

QUADERNO N°22

LA VALUTAZIONE DELLA
QUALITÀ MORFOLOGICA
DEI CORSI D'ACQUA
Applicazione dell'Indice di
Qualità Morfologica (IQM)
al Torrente Orba
(confine regionale – confluenza
T. Stura)

2013



*COLLANA INFORMATIVA
TECNICO-SCIENTIFICA*



LA VALUTAZIONE DELLA QUALITÀ MORFOLOGICA DEI CORSI D'ACQUA

**Applicazione dell'Indice di Qualità Morfologica (IQM)
al Torrente Orba (confine regionale – confluenza T. Stura)**

Quaderno n. 22

Collana informativa tecnico-scientifica

LA VALUTAZIONE DELLA QUALITÀ MORFOLOGICA DEI CORSI D'ACQUA
Applicazione dell'indice Indice di Qualità Morfologica (IQM) al Torrente Orba
(confine regionale – confluenza T. Stura) *Collana informativa tecnico-scientifica Quaderno n. 22*

Coordinamento e revisione

Claudia Giampani, Arpa Piemonte, Dipartimento Tematico Geologia e Dissesto

Autore

Andrea Mandarino, Tirocinante in Arpa Piemonte, Dipartimento Tematico Geologia e Dissesto
(giugno - ottobre 2012)

Nota

Il Quaderno è tratto dalla tesi di laurea triennale in Scienze Ambientali e Gestione del Territorio dell'autore, intitolata "Applicazione dell'Indice di Qualità Morfologica (IQM) al Torrente Orba (confine regionale – confluenza T. Stura)" e discussa in data 13 dicembre 2012. Il lavoro di applicazione dell'IQM è stato eseguito nell'ambito dello stage di 200 ore (previsto nel piano di studi del corso di laurea in Scienze Ambientali e Gestione del Territorio – Dipartimento di Scienze e Innovazione Tecnologica dell'Università degli Studi del Piemonte Orientale "A. Avogadro") effettuato presso Arpa Piemonte – Dipartimento Tematico Geologia e Dissesto, nel periodo giugno – ottobre 2012.

Tale lavoro ha visto coinvolti la Dott.ssa Claudia Giampani, in qualità di *tutor* Arpa Piemonte, ed il Dott. Roberto Reis, in qualità di relatore, ai quali va la più sincera riconoscenza.

Fotografie archivio Arpa Piemonte ove non espressamente citato l'autore



Progetto SCARTA LA CARTA

Questa pubblicazione è disponibile solamente on-line.

Nessuna copia cartacea è stata stampata.

ISBN 978-88-7479-126-2

Copyright © 2013, Arpa Piemonte
Via Pio VII, 9 - 10135 Torino – Italia
www.arpa.piemonte.it

La riproduzione è autorizzata citando la fonte.

SOMMARIO

INTRODUZIONE.....	1
1 GEOMORFOLOGIA FLUVIALE ED IDROLOGIA NEL CONTESTO NORMATIVO (WFD E D.LGS. 152/06).....	2
1.1 La Direttiva 2000/60/CE.....	2
1.2 Il Decreto Ministeriale 260/2010.....	3
1.3 Ulteriori considerazioni normative.....	4
2 IL METODO PER LA DEFINIZIONE DELL'INDICE DI QUALITÀ MORFOLOGICA (IQM).....	5
2.1 Introduzione e principi generali.....	5
2.2 Le condizioni di riferimento.....	6
2.3 La struttura del metodo.....	7
3 L'APPLICAZIONE DEL METODO AL TORRENTE ORBA (CONFINE REGIONALE – CONFLUENZA T. STURA).....	11
3.1 L'IQM, ARPA Piemonte ed il CI 10SS3N343PI.....	12
3.2 Metodologia di analisi.....	12
3.2.1 Analisi in ambiente GIS.....	13
3.2.2 Rilevamento sul terreno.....	14
3.2.3 Compilazione delle schede.....	15
3.3 Inquadramento geografico e geologico.....	16
3.3.1 Un po' di storia.....	17
3.4 Suddivisione del CI in tratti omogenei.....	19
3.5 Tratto 10SS3N343PI_1.....	21
3.6 Tratto 10SS3N343PI_2.....	24
3.7 Tratto 10SS3N343PI_3.....	28
3.8 Tratto 10SS3N343PI_4.....	33
3.9 Tratto 10SS3N343PI_5.....	38
3.10 Considerazioni conclusive e calcolo dell'IQM.....	43
CONCLUSIONI.....	50
RIFERIMENTI.....	52

Introduzione

Con il presente documento si vuole illustrare l'evoluzione del quadro legislativo europeo per le politiche di tutela e uso sostenibile delle risorse idriche, il suo recepimento in Italia e l'applicazione in Piemonte con particolare riferimento all'introduzione degli elementi morfologici nella valutazione della qualità e funzionalità degli ecosistemi acquatici.

La comunità scientifica nazionale, coordinata dall'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale, ha tradotto, su richiesta del MATTM (*Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare*), i provvedimenti normativi afferenti alla morfologia, in una procedura di analisi e valutazione degli elementi morfologici e dei processi che concorrono alla loro formazione che fornisce la stima dello scostamento dei corsi d'acqua da uno stato di riferimento, ovvero da *“quelle condizioni che esisterebbero, nelle attuali condizioni del bacino, in assenza di influenza antropica in alveo, nelle zone riparie e nella pianura adiacente”* (Rinaldi et alii, 2011). La geomorfologia si sta infatti affermando come disciplina essenziale per capire i processi legati all'ambiente fluviale in quanto le forme del territorio interagiscono e condizionano gli habitat e di conseguenza gli ecosistemi fluviali.

Il Dipartimento Geologia e Dissesto di Arpa Piemonte sta applicando, nell'ambito dell'implementazione della Direttiva Quadro Acque, le metodologie elaborate da ISPRA per valutare lo stato morfologico dei corsi d'acqua regionali.

Attraverso lo studio del torrente Orba, nel tratto dal confine regionale sino alla confluenza con il torrente Stura, viene descritto il metodo messo a punto dall'Istituto Superiore per la determinazione dell'Indice di Qualità Morfologica IQM, appositamente sviluppato ai fini della classificazione idromorfologica richiesta nell'ambito della Direttiva Quadro Acque 2000/60/CE.

1 Geomorfologia fluviale ed idrologia nel contesto normativo (WFD e D.Lgs. 152/06)

1.1 La Direttiva 2000/60/CE

La Direttiva 2000/60/CE del 23 ottobre 2000, del Parlamento Europeo e del Consiglio, (anche detta WFD – *Water Framework Directive*) istituisce un quadro per l'azione comunitaria in materia di acque, ed è stata recepita in Italia dal D.Lgs. 152/06 recante "Norme in materia ambientale" (Testo Unico Ambientale o T.U.A.).

Per quanto concerne le acque interne superficiali, la WFD, il Testo Unico Ambientale ed i suoi decreti attuativi impongono il raggiungimento, ovvero il mantenimento o il ripristino, del *Buono Stato di Qualità Ambientale* per tutti i Corpi Idrici naturali, entro dicembre 2015 (eccezion fatta per le proroghe e le deroghe previste dai paragrafi 4, 5 e seguenti dell'art. 4 della WFD).

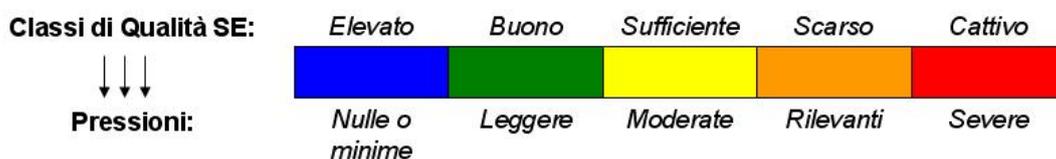
Tutti i corpi idrici, ovvero quei tratti fluviali appartenenti ad un'unica tipologia, omogenei dal punto di vista delle caratteristiche fisiche, degli impatti causati dalle pressioni insistenti e dunque dello stato di qualità, come definiti dall'art. 54 del T.U.A. e identificati ai sensi del D.M. (Ministero Ambiente) n. 56 del 2009, devono essere classificati, e lo Stato di Qualità Ambientale è definito come il peggiore tra lo stato chimico e lo stato ecologico.

Ovviamente per essere *buono*, entrambe le due componenti devono essere in stato *buono*.

Lo stato ecologico dei corpi idrici viene definito dalla combinazione dello stato:

- degli elementi biologici (macrobenthos, diatomee, macrofite, pesci),
- degli elementi chimico-fisici (generalisti, inquinanti specifici),
- degli elementi idromorfologici (regime idrologico, continuità fluviale, condizioni morfologiche).

Lo stato ecologico, come specificato dalla direttiva 2000/60/CE, può essere *Elevato*, *Buono*, *Sufficiente*, *Scarso*, *Cattivo*, ed è valutato come scostamento da condizioni pressoché inalterate o di riferimento, cioè in assenza (o quasi) di pressioni antropiche sul bacino idrografico; ognuna di queste classi equivale infatti a pressioni rispettivamente nulle o minime, leggere, moderate, rilevanti e severe.



Schema riassuntivo dei rapporti tra Stato Ecologico e Pressioni.

È in questo contesto che la WFD, per prima, introduce la disciplina dell'idromorfologia nel quadro normativo in materia di tutela delle acque, disponendo che gli aspetti idromorfologici siano elementi da valutare per giungere alla classificazione dello Stato Ecologico *Elevato* dei corpi idrici.

Che cos'è dunque l'idromorfologia? Il termine, sull'uso del quale è in corso un ampio dibattito nel mondo scientifico, identifica l'insieme delle discipline idrologia, geomorfologia ed ecologia.

L'idromorfologia analizza dunque *"the hydrological and geomorphological elements and processes of water body systems"* (E.C., 2000) e *"può essere definita come quella disciplina che, integrando l'idrologia e la geomorfologia fluviale studia i processi e le forme fluviali, le loro interazioni con le pressioni antropiche e le implicazioni sui processi ecologici"* (Rinaldi et alii, 2011).

1.2 Il Decreto Ministeriale 260/2010

Come specificato nel paragrafo A.4.1.3 del D.M. 260/2010 (*"Regolamento recante i criteri tecnici per la classificazione dello stato dei corpi idrici superficiali, per la modifica delle norme tecniche del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale, predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 3, del medesimo decreto legislativo."*) *"nella classificazione dello stato ecologico dei corpi idrici fluviali, gli elementi idromorfologici a sostegno vengono valutati attraverso l'analisi dei seguenti aspetti (ciascuno dei quali descritto da una serie di parametri e/o indicatori):*

- regime idrologico (quantità e variazione del regime delle portate);
- condizioni morfologiche (configurazione morfologica plano-altimetrica, configurazione delle sezioni fluviali, configurazione e struttura del letto, vegetazione nella fascia perifluviale, continuità fluviale - entità ed estensione degli impatti di opere artificiali sul flusso di acqua, sedimenti e biota -)".

Per quanto riguarda il regime idrologico, l'analisi è *"effettuata in corrispondenza di una sezione trasversale sulla base dell'Indice di Alterazione del Regime Idrologico IARI, che fornisce una misura dello scostamento del regime idrologico osservato rispetto a quello naturale che si avrebbe in assenza di pressioni antropiche"*.

Le condizioni morfologiche vengono valutate, invece, per ciascuno dei seguenti aspetti:

"- continuità: la continuità longitudinale riguarda la capacità del corso d'acqua di garantire il transito delle portate solide; la continuità laterale riguarda il libero manifestarsi di processi fisici di esondazione e di erosione;

- configurazione morfologica: riguarda la morfologia planimetrica e l'assetto altimetrico;
- configurazione della sezione: riguarda le variazioni di larghezza e profondità della sezione fluviale;
- configurazione e struttura alveo: riguarda la struttura e le caratteristiche tessiturali dell'alveo;
- vegetazione nella fascia perifluviale: riguarda gli aspetti legati alla struttura ed estensione della vegetazione nella fascia perifluviale.

Per i tratti di corpo idrico candidati a siti di riferimento sono valutate anche le condizioni di habitat".

In accordo con la WFD, *"la classificazione si basa sul confronto tra le condizioni morfologiche attuali e quelle di riferimento in modo da poter valutare i processi evolutivi in corso e i valori dei parametri per descriverne lo stato e le tendenze evolutive future.*

La valutazione dello stato morfologico viene effettuata considerando la funzionalità geomorfologica, l'artificialità e le variazioni morfologiche, che concorrono alla formazione dell'Indice di Qualità Morfologica, IQM".

La tabella 4.1.3/b del D.M. 260/2010 definisce la classe di stato morfologico sulla base del valore assunto dall'IQM.

IQM	STATO
$0,85 \leq IQM \leq 1$	ELEVATO
$IQM < 0,85$	NON ELEVATO

La tabella 4.1.3/c dello stesso provvedimento pone in relazione lo stato morfologico con quello idrologico, al fine di identificare la classe di stato idromorfologico.

		STATO MORFOLOGICO	
		ELEVATO	NON ELEVATO
STATO IDROLOGICO	ELEVATO	ELEVATO	NON ELEVATO
	BUONO	ELEVATO	NON ELEVATO
	NON BUONO	NON ELEVATO	NON ELEVATO

Gli indici IARI ed IQM fanno parte della più ampia metodologia complessiva, messa a punto dall'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA), denominata "sistema IDRomorfologico di valutazione, Analisi e Monitoraggio dei corsi d'acqua (IDRAIM)".

1.3 Ulteriori considerazioni normative

La classificazione idromorfologica di tutti i corpi idrici in stato biologico elevato non è l'unico obbligo normativo inerente l'idromorfologia; è infatti obbligatorio il monitoraggio idromorfologico su tutti i corpi idrici in funzione dell'analisi di rischio, come sancito dal D.M. 56/2009 recante i "Criteri tecnici per il monitoraggio dei corpi idrici e l'identificazione delle condizioni di riferimento per la modifica delle norme tecniche del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante "Norme in materia ambientale, predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 3, del decreto legislativo medesimo".

E' questo provvedimento normativo a dare le indicazioni sull'analisi di rischio che deve essere realizzata sui corpi idrici, al fine di valutare la possibilità di non raggiungere gli obiettivi di qualità previsti dalla WFD, analizzando la tipologia e l'ampiezza delle pressioni antropiche insistenti sul CI considerato, i possibili impatti e lo stato di qualità ricavato dai dati di monitoraggio pregresso (se presenti).

L'analisi di rischio permetterà di identificare le maggiori criticità e quegli indicatori maggiormente sensibili alle pressioni insistenti sul CI in esame, fornendo così gli strumenti per realizzare adeguati piani di monitoraggio.

A livello normativo, inoltre, valutazioni di carattere idromorfologico sono richieste nella progettazione e nella verifica di misure ed interventi, nella definizione degli HMWB (ovvero i corpi idrici fortemente modificati), e nella integrazione effettiva degli obiettivi previsti dalle direttive 2000/60/CE (WFD) e 2007/60/CE (FD).

A tal proposito è bene specificare che la direttiva quadro sulle acque ha come obiettivo la naturalità, ovvero, semplificando, punta al raggiungimento del buono stato ambientale dei corpi idrici tramite la messa a punto di misure di conservazione o ripristino; la direttiva alluvioni ha invece, come obiettivo, la sicurezza, e vuole arrivare ad una valutazione e gestione del rischio di alluvione e ad una predisposizione di misure di prevenzione o mitigazione del rischio idraulico.

I predetti obiettivi, talora in contrasto, possono essere portati sullo stesso piano da una adeguata valutazione ed analisi idromorfologica.

Il quadro normativo delineato, piuttosto complesso, risulta comunque essere aperto a miglioramenti, in stretto rapporto con l'evoluzione ed i risultati delle attività scientifiche.

2 Il metodo per la definizione dell'Indice di Qualità Morfologica (IQM)

Il presente capitolo riassume brevemente il metodo per la definizione dell'IQM evidenziandone gli aspetti maggiormente rilevanti per comprendere il lavoro di valutazione della qualità morfologica del Torrente Orba (confine regionale – confluenza T. Stura), fulcro della presente pubblicazione e oggetto di una dettagliata trattazione nel capitolo successivo.

Per ulteriori approfondimenti sul metodo per la definizione dell'IQM si rimanda al capitolo 3 del manuale tecnico – operativo (Rinaldi *et alii*, 2011).

