori. Questa situazione è stata peraltro osservata direttamente in quanto l'ambiente si trova nelle immediate vicinanze del tratto di monitoraggio della sperimentazione TIC3.

Figura 2-12 Mappa del tratto bagnato all'interno dell'ambiente laterale al momento del rilievo.



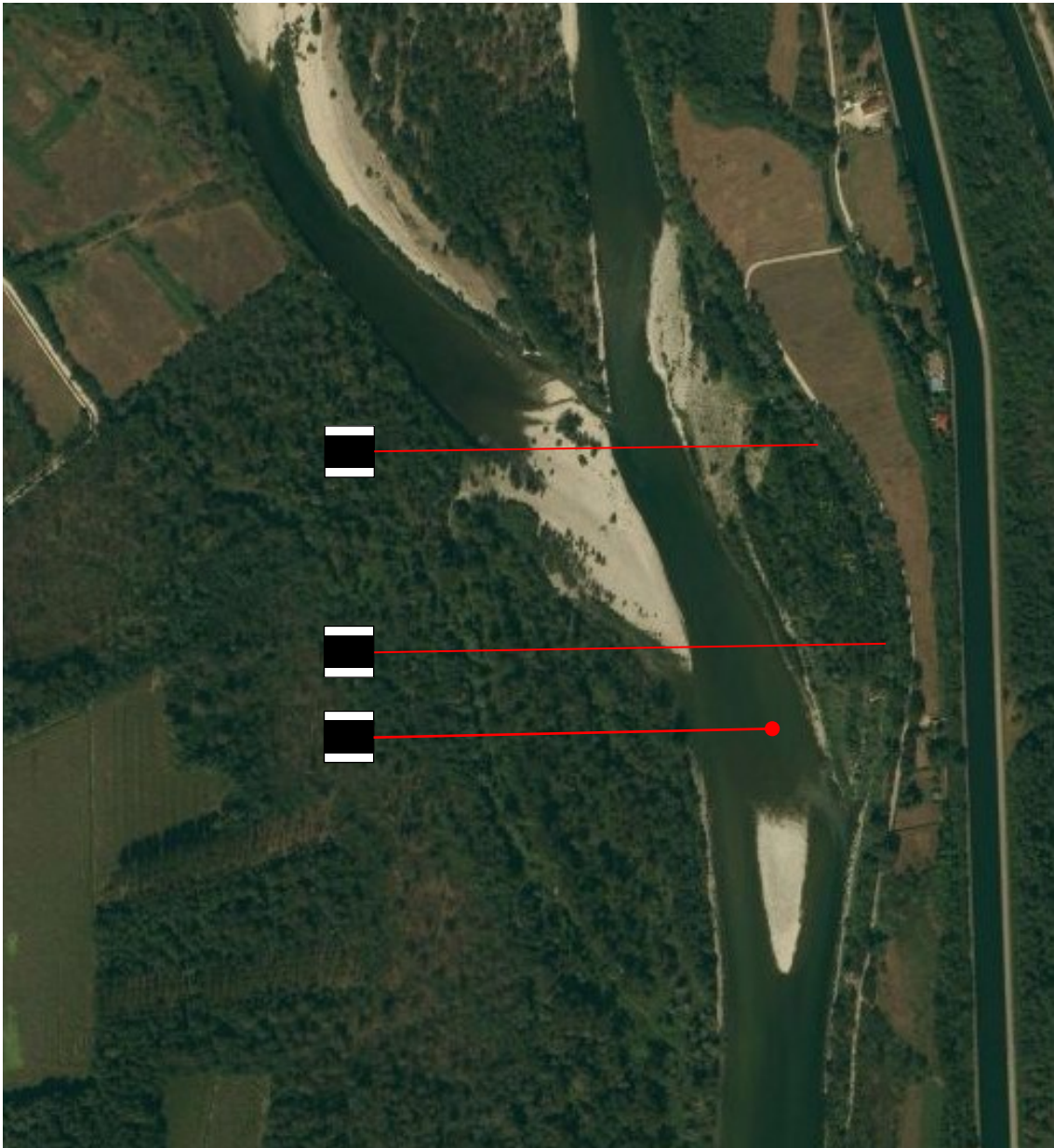
Tabella 2-11 Struttura e dimensioni dell'ambiente al momento del rilievo (25/09/2014)

Connessione col fiume a monte	subalveo
Connessione col fiume a valle	Si
Lunghezza (m)	280
Lunghezza tot aree bagnate (m)	200
Larghezza max (m)	8
Larghezza min (m)	0.5
Portata Fiume Ticino (m³/s)	37.5

2.4.2 CARATTERIZZAZIONE ECOLOGICA DELL'AMBIENTE

All'interno dell'ambiente sono state effettuate misure dei parametri chimico-fisici in due diversi punti: uno all'interno del primo tratto bagnato e uno all'interno del secondo (indicati rispettivamente con B e C nella mappa e nella tabella seguenti). Il punto C, in particolare, è stato scelto perché vicino ad una delle sorgenti che alimentano l'ambiente. Contestualmente, è stata anche effettuata una misura all'interno del Fiume Ticino, come termine di confronto.

Figura 2-13 Ambiente 3, con l'indicazione dei punti di misura dei parametri chimico-fisici.



I parametri misurati confermano l'origine prevalente da falda dell'ambiente: la temperatura dell'acqua e la concentrazione di ossigeno al suo interno (ed in particolare nei pressi della sorgente) sono notevolmente più basse di quelle nel Fiume Ticino, mentre la conducibilità è notevolmente maggiore (caratteristiche tipiche delle acque sotterranee).

Tabella 2-12 Dati relativi ai parametri chimici e fisici delle acque nell'Ambiente 3 (25/09/2014). In grigio sono evidenziate le misure eseguite contestualmente nel Fiume Ticino.

	O ₂ (%)	O ₂ (mg/l)	pH	Conducibilità (µS/cm)	T acqua (°C)	ora
Punto A	101	9,02	7,91	161	19,20	12:45
Punto B	76,7	7,43	7,16	268	14,97	12:25
Punto C	24,7	2,46	7,04	371	13,83	12:10

L'ambiente si presenta ricco di vegetazione, che copre il 20% dell'area bagnata. La comunità macrofitica è composta sia da idrofite natanti (es. *Callitriche* sp.) e radicanti (es. *Elodea* sp.), sia da elofite (es. *Mentha aquatica*). La presenza delle idrofite testimonia la non provvisorietà dell'ambiente, mentre *Callitriche* è indice di acque fresche.

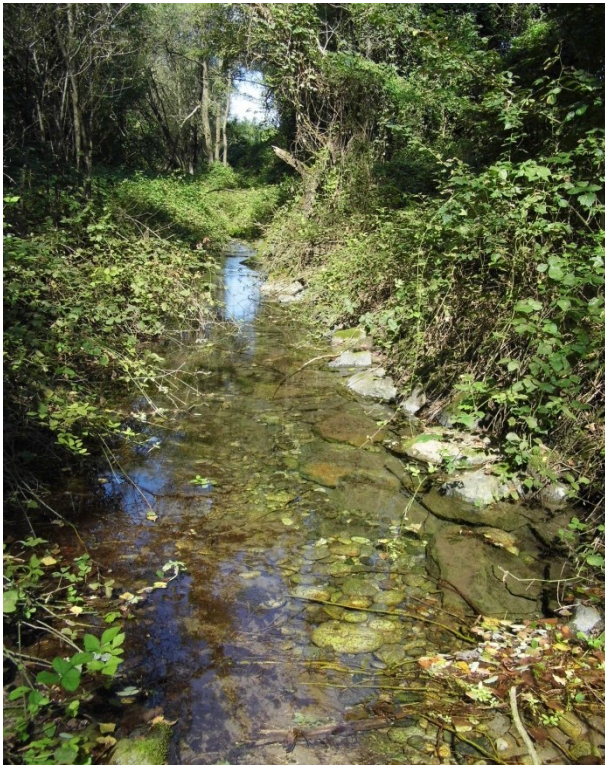
Anche la vegetazione spondale è ben sviluppata.

Tabella 2-13 Specie di macrofite acquatiche rinvenute nell'Ambiente 3. In grigio sono evidenziate le specie alloctone.

Gruppo	Genere / specie
FANEROGAME	<i>Apium nodiflorum</i>
FANEROGAME	<i>Callitriche</i> sp.
FANEROGAME	<i>Callitriche stagnalis</i>
FANEROGAME	<i>Carex</i> sp.
FANEROGAME	<i>Elodea canadensis</i>
FANEROGAME	<i>Elodea densa</i>
FANEROGAME	<i>Lagarosiphon major</i>
FANEROGAME	<i>Lythrum salicaria</i>
FANEROGAME	<i>Mentha aquatica</i>
FANEROGAME	<i>Nasturtium officinale</i>
FANEROGAME	<i>Rumex</i> sp.
FANEROGAME	<i>Veronica anagallis-aquatica</i>

L'area, in cui questo ambiente si immette nel Ticino, è particolarmente interessante per la fauna ittica, come è stato osservato durante i censimenti nel corso della sperimentazione, per via delle acque fresche provenienti dall'ambiente laterale, dell'abbondante e ricca vegetazione acquatica e della presenza di rifugi, favorita dalla massicciata artificiale che limita la sponda del Ticino.

Figura 2-14 L'Ambiente 3 dalla sua origine alla confluenza nel Fiume Ticino.



2.5 AMBIENTE 4

L'ambiente si trova in sponda idrografica sinistra, in comune di Lonate Pozzolo (VA), poco a valle del ponte.

2.5.1 STRUTTURA DELL'AMBIENTE

L'ambiente è composto da due rami distinti: uno, più vicino al fiume, è un ramo fluviale che al momento del rilievo era connesso con l'alveo principale verso valle, mentre verso monte si connette con portate superiori; l'altro ha origine da uno scarico del canale industriale e si immette nel Fiume Ticino in prossimità dell'altro ramo.

Figura 2-15 Mappa del tratto bagnato all'interno dell'ambiente laterale al momento del rilievo.



Tabella 2-14 Struttura e dimensioni dell'ambiente al momento del rilievo (2/10/2014)

Connessione col fiume a monte	Parziale
Connessione col fiume a valle	Sì
Lunghezza ramo dx (m)	190
Lunghezza ramo sx (m)	180
Larghezza max (m)	18
Larghezza min (m)	3
Portata Fiume Ticino (m ³ /s)	33.7

Il ramo di destra è ampio e profondo, ma con acque ferme e di scarso interesse naturalistico. Non è peraltro possibile ipotizzarne la connessione con il Ticino a monte con portate dell'ordine di grandezza del DMV, in quanto al momento del rilievo (con una portata rilasciata al Panperduto superiore al DMV idrologico) l'ambiente era privo di connessione.

Il ramo di sinistra, invece, per quanto non di origine naturale, ha una morfologia e una vegetazione interessanti. Nel prossimo capitolo sarà quindi trattato unicamente questo ramo.

Figura 2-16 Il ramo destro dell'Ambiente 4 e la confluenza dei due rami nel Fiume Ticino.