2.1 Introduzione e principi generali

Ai fini dell'implementazione della WFD, era necessaria nel contesto italiano l'introduzione di un nuovo metodo di valutazione dello stato morfologico dei corpi idrici che puntasse ad una comprensione dei processi e delle cause, con la finalità di classificare i CI e di definire le cause di degradazione e le azioni da porre in essere, anche in base ad una analisi delle pressioni e degli impatti.

L'Indice di Qualità Morfologica (IQM) è uno strumento che permette di ricavare un valore indice attraverso il quale i tecnici determinano quale sia lo stato di "salute morfologica" di un determinato corso d'acqua o di parte di esso, ovvero, in accordo con lo spirito della Direttiva Quadro sulle Acque, è la misura "dello scostamento delle condizioni attuali rispetto ad un certo stato di riferimento" (Rinaldi *et alii*, 2011).

Le principali caratteristiche del metodo per la definizione dell'IQM (Rinaldi, 2012) sono:

- benché sviluppato per l'implementazione della WFD, non presenta un uso esclusivo;
- gli indicatori, le classi ed i punteggi sono basati su un giudizio esperto;

-
- il metodo è relativamente semplice, ma l'operatore non può esimersi dall'essere in possesso di solide conoscenze nell'ambito della geomorfologia fluviale;
 - valuta la qualità morfologica (indipendentemente dallo stato ecologico);
 - pone una particolare enfasi sui processi;
 - non valuta la pericolosità.

La grande innovazione che il metodo IQM racchiude in sé è il cambiamento del principale oggetto utilizzato come indicatore dello stato di salute morfologica del corso d'acqua: in particolare l'IQM supera lo studio delle *forme di riferimento*, inteso come fulcro dell'analisi nelle procedure di rilevamento degli habitat fluviali *latu sensu*, per focalizzarsi sullo studio di *processi di riferimento* e soprattutto di *interazione tra forme e processi di riferimento* (Rinaldi, 2012).

Si pone dunque in relazione lo stato di salute degli ecosistemi fluviali con la geomorfologia fluviale perché è ormai ampiamente riconosciuto che un corso d'acqua in equilibrio dinamico *"promuove spontaneamente il funzionamento degli ecosistemi fluviali e la diversificazione degli habitat"* (Rinaldi, 2012).

2.2 Le condizioni di riferimento

La valutazione del corso d'acqua, viene effettuata in base ad una condizione di riferimento, considerata come il "bianco" sul quale si misurano le alterazioni; tale condizione tuttavia non è semplice da definire, e la comunità scientifica internazionale ritiene inopportuno considerare una situazione "primitiva" completamente indisturbata.

Per questa ragione si è concordi nell'identificare, quale stato di riferimento, l'insieme di quelle *"condizioni che esisterebbero, nelle attuali condizioni del bacino, in assenza di influenza antropica in alveo, nelle zone riparie e nella pianura adiacente"* (Rinaldi et alii, 2011), ovvero: piena funzionalità dei processi geomorfologici, assenza di artificialità ed assenza di variazioni morfologiche significative (di forma, dimensioni e quota del fondo) durante gli ultimi 50-100 anni (questi tre elementi sono i macro-gruppi di indicatori utilizzati per giungere al calcolo dell'IQM).

Queste condizioni di riferimento sono dunque teoriche; in geomorfologia fluviale è impossibile identificare una condizione di riferimento per un certo corso d'acqua, poiché esso è un sistema dinamico in continua evoluzione, la cui forma risponde alle variazioni delle variabili guida e delle condizioni al contorno.

Riferendosi all'alveo non si vuole dunque dire *"come deve essere e come invece è"* (Rinaldi, 2012), ma si mira al verificare l'attività dei processi della configurazione morfologica attuale, che è espressione delle attuali variabili guida e condizioni al contorno.

Al fine di identificare le variazioni morfologiche recenti è stato ritenuto valido l'intervallo di tempo degli ultimi 50-100 anni; in particolare gli anni '50 del secolo scorso rappresentano *"una situazione significativa"* (Rinaldi et alii, 2011) identificata come il tempo zero che viene analizzato per riconoscere

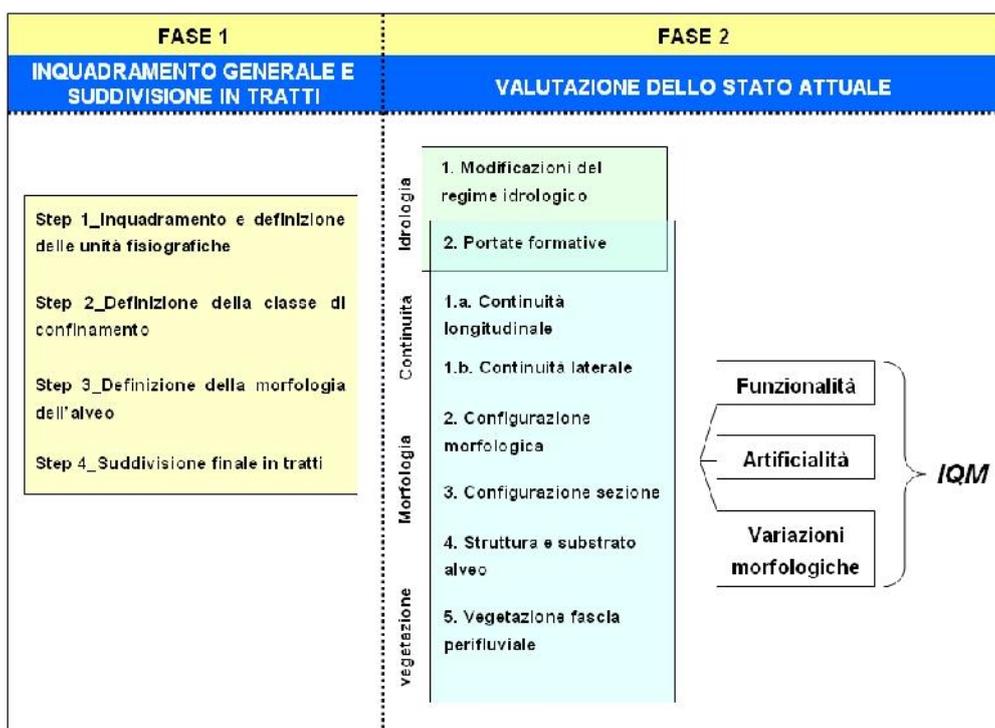
tali variazioni (in particolare per gli indicatori “Variazioni della configurazione morfologica - V1” e “Variazioni di larghezza - V2”).

La scelta degli anni '50, i quali, è bene specificare, non sono la condizione di riferimento del metodo, è dovuta a due ragioni: la prima di tipo tecnico-pratico, ovvero la disponibilità delle foto aeree a copertura nazionale del Volo GAI 1954-1955, che permettono un confronto della situazione di allora con quella attuale; la seconda di tipo concettuale, ovvero in tale periodo storico alcune opere erano già fortemente presenti sui nostri fiumi e torrenti ma “*gli aggiustamenti morfologici più intensi non erano ancora avvenuti*”.

Come specificato dagli autori del metodo infatti “*la situazione degli anni '50 può essere considerata generalmente con un'influenza antropica ancora contenuta, e più rappresentativa, rispetto a situazioni precedenti quali la fine del XIX sec., del possibile massimo recupero morfologico che è lecito attendersi nei prossimi decenni qualora venissero rimosse le cause di alterazione morfologica in alveo, fermo restando le condizioni dei versanti a scala di bacino*” (Rinaldi et alii, 2011).

2.3 La struttura del metodo

L'applicazione del metodo per il calcolo dell'Indice di Qualità Morfologica, si basa su un approccio integrato, consistente in un uso sinergico delle due principali metodologie impiegate in geomorfologia fluviale, ovvero: il telerilevamento (*remote sensing*) e le analisi GIS, ed il rilevamento sul terreno. Il metodo di analisi e valutazione morfologica, in senso stretto, si esplica attraverso due distinte fasi: **inquadramento generale e suddivisione in tratti** e **valutazione dello stato attuale**.



Schema della struttura metodologica.

La prima fase consiste nell'analizzare il bacino e ciò che condiziona il corso d'acqua; si riconoscono le unità fisiografiche ed i segmenti e, in base al calcolo dei principali parametri di caratterizzazione morfologica, si individuano le principali caratteristiche planimetriche del tracciato fluviale e si valutano il confinamento, le pendenze, la geologia, i manufatti, e tutto ciò che è ritenuto utile al fine di suddividere l'asta fluviale in esame, o meglio il corpo idrico, in tratti morfologicamente omogenei.

L'individuazione di tali tratti, considerati le unità spaziali di riferimento per la valutazione dello stato attuale, è l'obiettivo della fase uno.

Condotta in quattro *step*, la procedura di individuazione risulta essere dinamica e reiterativa e, solo al termine dello *step* 4, si può considerare conclusa.

Partendo infatti, necessariamente, da una prima idea di delimitazione dei tratti, che ad ogni tappa diventa più concreta (in base al confinamento, e poi alla morfologia e successivamente ad evidenti discontinuità nel tracciato fluviale), solo il calcolo dei vari parametri e indici porterà al perfezionamento dei limiti delle porzioni di tracciato fluviale morfologicamente omogenee, ovvero ai tratti.

La seconda fase, cioè il vero e proprio IQM, consiste nella valutazione dello stato attuale del tratto (inteso come unità spaziale di riferimento) e dunque nel quantificare lo scostamento delle sue condizioni morfologiche da quelle di riferimento.

In base a quanto richiesto dalla WFD devono essere valutati tre aspetti morfologici: continuità (laterale e longitudinale); morfologia (configurazione morfologica, configurazione della sezione e substrato); vegetazione.

Questi tre aspetti sono analizzati nell'IQM da una serie di indicatori, suddivisi nelle tre macro-categorie di funzionalità (serie F degli indicatori), artificialità (serie A degli indicatori) e variazioni morfologiche (serie V degli indicatori).

La fase di valutazione dello stato attuale dei corsi d'acqua consiste dunque:

- nella valutazione della funzionalità dei processi geomorfologici e delle forme (*step* 1), ovvero si confrontano forme e processi nelle condizioni attuali con forme e processi attesi per la tipologia fluviale che caratterizza il tratto in esame;
- nel valutare la presenza, la frequenza, l'estensione, i possibili effetti di opere trasversali, longitudinali o di qualsiasi altro genere e gli interventi antropici effettuati, che possano interferire con i naturali processi morfologici (*step* 2);
- nel valutare le variazioni planimetriche ed altimetriche avvenute in tempi recenti (ultimi 50-60 anni e ultimi due secoli relativamente alla quota del fondo).

La fase 2 viene effettuata tramite la compilazione di apposite schede di valutazione (allegate al manuale del metodo) che guidano l'operatore verso il raggiungimento del valore dell'IQM.

La funzionalità, l'artificialità e le variazioni morfologiche sono valutati tramite una serie di 28 indicatori, che tuttavia non vengono mai applicati contemporaneamente poiché molti di essi hanno un preciso campo di applicazione, che li porta a non essere considerati in determinati contesti.

Si riporta di seguito la serie completa degli indicatori, relazionati alle tre macro-categorie utilizzate nel metodo e agli aspetti da analizzare ai sensi della WFD (Rinaldi *et alii*, 2012).

		Funzionalità	Artificialità	Variazioni
Continuità	- Longitudinale	F1	A1, A2,A3,A4,A5	
	- Laterale	F2, F3, F4, F5	A6, A7	
Morfologia	- Config. morfologica	F6, F7, F8	A8 (A6)	V1
	- Config. della sezione	F9	(A4, A9, A10)	V2, V3
	- Substrato	F10, F11	A9, A10, A11	
Vegetazione		F12, F13	A12	

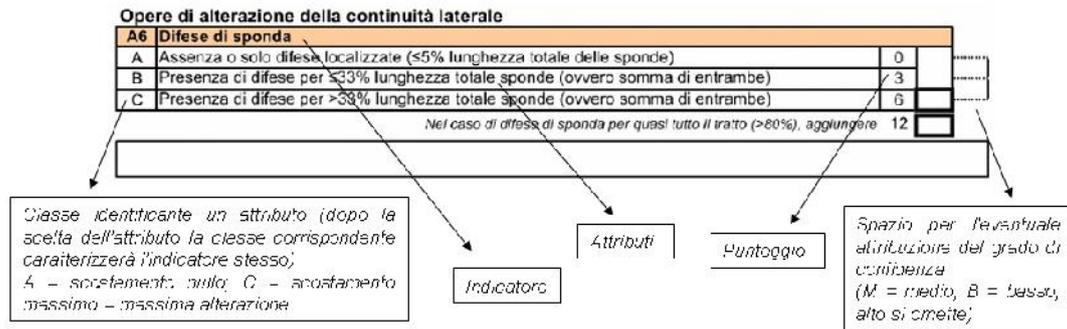
Le schede per l'applicazione del metodo sono di due tipologie, una per alvei confinati (C) e una per alvei non confinati e semiconfinati (NC – SC), poiché gli indicatori di funzionalità ed artificialità da applicare sono differenti nei due casi. Per quanto riguarda le variazioni morfologiche, queste si analizzano indistintamente in confinati e semiconfinati/non confinati, con l'unico vincolo che per essere valutate il corso d'acqua deve essere di larghezza maggiore di 30 m, oppure di larghezza attuale minore di 30 m ma con larghezza maggiore di tale valore negli anni '50.

Per poter giungere alla definizione della qualità morfologica, ogni indicatore è valutato tramite una o più variabili qualitative o quantitative (cioè valutazioni interpretative o parametri) dette attributi, al fine di assegnare all'indicatore stesso un valore che corrisponde a classi discrete A, B o C.

I punteggi attribuiti ai vari attributi sono numeri interi non negativi (≥ 0) ed esprimono uno scostamento più o meno marcato rispetto alla condizione di riferimento di corso d'acqua non alterato.

I punteggi sono dunque direttamente proporzionali al grado di alterazione relativo ad un determinato indicatore, per cui la classe A è sempre sinonimo di uno scostamento nullo, mentre la classe C è associata ad uno scostamento massimo, sinonimo di massima alterazione.

Decisi in base ad un giudizio esperto, essi tengono conto dell'importanza relativa di ciascun indicatore, e considerano, inoltre, il peso di ognuna delle tre macro-categorie (F,A,V) sul punteggio complessivo.



Esempio di un indicatore di artificialità (tratto dalla scheda per alvei confinati; si noti la possibilità di aggiungere al punteggio 12 punti di penalità qualora fosse riscontrato il caso particolare previsto); la colonna vuota più a destra è riservata al punteggio progressivo.

Al fine di ottenere una stima del grado di incertezza complessivo del punteggio finale, il metodo prevede anche la possibilità di indicare il grado di confidenza della risposta, ovvero di specificare se la scelta di un attributo per un determinato indicatore sia una scelta sicura o gravata da una determinata incertezza. Una volta ottenuto il punteggio finale, detto scostamento totale (Stot), dato dalla somma dei valori ottenuti, si divide tale valore per lo scostamento massimo (Smax), ovvero il punteggio massimo raggiungibile, non considerando i punteggi massimi degli indicatori non applicati (Sna), per ciascuna tipologia.

Così facendo si ottiene l'Indice di Alterazione Morfologica (IAM).

Sottraendo ad uno il valore IAM si ottiene l'Indice di Qualità Morfologica (IQM = 1 - IAM).

E' il contesto normativo a richiedere questa operazione, poiché lo IAM è un indice direttamente proporzionale allo scostamento dalle condizioni di riferimento, e dunque un valore alto indica forte alterazione, mentre è richiesto un indice che sia direttamente proporzionale alla qualità, ovvero un indice in cui valori alti corrispondano a lievi o nulle alterazioni.

Il valore IQM ottenuto viene confrontato poi con gli intervalli di valori di riferimento per essere attribuito ad una delle cinque classi di qualità morfologica.

IQM	CLASSE DI QUALITÀ	
$0.0 \leq IQM < 0.3$	Pessimo o Cattivo	
$0.3 \leq IQM < 0.5$	Scadente o Scarso	
$0.5 \leq IQM < 0.7$	Moderato o Sufficiente	
$0.7 \leq IQM < 0.85$	Buono	
$0.85 \leq IQM < 1.0$	Elevato	

I colori associati alle singole classi sono dettati dalla normativa (si veda il cap. 1).

Se IAM risultasse uguale a 1, l'IQM assumerebbe un valore pari a zero e l'alterazione sarebbe massima.

All'estremo opposto, con IAM = 0, l'IQM assumerebbe il valore di uno, il che significherebbe che il tratto in esame ha una qualità morfologica elevata.