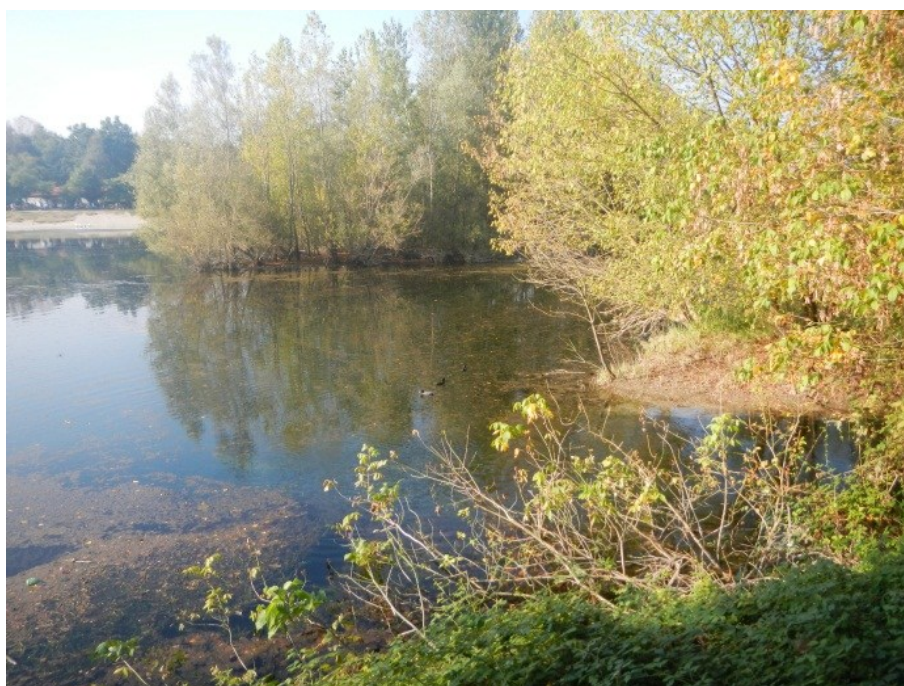
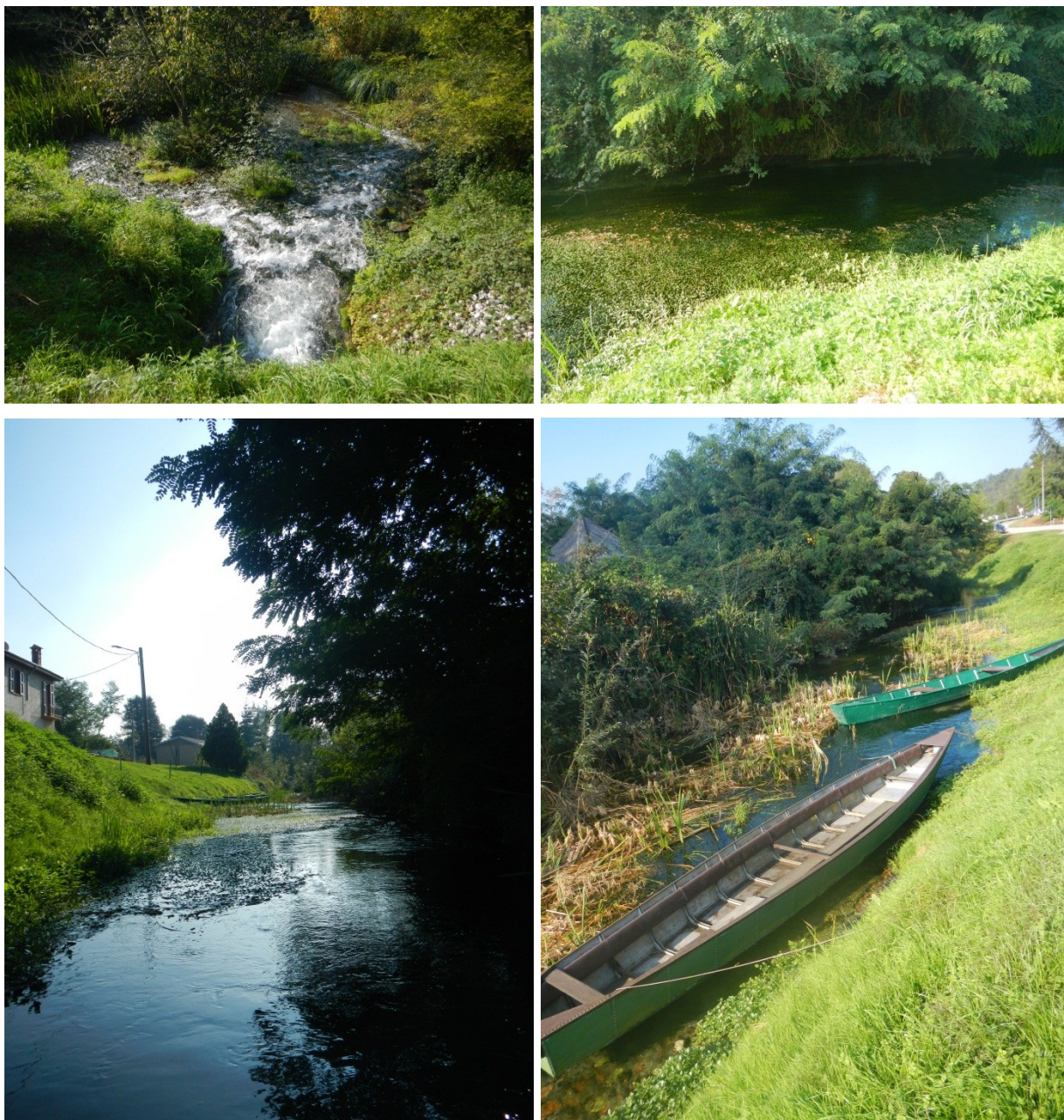


Figura 2-17 Il ramo sinistro dell'Ambiente 4.



2.5.2 CARATTERIZZAZIONE ECOLOGICA DELL'AMBIENTE

Le acque nel ramo sinistro dell'ambiente sono risultate fresche e ben ossigenate.

Tabella 2-15 Dati relativi ai parametri chimici e fisici delle acque nell'Ambiente 4 (2/10/2014).

	O₂ (%)	O₂ (mg/l)	pH	T acqua (°C)	ora
Punto A	98,2	8,85	7,8	18,58	15:30

Figura 2-18 Ambiente 4, con l'indicazione del punto di misura dei parametri chimico-fisici.



La vegetazione acquatica è abbondante (copertura dell'alveo bagnato: 70%) e ricca di specie di fanerogame, sia idrofite sia elofite. Come copertura, dominano le idrofite, in particolare l'esotica *Lagarosyphon major*.

Tabella 2-16 Specie di macrofite acquatiche rinvenute nell'Ambiente 4. In grigio sono evidenziate le specie alloctone.

Gruppo	Genere / specie
FANEROGAME	<i>Apium nodiflorum</i>
FANEROGAME	Bambuseae
FANEROGAME	<i>Elodea canadensis</i>
FANEROGAME	<i>Iris pseudacorus</i>
FANEROGAME	<i>Lagarosyphon major</i>
FANEROGAME	<i>Mentha aquatica</i>
FANEROGAME	<i>Myosotis scorpioides</i>
FANEROGAME	<i>Nasturtium officinale</i>
FANEROGAME	<i>Polygonum hydropiper</i>
FANEROGAME	<i>Potamogeton crispus</i>
FANEROGAME	<i>Ranunculus fluitans</i>
FANEROGAME	<i>Rorippa amphibia</i>
FANEROGAME	<i>Solanum dulcamara</i>
FANEROGAME	<i>Sparganium erectum</i>
FANEROGAME	<i>Vallisneria spiralis</i>
FANEROGAME	<i>Veronica anagallis-aquatica</i>
FANEROGAME	<i>Veronica beccabunga</i>
MUSCHI	<i>Fontinalis antipyretica</i>

2.6 AMBIENTE 5

L'ambiente si trova in sponda idrografica sinistra, in comune di Lonate Pozzolo (VA), circa 1.5 km a valle del ponte.

2.6.1 STRUTTURA DELL'AMBIENTE

L'ambiente è caratterizzato da una lunga pozza di profondità limitata. Al momento del rilievo (portata rilasciata presso il Panperduto superiore al DMV idrologico) la connessione superficiale con il corso principale del Ticino era assente sia a monte che a valle e l'acqua all'interno dell'ambiente era quasi ferma.

L'ambiente è probabilmente un residuo di un ramo fluviale, che si attiva solo con portate particolarmente elevate, come si può intuire dalla conformazione dell'alveo in questa zona, con una ampia spiaggia sulla sponda sinistra.

Figura 2-19 Mappa del tratto bagnato all'interno dell'ambiente laterale al momento del rilievo.



Tabella 2-17 Struttura e dimensioni dell'ambiente al momento del rilievo (2/10/2014)

Connessione col fiume a monte	No
Connessione col fiume a valle	No
Lunghezza (m)	131
Larghezza max (m)	15
Larghezza min (m)	2
Portata Fiume Ticino (m ³ /s)	33.7

2.6.2 CARATTERIZZAZIONE ECOLOGICA DELL'AMBIENTE

Al momento del rilievo è stata effettuata la misura dei parametri chimico fisici delle acque al centro dell'ambiente e, contestualmente, nel Fiume Ticino. I valori di temperatura e ossigeno all'interno dell'ambiente sono risultati inferiori a quelli relativi al fiume e tali da far supporre un'origine per filtrazione dell'acqua del fiume dal subalveo.

Figura 2-20 Ambiente 5, con l'indicazione del punto di misura dei parametri chimico-fisici.



Tabella 2-18 Dati relativi ai parametri chimici e fisici delle acque nell'Ambiente 5 (2/10/2014). In grigio sono evidenziate le misure eseguite contestualmente nel Fiume Ticino.

	O ₂ (%)	O ₂ (mg/l)	pH	T acqua (°C)	ora
Punto A	112	9,92	7,7	19,22	11:35
Punto B	78,6	7,19	6,8	17,18	10:47

Dal punto di vista floristico l'ambiente si presenta quasi privo di vegetazione acquatica (copertura dell'alveo bagnato <5%), con diverse specie, ognuna però presente con uno o pochi individui. Attorno all'ambiente è presente una sviluppata vegetazione, arborea, arbustiva ed erbacea.

Figura 2-21 L'Ambiente 5 (vista verso monte e verso valle).



Tabella 2-19 Specie di macrofite acquatiche rinvenute nell'Ambiente 5. In grigio sono evidenziate le specie alloctone.

Gruppo	Genere / specie
FANEROGAME	<i>Callitriche</i> sp.
FANEROGAME	<i>Carex</i> sp.
FANEROGAME	<i>Elodea densa</i>
FANEROGAME	<i>Lagarosyphon major</i>
FANEROGAME	<i>Lythrum salicaria</i>
FANEROGAME	<i>Myosotis scorpioides</i>
FANEROGAME	<i>Rorippa amphibia</i>
FANEROGAME	<i>Sparganium</i> sp.

All'interno dell'ambiente sono stati osservati numerosi avannotti ed anfibi. La presenza degli avannotti e la conformazione dell'area tra la parte terminale dell'ambiente e il Ticino, fa supporre che la connessione superficiale con il fiume, verso valle, possa avvenire più frequentemente di quanto non avvenga la connessione verso monte.

2.7 AMBIENTE 6

L'ambiente si trova in sponda idrografica sinistra, in comune di Nosate (MI), circa 1.5 km a monte della filarola del naviglio Langosco.

Dalle immagini satellitari appare come un ramo del fiume non attivo in condizioni medie di portata. La struttura dell'ambiente circostante (presenza del canale Marinone e di una densissima vegetazione) ha impedito di raggiungere l'area di interesse e di eseguire un rilievo in analogia con gli altri ambienti. Nella mappa che segue è mostrato un ingrandimento dell'ambiente.

Figura 2-22 Mappa dell'ambiente laterale.



2.8 AMBIENTE 7

L'ambiente si trova in sponda idrografica sinistra, in comune di Turbigo (MI), località Tre Salti.

2.8.1 STRUTTURA DELL'AMBIENTE

L'ambiente si sviluppa su un percorso lungo più di un chilometro, senza interruzioni dell'area bagnata e molto diversificato dal punto di vista idraulico-morfologico. Si tratta quindi del più esteso tra quelli studiati in sponda lombarda. Nella parte iniziale ha un'ampiezza di circa 10-20 m, che si allarga poi notevolmente creando un'area lacustrizzata con ampiezza di circa 50 m e profondità maggiore di 1 m, lunga quasi 500 m. In quest'area l'acqua scorre lentamente, mentre a valle di questa zona si alternano raschi e piccole pozze a lento scorrimento. Al termine del suo corso, l'ambiente si immette nel Ticino all'altezza dello scaricatore Tre Salti.

Le acque che costituiscono questo ambiente derivano in parte dal canale Regresso, in parte, per filtrazione, dal Fiume Ticino.

Il tratto su cui è stato eseguito il rilievo è quello relativo ai 790 m terminali.

Figura 2-23 Mappa del tratto bagnato all'interno dell'ambiente laterale al momento del rilievo. La linea continua indica il tratto su cui è stato eseguito il rilievo.



Tabella 2-20 Struttura e dimensioni dell'ambiente al momento del rilievo (31/08/2015)

Connessione col fiume a monte	no
Connessione col fiume a valle	Sì
Lunghezza (m)	1200
Lunghezza tratto rilevato	790
Larghezza max (m)	34
Larghezza min (m)	5
Portata Fiume Ticino (m ³ /s)	8

Figura 2-24 L'Ambiente 7 dall'inizio dell'area rilevata alla confluenza nel Fiume Ticino.



2.8.2 CARATTERIZZAZIONE ECOLOGICA DELL'AMBIENTE

Al momento del rilievo sono state effettuate misure dei parametri chimico-fisici in tre punti lungo il tratto rilevato, mostrati nella mappa seguente.

Figura 2-25 Ambiente 7, con l'indicazione del punto di misura dei parametri chimico-fisici.



I parametri hanno assunto valori simili in tutti i punti di misura e comparabili con quelli che generalmente sono misurati all'interno del Ticino, confermando l'origine di questo ambiente da acque superficiali del sistema Ticino-Regresso.

Tabella 2-21 Dati relativi ai parametri chimici e fisici delle acque nell'Ambiente 7 (31/08/2015).

	O ₂ (%)	O ₂ (mg/l)	pH	Conducibilità (µS/cm)	T acqua (°C)	ora
Punto A	101,0	8,57	8,85	273	22,70	14:30
Punto B	98,1	8,28	8,37	272	22,79	15:00
Punto C	98,8	8,32	8,31	267	23,05	15:30

L'ambiente è ricco di vegetazione: sono stati individuati ben 33 *taxa*, principalmente appartenenti al gruppo delle fanerogame. La copertura dell'alveo è massima nell'area lacustrizzata, dove prevale l'idrofita esotica *Lagarosiphon major*; nel resto del tratto si osserva principalmente *Vallisneria spiralis* nelle zone a carattere più lenticale e *Fontinalis antipyretica* nelle zone a rapido scorrimento, con basso tirante idrico. Mediamente la copertura dell'alveo bagnato da parte delle macrofite è del 10%.

Tabella 2-22 Specie di macrofite acquatiche rinvenute nell'Ambiente 7. In grigio sono evidenziate le specie alloctone.

Gruppo	Genere / specie
ALGHE	<i>Cladophora</i> sp.
FANEROGAME	<i>Apium nodiflorum</i>
FANEROGAME	<i>Barbarea vulgaris</i>
FANEROGAME	<i>Bidens frondosa</i>
FANEROGAME	<i>Callitriche</i> sp.
FANEROGAME	<i>Carex elongata</i>
FANEROGAME	<i>Carex gracilis</i>
FANEROGAME	<i>Carex panicea</i>
FANEROGAME	<i>Carex</i> sp.
FANEROGAME	<i>Cyperus microiria</i>
FANEROGAME	<i>Digitaria</i> sp.
FANEROGAME	<i>Iris pseudacorus</i>
FANEROGAME	<i>Lagarosiphon major</i>
FANEROGAME	<i>Lythrum salicaria</i>
FANEROGAME	<i>Mentha aquatica</i>
FANEROGAME	<i>Myosotis scorpioides</i>
FANEROGAME	<i>Nasturtium officinale</i>
FANEROGAME	<i>Phragmites australis</i>
FANEROGAME	<i>Polygonum lapathifolium</i>
FANEROGAME	<i>Polygonum mite</i>
FANEROGAME	<i>Potamogeton crispus</i>
FANEROGAME	<i>Potamogeton perfoliatus</i>
FANEROGAME	<i>Potamogeton pusillus</i>
FANEROGAME	<i>Ranunculus fluitans</i>
FANEROGAME	<i>Ranunculus</i> sp.
FANEROGAME	<i>Rorippa amphibia</i>
FANEROGAME	<i>Solanum dulcamara</i>
FANEROGAME	<i>Sparganium erectum</i>
FANEROGAME	<i>Typha</i> sp.
FANEROGAME	<i>Valeriana dioica</i>
FANEROGAME	<i>Vallisneria spiralis</i>
FANEROGAME	<i>Veronica beccabunga</i>
BRIOFITE	<i>Fontinalis antipyretica</i>

2.9 AMBIENTE 8

L'ambiente si trova in sponda idrografica destra, in comune di Varallo Pombia (NO), nei pressi dell'ansa di Castelnovate.

2.9.1 STRUTTURA DELL'AMBIENTE

L'ambiente si sviluppa su un percorso lungo più di un chilometro. Si tratta quindi del più esteso tra quelli studiati in sponda piemontese. Al momento del rilievo (con una portata rilasciata dal Panperduto di 44 m³/s) la connessione superficiale con il Ticino era presente solo a valle, mentre verso monte si poteva osservare un apporto per filtrazione. Lungo il suo percorso l'ambiente riceve acque dai terreni circostanti (principalmente boscati), in quanto il piano campagna è alcuni metri più alto dell'alveo.

Il contributo del Ticino, nel mantenimento di questo corpo idrico secondario, appare, quindi, limitato a portate ben superiori al DMV idrologico. L'ambiente si presenta invece ampio e in continuità col fiume verso valle. Per questo motivo è possibile escludere che la scelta di un valore elevato di DMV possa influire sulla connessione superficiale.

Dal punto di vista morfologico l'ambiente è piuttosto diversificato, con aree a bassa profondità, ampie e con fondo ciottoloso, aree più profonde con acqua stagnante e aree poco profonde a scorrimento più rapido.

Tabella 2-23 Struttura e dimensioni dell'ambiente al momento del rilievo (15/07/2014)

Connessione col fiume a monte	subalveo
Connessione col fiume a valle	Sì
Lunghezza (m)	1400
Lunghezza tot aree bagnate (m)	1100
Larghezza max (m)	10
Larghezza min (m)	1.5
Portata Fiume Ticino (m ³ /s)	44

Figura 2-26 Mappa del tratto bagnato all'interno dell'ambiente laterale al momento del rilievo.



2.9.2 CARATTERIZZAZIONE ECOLOGICA DELL'AMBIENTE

La vegetazione acquatica ha una copertura limitata (5% dell'area bagnata), dovuta principalmente ad alghe del genere *Cladophora* e, nell'area più stagnante, a *Lemna minor*.

Tabella 2-24 Specie di macrofite acquatiche rinvenute nell'Ambiente 8. In grigio sono evidenziate le specie alloctone.

Gruppo	Genere / specie
ALGHE	<i>Cladophora</i> sp.
FANEROGAME	<i>Apium nodiflorum</i>
FANEROGAME	<i>Elodea nuttallii</i>
FANEROGAME	<i>Lemna minor</i>
FANEROGAME	<i>Mentha aquatica</i>
FANEROGAME	<i>Myriophyllum spicatum</i>
FANEROGAME	<i>Nasturtium officinale</i>
FANEROGAME	<i>Potamogeton perfoliatus</i>
FANEROGAME	<i>Ranunculus fluitans</i>
FANEROGAME	<i>Vallisneria spiralis</i>
FANEROGAME	<i>Veronica beccabunga</i>
BRIOFITE	<i>Fontinalis antipyretica</i>

Figura 2-27 L'Ambiente 8 da monte verso valle.



2.10 AMBIENTE 9

L'ambiente si trova in sponda idrografica destra, in comune di Oleggio (NO), nei pressi dell'ansa di Castelnuovate.

2.10.1 STRUTTURA DELL'AMBIENTE

L'ambiente è formato da tre tratti a lento scorrimento e con profondità limitata. Al momento del rilievo (con portata rilasciata presso il Panperduto di 44 m³/s) non era presente connessione superficiale né verso monte, né verso valle. È quindi possibile supporre che questo ambiente entri in collegamento superficiale con il fiume sporadicamente, in presenza di portate molto elevate.

Figura 2-28 Mappa del tratto bagnato all'interno dell'ambiente laterale al momento del rilievo (linee spesse). La linea sottile tratteggiata indica un ramo di fiume bagnato al momento del rilievo.



Tabella 2-25 Struttura e dimensioni dell'ambiente al momento del rilievo (15/07/2014)

Connessione col fiume a monte	No
Connessione col fiume a valle	No
Lunghezza (m)	800
Lunghezza tot aree bagnate (m)	100
Larghezza max (m)	16
Larghezza min (m)	2
Portata Fiume Ticino (m ³ /s)	44

2.10.2 CARATTERIZZAZIONE ECOLOGICA DELL'AMBIENTE

Lo scarso sviluppo della vegetazione acquatica, con copertura inferiore al 5% e una ricchezza limitata, è indice della temporaneità dell'ambiente, che in condizioni normali si riduce a piccole pozze con una struttura molto omogenea.

Figura 2-29 L'Ambiente 9 da monte verso valle.



Tabella 2-26 Specie di macrofite acquatiche rinvenute nell'Ambiente 9. In grigio sono evidenziate le specie alloctone.

Gruppo	Genere / specie
ALGHE	<i>Chara</i> sp.
FANEROGAME	<i>Callitriche</i> sp.
FANEROGAME	<i>Carex</i> sp.
FANEROGAME	<i>Iris pseudacorus</i>
FANEROGAME	<i>Lagarosiphon major</i>
FANEROGAME	<i>Veronica beccabunga</i>

2.11 AMBIENTE 10

L'ambiente si trova in sponda idrografica destra, in comune di Oleggio (NO), a monte del ponte.

2.11.1 *STRUTTURA DELL'AMBIENTE*

È costituito da un gruppo di laghi di cava adibiti alla pesca sportiva, alimentati da acqua del reticolo idrico superficiale della roggia Molinara di Oleggio. Essendo un ambiente di origine antropica e gestito ai fini della pesca sportiva, ha una limitata valenza naturalistica e non è stato quindi oggetto di rilievi. Nella mappa che segue è mostrato un ingrandimento dell'ambiente.

Figura 2-30 Mappa dell'ambiente laterale.



Figura 2-31 L'Ambiente 10.



2.12 AMBIENTE 11

L'ambiente si trova in sponda destra, in comune di Oleggio (NO), poco a monte del ponte.

2.12.1 *STRUTTURA DELL'AMBIENTE*

Si tratta di un piccolo ambiente lotico, noto come Ticinello, che scorre all'interno di un tratto di paleoalveo del Ticino, alimentato da acque del reticolo idrico della roggia Molinara di Oleggio. È ubicato quindi all'esterno dell'attuale alveo di piena ordinaria del Ticino e si immette in esso come affluente. Non può quindi essere considerato direttamente influenzato dall'entità della portata presente nel fiume. Nella mappa che segue è evidenziato il tratto terminale del percorso seguito dal Ticinello.

Figura 2-32 Mappa del tratto bagnato all'interno dell'ambiente.



Figura 2-33 L'Ambiente 11.



2.13 AMBIENTE 12

L'ambiente si trova in sponda idrografica destra, in comune di Bellinzago Novarese (NO), circa 3 km a monte della filarola del naviglio Langosco.

2.13.1 STRUTTURA DELL'AMBIENTE

L'ambiente, lungo circa 300m, è originato dallo scarico del depuratore di Bellinzago Novarese, che scarica qui le sue acque tramite una condotta, per poi terminare in Ticino (v. immagini seguenti). Oltre alla presenza di questo scarico, è possibile osservare un apporto dai terreni circostanti (principalmente agricoli).

Figura 2-34 Mappa del tratto bagnato all'interno dell'ambiente laterale al momento del rilievo.



Tabella 2-27 Struttura e dimensioni dell'ambiente al momento del rilievo (17/07/2014)

Connessione col fiume a monte	No
Connessione col fiume a valle	Sì
Lunghezza (m)	300
Larghezza max (m)	10
Larghezza min (m)	0.5
Portata Fiume Ticino (m ³ /s)	118

Figura 2-35 L'Ambiente 12 dalla sua origine alla confluenza nel Fiume Ticino.



2.13.2 CARATTERIZZAZIONE ECOLOGICA DELL'AMBIENTE

Date le sue origini, l'ambiente è degradato e scarsamente interessante dal punto di vista naturalistico. Sulla riva destra è stata anche osservata abbondante presenza di letame. La copertura vegetale al momento del rilievo era prossima a zero, con due soli individui osservati.

Tabella 2-28 Specie di macrofite acquatiche rinvenute nell'Ambiente 12. In grigio sono evidenziate le specie alloctone.

Gruppo	Genere / specie
FANEROGAME	<i>Callitriche</i> sp.
FANEROGAME	<i>Elodea canadensis</i>

2.14 AMBIENTE 13

L'ambiente si trova in sponda idrografica destra, in comune di Cameri (NO), circa 1.3 km a monte della filarola del naviglio Langosco.

2.14.1 STRUTTURA DELL'AMBIENTE

L'ambiente, a carattere lotico, scorre per circa 250 m prima di immettersi nel Fiume Ticino. È alimentato completamente da acqua sorgiva ed è completamente scollegato dal fiume verso monte, anche con una portata piuttosto elevata (al momento del rilievo la portata presso il ponte di Oleggio era di $118 \text{ m}^3/\text{s}$).

Figura 2-36 Una risorgenza all'interno dell'ambiente 13.



Figura 2-37 Mappa del tratto bagnato all'interno dell'ambiente laterale al momento del rilievo.



Tabella 2-29 Struttura e dimensioni dell'ambiente al momento del rilievo (17/07/2014)

Connessione col fiume a monte	No
Connessione col fiume a valle	Sì
Lunghezza (m)	250
Larghezza max (m)	16
Larghezza min (m)	0.5
Portata Fiume Ticino (m ³ /s)	118

2.14.2 CARATTERIZZAZIONE ECOLOGICA DELL'AMBIENTE

Il substrato diversificato, a tratti ciottoloso e a tratti più fine, rende l'ambiente adatto ad ospitare numerose specie di piante acquatiche, tra le quali non esiste una netta dominanza. È stata rilevata un'unica specie esotica (*Lagarosiphon major*) come presenza sporadica.

Nel complesso l'alveo bagnato è coperto da macrofite acquatiche per il 10% circa.

Figura 2-38 L'Ambiente 13 e la sua confluenza nel Fiume Ticino.