Data la struttura del metodo è possibile suddividere gli indici IAM ed IQM nelle loro varie componenti, calcolando così alcuni sub-indici che possono essere di due tipologie: sub-indici verticali e sub-indici orizzontali.

I primi sono l'indice di funzionalità, l'indice di artificialità e l'indice di variazioni morfologiche.

I secondi sono l'indice di continuità, l'indice di morfologia e l'indice di vegetazione.

Occorre specificare che alcuni elementi di artificialità hanno effetti su più categorie, e che in tali casi, per semplicità, *“si divide il punteggio attribuito ad un certo indicatore di artificialità per il numero di categorie su cui ha effetto”* (Rinaldi et alii, 2011); inoltre nel caso in cui, ove possibile, siano state aggiunte delle penalità, la somma dei tre sub-indici verticali sarebbe maggiore di 1.

I valori dei sub-indici possono essere normalizzati, ovvero rapportati al valore massimo ottenibile per la relativa categoria (funzionalità, artificialità, variazioni), al fine di rendere più immediata ed efficace l'analisi.

Per una dettagliata trattazione delle modalità di calcolo dei sub-indici si rimanda al Manuale del metodo (Rinaldi et alii, 2011).

Nel suo complesso il metodo consta di una terza fase, cosiddetta di Monitoraggio, nella quale si misurano alcuni parametri significativi in alcuni tratti di corso d'acqua per analizzarne l'evoluzione nel tempo nell'ottica del raggiungimento degli obiettivi imposti dalla direttiva 2000/60/CE.

L'attività di monitoraggio può essere effettuata tramite ricalcolo dell'IQM oppure, a seconda delle finalità, tramite il più recente, ma ancora in versione di bozza, IQMm (Roma, febbraio 2013).

3 L'applicazione del metodo al Torrente Orba (confine regionale – confluenza T. Stura)

Il presente capitolo tratta dell'applicazione della metodologia di analisi e valutazione idromorfologica (IQM) al Torrente Orba, nella porzione del suo tracciato compresa tra il confine regionale tra Liguria e Piemonte e la confluenza con il Torrente Stura, in corrispondenza dell'abitato di Ovada (Provincia di Alessandria).

L'attività ha riguardato l'analisi e la descrizione delle caratteristiche geomorfologiche dei tratti del torrente Orba oggetto del presente studio e l'individuazione delle pressioni antropiche recenti e storiche in grado di alterare l'equilibrio morfologico del corso d'acqua, cercando anche di analizzare le tendenze evolutive dello stesso.

L'obiettivo del lavoro era quello di definire l'Indice di Qualità Morfologica (IQM) del CI 10SS3N343PI, corrispondente alla predetta porzione di Torrente Orba, secondo la metodologia proposta da ISPRA (Rinaldi et alii, 2011), in ottemperanza a quanto disposto dalla direttiva 2000/60/CE in merito al conseguimento degli obiettivi di qualità (si veda il cap. 1).

3.1 L'IQM, ARPA Piemonte ed il CI 10SS3N343PI

L'applicazione dell'Indice di Qualità Morfologica al CI 10SS3N343PI, rientra in un più ampio contesto di monitoraggio morfologico che ARPA ha portato a termine nel 2012 su 23 Corpi Idrici della Regione Piemonte.

Questa opera di monitoraggio, richiesta ai fini dell'implementazione della WFD, è stata commissionata ad ARPA da Regione Piemonte, e proseguirà negli anni a venire, con le cadenze temporali imposte dalla normativa, su questi e su altri CI per i quali l'avvio del monitoraggio è previsto prossimamente.

Il torrente Orba, nel tratto compreso tra il confine regionale e la confluenza con il torrente Stura, è stato valutato, in termini di qualità morfologica, sia nell'ambito del monitoraggio (ai sensi della WFD) sia nell'ambito del Contratto di Fiume che Provincia di Alessandria ed altri enti stanno promuovendo.

Il CI 10SS3N343PI

La codifica 10SS3Nna del CI indica l'idroecoregione denominata appennino settentrionale (10), l'origine da scorrimento superficiale (SS), la taglia media (intesa come distanza dalla sorgente, 25 – 75 km) (3) e la non applicazione del parametro relativo all'influenza del bacino a monte (N).

Le cifre seguenti al codice relativo al tipo indicano il progressivo del singolo CI (343) e la regione di appartenenza dello stesso, ovvero il Piemonte (PI).

A livello europeo l'idroecoregione di riferimento è la numero 64 (*Apennines N*).

Il Corpo idrico in esame è a rischio di non raggiungimento degli obiettivi di qualità identificati nel raggiungimento del buono stato chimico nel 2015 e del buono stato ecologico nel 2021.

In base alla valutazione dei dati di monitoraggio del biennio 2009-2010, ARPA Piemonte ha definito per il CI in questione uno stato ecologico scarso ed uno stato chimico non buono.

Riferimenti: - *Processo di implementazione della direttiva 2000/60/CE (WFD) in Piemonte. (2009)* A cura della Struttura Qualità Acque Superficiali e Sotterranee - ARPA Piemonte.

- *Attività ARPA nella gestione della rete di monitoraggio delle acque superficiali. Piano di monitoraggio triennio 2012-2014. (Dicembre 2011)* A cura di Fiorenza A., Struttura Specialistica Qualità delle Acque - ARPA Piemonte.

3.2 Metodologia di analisi

L'intero lavoro è stato eseguito, in accordo con le prescrizioni, seguendo il "Manuale tecnico – operativo per la valutazione ed il monitoraggio dello stato morfologico dei corsi d'acqua – Versione 1" (Rinaldi M., Surian N., Comiti F., Bussetini M. - 2011) e le relative pubblicazioni al contorno (si veda cap. 2).

Le attività si sono svolte in tre fasi: la prima di inquadramento generale e suddivisione in tratti effettuata tramite *remote sensing* e strumenti GIS, e di raccolta di informazioni, testimonianze, documenti e

bibliografia; la seconda consistente nei rilievi sul terreno; e la terza consistente nella compilazione delle schede di valutazione (date dal metodo), nel perfezionamento dei dati raccolti nelle due fasi precedenti, nella georeferenziazione di fotografie aeree e digitalizzazione delle opere antropiche individuate e nella stesura della relazione finale.

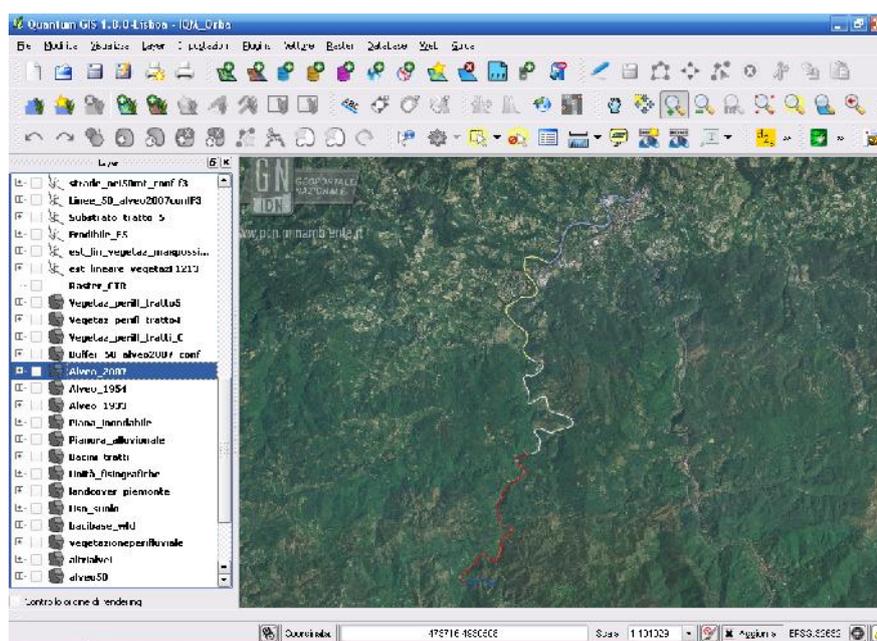
3.2.1 Analisi in ambiente GIS

Sia in fase di inquadramento generale e suddivisione in tratti, che durante la compilazione delle schede è stato necessario (ed è previsto dal metodo) ricorrere all'uso di immagini telerilevate, ovvero foto aeree georiferite e immagini satellitari, e di cartografia numerica, tematica e non. Tramite software GIS sono state georiferite ed analizzate per ricavarne dati vettoriali quali punti, linee e poligoni con informazioni associate strutturate secondo le specifiche ISPRA.

I prodotti cartografici utilizzati sono stati: la CTR in scala 1:10.000 della Regione Piemonte; le Ortofoto territoriali IT2000 - aggiornamento 2007; le ortofoto del Portale Cartografico Nazionale degli anni 2006, 2000 e 1994; la tavoletta Ovada (IV NE) del foglio 82 della carta IGM del 1933; la carta geologica d'Italia 1:100.000, foglio 82 - Genova; la carta geologica d'Italia 1:50.000, foglio 194 - Acqui Terme; le foto aeree del volo GAI dell'estate 1954, fotogrammi 1227, 1228, 2233 e 2234; ed alcune basi regionali e sfondi sfumo.

In ambiente GIS è stato utilizzato il sistema di coordinate WGS 84 / UTM Zone 32N, con codifica EPSG 32632 (*European Petroleum Survey Group*). I software utilizzati sono stati ArcView GIS 3.2 ed il software open source Quantum GIS 1.8.

Si riportano di seguito alcune immagini relative alla fase di lavoro in ambiente GIS.



Schermata di QGIS; nell'immagine l'ortofoto del 2006 (Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare - Geoportale Nazionale, Servizi WMS) con evidenziato il CI 10SS3N343PI diviso nei cinque tratti individuati.



-  **infr_l_e**
-  **Sponde_2007**
-  **Asse_alveo_2007**
-  **Vegetaz_perifl_tratto5**
-  **Vegetaz_perifl_tratto4**
-  **Pianura_alluvionale**

Ortofoto 2006 (Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare - Geoportale Nazionale, Servizi WMS), Torrente Orba in corrispondenza dell'abitato di Molare, in basso a sx; loc. Coinova in basso a dx. Nella figura in alto si specificano i layers accesi.

Il profilo di fondo della porzione di Torrente Orba in esame, non avendo a disposizione rilievi topografici o altri strumenti, è stato ricavato mediante l'uso del DTM (*Digital Terrain Model*) della Regione Piemonte. Nell'ambito del presente lavoro sono stati creati 38 layers, parte dei quali andrà a confluire nel geodatabase di ARPA Piemonte.

Si tratta di layers di tipo puntuale, lineare e poligonale che sono stati creati per riportare in ambiente GIS quanto rilevato sul terreno e per poter effettuare le misure spaziali necessarie per compilare le schede.

Per esempio il bacino sotteso dal CI10SS3N343PI, i tracciati dell'alveo di anni diversi, la pianura alluvionale, la piana inondabile e la vegetazione perifluviale sono stati rappresentati tramite layers di tipo poligonale; l'estensione dell'affioramento del substrato in alveo, le sponde costituite da elementi di confinamento e quelle non confinate, le infrastrutture lineari, le linee di mezzeria dell'alveo e l'asse della valle sono stati rappresentati con layers di tipo lineare; infine layers di tipo puntuale sono stati utilizzati per rappresentare le infrastrutture puntuali ed i punti di scatto delle fotografie del CI10SS3N343PI.

3.2.2 Rilevamento sul terreno

La fase di rilevamento sul terreno è stata compiuta nel periodo compreso tra il 16 luglio 2012 ed il 10 settembre 2012, in un periodo caratterizzato da portate decisamente ridotte che, da un lato hanno facilitato la visione del fondo, ma dall'altro hanno reso maggiormente difficoltoso il riconoscimento di altre unità morfologiche.

Un importante elemento che ha facilitato le operazioni di rilevamento è stata la conoscenza dei luoghi da parte dell'operatore, che ha permesso di interpretare in modo corretto situazioni dubbie.

Un grande problema, dovuto al periodo dell'anno in cui sono stati effettuati i sopralluoghi, è stato rappresentato dalla vegetazione che molto spesso impediva una rapida osservazione e costringeva a lunghe camminate e lunghe deviazioni.

I principi generali ai quali ci si è attenuti nella fase di rilievo sul terreno sono quelli dettati dalla metodologia descritta nelle "Linee guida per l'analisi geomorfologica degli alvei fluviali e delle loro tendenze evolutive", Surian *et alii* (2009).



I rilievi sul terreno.

3.2.3 Compilazione delle schede

L'appendice 1 del Manuale del metodo (Rinaldi *et alii*, 2011), denominata "Guida alle Risposte", è stata il riferimento per la compilazione delle schede di valutazione.

Per risolvere quegli indicatori in cui si dovevano individuare dei valori in percentuale sono stati utilizzati i dati spaziali forniti dal software GIS (aree poligoni oppure lunghezze linee) opportunamente elaborati ricorrendo all'uso di fogli excel.

Per avere un quadro complessivo delle opere artificiali presenti in alveo sono stati consultati il Sistema Informativo Catasto Opere di Difesa (SICOD) ed il Sistema Informativo Risorse Idriche (SIRI), entrambe della Regione Piemonte.

Il SICOD, tuttavia, si è rivelato privo di numerose opere in realtà esistenti ed è stato così aggiornato attraverso il censimento delle opere osservate durante il rilevamento sul terreno.

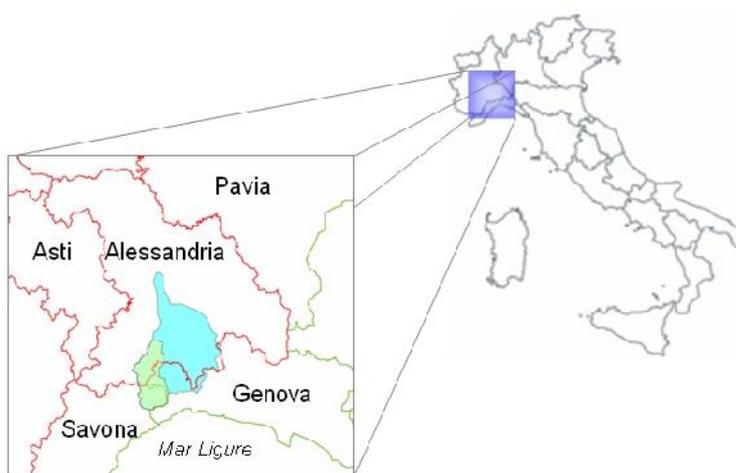
Per quanto riguarda i dati di portata necessari per attribuire una classe agli indicatori relativi all'alterazione delle portate liquide, il Dipartimento Sistemi Previsionali di ARPA Piemonte ha provveduto a fornire i valori di $Q_{1,5}$ e di Q_{10} , calcolati con il metodo denominato Analisi Regionale delle PIENE nei bacini Montani (ARPIEM).

Le schede sono state compilate anche in formato elettronico (excel), in modo da facilitare il passaggio di informazioni e uniformare i dati raccolti effettuando il presente lavoro con quelli raccolti da altri operatori a livello nazionale.

3.3 Inquadramento geografico e geologico

Il Torrente Orba, il cui nome parrebbe essere legato alla traduzione celtica del termine "acqua", nasce dal versante NW del Monte Reixa (1183 m. s.l.m.) e del Monte Faiallo (1138 m. s.l.m.) e scorre poi verso nord dapprima in Provincia di Savona e di Genova e successivamente in territorio piemontese dove, procedendo da monte verso valle, bagna i comuni di Molare, Cremolino, Ovada, Rocca Grimalda, Silvano d'Orba, Capriata d'Orba, Predosa, Basaluzzo, Fresonara, Bosco Marengo, Casalcemelli, Frugarolo e Castellazzo Bormida, per poi confluire nel fiume Bormida, a sud di Alessandria.

La lunghezza complessiva del torrente è di circa 73 km e il bacino idrografico consta di circa 776 km².



Inquadramento geografico; nel riquadro le linee segnano i confini provinciali, i poligoni colorati rappresentano il bacino del torrente Orba. Il poligono giallo chiaro rappresenta il sottobacino sotteso dal C110SS3N343PI (sezione di chiusura in corrispondenza della confluenza del torrente Stura).

I laterali liguri di maggiore rilevanza risultano essere il torrente Orbarina ed il torrente Acquabianca; in Piemonte, per quanto riguarda il tratto appenninico, gli affluenti principali sono il Torrente Orbicella, il Rio Meri, ed il Torrente Amione, e scendendo verso valle, nella porzione di pianura, i Torrenti Stura, Piota, Albedosa e Lemme.