Tabella 2-30 Specie di macrofite acquatiche rinvenute nell'Ambiente 13. In grigio sono evidenziate le specie alloctone.

Gruppo	Genere / specie
ALGHE	<i>Chara</i> sp.
ALGHE	<i>Oscillatoria</i> sp.
FANEROGAME	<i>Apium nodiflorum</i>
FANEROGAME	<i>Callitriche</i> sp.
FANEROGAME	<i>Carex</i> sp.
FANEROGAME	<i>Lagarosiphon major</i>
FANEROGAME	<i>Lythrum salicaria</i>
FANEROGAME	<i>Mentha aquatica</i>
FANEROGAME	<i>Myosotis scorpioides</i>
FANEROGAME	<i>Nasturtium officinale</i>
FANEROGAME	<i>Ranunculus fluitans</i>
FANEROGAME	<i>Rorippa</i> sp.
FANEROGAME	<i>Vallisneria spiralis</i>
FANEROGAME	<i>Veronica beccabunga</i>
BRIOFITE	<i>Fontinalis antipyretica</i>

2.15 AMBIENTE 14

L'ambiente si trova in sponda idrografica destra, in comune di Turbigo (MI), all'altezza dell'immissione del Turbighetto.

2.15.1 STRUTTURA DELL'AMBIENTE

L'ambiente è composto da due tratti separati e morfologicamente molto differenti. Il primo è formato da un piccolo tratto a lento scorrimento, che termina in una pozza di circa 40 m x 20 m con una profondità massima di circa 1.5 m. Il secondo è una pozza lunga circa 170 m e larga circa 10 m, con acqua poco profonda e a lento scorrimento.

Al momento del rilievo (portata presente nel Ticino di circa 65 m³/s) entrambe le pozze erano completamente sconnesse dal corso d'acqua principale.

Figura 2-39 Mappa del tratto bagnato all'interno dell'ambiente laterale al momento del rilievo.



Tabella 2-31 Struttura e dimensioni dell'ambiente al momento del rilievo (25/09/2014)

Connessione col fiume a monte	No
Connessione col fiume a valle	No
Lunghezza (m)	320
Lunghezza tot aree bagnate (m)	260
Larghezza max (m)	17
Larghezza min (m)	1.5
Portata Fiume Ticino (m ³ /s)	65

Figura 2-40 L'Ambiente 14 da monte a valle.



2.15.2 CARATTERIZZAZIONE ECOLOGICA DELL'AMBIENTE

Dal confronto dei valori dei parametri chimico-fisici misurati nella pozza più profonda con quelli misurati contestualmente nel Ticino, è possibile ipotizzare che l'ambiente sia alimentato da acqua del Ticino per filtrazione.

Tabella 2-32 Dati relativi ai parametri chimici e fisici delle acque nell'Ambiente 14 (25/09/2014). In grigio sono evidenziate le misure eseguite contestualmente nel Fiume Ticino.

	O ₂ (%)	O ₂ (mg/l)	pH	Conducibilità (μS/cm)	T acqua (°C)	ora
Punto A	104.0	9.03	8.70	171.4	20.59	17:00
Punto B	85.8	7.64	7.46	200.8	19.30	15:10

Figura 2-41 Ambiente 14, con l'indicazione dei punti di misura dei parametri chimico-fisici.



La presenza, nella pozza più profonda, di un'abbondante vegetazione strettamente acquatica (*Lagarosiphon major*, *Callitriche* sp) e di numerosissimi avannotti testimonia la non provvisorietà della pozza e la connessione, almeno saltuaria, con il corso d'acqua principale. Considerando tutte le superfici bagnate, la copertura macrofitica è risultata pari al 10%.

Tabella 2-33 Specie di macrofite acquatiche rinvenute nell'Ambiente 14. In grigio sono evidenziate le specie alloctone.

Gruppo	Genere / specie
FANEROGAME	<i>Callitriche</i> sp.
FANEROGAME	<i>Lagarosiphon major</i>
FANEROGAME	<i>Myosotis scorpioides</i>
FANEROGAME	<i>Myriophyllum spicatum</i>
FANEROGAME	<i>Nasturtium officinale</i>
FANEROGAME	<i>Phragmites australis</i>
FANEROGAME	<i>Rorippa amphibia</i>
FANEROGAME	<i>Veronica anagallis-aquatica</i>

2.16 AMBIENTE 15

L'ambiente si trova in sponda idrografica destra, in comune di Galliate (NO), poco a monte dell'immissione del Treccione nel Ticino.

2.16.1 STRUTTURA DELL'AMBIENTE

È un ambiente particolarmente piccolo, formato da tre tratti a carattere lentico, connessi tra loro a livello di subalveo. L'ultimo tratto è connesso con il Ticino verso valle, mentre è assente la connessione verso monte.

Figura 2-42 Mappa del tratto bagnato all'interno dell'ambiente laterale al momento del rilievo.



Tabella 2-34 Struttura e dimensioni dell'ambiente al momento del rilievo (25/09/2014)

Connessione col fiume a monte	No
Connessione col fiume a valle	Sì
Lunghezza (m)	105
Lunghezza tot aree bagnate (m)	62
Larghezza max (m)	6
Larghezza min (m)	1
Portata Fiume Ticino (m ³ /s)	65

2.16.2 CARATTERIZZAZIONE ECOLOGICA DELL'AMBIENTE

All'interno dell'ambiente sono state effettuate misure dei parametri chimico-fisici in due diversi punti e, contestualmente, nel Fiume Ticino come termine di paragone. Dal confronto è possibile ipotizzare che l'ambiente abbia origine da acque profonde.

Figura 2-43 Ambiente 15, con l'indicazione dei punti di misura dei parametri chimico-fisici.

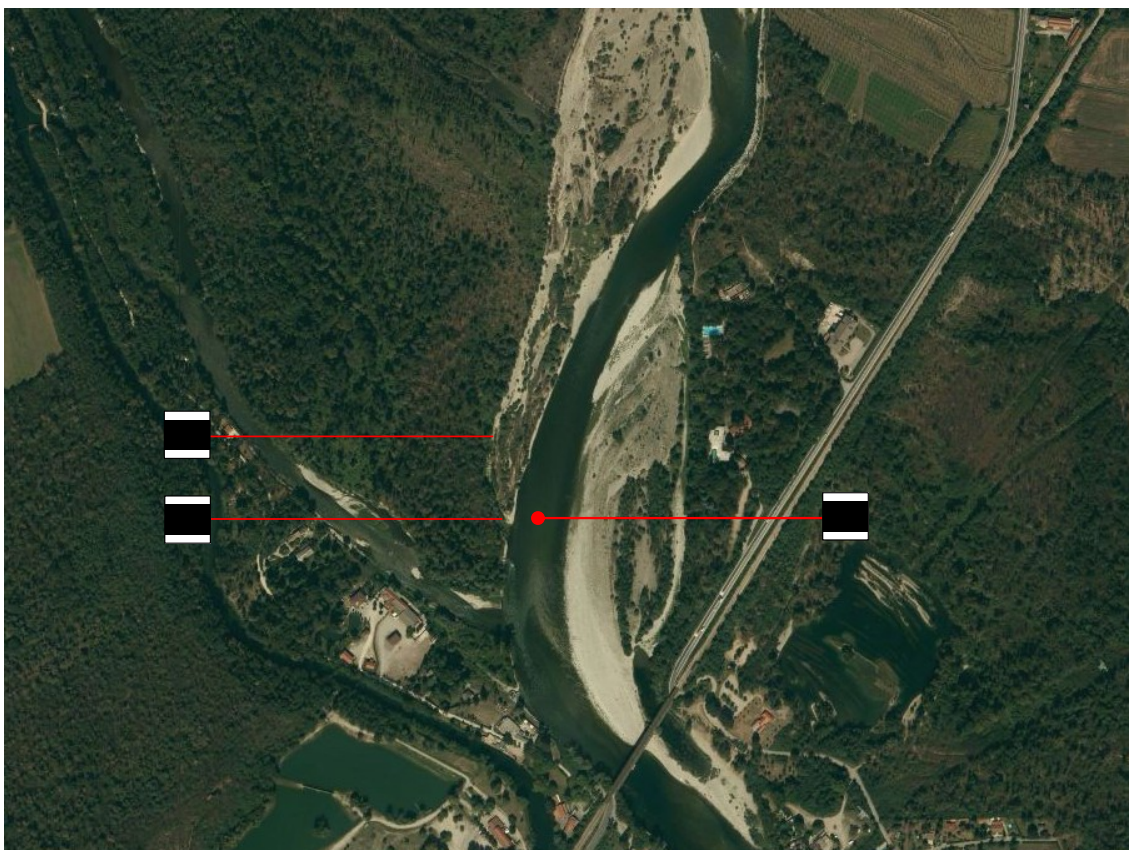


Tabella 2-35 Dati relativi ai parametri chimici e fisici delle acque nell'Ambiente 15 (25/09/2014). In grigio sono evidenziate le misure eseguite contestualmente nel Fiume Ticino.

	O ₂ (%)	O ₂ (mg/l)	pH	Conducibilità (µS/cm)	T acqua (°C)	ora
Punto A	104.0	9.03	8.70	171.4	20.59	17:00
Punto B	70.4	6.78	7.71	268.1	15.48	16:40
Punto C	81.6	7.34	7.28	213.1	18.80	16:55

Per le dimensioni limitate dell'ambiente la vegetazione acquatica risulta scarsamente sviluppata, con una copertura prossima a zero e due soli *taxa*, rinvenuti in prossimità della confluenza in Ticino.

Tabella 2-36 Specie di macrofite acquatiche rinvenute nell'Ambiente 15.

Gruppo	Genere / specie
FANEROGAME	<i>Callitriche</i> sp.
FANEROGAME	<i>Lythrum salicaria</i>

Figura 2-44 L'Ambiente 15 e la sua confluenza nel Fiume Ticino.



2.17 SINTESI

Le indagini condotte hanno permesso di caratterizzare i principali ambienti acquatici presenti all'interno dell'area di interesse della sperimentazione in prossimità del Fiume Ticino e potenzialmente in connessione con esso. Gli ambienti, oggetto di studio, sono stati individuati su base cartografica e a seguito di appositi sopralluoghi. Tutti gli ambienti studiati, così come l'intero tratto di fiume oggetto della sperimentazione, ricadono all'interno di SIC (cfr. Capitolo 2.2 del documento Rapporto Finale). In nessuno degli ambienti visitati, il collegamento superficiale con il Ticino è risultato il principale apporto di acqua che consente il loro mantenimento. Spesso gli ambienti sono risultati connessi con il fiume verso valle (cioè si immettono nel corso d'acqua), ma non verso monte. In particolare:

- Cinque tratti (4, 7, 10, 11 e 12) sono originati, direttamente o indirettamente, dal sistema irriguo superficiale o comunque hanno origine artificiale; le condizioni idrauliche all'interno di questi ambienti, normalmente, non possono essere influenzate direttamente dalla portata presente nel fiume e dal valore di DMV rilasciato presso le opere di derivazione.
- Cinque tratti (1, 3, 8, 13 e 15) sono alimentati esclusivamente o principalmente da acque di falda. Questa caratteristica li rende particolarmente interessanti dal punto di vista ecologico, sia perché sono ambienti permanenti, indipendentemente dalla portata presente nel fiume, sia perché sono in grado di ospitare una ricca e abbondante vegetazione acquatica. Inoltre fungono da rifugio per la fauna ittica del fiume in quanto connessi con esso durante tutto l'anno, almeno verso valle. Infine, nella parte terminale degli ambienti, dove le acque con origine da subalveo si mescolano con l'acqua del fiume, si creano localmente aree con acque fresche, ma comunque abbastanza ben ossigenate. Se in connessione con il corso d'acqua (anche solo a valle) costituiscono habitat interessanti per la fauna ittica presente. Questi ambienti possono, in condizioni di portate del Ticino molto elevate, entrare temporaneamente in connessione completa con il fiume.
- Cinque tratti (2, 2-bis, 5, 9 e 14) sono alimentati esclusivamente o principalmente per infiltrazione di acqua dal Ticino. Questi ambienti, come i precedenti, in condizioni di portate elevate si connettono con il corso d'acqua e ne possono rappresentare rami temporanei. Sono ambienti interessanti anche se, durante i periodi di magra estiva, le loro acque possono scaldarsi e perdere ossigeno. Tra questi, l'Ambiente 2 potrebbe essere rimesso in connessione con il corso principale del Ticino anche in condizioni di magra, tramite un intervento di rimozione di materiale accumulato. Tuttavia, questo intervento a lungo termine risulterebbe inefficace per via della naturale evoluzione morfologica del corso d'acqua.

3 LA TEMPERATURA DELL'ACQUA

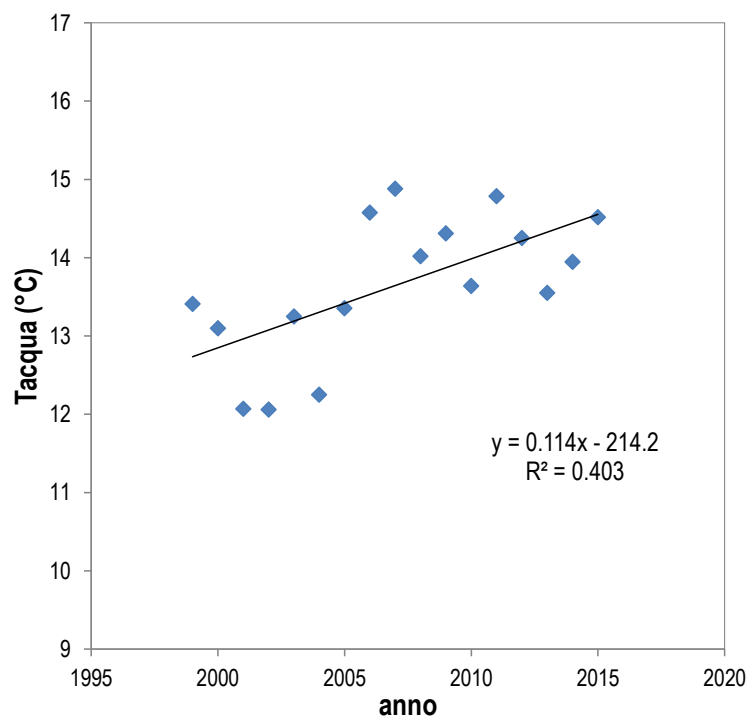
In questa sezione sono riportati risultati e considerazioni relativi alle caratteristiche termiche del Ticino, indagate con diverse metodiche durante il periodo sperimentale.

3.1 LA TEMPERATURA DELL'ACQUA RILASCIATA DALLA MIORINA

Sulla base dei dati relativi alla temperatura dell'acqua, misurati giornalmente presso la diga della Miorina tra il 1999 e il 2015, è stato possibile individuare un *trend* in lieve aumento delle temperature medie annue, particolarmente accentuato confrontando il periodo prima del 2005 con quello successivo. Un aumento nella temperatura dell'acqua superficiale del lago era già stato riscontrato anche da Ambrosetti et al. (2006) sulla base di dati raccolti dal CNR nel corso del periodo 1962-1997.

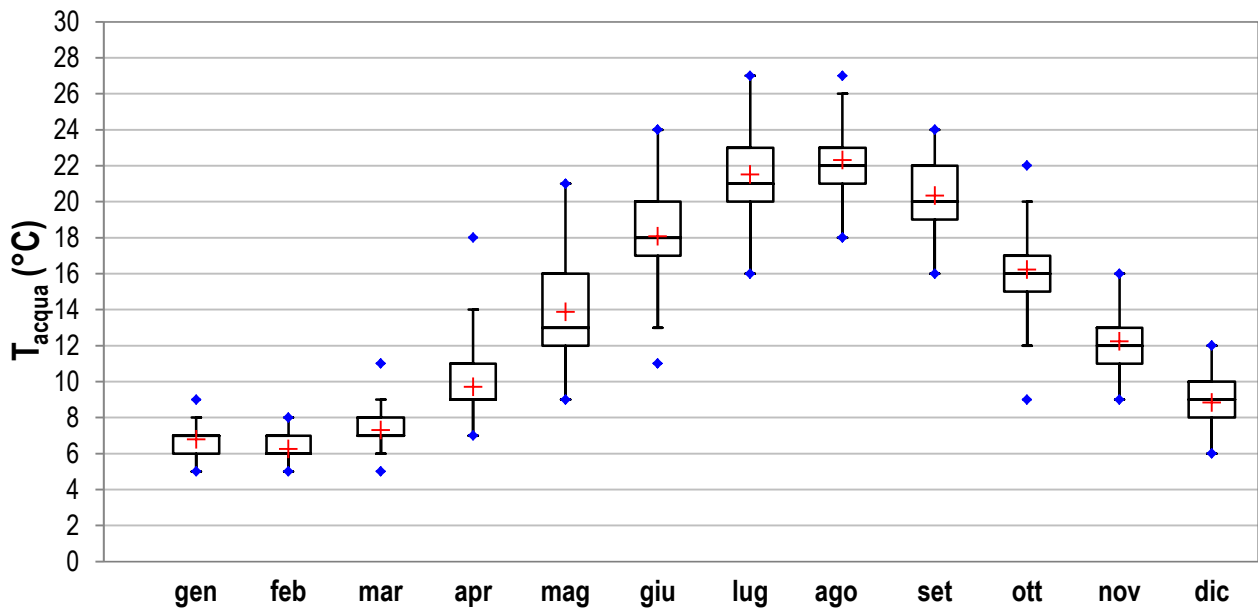
In questo contesto, gli anni della sperimentazione sono stati caratterizzati da temperature medie annue maggiori rispetto alla media dell'intero periodo, con la sola eccezione del 2013.

Figura 3-1 Temperatura media annua dell'acqua misurata presso la diga della Miorina dal 1999 al 2015.



Appare quindi particolarmente importante un approfondimento sulle condizioni termiche del fiume, in particolare nel periodo estivo, quello potenzialmente più critico, soprattutto alla luce dei cambiamenti climatici. In particolare, il mese che presenta le temperature più elevate è agosto, mese in cui la temperatura media dell'acqua rilasciata dal lago supera i 22°C. Temperature minime si registrano, invece, generalmente in febbraio, come evidenziato nella figura seguente.

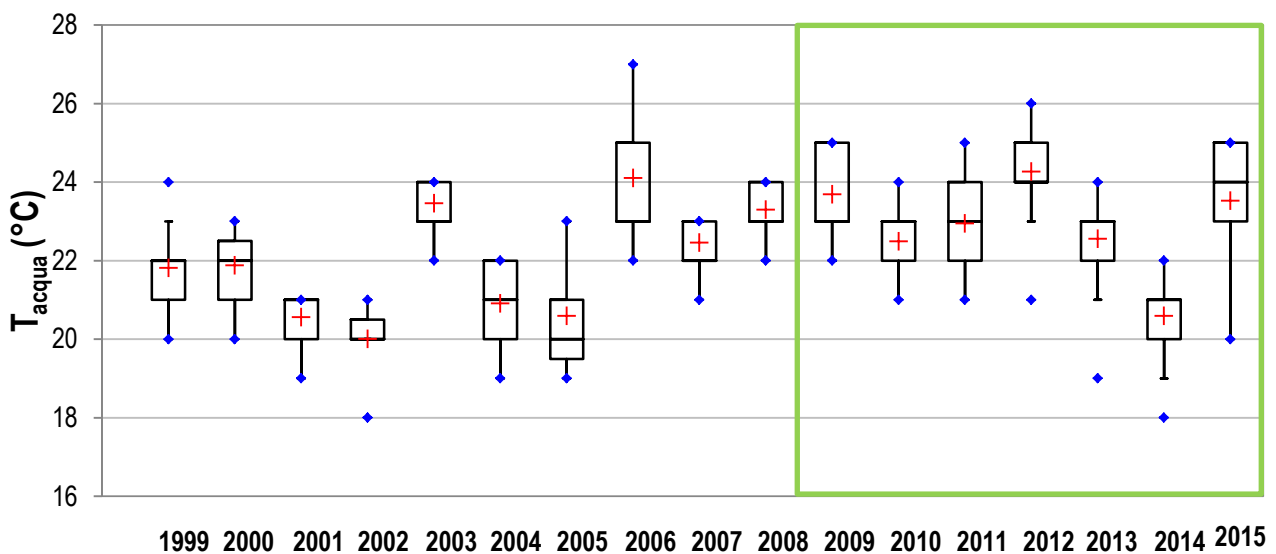
Figura 3-2 Temperatura dell'acqua misurata presso la diga della Miorina dal 1999 al 2015 nei diversi mesi dell'anno.



I dati presentati nelle pagine seguenti riguardano principalmente il mese di agosto, considerato appunto quello potenzialmente più critico, in particolare per la fauna ittica.

La temperatura del mese di agosto negli anni della sperimentazione (2009-2015) è risultata superiore rispetto al periodo precedente (1999-2008), con la sola eccezione del 2014, che è stato un anno meteorologicamente anomalo. Nello specifico, gli anni 2009, 2012 e 2015 sono stati particolarmente caldi (temperatura media compresa tra 23 e 25°C), mentre il 2010, il 2011 e il 2013 sono stati più simili al periodo pre-sperimentazione, sebbene comunque leggermente più caldi.

Figura 3-3 Temperatura dell'acqua misurata presso la diga della Miorina nel mese di agosto negli anni 1999-2015. Il riquadro verde indica il periodo della sperimentazione.



3.2 LA TEMPERATURA DELL'ACQUA A VALLE DELLE DERIVAZIONI

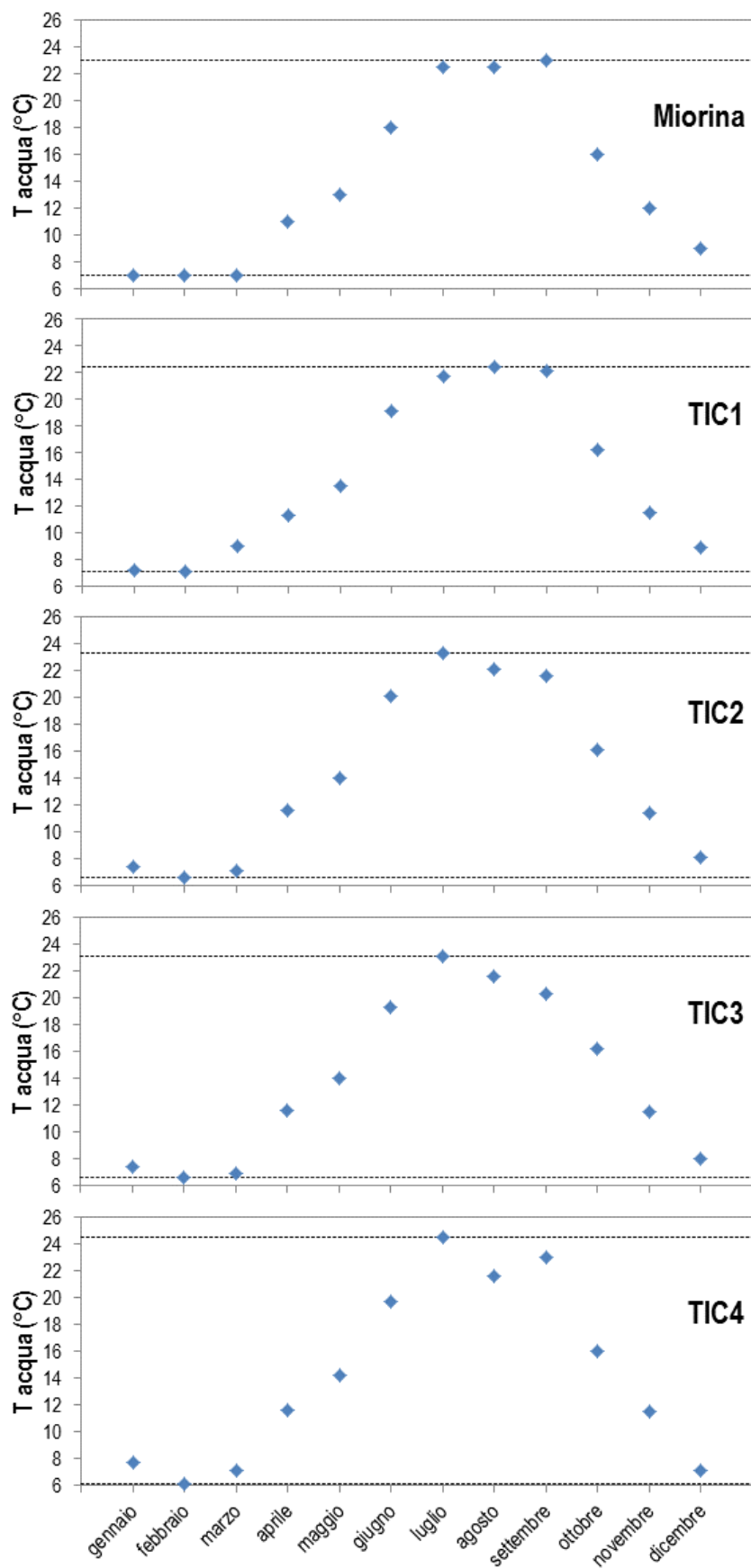
I dati mostrati nel capitolo precedente riguardano la temperatura dell'acqua appena a valle del lago; in questo capitolo saranno invece analizzate le temperature misurate a valle delle derivazioni nel periodo sperimentale.