Durante il suo percorso l'Orba attraversa litotipi differenti, rendendo così alquanto variegata la composizione del proprio materasso alluvionale.

Procedendo da sud verso nord, ovvero da monte a valle, il torrente Orba scorre dapprima nelle ofioliti, o meglio metaofioliti, dell'Oceano Ligure Piemontese: una grande varietà di rocce basiche e ultrabasiche più o meno metamorfosate, di cui la tipologia maggiormente affiorante risulta essere quella delle serpentiniti, che si presentano in forma scagliosa, scistosa o compatta (Gruppo di Voltri).

A monte dell'abitato di Molare, nei pressi della centrale idroelettrica del lago di Ortiglieto (loc. Cerreto) si incontra la Formazione di Molare, un conglomerato di epoca terziaria, facente parte delle unità del Bacino Terziario Ligure-Piemontese, ad elementi di grandezza variabile, spesso superiore a 10 cm, i cui clasti sono costituiti soprattutto da serpentiniti, prasiniti e calcescisti.

All'incirca in corrispondenza dell'abitato di Molare affiorano marne e marne sabbioso arenacee, talora fogliettate (Marne di Rigoroso) e rocce sedimentarie caratterizzate da alternanze più o meno regolari di strati arenacei o sabbiosi e strati marnosi (Formaz. di Cremolino).



Nell'ordine: serpentiniti (loc. Binelle N-NE, 2012); conglomerato - formaz. di Molare (loc. Castel Cerreto, 2012); marne di Rigoroso (loc. Rebba, 2012).

Dalla confluenza con il Torrente Stura, il confinamento dell'Orba diminuisce drasticamente, la valle si apre andando a formare la pianura alluvionale, ed il torrente, lambendo in alcuni punti antichi terrazzi morfologici, scorre verso valle scavando il proprio alveo nei suoi sedimenti per poi confluire nel Fiume Bormida.

Il torrente Orba risulta essere un corso d'acqua perenne, anche se la massiccia presenza di opere di derivazione causa lunghi tratti di asciutta totale, e a regime torrentizio, data l'intensità di piene e di magre ed i tempi di passaggio del colmo di piena.

Non v'è dubbio che per la conformazione particolare del proprio bacino il torrente Orba possa essere soggetto a piene molto elevate (V. Anselmo, 1977).

L'alimentazione è di tipo pluviale, non essendo presenti ghiacciai o nevai sulla testata del bacino.

3.3.1 Un po' di storia

Come previsto dal metodo, la situazione raffigurata nelle foto aeree del volo GAI 1954-55 costituisce il tempo zero al quale fare riferimento per identificare le variazioni morfologiche (indicatori V1 e V2); tuttavia è bene precisare che interventi di alterazione e rilevanti cambiamenti morfologici nel CI in esame si sono verificati già anni prima: dalla traversa che è stata smantellata negli anni della Seconda Guerra Mondiale presente in loc. Monteggio (Comuni di Ovada e Cremolino), alla costruzione della diga in corrispondenza del Bric Zerbino, tristemente nota per il cedimento di Sella Zerbino il 13 agosto 1935.

In tale data, a seguito di intense piogge, la diga laterale posta sulla predetta Sella Zerbino cedette a seguito dell'erosione provocata dal sifonamento delle acque che la sormontavano, permettendo così alle acque invase nel bacino artificiale creato dalla diga Zerbino di riversarsi a valle; è stato calcolato che, al momento del crollo, nel bacino erano stipati oltre 30 milioni di metri cubi di acqua, invece dei 18 massimi previsti.



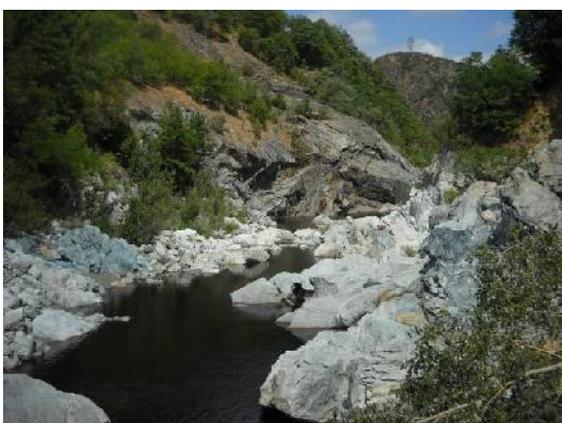
Sella Zerbino dopo il 13 agosto 1935; a sinistra il tracciato del T. Orba prima del disastro, a destra ciò che rimane del lago artificiale.
 Immagine tratta da: "13 agosto 1935 il giorno della diga"; Memorie dell'Accademia Urbense - Nuova serie, N. 65, 2005.

La rimozione della sella ha portato al taglio di meandro in corrispondenza del Bric Zerbino, con conseguente accorciamento della lunghezza del tracciato fluviale, ed in secondo luogo alla creazione di un nuovo profilo di equilibrio, più basso del precedente.

In senso planimetrico, non molto altro cambiò, dal momento che a valle del punto in cui è avvenuto il taglio di meandro l'alveo risulta essere confinato fino all'incirca alla confluenza del Torrente Amione, a monte dell'abitato di Molare, punto dal quale le acque iniziarono ad espandersi in senso trasversale.

L'ondata distrusse gran parte dei manufatti che incontrava e allagò l'intera valle Orba, fino a valle di Bosco Marengo.

La diga vera e propria è tuttora presente; un manufatto imponente in mezzo ad un meandro ormai escluso dai naturali processi che regolano la dinamica fluviale.



L'attuale alveo del T. Orba, dove sorgeva Sella Zerbino (luglio 2012).



Diga Zerbino vista da valle (novembre 2009).

A valle della diga si è venuta a costituire una zona umida dall'elevata valenza naturalistica e paesaggistica, mentre a monte il Rio delle Brigne, che prima del crollo di Sella Zerbino confluiva nel bacino artificiale, si è scavato un nuovo alveo dopo il taglio del meandro incassato ed attualmente confluisce appena a monte del punto in cui sorgeva la predetta sella, scorrendo così nel vecchio alveo del Torrente Orba, con la stessa direzione, ma in verso opposto.

Dopo l'eccezionale nubifragio del 1935 si sono verificati molti altri eventi alluvionali, tra i quali si citano, per la loro rilevanza, quello del 1977, del 1987, del 1994, e quello del 2011, i cui effetti al suolo sono, con ogni probabilità, i più gravosi riscontrati dopo l'evento del 1977 (AIPO, "Relazione descrittiva degli effetti dell'evento alluvionale del 5 novembre 2011", dicembre 2011).

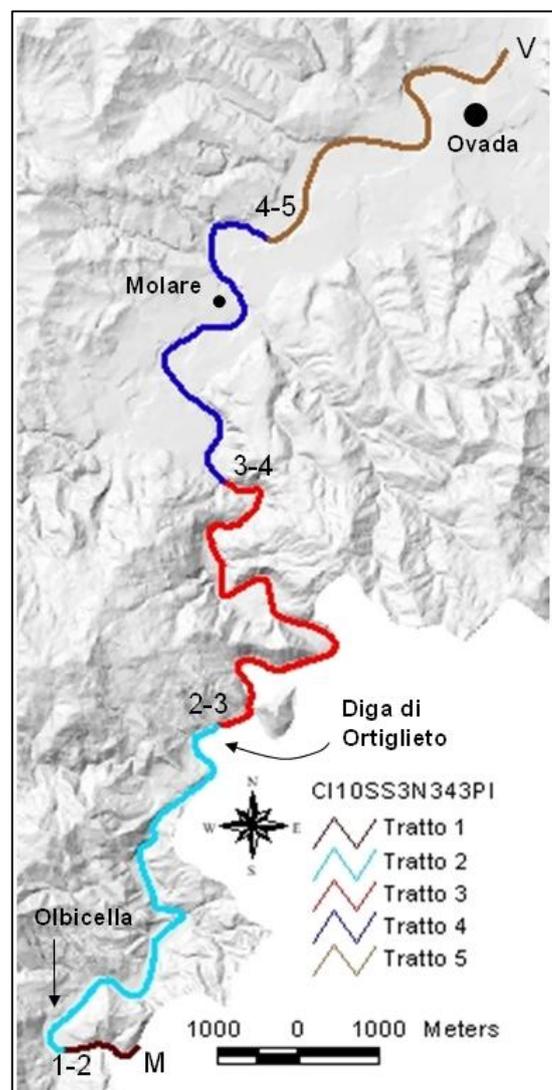
3.4 Suddivisione del CI in tratti omogenei

Il Torrente Orba è stato suddiviso da ARPA Piemonte in differenti corpi idrici (CI) ai sensi della vigente normativa e la porzione di torrente indagata nel presente studio interessa unicamente ed interamente il CI 10SS3N343PI, ovvero quella porzione compresa tra il confine con la regione Liguria e la confluenza con il Torrente Stura (ovvero l'abitato di Ovada).

Tale porzione, di lunghezza complessiva di circa 25 km ricade in un ambito fisiografico collinare-montuoso, ed è suddivisa in due segmenti, ricadendo infatti in due unità fisiografiche distinte, ovvero area collinare appenninica e area montuosa appenninica.

Pur scorrendo ancora in quelle che sono definite "alpi" in senso geologico (scorrendo il torrente a W della linea Sestri-Voltaggio), pare maggiormente opportuno, ai fini del metodo, considerare i limiti geografici del settore alpino ed appenninico, identificando così l'area in cui scorre il CI in esame come appennino ligure-piemontese. La scelta di considerare la distinzione geografica non è casuale, ma dovuta alla identificazione delle unità fisiografiche prevista dal manuale del metodo per il calcolo dell'IQM, nel quale la descrizione di un territorio come quello in esame ricade nel settore appenninico.

Il CI, per la determinazione dell'Indice di Qualità Morfologica, è stato suddiviso in cinque tratti in base alla classe di confinamento (limite tratti 3-4), alla presenza di opere antropiche (2-3 e 4-5), alle



variazioni di portata liquida (1-2) e solida (1-2, 2-3) e alla litologia nella quale scorre il corso d'acqua (3-4). Il limite di monte del CI indagato non ha alcuna rilevanza fisica ma ha unicamente un significato amministrativo, mentre il limite di valle risulta essere geomorfologicamente coerente in quanto corrisponde alla confluenza di uno degli affluenti più importanti.

I primi tre tratti identificati (dal confine regionale alla centrale idroelettrica di Madonna delle Rocche) risultano essere confinati, e presentano un alveo monocursale, a fondo mobile (eccetto alcuni punti in cui risulta a fondo fisso), più o meno incassato tra i versanti. I due tratti successivi, situati più a valle (dalla centrale idroelettrica di Madonna delle Rocche alla confluenza con il Torrente Stura), risultano essere semiconfinati e presentano un alveo a fondo mobile scorrente all'interno di varie serie di superfici terrazzate. Tali superfici, benché non continue, segnano lo sviluppo dell'originale fondovalle, che profondamente, e piuttosto rapidamente, è stato inciso in tempi recenti (dal punto di vista geologico) a causa di un rapido abbassamento del livello di base del torrente Orba.

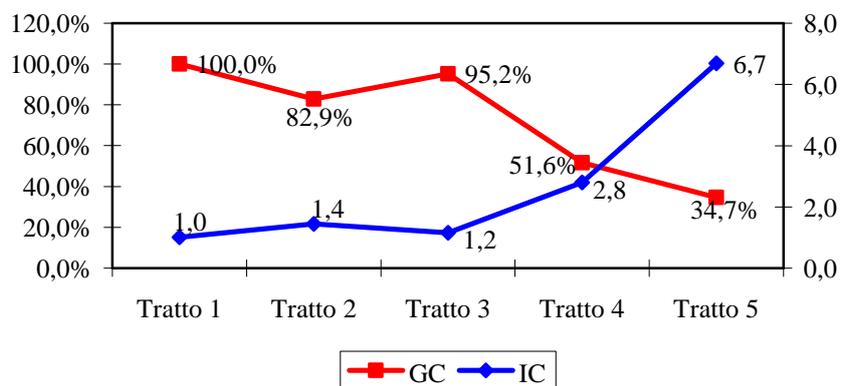
La configurazione planimetrica dei due tratti è di tipo sinuoso; l'alveo è caratterizzato da estesi e ricorrenti affioramenti del substrato marnoso.

Inquadramento dei tratti e sintesi dei parametri

	Tratto 1	Tratto 2	Tratto 3	Tratto 4	Tratto 5
Lunghezza (m)	1025	6212	6626	4493	4494
Larghezza media (m)	20	57	33	58	55
GC	100,0%	82,9%	95,2%	51,6%	34,7%
IC	1,0	1,4	1,2	2,8	6,7
IS	nn	nn	nn	1,4	1,3
II	1	1	1	1	1
IA	1	1	1	1	1
Pendenza (%)	0,61	0,8	1,14	0,57	0,36
Classe di confinamento	C	C	C	SC	SC
Configurazione morfologica	CS	CS	CS	S	S
Fondo	LP	RP	LP	RP	RP

C: confinato; SC: semiconfinato; CS: canale singolo; S: sinuoso; LP: letto piano; RP: riffle-pool.

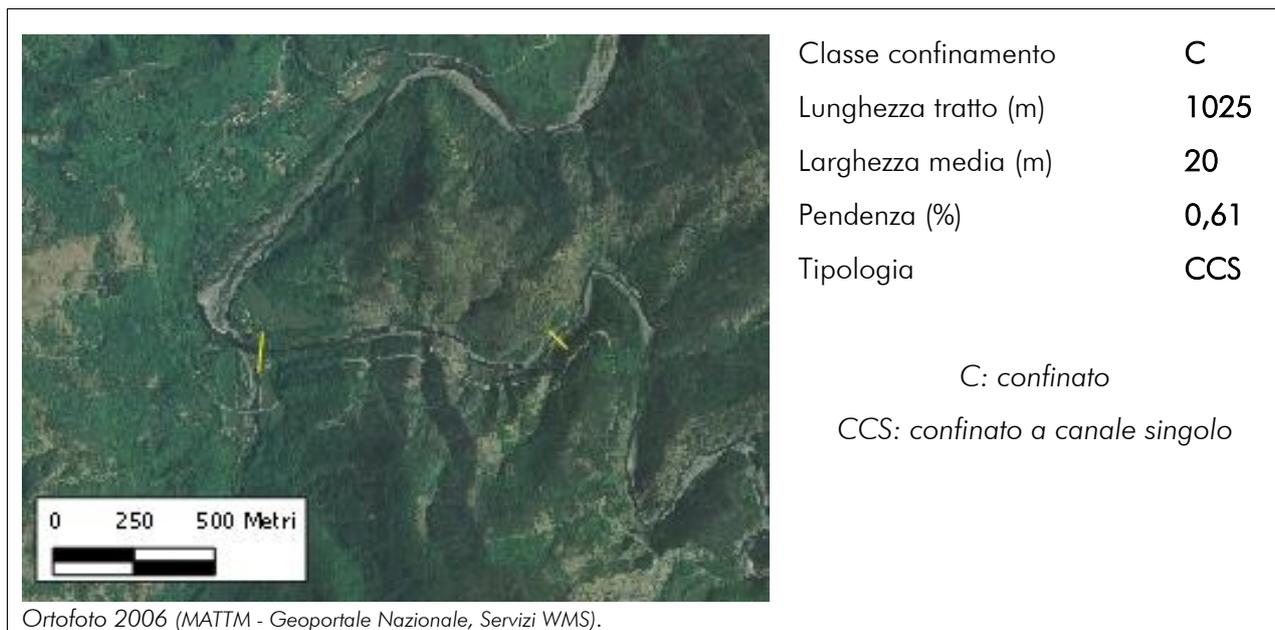
Confinamento



Variation of the Degree of Confinement and of the Confinement Index in the 5 sections of the CI 10SS3N343PI.

3.5 Tratto 10SS3N343PI_1

Confine regionale Piemonte-Liguria - Confluenza T. Orbicella



Il tratto compreso tra il confine regionale e la confluenza del torrente Orbicella si presenta confinato a canale singolo, con alveo a fondo mobile.

Dal limite di monte del tratto fino a circa 160 metri a monte del limite di valle, l'alveo è fortemente incassato tra i versanti, mentre nella porzione terminale del tratto la larghezza media tende ad aumentare.

La lunghezza del tratto è di 1025 metri e la larghezza media dell'alveo di 20 metri, il che ha reso necessario un maggior numero di rilievi sul terreno.