Nella figura seguente sono mostrati, a confronto, i valori mediani di temperatura dell'acqua misurati nell'arco del primo triennio della sperimentazione nei quattro tratti di indagine (TIC1, TIC2, TIC3 e TIC4). I dati relativi al secondo triennio non sono stati presi in considerazione in quanto le misure dei parametri chimico fisici, in questa seconda fase, non sono state effettuate con cadenza mensile, ma stagionale. I dati relativi alle stazioni di monitoraggio sono messi a confronto con quelli misurati presso la Miorina, relativi alle stesse giornate. I dati sono stati misurati in un orario compreso tra le ore 10 e le 12 circa e rappresentano quindi valori intermedi tra quelli minimi (che si presentano alla fine della notte) e quelli massimi (pomeridiani).

Dai grafici è possibile trarre le seguenti osservazioni:

1. l'andamento delle temperature nei diversi tratti a valle delle derivazioni segue sostanzialmente quello dell'acqua rilasciata dal lago;
2. i tratti TIC1, TIC2 e TIC3 hanno *range* di variazione molto simile a quello dell'acqua rilasciata dal lago;
3. il tratto TIC4 mostra un *range* di variazione più ampio di tutti gli altri tratti, con le più basse temperature minime (6.1°C) e le temperature massime più elevate (24.5°C) (a livello medio mensile). Questa maggiore escursione termica è attribuibile, probabilmente, al limitato tirante idrico in quest'area, caratterizzata da un alveo particolarmente ampio, in cui il fiume si ramifica, permettendo un maggiore scambio energetico tra aria e acqua. Questo avviene in particolare nella stagione più calda e in quella più fredda, che sono anche quelle caratterizzate dalle portate più basse.

Figura 3-4 Temperatura mediana mensile dell'acqua presso la Miorina e i quattro tratti di monitoraggio negli anni 2010-2012. Le linee tratteggiate indicano i valori minimi e massimi delle mediane.



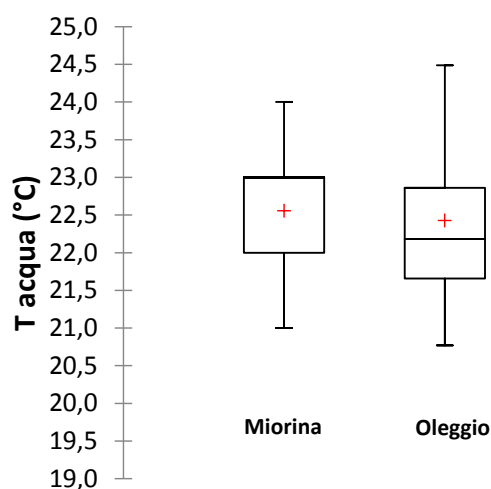
Al fine di monitorare approfonditamente la temperatura dell'acqua a valle delle derivazioni nel periodo estivo, nell'estate 2013 è stata posizionata una sonda (*datalogger*), per la misura in continuo della temperatura, a monte del ponte di Oleggio; la posizione è stata scelta primariamente per motivi logistici (possibilità di fissare in sicurezza lo strumento). Il *datalogger* ha memorizzato dati ogni 10' dal 5 agosto al 14 novembre 2013.

Figura 3-5 Il Fiume Ticino a monte del ponte di Oleggio, dove è stato posizionato il *datalogger* per la misura della temperatura dell'acqua.



La temperatura misurata nel mese di agosto 2013 dal *datalogger* è risultata comparabile con quella misurata presso la diga della Miorina, confermando quanto già esposto riguardo il confronto tra i dati misurati presso la Miorina e presso i tratti di monitoraggio a valle (TIC1-TIC3).

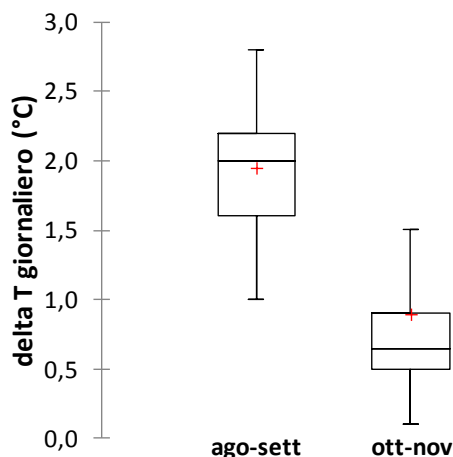
Figura 3-6 Variabilità della temperatura dell'acqua misurata presso la diga della Miorina e a Oleggio nel mese di agosto 2013.



I dati raccolti tramite il *datalogger* hanno permesso, inoltre, di caratterizzare l'andamento della temperatura all'interno del giorno. È possibile innanzitutto osservare una ciclicità giornaliera, con

valori massimi durante il pomeriggio e valori minimi durante la mattina. Le variazioni circadiane sono risultate più accentuate durante i mesi estivi (mediamente 1.9°C) rispetto a quelli autunnali (mediamente 0.9°C), come è possibile osservare nella figura seguente.

Figura 3-7 Variazione massima giornaliera (calcolata come Tmax-Tmin) registrata nei mesi estivi (agosto-settembre) ed autunnali (ottobre-novembre) tramite il *datalogger* posto ad Oleggio.



La figura seguente rappresenta l'andamento dei valori di temperatura nell'intero periodo di misura. È possibile osservare, oltre alla ciclicità circadiana già spiegata, un *trend* in diminuzione (rappresentato dalla retta di regressione), dovuto al passaggio dalla stagione estiva a quella autunnale.

I due riquadri verdi evidenziano due periodi in cui è stato osservato un aumento della temperatura dell'acqua al di fuori dell'andamento generale del periodo. In entrambi i casi, l'aumento di temperatura coincide con un repentino aumento della portata in alveo dovuto al rilascio di acqua dalla diga della Miorina. Questi aumenti di portata si collocano in un periodo caratterizzato dal rilascio del solo DMV dalle opere di derivazione. È possibile quindi constatare che a basse portate (dell'ordine di grandezza del DMV) l'apporto di acqua dal subalveo mantiene le temperature in alveo relativamente basse anche durante l'estate, almeno localmente. Nel primo caso di aumento della temperatura, avvenuto tra l'8 e il 14 agosto, il massiccio rilascio di acqua dal lago (caratterizzata da elevate temperature durante l'estate) ha "neutralizzato" l'effetto termico dato dalla presenza di risorgenze in alveo, innalzando la temperatura di oltre un grado. Nel secondo caso, invece, avvenuto tra il 24 ottobre e il 7 novembre, l'aumento della temperatura dell'acqua potrebbe essere almeno in parte legata anche all'aumento della temperatura dell'aria (evidenziato nella figura successiva), che in quei giorni era mediamente di circa un grado superiore ai giorni precedenti.

Figura 3-8 Andamento della temperatura dell'acqua misurata a monte del ponte di Oleggio dal 5 agosto al 14 novembre 2013. I riquadri verdi evidenziano periodi con temperature e portate superiori rispetto ai giorni circostanti. La portata presente in alveo è indicata sopra i riquadri.

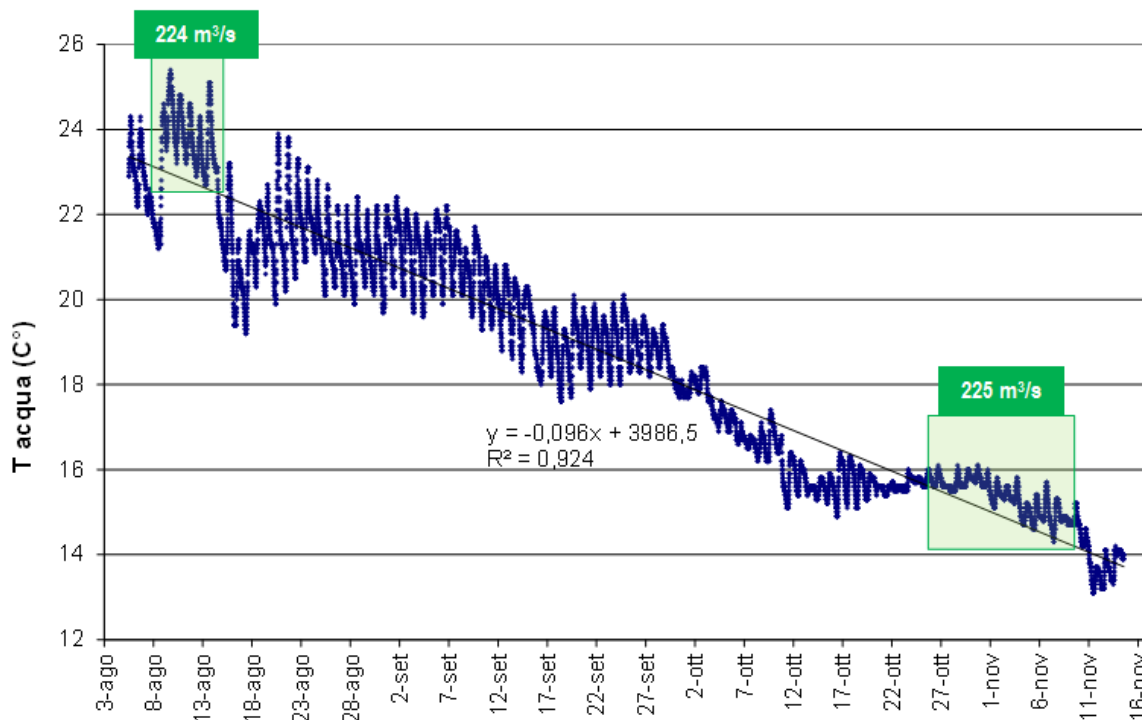
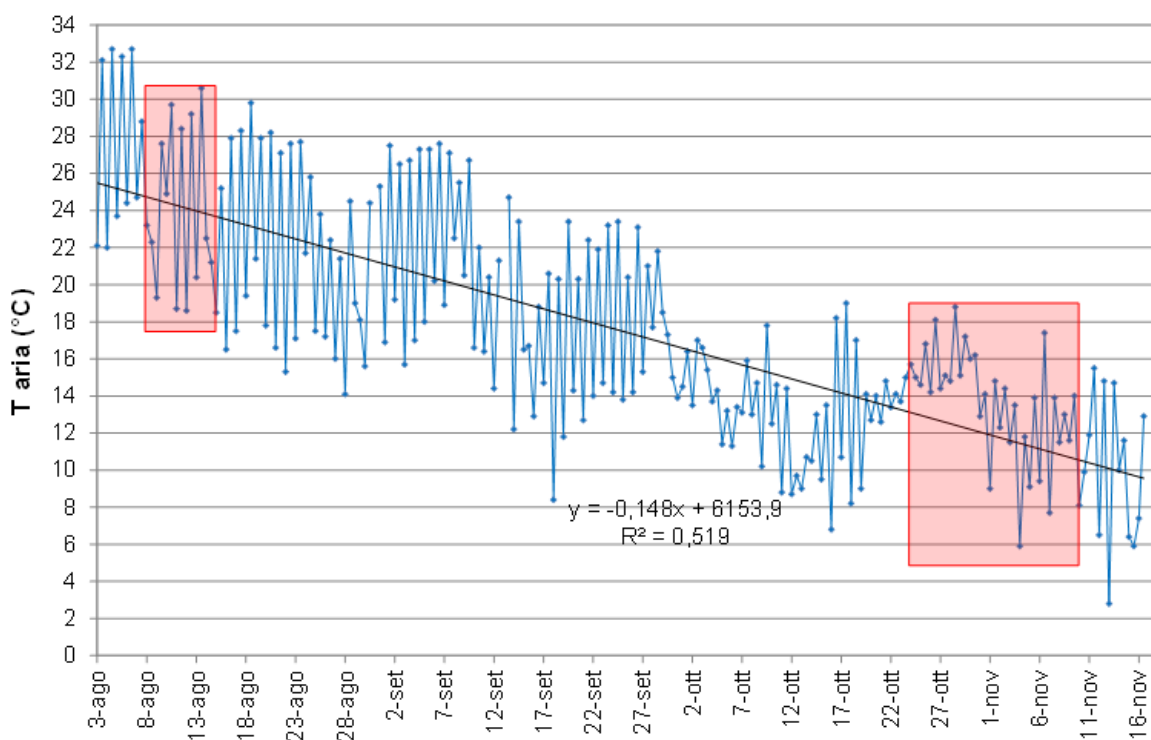


Figura 3-9 Andamento della temperatura dell'aria misurata presso il ponte di Oleggio dal 5 agosto al 14 novembre 2013 (dati ARPA Lombardia, servizio idrografico). I riquadri rossi evidenziano i periodi corrispondenti a forti aumenti di portata e corrispondono a quelli evidenziati in verde nella figura precedente.



Grazie alla misura della temperatura lungo un transetto trasversale al corso d'acqua, tracciato in corrispondenza del punto in cui era posto il *datalogger*, è stato possibile definire la rappresentatività dei dati misurati dal *datalogger* stesso. La sonda era posizionata (per questioni logistiche) nei pressi della riva sinistra, interessata da apporti locali di acqua fresca dal subalveo. La temperatura misurata dalla sonda presenta quindi valori più bassi rispetto a quelli misurati nel resto del transetto nello stesso momento. È necessario quindi considerare i risultati sopra esposti generalmente sottostimati di circa un grado.

In totale sono stati eseguiti tre transetti al fine di valutare differenze di temperatura lungo sezioni trasversali del corso d'acqua. Le misure sono state eseguite nel mese di agosto nei tratti TIC1, TIC3 e TIC4, in zone guadabili. Per ogni transetto sono state rilevate le coordinate GPS ed è stata misurata la larghezza dell'alveo per poter stabilire il passo con cui rilevare la temperatura dell'acqua. Su ogni transetto sono state quindi eseguite misure ogni 5 metri, ad eccezione delle aree vicino alle rive, in cui è stato usato un passo di 1 o 2 metri.

Le principali misure eseguite presso ogni punto sono:

- temperatura dell'acqua;
- profondità dell'acqua;
- velocità di corrente, misurata a 2/3 della profondità.

Nella figura seguente sono rappresentate le operazioni di misura della profondità con asta metrata, della temperatura tramite sonda e della velocità di corrente tramite correntometro.

Figura 3-10 Operazioni di misura della profondità (con asta metrata), della temperatura (tramite sonda) e della velocità di corrente (tramite correntometro) in un punto lungo un transetto.



Di seguito saranno presentati i risultati dei rilievi condotti sui tre transetti, il cui posizionamento è rappresentato nelle figure seguenti. I transetti presentati sono stati eseguiti:

- nel tratto TIC1 il 04/09/2013 ($T_{\text{aria}} = 34.6$);
- nel tratto TIC3 il 05/08/2013 ($T_{\text{aria}} = 29.0$);
- nel tratto TIC4 il 22/08/2013 ($T_{\text{aria}} = 31.7$).

Figura 3-11 Localizzazione del transetto nel tratto TIC1, in località Maddalena. La linea rossa tratteggiata rappresenta la posizione del transetto.



Figura 3-12 Localizzazione del transetto nel tratto TIC3, a monte del ponte di Oleggio. La linea rossa tratteggiata rappresenta la posizione del transetto.

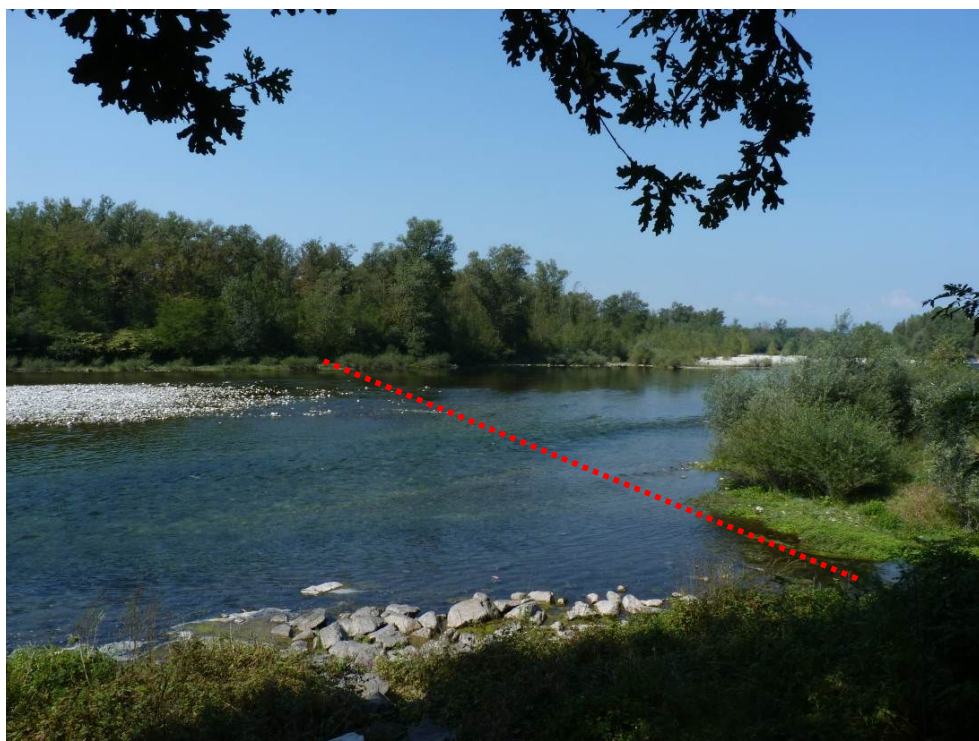
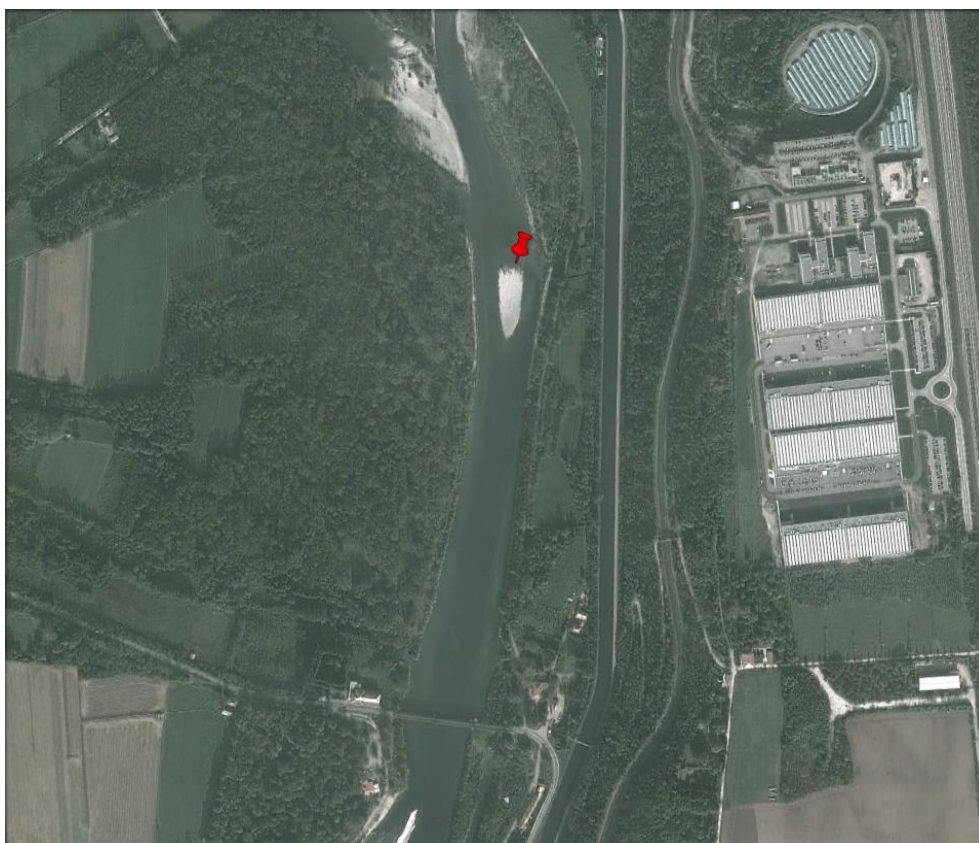
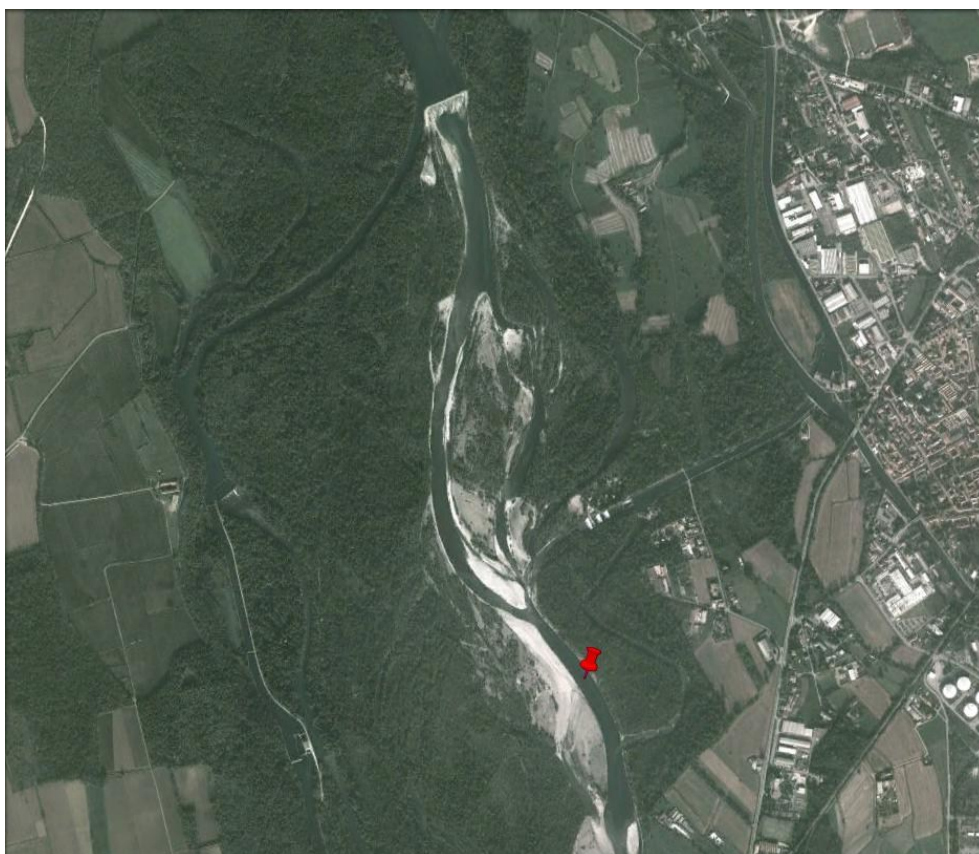


Figura 3-13 Localizzazione del transetto nel tratto TIC4, in località Tre Salti. La linea rossa tratteggiata rappresenta la posizione del transetto.

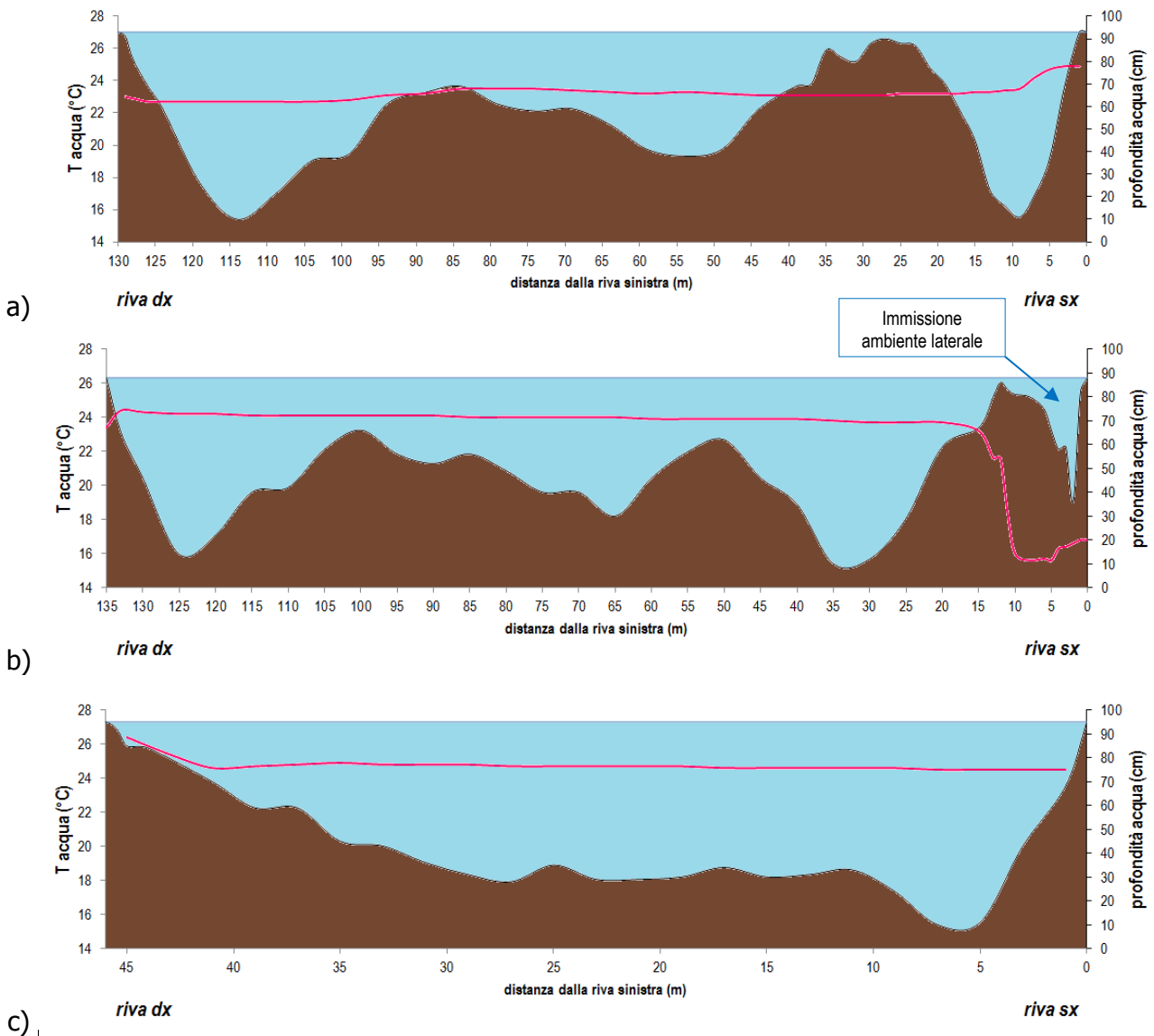


Nelle figure seguenti sono rappresentati i profili trasversali del fiume lungo i transetti di misura (le proporzioni tra profondità e larghezza dell'alveo sono fuori scala) e il relativo andamento della temperatura dell'acqua.