Sono state rilevate locali variazioni della pendenza del fondo costituite da salti in roccia; la tipologia di sedimenti predominante, pur essendo presenti anche grandi massi perlopiù frutto di movimenti di massa

Sintesi degli indicatori del tratto					
Funzionalità		Artificialità		Variazioni	
F1	A	A1	A	V1	na
F2	/	A2	B2	V2	na
F3	B	A3	A	V3	na
F4	/	A4	A		
F5	/	A5	B		
F6	A	A6	A		
F7	na	A7	/		
F8	/	A8	/		
F9	A	A9	A		
F10	B	A10	A		
F11	A	A11	A		
F12	A	A12	A		
F13	A				

IQM	0,87	ELEVATO
------------	------	----------------

di sedimento fine proveniente dai versanti della porzione alta del tratto, che risultano essere interessati da intensa disgregazione e da numerosi movimenti di massa, nonché alla scarsa pendenza dell'alveo dovuta all'apporto di materiale solido proveniente dal torrente Orbicella (laterale di sinistra dell'Orba).

La continuità longitudinale e l'estensione areale della vegetazione funzionale risulta essere significativa, in particolare nella metà di valle del tratto; la metà di monte, dove le sponde sono rocciose e sub-verticali, risulta essere più spoglia.

Per quanto riguarda l'artificialità non ci sono opere di alterazione della continuità longitudinale, né di quella trasversale. Il ponte presente a monte del limite di valle del tratto non sembrerebbe interferire in modo significativo con i processi morfologici.

L'unico elemento di criticità riscontrato è la presenza, a monte del tratto, della Diga dell'Antenna (Prov. di Savona) che, interferendo con i processi di trasporto di sedimenti e di materiale legnoso, porta in classe B2 l'indicatore A2.

Non si sono verificate variazioni morfologiche significative, che comunque non vengono considerate nel calcolo dell'IQM essendo la larghezza media dell'alveo minore di 30 m.

delle sponde e non di trasporto da monte, risulta essere la ghiaia.

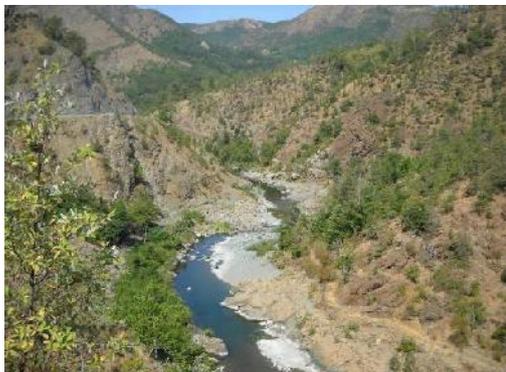
La configurazione del fondo a scala di tratto è a letto piano.

La funzionalità morfologica è elevata dal momento che quasi tutti gli indicatori ricadono in classe A. La connessione tra i versanti ed il corso d'acqua pare lievemente compromessa a causa della presenza della SP 207, e di alcune reti paramassi a protezione della stessa, che ricadono nel buffer di 50 metri (in planimetria) dall'alveo.

Nei primi cento metri, a monte del ponte, sono stati riscontrati fenomeni di clogging, presumibilmente dovuto al notevole apporto

Sintesi dei sub-indici del tratto	
<i>Sub-indici_VERT.</i>	
IQM _F	0,32
IQM _A	0,55
IQM _V	/
<i>Sub-indici_ORIZZ.</i>	
IQM _C	0,32
Cont. Long.	0,27
Cont. Lat.	0,05
IQM _M	0,42
Conf. Morf.	0,08
Conf. Sez.	0,15
Substrato	0,19
IQM _{VE}	0,13

La valutazione complessiva porta a definire un valore di IQM pari a 0,87 (IAM = 0,13) e dunque il tratto presenta una qualità morfologica *elevata*.



*T. Orba a valle del confine regionale
(agosto 2012).*



*Versante sx: SP207 e reti paramassi - limitazione
della connessione dell'alveo con i versanti
(agosto 2012).*



*Ponte a monte della confluenza del T. Orbicella
(novembre 2012).*



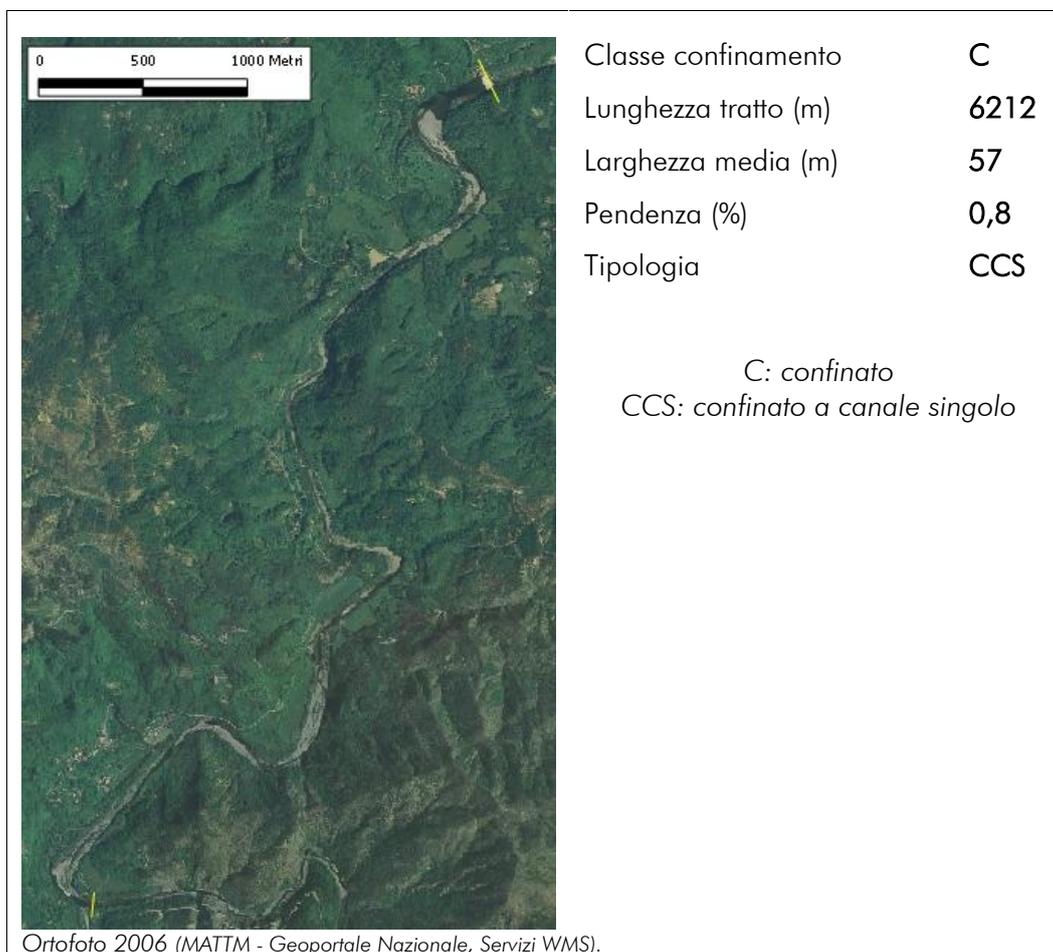
*Confluenza T. Orbicella, confine di valle del tratto
(luglio 2012).*



*Vista a monte del ponte in condizioni di magra (luglio 2012)
e durante una piccola piena (novembre 2012).*

3.6 Tratto 10SS3N343PI_2

Confluenza T. Orbicella - Diga di Ortiglieto



Il tratto compreso tra la confluenza del torrente Orbicella e la Diga di Ortiglieto si presenta confinato a canale singolo, con alveo a fondo mobile.

L'alveo ha una larghezza media di 57 metri e il canale di scorrimento, in particolare in corrispondenza delle sponde concave delle anse, si trova a contatto con il versante, presentando così una sponda in roccia.

La lunghezza del tratto è di 6212 metri; benché tale valore risulti maggiore del valore di 5 km indicato dal manuale ISPRA per il calcolo dell'IQM come limite massimo di lunghezza per ogni tratto, l'identificazione del tratto in esame pare corretta poiché tra i limiti predetti si rileva una certa omogeneità morfologica non essendo state individuate evidenti discontinuità, oppure variazioni dei parametri morfologici, o elementi artificiali rilevanti.

La configurazione al fondo è di tipo *riffle-pool* ed i sedimenti predominanti risultano essere i ciottoli.

La funzionalità morfologica non presenta particolari criticità; la continuità longitudinale del flusso di sedimenti e materiale legnoso viene interrotta dalla presenza di un guado in loc. Vernini, unica opera di

attraversamento del corso d'acqua, unitamente alla passerella in loc. Frera che però non ha alcuna influenza sui processi morfologici.

La SP 207 compromette lievemente la connessione tra i versanti ed il corso d'acqua, ricadendo, alcuni tratti del proprio tracciato, nel buffer di 50 metri (in planimetria) dall'alveo.

La continuità longitudinale delle formazioni funzionali risulta essere elevata, si è riscontrata infatti mancanza di vegetazione unicamente sulle sponde in roccia dove naturalmente non potrebbe esserci.

L'estensione areale delle formazioni funzionali risulta invece intermedia, il che indica una buona presenza di vegetazione perifluviale ma che si limita ad essere sulle sponde del corso d'acqua (le zone pianeggianti tra la sponda ed il versante sono infatti perlopiù prati da sfalcio).



Loc. Frera vista da valle (SP 207)
(agosto 2012).

Sintesi degli indicatori del tratto					
Funzionalità		Artificialità		Variazioni	
F1	B	A1	A	V1	A
F2	/	A2	B1	V2	A
F3	B	A3	A	V3	A
F4	/	A4	C		
F5	/	A5	B		
F6	A	A6	A		
F7	na	A7	/		
F8	/	A8	/		
F9	A	A9	A		
F10	A	A10	A		
F11	A	A11	A		
F12	B	A12	B		
F13	A				
IQM		0,82	BUONO		

La struttura del substrato presenta una naturale eterogeneità, così come la sezione dell'alveo, che risulta alterata solo in prossimità della Diga di Ortiglieto. Localmente, in particolare in corrispondenza dei versanti sub-verticali costituenti la sponda concava, affiora il substrato roccioso. E' stata riscontrata una presenza abbastanza significativa di materiale legnoso in particolare nella parte alta del tratto (loc. Olbicella). Per quanto riguarda l'artificialità la criticità maggiore è rappresentata dalla presenza della Diga di Ortiglieto all'estremità di valle del tratto in esame, elemento che porta l'indicatore A4 in classe C.

Tale opera modifica il profilo naturale di fondo, stabilizzandolo alla quota della sommità della diga, il cui bacino artificiale risulta essere in gran parte colmato dai sedimenti trasportati dal corso d'acqua e intercettati dall'opera (è presente anche un'isola vegetata).

La Diga dell'Antenna (Prov. di Savona) porta, con il calcolo dell'area sottesa, l'indicatore A2 in classe B, contribuendo così già parecchi chilometri più a monte ad intercettare sedimenti.

Si riporta per completezza che il guado presente in loc. Vernini è soggetto a fenomeni di sifonamento, presentando il lato di valle marcatamente eroso.

Nel tratto non sono state rilevate opere di difesa spondale, opere di alterazione delle portate liquide e opere di alterazione dell'alveo o del substrato.

Dalle ricerche effettuate non risultano rimozioni di sedimenti e di materiale legnoso negli ultimi vent'anni; tuttavia si specifica che a metà degli anni '70 il materiale litoide presente nell'invaso creato dalla diga di Ortiglieto è stato rimosso.

Non sono state riscontrate variazioni morfologiche i cui indicatori ricadono dunque tutti in classe A.

In definitiva, con un IQM pari a 0,82 (IAM = 0,18), il tratto presenta una qualità morfologica *buona*.

Sintesi dei sub-indici del tratto	
Sub-indici_VERT.	
IQM _F	0,25
IQM _A	0,44
IQM _V	0,12
Sub-indici_ORIZZ.	
IQM _C	0,25
Cont. Long.	0,21
Cont. Lat.	0,04
IQM _M	0,48
Conf. Morf.	0,1
Conf. Sez.	0,2
Substrato	0,18
IQM _{VE}	0,08



Diga di Ortiglieto, limite di valle del tratto (luglio 2012).



Vista da valle della confluenza del Rio Meri, laterale sinistro dell'Orba; a destra nella foto (luglio 2012).



Sponda sx, a valle della confluenza del T. Orbicella (luglio 2012).



Guado in loc. Vernini (luglio 2012).



*Testata del bacino artificiale di Ortiglieto
(luglio 2012).*



*Bacino artificiale di Ortiglieto; si nota l'isola, una
unità morfologica imposta dall'opera trasversale
(luglio 2012).*



*Loc. Coscia
(luglio 2012).*



*Vista a monte della loc. Arniazzi
(agosto 2012).*



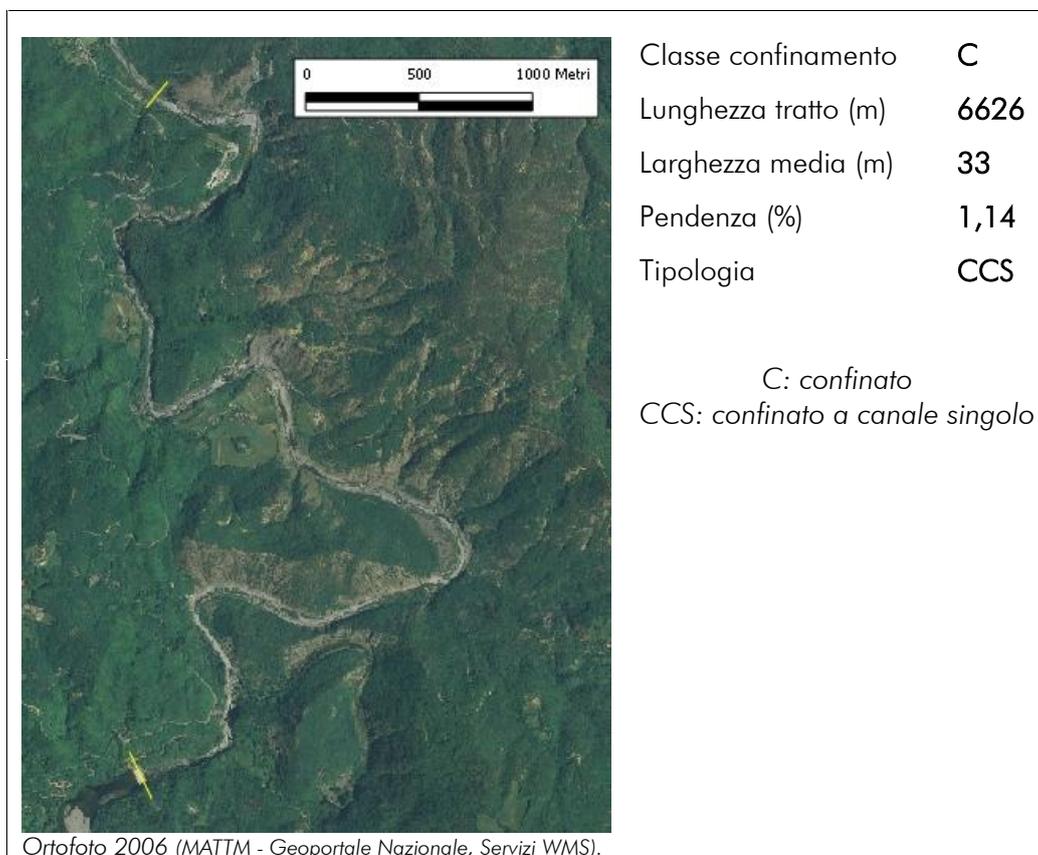
*Loc. Isola vista dalla Loc. Volpina
(luglio 2012).*



*Vista a valle del guado in Loc. Vernini
(luglio 2012).*

3.7 Tratto 10SS3N343PI_3

Diga di Ortiglieto - Centrale idroelettrica



Il tratto compreso tra la Diga di Ortiglieto e la centrale idroelettrica (loc. Madonna delle Rocche) si presenta confinato a canale singolo.

La lunghezza del tratto è di 6626 metri e la larghezza media dell'alveo è di 33 metri (come nel tratto 10SS3N343PI_2, anche in questo caso è stato ritenuto opportuno individuare un tratto omogeneo di lunghezza maggiore di 5 km non essendo presenti elementi significativi che potessero portare ad una suddivisione dei tratti differente).

L'alveo, a fondo mobile, risulta fortemente incassato tra i versanti di natura ofiolitica e caratterizzato da una bassa pendenza.

La configurazione del fondo a scala di tratto è a letto piano. Le unità morfologiche osservate sono state classificate come *pool*, *glide*, *step* e *rapids* a bassa pendenza; sono presenti locali variazioni della pendenza del fondo costituite da salti in roccia.

I sedimenti dominanti sono i ciottoli, ma è necessario specificare che il tratto è caratterizzato da una elevata eterogeneità di dimensioni granulometriche (F10 in classe A). Frequentemente (soprattutto sul lato esterno delle anse/meandri) versanti verticali o sub-verticali sono direttamente a contatto con l'alveo, le cui sponde risultano essere dunque in roccia.

L'omogeneità morfologica del tratto è disturbata dalla presenza di due strettoie con pareti verticali o sub-verticali, una in corrispondenza della Sella Zerbino, oggi inesistente, e l'altra a monte della loc. Carrette (conosciuta nella zona come "il gran canyon").

La prima è il frutto dell'erosione pluridecennale del torrente Orba nel punto in cui sorgeva Sella Zerbino; la seconda è una strettissima forra scavata in rocce metamorfiche, in cui il torrente per circa una cinquantina di metri risulta essere largo non più di cinque o sei metri e confinato entro pareti verticali di una decina di metri d'altezza.

Come noto il riferimento per l'analisi delle variazioni morfologiche (V1 e V2) è la situazione degli anni '50, punto di partenza che tuttavia non esprime al meglio la storia morfologica recente del tratto in questione, caratterizzata, come specificato nell'introduzione, dal cedimento di sella Zerbino con conseguente taglio di meandro incassato (13 agosto 1935).

Tale fenomeno, tanto repentino quanto violento, ha sconvolto la morfologia della valle in questo tratto, portando ad una notevole riduzione della lunghezza del tracciato planimetrico del torrente (A e B attualmente distano circa 330 metri, prima del crollo della sella erano circa a 2060 metri di distanza l'uno dall'altro) con conseguente aumento della pendenza del profilo di fondo, compensata, negli anni a seguire, da una forte erosione regressiva che ha portato ad un abbassamento dell'alveo, alla creazione di un nuovo profilo di equilibrio, e all'esclusione del tracciato pre-crollo dai processi di dinamica fluviale.

Risulta quindi possibile affermare che, dopo il crollo della diga secondaria, con conseguente erosione della Sella, il tracciato del Torrente Orba, nella zona denominata "Binelle – Zerbino", abbia perso il suo peculiare aspetto a meandri incassati condizionati dai versanti, per assumere un andamento sinuoso tra i rilievi.

Ad oggi la funzionalità morfologica risulta essere medio-alta; la criticità maggiore è rappresentata dall'interruzione di continuità longitudinale dovuta alla presenza della Diga di Ortiglieto all'estremità di monte del tratto. Questa opera trasversale porta gli indicatori F1 e A2 in classe C.



Il Bric Zerbino (la linea blu tratteggiata rappresenta l'asse dell'alveo del 2006; la linea bianca punteggiata indica l'asse dell'alveo del 1933; la linea azzurra continua è il tracciato del Rio delle Brigne del 2006 e la linea beige raffigura la Sella crollata nel 1935 - Ortofoto 2006, MATTM - Geoportale Nazionale, Servizi WMS).

Sono presenti anche un guado (loc. Marciazze) ed un ponte (attraversamento dell'acquedotto, loc.

Sintesi degli indicatori del tratto					
Funzionalità		Artificialità		Variazioni	
F1	C	A1	A	V1	A
F2	/	A2	C2	V2	A
F3	A	A3	A	V3	B
F4	/	A4	A		
F5	/	A5	B		
F6	A	A6	A		
F7	na	A7	/		
F8	/	A8	/		
F9	A	A9	A		
F10	A	A10	A		
F11	C	A11	A		
F12	B	A12	B		
F13	A				

IQM	0,74	BUONO
------------	------	--------------

dall'erosione operata dal torrente al piede del versante.

La connessione tra i versanti ed il corso d'acqua risulta elevata, essendo l'indicatore F3 in classe A.

La sezione d'alveo è eterogenea e le forme di fondo sono coerenti con la pendenza media della valle.

Non è presente, alcuna opera di difesa spondale, né alcuna opera di consolidamento o di alterazione del substrato.

Negli ultimi vent'anni il tratto in esame non risulta essere stato sottoposto ad interventi di rimozione di sedimenti.

Il materiale legnoso, non oggetto di rimozione, perlopiù costituito da ramaglie di piccole dimensioni, risulta essere poco presente in alveo; l'estensione lineare delle formazioni funzionali è massima, ma non per questo elevata, poiché numerose sono le aree in roccia o in frana dove dunque naturalmente non sarebbero presenti formazioni rilevanti. L'estensione areale risulta intermedia.

Sono state rilevate tracce di tagli di vegetazione che portano l'indicatore A12 in classe B.

Né nel tratto, né a monte di esso, sono presenti opere che impattano sul torrente alterando le portate liquide.

Si riporta per completezza che il Rio delle Brigne, che confluisce nei pressi dell'estremità di monte del tratto, è stato oggetto nel 2011 di pesanti interventi di taglio di vegetazione e di riprofilatura della

Marciazze), che portano l'indicatore A5 in classe B.

Il trasporto solido verso valle, alterato pesantemente dalla predetta opera trasversale, risulta essere in parte alimentato dai laterali dell'Orba (per es. Rio delle Brigne), i quali presentano tutti un livello di base di alcuni metri più alto di quello dell'Orba, nel punto di confluenza, dalla frana presente sul versante destro della valle, a valle del punto in cui l'attuale tracciato dell'Orba riceve il vecchio tracciato del Bric Zerbino, e dalla frana presente sulla sponda esterna del meandro delle "Binelle".

Entrambe le frane paiono essere originate

Sintesi dei sub-indici del tratto		
<i>Sub-indici_VERT.</i>		
IQM _F	0,24	
IQM _A	0,41	
IQM _V	0,09	
<i>Sub-indici_ORIZZ.</i>		
IQM _C	0,21	
	Cont. Long.	0,14
	Cont. Lat.	0,07
IQM _M	0,45	
	Conf. Morf.	0,1
	Conf. Sez.	0,19
	Substrato	0,16
IQM _{VE}	0,08	

sezione che hanno ampliato il suo alveo di decine di metri e movimentato un gran volume di inerti, con conseguente profonda alterazione della morfologia e degli habitat del corso d'acqua minore.



Il rio delle Brigne, nei pressi della Diga Zerbino, prima e dopo i lavori (aprile 2009, luglio 2012).

Per quanto riguarda le variazioni morfologiche, gli indicatori della serie V sono stati applicati anche se la larghezza media risulta appena oltre il limite di applicabilità (30 m.), poiché l'alveo, nel tratto in esame, è caratterizzato da una larghezza non costante, con sezioni che sono ben oltre i trenta metri e sezioni molto più strette.

Essendo la larghezza media un azzeramento di tale differenza e volendo identificare una variazione della quota di fondo (V3), è stato ritenuto che una mancata applicazione degli indicatori V1, V2 e V3 non sarebbe stata opportuna.

Non sono state identificate variazioni della configurazione morfologica né di larghezza nell'intervallo di tempo compreso tra gli anni '50 ed oggi, tuttavia, come detto in precedenza, è nel 1935 che si sono verificate profonde variazioni, in particolare in merito alla configurazione planimetrica e all'evoluzione del profilo di fondo, evoluzione che potrebbe essere alla base dell'instabilità di alcuni versanti.

L'indicatore V3 è stato posto in classe B poiché un abbassamento minore o uguale a tre metri risulta essere un valore medio, bilanciato per l'intero tratto; occorre perciò specificare che l'abbassamento medio dell'alveo nella metà di monte del tratto potrebbe essere stato anche maggiore (per la creazione del tracciato post crollo), mentre nella metà di valle potrebbe essere stato anche di molto minore (purtroppo la mancanza di sezioni trasversali non facilita l'analisi).

La valutazione complessiva porta a definire un valore di IQM pari a 0,74 (IAM = 0,26) e dunque il tratto presenta una qualità morfologica *buona*.



*Alveo a valle della Diga di Ortiglieto
(luglio 2012).*



Loc. Binelle S-SE (luglio 2012).



*Loc. Binelle N-NE
(luglio 2012).*



*Loc. Binelle N-NE
(luglio 2012).*



*Loc. Binelle N-NE
(luglio 2012).*



*Guado in loc. Marciazze
(luglio 2012).*



*Attraversamento acquedotto in loc. Marciazza
(luglio 2012).*



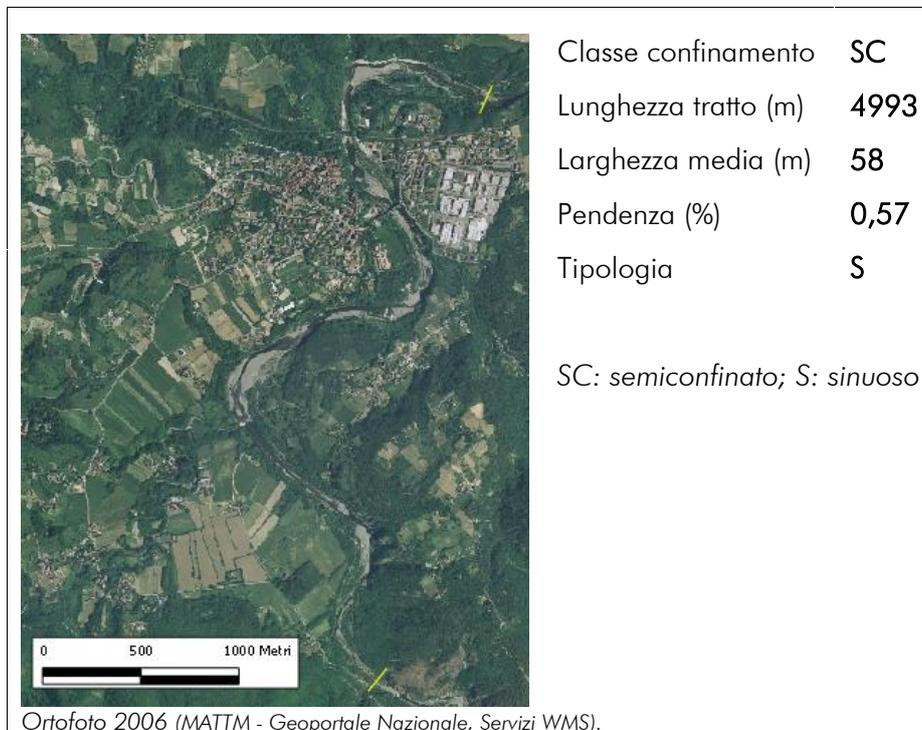
*Attraversamento acquedotto in loc. Marciazza
(luglio 2012).*



Meandro incassato in località Isola lunga (luglio 2012).

3.8 Tratto 10SS3N343PI_4

Centrale idroelettrica - Loc. Monteggio (Cremolino - Ovada)



Il tratto compreso tra la centrale idroelettrica (loc. Madonna delle Rocche) e la traversa presente in loc. Monteggio si presenta semi-confinato, a canale singolo, con configurazione planimetrica sinuosa.

La lunghezza del tratto è di 4993 metri e la larghezza media dell'alveo è di 58 metri.

I sedimenti predominanti sono i ciottoli.

Nella configurazione del fondo è riconoscibile una sequenza *riffle-pool*; le pozze si trovano generalmente ai piedi delle pareti verticali di roccia sedimentaria (scarpate di terrazzi morfologici) site in corrispondenza della riva concava delle anse. Tali pozze, ora meno profonde a causa di un abbassamento generalizzato del fondo del corso d'acqua nel tratto in esame, sono conosciute nella zona come "laghi" (il "Lago di Salvatore", il "Lago Tana", il "Lago del Signorino" ne sono solo alcuni esempi).

Numerose sono le testimonianze dell'alterazione delle predette pozze in seguito ad interventi di rimozione di inerti dall'alveo avvenuti in epoche più o meno recenti.

La funzionalità morfologica del tratto è intermedia; la continuità longitudinale è lievemente alterata a causa di alcune opere trasversali (soglie e traverse) presenti nel tratto. La piana inondabile risulta essere

Sintesi degli indicatori del tratto					
Funzionalità		Artificialità		Variazioni	
F1	B	A1	A	V1	B
F2	B	A2	C1	V2	C
F3	/	A3	A	V3	B
F4	B	A4	B		
F5	B	A5	B		
F6	/	A6	A		
F7	B	A7	A		
F8	na	A8	A		
F9	B	A9	B		
F10	C1	A10	C		
F11	C	A11	A		
F12	B	A12	B		
F13	A				

IQM	0,53	SUFFICIENTE
-----	------	-------------

discontinua e stretta, segno di un abbassamento dell'alveo e di un restringimento dello stesso.

Avendo un tale tracciato, frequentemente a contatto con terrazzi antichi, il torrente Orba, in questo tratto, è caratterizzato da una scarsa dinamica d'alveo.

Le sponde costituite da depositi alluvionali sono in gran parte soggette a fenomeni erosivi (a valle del lago Tana; a monte del Cimitero); dove invece l'alveo è a contatto con i terrazzi, e dunque il canale di scorrimento è battente contro le pareti verticali di marne e conglomerato risulta difficile stimare l'erosione.

Si specifica inoltre che la parete marnosa costituente la sponda sinistra in corrispondenza della stazione di Molare, a monte di Monteggio, presenta strati arenacei sporgenti rispetto alla superficie della marna, il che denota una attività erosiva in corso della roccia più facilmente erodibile.

Molto più evidente risulta l'alterazione delle forme e del substrato a causa di un accentuato affioramento del substrato nella porzione di tratto compresa all'incirca tra la confluenza del Rio Granozza e il limite di valle del tratto stesso.

A monte il substrato di natura conglomeratica rende difficoltosa la distinzione tra il predetto ed il materasso alluvionale.

L'abbassamento dell'alveo (indicatore V3) è stato identificato in classe B ($\leq 3m$); testimonianze incontestabili risultano essere i massi sporgenti dalle pile del ponte della SS456, i pali affioranti a valle della confluenza del torrente Amione ed il muro di difesa spondale scalzato in loc. Monteggio.

L'attività di rimozione di sedimenti recente (ultimi 20 anni) e passata (dagli anni '50) risulta essere stata intensa.

Testimonianze tuttora visibili sono il frantoio presente nei pressi della stazione ferroviaria di Molare e i documenti reperibili in materia. Numerosi sono anche stati i lavori in alveo realizzati negli anni 2000, con fini di messa in sicurezza idraulica ma consistenti in asportazione di inerti.

Per quanto riguarda la vegetazione perfluviale, l'ampiezza delle formazioni funzionali risulta essere intermedia, mentre l'estensione lineare è massima.

L'indicatore A12 risulta essere in classe B perché non si sono verificati tagli particolarmente significativi della vegetazione ma sono stati realizzati tagli in particolare in occasione dei lavori in alveo.

La variabilità della sezione è limitata dall'affioramento del substrato e dalla presenza di alcune opere trasversali che vanno ad aumentare il punteggio in particolare portando gli indicatori A4 e A9 in classe B.

Queste opere sono l'acquedotto di Cassinelle presente in confluenza Amione e l'attraversamento fognario tra i due ponti di Molare, che pur non essendo stati costruiti come soglia, tuttavia hanno sul corso d'acqua gli effetti di stabilizzazione del fondo a monte dell'opera tipici di quella categoria di opere.

Entrambe le due opere trasversali sono state soggette ad importanti fenomeni di sifonamento che hanno portato al cedimento con conseguente asportazione di parte della prima e alla necessità di ricostruzione della seconda.

Sono inoltre presenti due traverse, la "Pisa", a monte del "lago Tana" e la traversa in massi in loc. Monteggio (limite di valle del tratto).

L'impatto della Diga di Ortiglieto sul trasporto solido penalizza l'indicatore A2 ponendolo in classe C1. Nel tratto e a monte dello stesso non sono presenti opere di alterazione delle portate liquide.

Gli attraversamenti presenti sono i due ponti di Molare, quello della SS456 e quello ferroviario.

Gran parte delle sponde concave non è difesa poiché in corrispondenza di queste il corso d'acqua è a contatto con i terrazzi e l'erosione della parete verticale risulta poco importante; sono comunque presenti alcune opere di difesa consistenti nella protezione del canale che restituisce le acque turbinate al torrente in corrispondenza della centrale idroelettrica di Madonna delle Rocche, in una gabbionata posta ai piedi dell'abitato di Molare, in una massicciata posta a monte dell'attraversamento fognario e in un muro in loc. Monteggio che impatta fortemente sui processi morfologici (in occasione di piene rilevanti il torrente infatti cerca di crearsi un nuovo canale proprio in corrispondenza della difesa spondale).