È possibile evidenziare:

- un aumento della temperatura dell'acqua nei punti più vicini alle rive rispetto alla parte centrale dell'alveo; questo è dovuto al maggiore scambio termico acqua-aria laddove la profondità della colonna d'acqua e la velocità sono molto limitate;
- una diminuzione della temperatura dell'acqua in corrispondenza di apporti di acqua dal subalveo, dovuti a risorgenze in alveo o ambienti laterali alimentati dalla falda che si immettono nel corso d'acqua.

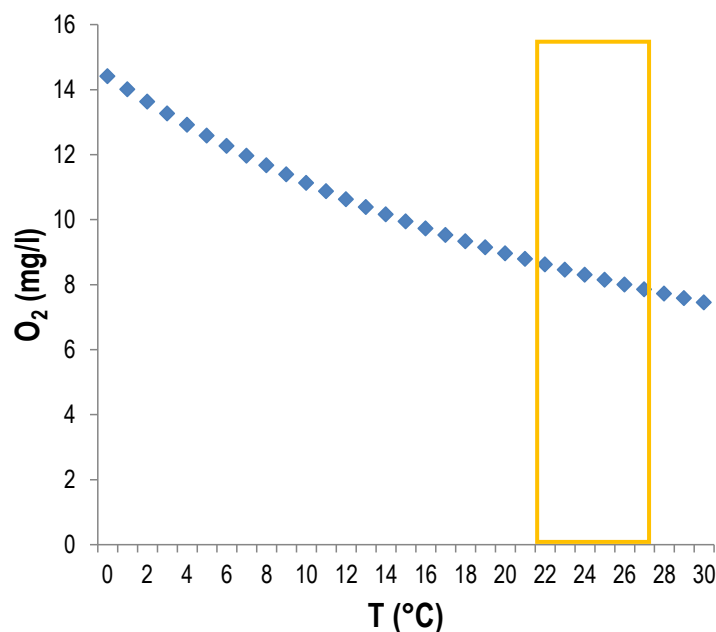
Figura 3-14 Profili trasversali del Fiume Ticino e relativo andamento della temperatura dell'acqua (linea rossa) presso i tratti TIC1 (a), TIC3 (b) e TIC4 (c).



3.2.1 RELAZIONI TRA TEMPERATURA DELL'ACQUA E OSSIGENO DISCIOLTO

La temperatura dell'acqua di un corso d'acqua ha un importante ruolo nella regolazione dei processi che interessano le comunità biologiche, come la crescita della biomassa e la riproduzione. Questo ruolo è sia diretto (gli organismi possiedono un *range* di temperature entro le quali la *fitness* è massimizzata), sia indiretto, in quanto la temperatura ha effetto sulla solubilità dell'ossigeno in acqua. La relazione che unisce questi due parametri è rappresentata nella figura seguente.

Figura 3-15 Relazione tra temperatura dell'acqua e concentrazione dell'ossigeno disciolto alla saturazione, per una quota di 130 m s.l.m., corrispondente al Fiume Ticino nell'area di studio.



In un sistema naturale, però, la concentrazione di ossigeno disciolto in acqua non dipende unicamente dalla sua solubilità, ma anche dai processi biologici che avvengono nell'ambiente acquatico, tra cui la produzione primaria e la respirazione. Questi processi sono massimizzati nel periodo estivo, quando lo sviluppo della vegetazione (produttori primari) è massimo.

Per studiare le variazioni circadiane della temperatura dell'acqua e l'effettivo grado di ossigenazione delle acque del Ticino nel periodo estivo, sono state fatte specifiche misure nel tratto di monitoraggio di Vizzola T. (TIC2), in diversi momenti della giornata, tramite l'utilizzo di sonde portatili multiparametriche. Al fine di valutare anche gli effetti sui parametri del valore di DMV rilasciato, le misure sono state effettuate in giornate caratterizzate da diverse portate di DMV. Nella tabella seguente sono indicate le 4 giornate interessate dalle attività, con l'indicazione del meteo e del valore di DMV.

Tabella 3-1 Giornate di monitoraggio della temperatura e dell'ossigeno disciolto

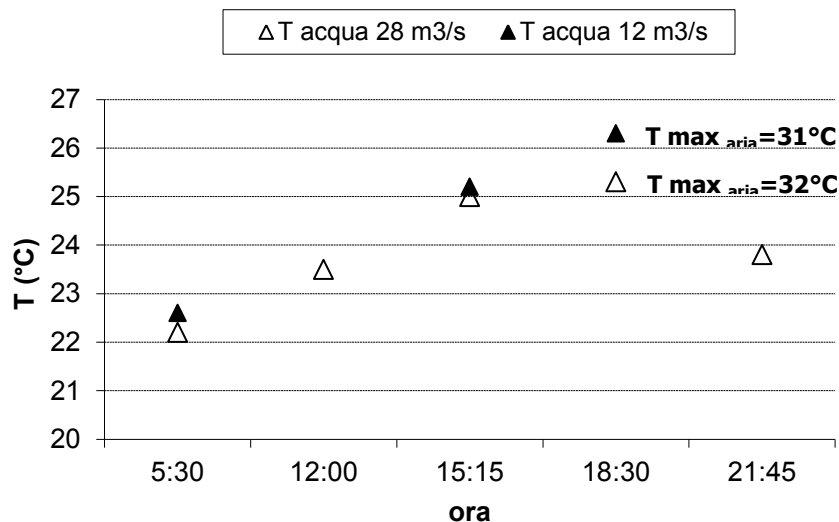
giorno	DMV (m ³ /s)	Meteo
18 agosto 2011	28	Sereno
19 agosto 2011	12	Sereno
31 agosto 2011	12	Sereno
1 settembre 2011	22	Sereno

I dati raccolti hanno permesso di registrare l'andamento, tipicamente ciclico, dei parametri misurati, con valori massimi durante il pomeriggio e minimi alla fine della notte, mentre si osservano valori intermedi durante la mattinata (orario in cui sono state generalmente condotte le attività di monitoraggio dei parametri chimico-fisici per la sperimentazione).

In particolare, per quanto riguarda la temperatura dell'acqua, si può osservare come questa raggiunga valori elevati durante il pomeriggio, superiori ai 25°C.

È interessante notare come, in giornate consecutive e con condizioni meteorologiche comparabili, la temperatura dell'acqua in presenza del DMV sperimentale (12 m³/s) abbia raggiunto valori superiori rispetto alla presenza del DMV idrologico (28 m³/s), come si può osservare dal grafico seguente. Essendo le condizioni meteorologiche comparabili (e quindi la temperatura massima dell'aria simile), la differenza tra la temperatura dell'aria e quella dell'acqua in giornate con DMV idrologico è maggiore che in giornate con DMV sperimentale (rispettivamente 7°C e 5°C).

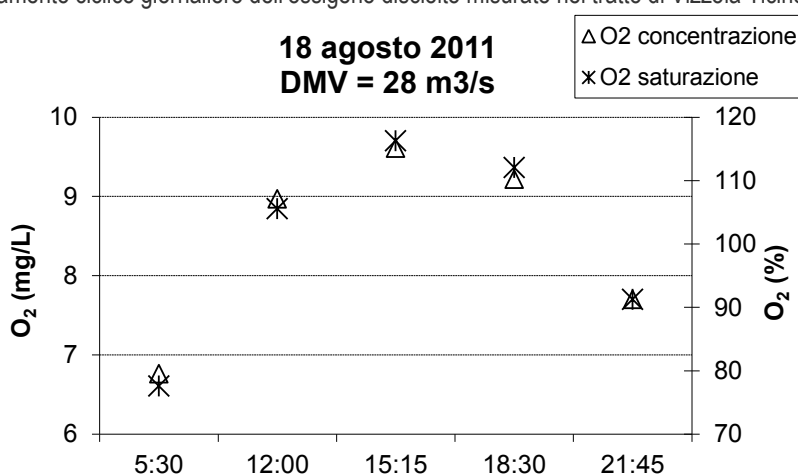
Figura 3-16: Andamento della temperatura misurata nel tratto di Vizzola T. in due coppie di giornate estive consecutive (18 e 19 agosto 2011), caratterizzate da valori differenti di portata di DMV (rispettivamente 28 e 12 m³/s).



Anche lo studio dell'andamento circadiano dell'ossigeno risulta particolarmente interessante. Come è possibile osservare nella figura seguente:

- i valori minimi e massimi misurati si discostano molto dai valori intermedi relativi agli orari in cui vengono solitamente prese le misure per la definizione dello stato ecologico;
- la relazione tra temperatura e ossigeno, presentata nel grafico a pagina 66, non è rispettata: nei momenti in cui la temperatura dell'acqua è più bassa (al mattino presto e la sera) c'è un deficit di ossigeno; al contrario, nelle ore centrali della giornata, la concentrazione di ossigeno è superiore a quella calcolabile tramite la relazione ossigeno/temperatura. Questo andamento dell'ossigeno è legato appunto alla produzione primaria (massima nelle ore centrali della giornata) e alla respirazione (presente durante tutto il giorno, ma i cui effetti sono evidenti quando la produzione è assente).

Figura 3-17: Andamento ciclico giornaliero dell'ossigeno disciolto misurato nel tratto di Vizzola Ticino (valori mediani).



Per quanto riguarda l'effetto del valore di DMV sull'ossigeno disciolto, dalla tabella seguente si può osservare come il *range* di variazione dell'ossigeno sia simile tra giornate consecutive caratterizzate da diverse portate di DMV. La differenza maggiore si osserva tra i valori del 18 agosto e quelli del 19 agosto, cioè confrontando il DMV sperimentale estivo (12 m³/s) con quello idrologico (28 m³/s) in un periodo particolarmente caldo (T max aria > 30 °C).

Tabella 3-2 Valori di concentrazione di ossigeno disciolto misurati nel pomeriggio e prima dell'alba nelle quattro giornate di misura, caratterizzate da diversi valori di DMV.

giorno	Q (m ³ /s)	Valore min O ₂ - prima dell'alba - (mg/l)	Valore max O ₂ - pomeridiano - (mg/l)
18 agosto 2011	28	6.7	9.3
19 agosto 2011	12	6.3	9.5
31 agosto 2011	12	6.7	10.8
1 settembre 2011	22	6.5	11.0

3.3 CONCLUSIONI

Dalle considerazioni appena esposte, è possibile concludere che:

- nel periodo estivo, si osservano valori di temperatura dell'acqua e ossigeno disciolto fortemente variabili durante la giornata e lievemente influenzati dal valore di DMV rilasciato, in considerazione delle caratteristiche dell'acqua superficiale del lago;
- le misure routinarie di ossigeno e temperatura, effettuate ai fini della sperimentazione tra il 2010 e il 2015, possono essere considerate rappresentative del livello medio di O₂ nell'acqua, in quanto effettuate generalmente in momenti della giornata caratterizzata da valori intermedi tra i minimi e i massimi. Occorre comunque ricordare che i livelli estremi minimo e massimo che possono raggiungere l'O₂ e la temperatura durante la giornata possono essere ben differenti.

4 BIBLIOGRAFIA

- Ambrosetti W., Barbanti L., Rolla A. (2006). The climate of Lago Maggiore area during the last fifty years. *Journal of Limnology* 65 (Suppl. 1):1-62.
- Junk W.J., Bayley P.B., Sparks R.E. (1989). The flood pulse concept in river-floodplain systems. *Canadian special publication of fisheries and aquatic sciences* 106.1: 110-127.