E' presente un argine vicino in sponda destra tra il ponte SS456 ed il ponte ferroviario.

Per quanto riguarda le variazioni morfologiche, tralasciando l'analisi dell'indicatore V3, già effettuata, è stato rilevato un cambiamento di configurazione morfologica planimetrica tra tipologie contigue, ovvero negli anni '50 il torrente Orba, nel tratto in esame, si presentava *wandering* (sinuoso a canali multipli), mentre ora l'alveo si presenta sinuoso e monocursale.

Sintesi dei sub-indici del tratto		
<i>Sub-indici_VERT.</i>		
IQM _F	0,12	
IQM _A	0,33	
IQM _V	0,08	
<i>Sub-indici_ORIZZ.</i>		
IQM _C	0,23	
	Cont. Long.	0,14
	Cont. Lat.	0,09
IQM _M	0,24	
	Conf. Morf.	0,08
	Conf. Sez.	0,1
	Substrato	0,06
IQM _{VE}	0,06	

Da notare è una marcata tendenza al restringimento dell'alveo; il confronto delle ortofoto terraitaly IT2000 – aggiornamento 2007 con le foto aeree del volo GAI permette di stimare una riduzione della larghezza media del 42%.

In definitiva, con un valore di IQM pari a 0,53 ($IAM = 0,47$), il tratto presenta una qualità morfologica moderata o sufficiente.



Soglia a valle della confluenza del T. Amione (luglio 2012).



Emersione pali a valle della soglia posta in corrispondenza della confluenza del T. Amione (luglio 2012).



Intervento di rimozione di sedimenti, loc. Cascinotto (2000, foto A. e M. Vignolo).



Loc. Cascinotto (settembre 2012).



Traversa denominata "Pisa" (luglio 2012).



Sponda dx a monte del ponte SS456 (settembre 2012, foto P.M.).



Molare e il ponte SS456, dal confronto delle due fotografie del ponte, utilizzando come riferimento i blocchi in roccia sporgenti dalle pile, si rileva l'entità dell'abbassamento del fondo (settembre 2012 - anni '40, fonte P. Albertelli).



Sponda dx, a monte del ponte SS456 (settembre 2012).



Traversa in massi in loc. Monteggio, limite di valle del tratto (luglio 2012).



Dettaglio; erosione differenziale di marne e strati arenacei (agosto 2012).



Loc. Vinasco, affioramento diffuso del substrato (agosto 2012).



Muro di difesa spondale parzialmente scalzato, a monte della loc. Monteggio (agosto 2012).



Lavori di messa in sicurezza dell'attraversamento fognario a monte del ponte ferroviario (agosto 2012).



Confronto foto aeree del volo GAI e ortofoto 2006(Geoportale Nazionale – MATTM) relative alla zona di Molare.

3.9 Tratto 10SS3N343PI_5

Loc. Monteggio (Cremolino - Ovada) - Confluenza T. Stura



Ortofoto 2006 (MATTM - Geoportale Nazionale, Servizi WMS).

Il tratto compreso tra la traversa in loc. Monteggio e la confluenza del torrente Stura si presenta semiconfinato a canale singolo, con configurazione planimetrica sinuosa.

La lunghezza del tratto è di 4994 metri e la larghezza media dell'alveo è di 55 metri.

La configurazione del fondo è di tipo *riffle-pool*, benché risulta fortemente alterata dal pressoché continuo affioramento del substrato roccioso.

La tipologia di sedimenti predominante risulta essere quella dei ciottoli, con tuttavia una presenza importante di ghiaia in alcuni punti del tratto (loc. Geirino e ponte SP185).

La funzionalità morfologica risulta essere medio-bassa; le maggiori criticità emergono dalla valutazione degli indicatori F9 ed F10, rispettivamente in merito alla configurazione della sezione ed alla struttura del substrato.

Il problema principale è la mancanza, che in alcune porzioni del canale di scorrimento risulta essere totale, del materasso alluvionale, con conseguente affioramento diffuso del substrato per incisione del fondo (circa per il 76% della lunghezza del tratto), il che porta ad una banalizzazione del corso d'acqua e ad una consistente riduzione degli habitat e dei micro-habitat. L'indicatore F9 risulta in classe C, l'F10 in classe C2.

La tendenza all'erosione di fondo è dunque evidente, ma procede ora con relativa lentezza, poiché il substrato marnoso, ormai diffusamente affiorante, risulta essere più difficilmente erodibile del materasso alluvionale.

Segni oggettivi dell'abbassamento dell'alveo sono riconoscibili anche nei piloni dei ponti S. Paolo e

ferroviario. Il tratto è stato oggetto di intensa attività estrattiva in passato.

La continuità longitudinale nel flusso di sedimenti e di materiale legnoso risulta lievemente alterata (classe B) dalla presenza dell'attraversamento dell'acquedotto (C.na Rossa, a monte della loc. Geirino) che, pur non essendo una soglia in senso stretto, ha gli stessi effetti (A9 in classe B), e dalla presenza del ponte S. Paolo, del ponte ferroviario e del ponte della SP 185. I predetti attraversamenti portano l'indicatore A5 in classe B.

In loc. Rebba negli anni addietro veniva costruito all'incirca ogni anno uno sbarramento in materiali sciolti (pietrame e terra contro il lato di monte per la tenuta) al

Sintesi degli indicatori del tratto					
Funzionalità		Artificialità		Variazioni	
F1	B	A1	A	V1	A
F2	B	A2	C1	V2	C
F3	/	A3	A	V3	B
F4	B	A4	A		
F5	B	A5	B		
F6	/	A6	B		
F7	B	A7	B		
F8	na	A8	A		
F9	C	A9	B		
F10	C2	A10	C		
F11	C	A11	A		
F12	B	A12	B		
F13	A				

IQM	0,52	SUFFICIENTE
------------	------	--------------------

fine di creare un bacino idrico in grado di sostenere la derivazione da subalveo ad uso potabile presente in sito, con conseguente pesante modificazione della morfologia dell'alveo.

Al momento del sopralluogo è stato riscontrato che nel 2012 tale opera non era stata costruita.

Nel tratto non sono presenti opere di alterazione delle portate solide né di quelle liquide; tuttavia l'indicatore A2 ricade in classe C a causa della presenza, a monte del tratto, della Diga di Ortiglieto.

La piana inondabile risulta essere presente in alcuni punti, ma è comunque discontinua e stretta.

Le forme ed i processi tipici della configurazione morfologica del tratto in esame risultano essere parzialmente alterati da interventi antropici che hanno stabilizzato gran parte delle sponde nella metà di valle del tratto.

L'indicatore A6 è infatti in classe B, poichè in loc. Geirino, fino alla loc. Ormig, è presente in sponda destra una difesa spondale finalizzata al consolidamento del piede della scarpata del ripiano terrazzato, costituita, in successione da monte verso valle, da prismi, massi naturali e un muro verticale; anche a valle del ponte ferroviario, in Via Lung'Orba, la sponda destra risulta difesa con un muro verticale e la sinistra risulta stabilizzata, essendo presente un capannone in una zona che negli anni '50 risultava essere alveo.

Sono presenti alcuni argini sui lobi di meandro, posti perlopiù a difesa di aree agricole, aree industriali e campi sportivi.

Tali insediamenti sono stati edificati nei lobi di meandro, che risultano privi di insediamenti storici, a partire dal secondo dopoguerra.

Le sponde in arretramento risultano essere poco frequenti, a causa della presenza delle opere di difesa spondale e della scarsa dinamica d'alveo a contatto con le scarpate dei terrazzi; si segnala un fenomeno di dissesto, a monte della loc. Geirino, in corrispondenza di Cascina Rossa, consistente in una frana che interessa la SP204; contro questa sponda in frana sono presenti i resti di alcuni pennelli costituiti da gabbioni.

La fascia potenzialmente erodibile è stata identificata nei lobi di meandro privi di insediamenti e in quelle sponde coincidenti con le scarpate di terrazzo sulle quali non vi sono costruzioni o simili, che tuttavia difficilmente possono permettere una divagazione dell'alveo.

Per quanto riguarda la vegetazione perifluviale del tratto in esame, l'estensione lineare delle formazioni funzionali risulta essere elevata, mentre l'estensione areale risulta intermedia, ovvero limitata ad una stretta fascia lungo le sponde del corso d'acqua; non si evidenziano tagli rilevanti negli ultimi 20 anni.

Rispetto agli anni '50 la configurazione morfologica non pare essere variata, mentre la larghezza dell'alveo ha subito una drastica riduzione, riconosciuta nell'attribuzione della classe C all'indicatore V2. Le variazioni della quota del fondo, di cui si è già ampiamente discusso, risultano essere moderate, essendo l'indicatore V3 in classe B (si precisa che tale classe potrebbe sottostimare l'entità dell'abbassamento di fondo a causa della presenza di un materasso alluvionale di alcuni metri, che è già stato in gran parte eroso, con conseguente affioramento del substrato che però risulta più difficilmente erodibile).

Sintesi dei sub-indici del tratto		
<i>Sub-indici_VERT.</i>		
IQM _F	0,1	
IQM _A	0,32	
IQM _V	0,1	
<i>Sub-indici_ORIZZ.</i>		
IQM _C	0,21	
	Cont. Long.	0,15
	Cont. Lat.	0,06
IQM _M	0,24	
	Conf. Morf.	0,09
	Conf. Sez.	0,1
	Substrato	0,05
IQM _{VE}	0,06	

La valutazione complessiva del tratto porta a definire un valore di IQM pari a 0,52 (IAM = 0,48) e dunque la qualità morfologica risulta essere *moderata* o *sufficiente*.



Loc. Rebba - Monteggio (agosto 2012).



Loc. Rebba - Monteggio (settembre 2012).



Difese in loc. Geirino (agosto 2012).



Ovada e il Torrente Orba (luglio 2012).



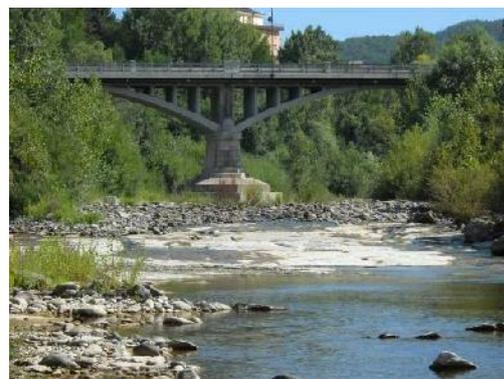
Ponte SP185 (luglio 2012).



Ovada, ponte ferroviario (luglio 2012).



Ovada, vista a valle di Ponte S. Paolo (luglio 2012).



Vista da valle di Ponte S. Paolo, ed affioramento diffuso del substrato (agosto 2012).



*Affioramento diffuso del substrato
(agosto 2012).*



*Attraversamento acquedotto, nei pressi di
C.na Rossa (luglio 2012).*



Ovada, alveo del T. Orba tra il ponte ferroviario ed il ponte della SP185 (luglio 2012).



Vista a valle del ponte SP185; in sx una porzione di piana inondabile (luglio 2012).

3.10 Considerazioni conclusive e calcolo dell'IQM

Nel complesso il corpo idrico del torrente Orba 10SS3N343PI, ha caratteristiche morfologiche *sufficienti o moderate*.

Per quanto riguarda la funzionalità, le criticità maggiori per il CI, si osservano a causa della presenza della Diga di Ortiglieto, in particolare nei tratti 10SS3N343PI_2 e 10SS3N343PI_3, ed a causa dell'affioramento diffuso del substrato nei tratti semiconfinati.

La diga, intercettando il trasporto solido, produce effetti negativi sia a monte, riducendo la pendenza, che a valle, dove non arrivano sedimenti; mentre un affioramento diffuso del substrato è stato rilevato nella porzione terminale del tratto 10SS3N343PI_4 e per il 76% circa del tratto 10SS3N343PI_5.

E' noto che i due tratti semiconfinati siano stati soggetti ad una intensa attività estrattiva in un passato più o meno recente.

Tale affioramento nei predetti tratti, indice di un abbassamento del fondo concretizzatosi a partire dagli anni '50 del XX secolo, stimato grazie alle evidenze sul terreno in 2 – 3 metri, porta ad una banalizzazione della sezione del corso d'acqua, in particolare nel tratto posto più a valle, già gravato dalla presenza di difese di sponda per circa il 13% del tratto.

Una ulteriore criticità risulta essere la mancanza di materiale legnoso di dimensioni rilevanti nei tratti posti più a valle (10SS3N343PI_3, 10SS3N343PI_4 e 10SS3N343PI_5).

Nei tre tratti confinati la Strada Provinciale 207 ricade nel buffer di 50 m dalla sponda in porzioni limitate e non vi sono particolari opere o altre infrastrutture che limitano in modo rilevante la connessione dell'alveo con i versanti.

Nei due tratti semi-confinati sono presenti numerose opere trasversali che ostacolano il trasporto di sedimenti e materiale legnoso, e stabilizzano la quota di fondo alveo.

Per quanto riguarda la mobilità laterale occorre specificare che una scarsa dinamica d'alveo è endemica dei tratti 10SS3N343PI_4 e 10SS3N343PI_5, perché spesso la sponda concava è a contatto con le scarpate sub-verticali dei terrazzi antichi, cosa che impedisce di fatto la mobilità per erosione di sponda esterna; una eventuale mobilità verso la sponda convessa pare improbabile perché, soprattutto nel tratto 10SS3N343PI_5, le superfici pianeggianti interne alle curve del tracciato fluviale sono spesso difese dall'erosione e in parte anche dall'esondazione e numerose sono le infrastrutture presenti che in ogni caso sarebbero difese.



La piana inondabile, discontinua e decisamente poco ampia, è presente in corrispondenza della sponda convessa di alcune anse.

L'estensione lineare della vegetazione è massima in tutti il CI 10SS3N343PI, mentre, ad eccezione del tratto 10SS3N343PI_1 dove l'F12 risulta in classe A, l'estensione areale è generalmente intermedia.

Sintesi dei sub-indici di funzionalità (IQM _F)					
Indicatore	Tratto				
	C	C	C	SC	SC
	Tratto 1	Tratto 2	Tratto 3	Tratto 4	Tratto 5
F1	A	B	C	B	B
F2	/	/	/	B	B
F3	B	B	A	/	/
F4	/	/	/	B	B
F5	/	/	/	B	B
F6	A	A	A	/	/
F7	na	na	na	B	B
F8	/	/	/	na	na
F9	A	A	A	B	C
F10	B	A	A	C1	C2
F11	A	A	C	C	C
F12	A	B	B	B	B
F13	A	A	A	A	A
IQM _F	0,32	0,25	0,24	0,12	0,1

Anche l'IQM_A, così come l' IQM_F, assume valori decrescenti dal tratto 10SS3N343PI_1 al 10SS3N343PI_5, il che denota un aumento di artificialità procedendo da monte verso valle.

Nei tratti confinati 10SS3N343PI_2 e 10SS3N343PI_3, in quanto elemento artificiale, la Diga di Ortiglieto rappresenta la criticità maggiore, portando gli indicatori A4 del secondo tratto in C e A2 del terzo in C2.

Un ostacolo al flusso di sedimenti e materiale legnoso è rappresentato anche dalla Diga dell'Antenna (Prov. di Savona).

Per quanto riguarda i due tratti semi-confinati, anch'essi risentono degli effetti della Diga di Ortiglieto, e hanno dunque l'indicatore A2 in classe C1.

Numerose sono le opere trasversali insistenti su questi due tratti, e consistono in due traverse (la "Pisa" a Molare e la traversa di Monteggio) e tre opere assimilabili alla categoria delle soglie (l'acquedotto di Cassinelle, l'attraversamento fognario di Molare e l'attraversamento dell'acquedotto a monte di Ovada). I tratti confinati sono privi di difese spondali, che invece sono presenti, ma in modo insufficiente a non porre l'indicatore A6 in classe A nel tratto 10SS3N343PI_4.

Il tratto 10SS3N343PI_5 è gravato maggiormente rispetto al tratto a monte da opere di difesa spondale e da argini, avendo l'indicatore A6 e A7 in B.

La rimozione di sedimenti, non effettuata nei tratti confinati, negli ultimi vent'anni, risulta essere causa di un notevole aumento di punteggio per i due tratti SC, che sono stati oggetto di una intensa pressione di attività estrattiva sia in passato che di recente.

Non sono stati rilevati estesi tagli rasi della vegetazione in fascia perifluviale, ma sicuramente sono stati realizzati, negli ultimi vent'anni, interventi di taglio selettivo e taglio raso non estesi (per esempio durante i lavori in alveo realizzati negli ultimi vent'anni).

Sintesi dei sub-indici di artificialità (IQM _A)					
Indicatore	Tratto				
	C	C	C	SC	SC
	Tratto 1	Tratto 2	Tratto 3	Tratto 4	Tratto 5
A1	A	A	A	A	A
A2	B2	B1	C2	C1	C1
A3	A	A	A	A	A
A4	A	C	A	B	A
A5	B	B	B	B	B
A6	A	A	A	A	B
A7	/	/	/	A	B
A8	/	/	/	A	A
A9	A	A	A	B	B
A10	A	A	A	C	C
A11	A	A	A	A	A
A12	A	B	B	B	B
IQM _A	0,55	0,44	0,41	0,33	0,32

Per quanto riguarda le variazioni morfologiche, i cui indicatori non sono stati applicati nel tratto 10SS3N343PI_1, è stato constatato che il tratto 10SS3N343PI_4 è quello maggiormente gravato, come si evince dai valori di IQM_V, poiché rispetto alla situazione esistente negli anni '50 la configurazione morfologica si è modificata da *wandering* (W) a sinuosa (S), e si è verificato un restringimento dell'alveo del 42%. Anche nel tratto posto più a valle si è verificato un restringimento significativo, che tuttavia non è accompagnato da una variazione di *pattern* morfologico.

L'evoluzione del profilo longitudinale del fondo, influenzata da diversi fattori di cui si è già discusso, risulta essere caratterizzata, nel tratto 10SS3N343PI_3, da una incisione conseguente a quanto accaduto nel 1935. Nei tratti semi-confinati l'abbassamento dell'alveo è stato stimato tramite le evidenze sul terreno in moderato, ovvero minore o uguale a tre metri.

Sintesi dei sub-indici di variazione (IQM _V)					
Indicatore	Tratto				
	C	C	C	SC	SC
	Tratto 1	Tratto 2	Tratto 3	Tratto 4	Tratto 5
V1	na	A	A	B	A
V2	na	A	A	C	C
V3	na	A	B	B	B
IQM _V	/	0,12	0,09	0,08	0,1

I valori degli indici orizzontali e verticali relativi ai singoli tratti, unitamente alla classe di qualità morfologica, sono riassunti nella tabella sottostante.

Tratto	Tratto 1	Tratto 2	Tratto 3	Tratto 4	Tratto 5
Funzionalità morfologica - IQM_F	0,32	0,25	0,24	0,12	0,1
Artificialità - IQM_A	0,55	0,44	0,41	0,33	0,32
Variazioni morfologiche - IQM_V	/	0,12	0,09	0,08	0,1
Continuità - IQM_C	0,32	0,25	0,21	0,23	0,21
Morfologia - IQM_M	0,42	0,48	0,45	0,24	0,24
vegetazione - IQM_{VE}	0,13	0,08	0,08	0,06	0,06
IQM	0,87	0,82	0,74	0,53	0,52
Classe di qualità	ELEVATO	BUONO	BUONO	SUFF. o MOD.	SUFF. o MOD.

Le tabelle seguenti riportano una sintesi dei sub-indici verticali e orizzontali normalizzati, ovvero rapportati al valore massimo ottenibile per la relativa categoria nell'ambito di ciascuna scheda, in modo da poterne confrontare l'andamento tra di loro e valutarne le variazioni lungo il corpo idrico.

Tratto	Tratto 1	Tratto 2	Tratto 3	Tratto 4	Tratto 5
Funzionalità morfologica - IQM_F	0,86	0,78	0,75	0,39	0,32
Artificialità - IQM_A	0,87	0,80	0,75	0,63	0,62
Variazioni Morfologiche - IQM_V	\	1,00	0,75	0,47	0,59
Continuità - IQM_C	0,74	0,66	0,55	0,59	0,54
Cont. Long.	0,77	0,68	0,45	0,56	0,60
Cont. Lat.	0,63	0,57	1,00	0,64	0,43
Morfologia - IQM_M	0,95	0,94	0,88	0,47	0,47
Conf. Morf.	1,00	1,00	1,00	0,67	0,75
Conf. Sez.	1,00	0,87	0,83	0,42	0,42
Substrato	0,90	1,00	0,89	0,40	0,33
Vegetazione - IQM_{VE}	1,00	0,73	0,73	0,67	0,67
IQM	0,87	0,82	0,74	0,53	0,52
Classe di Qualità	ELEVATO	BUONO	BUONO	SUFF. O MODERATO	SUFF. O MODERATO

Dal confronto dei sub-indici riportati nelle tabelle emerge che il valore IQM del tratto 10SS3N343PI_1 è basato su sub-indici elevati, che rispecchiano la naturalità dell'area e la lieve alterazione dei processi geomorfologici.

I valori IQM dei tratti 10SS3N343PI_2 e 10SS3N343PI_3, pur ricadendo nell'intervallo di valori della classe *buono*, derivano da due contesti differenti, ovvero il primo, dei due tratti in questione, è caratterizzato da una certa variabilità dei valori dei sub-indici verticali e orizzontali, mentre il secondo è caratterizzato da un valore costante dei sub-indici verticali, e da valori molto variabili dei sub-indici orizzontali.

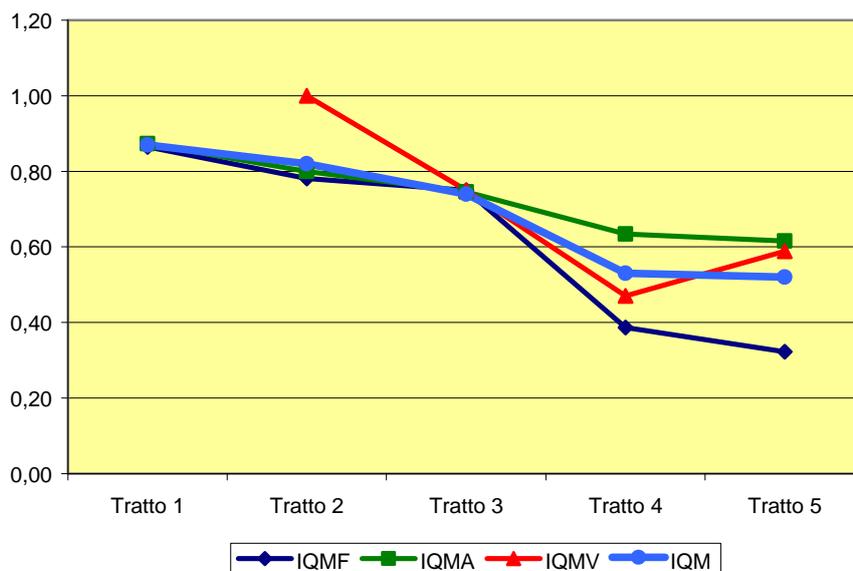
In entrambe i tratti semi-confinati si ritrova una certa variabilità dei valori dei sub-indici, sia verticali che orizzontali.

Analizzando i valori presenti nelle tabelle è possibile infine rilevare una chiara correlazione tra i sub-indici procedendo da monte verso valle, ovvero da *elevate* condizioni morfologiche a *sufficienti* o *moderate*.

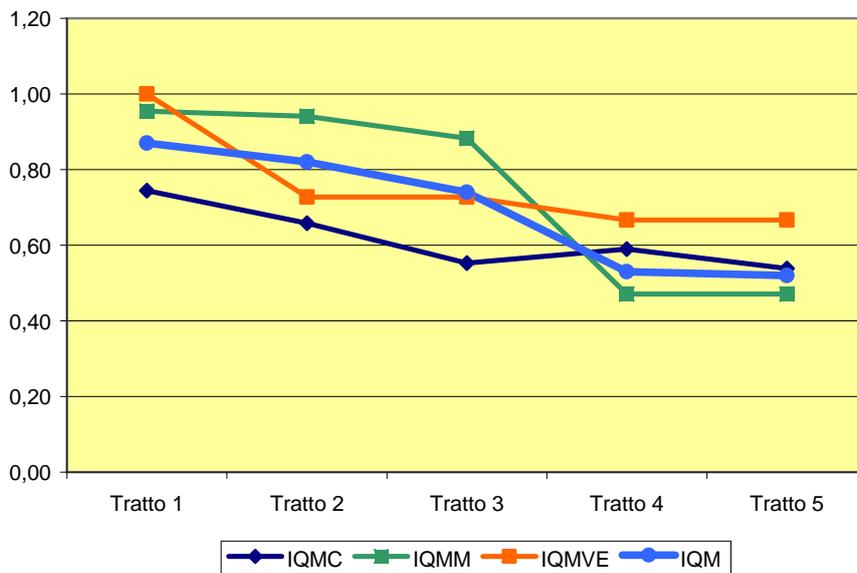
Il gap di valori presente tra il tratto 10SS3N343PI_2 e il 10SS3N343PI_3 è ascrivibile alla presenza della Diga di Ortiglieto; il crollo del valore dell'IQM_M – substrato nel tratto 10SS3N343PI_5 è causato dall'affioramento diffuso del substrato per cause artificiali; ed infine un basso valore di IQM_V nel tratto 10SS3N343PI_4 riassume la variazione di configurazione morfologica tra tipologie contigue, una riduzione significativa della larghezza dell'alveo ed un abbassamento dello stesso ascrivibile alla classe B dell'indicatore V3.

Un confronto immediato dei sub-indici verticali ed orizzontali normalizzati, relativi ai cinque tratti in cui è stato suddiviso il CI 10SS3N343PI, è possibile tramite l'analisi dei seguenti grafici.

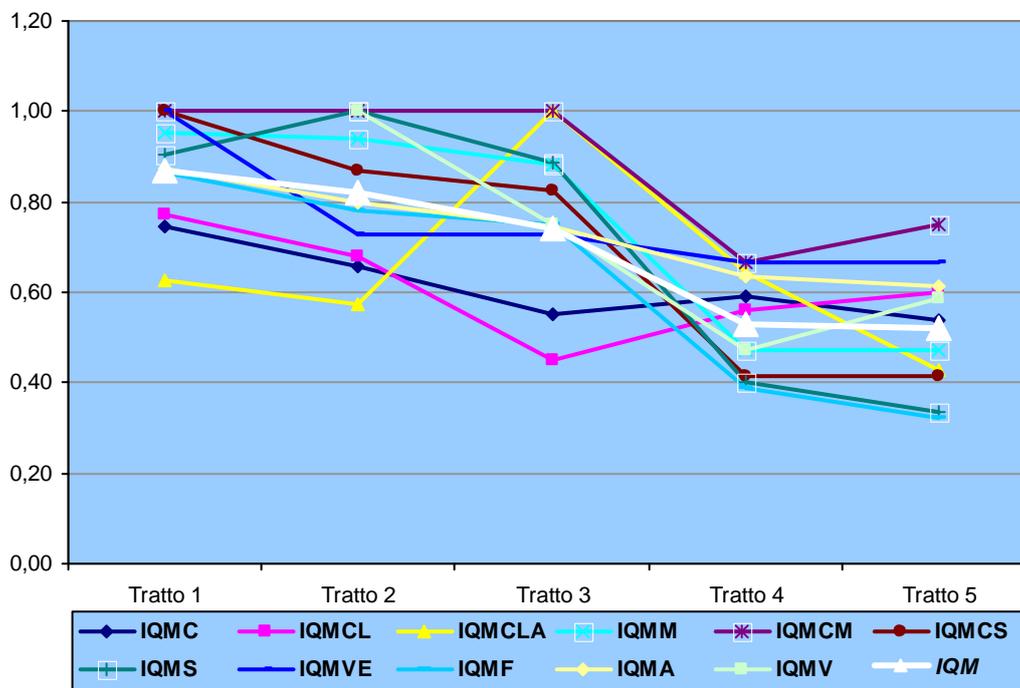
Sub-indici verticali ed IQM del CI 10SS3N343PI



Sub-indici orizzontali ed IQM del CI 10SS3N343PI



Sintesi dei sub-indici del CI 10SS3N343PI



Calcolando infine la media pesata del valore IQM dei cinque tratti del torrente Orba indagati, è stato ottenuto, per il CI 10SS3N343PI, un valore generale pari a 0,68, corrispondente alla classe di qualità morfologica *SUFFICIENTE* o *MODERATA*.

Sintesi dei valori IQM			
Tratto	Lunghezza (m)	IQM	Classe
1	1025	0,87	ELEVATO
2	6212	0,82	BUONO
3	6626	0,74	BUONO
4	4993	0,53	SUFFICIENTE
5	4994	0,52	SUFFICIENTE
CI	23850	0,68	SUFFICIENTE

Conclusioni

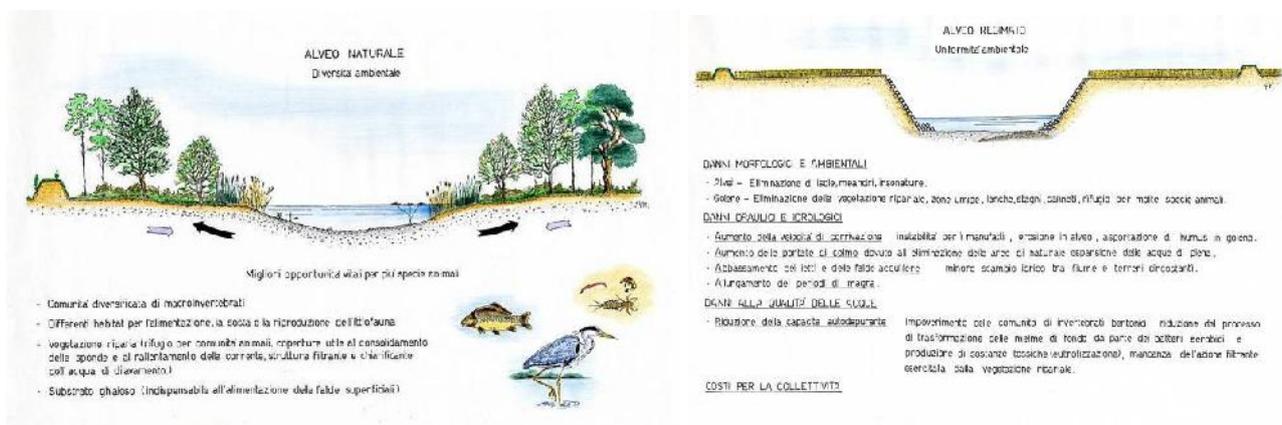
Con la Direttiva 2000/60/CE la salute dell'ecosistema fluviale viene finalmente posta in relazione alla salute del comparto abiotico dell'ecosistema, non più inteso unicamente in termini di qualità e quantità delle acque ma anche di aspetti morfologici dello stesso.

La morfologia fluviale dunque, diventa elemento importante nella tutela degli ecosistemi fluviali.

I corsi d'acqua che possiamo osservare oggi sono stati oggetto soprattutto nell'ultimo secolo ed in particolare nel periodo compreso tra gli anni '50 e '90, in Italia e non solo, di considerevoli alterazioni, in nome della difesa dall'erosione e dall'esondazione (attenzione, si tratta di concetti ben diversi) di beni e servizi, "di un arcaico e tramontato sviluppo" (Cannata G., 1989) e in alcuni casi, o forse in molti, degli interessi di pochi.

Opere di regimazione, ovvero "interventi volti a modificare il regime fluviale intervenendo sulla forma del percorso dell'alveo sia in pianta sia in profilo o sulle caratteristiche geometriche dell'alveo stesso" (Cannata G. 1994), escavazioni in senso stretto, dighe, appropriazione di spazi del fiume e modificazioni profonde a livello di bacino idrografico, come l'estesa e crescente impermeabilizzazione dei suoli e lo sviluppo urbanistico, hanno seriamente compromesso i sistemi fluviali, già gravati da una serie di altre pressioni ambientali.

I processi repentini di forte incisione del fondo dell'alveo, di restringimento della sezione trasversale e di cambiamento di configurazione morfologica hanno portato "affascinanti ecosistemi viventi" a trasformarsi in "squallide condutture idrauliche" (Sansoni G., 1995), ovvero ad una banalizzazione degli ambienti fluviali, sinonimo di riduzione degli habitat e ad una conseguente riduzione della biodiversità (si pensi, per esempio, ai fiumi incisi totalmente sconnessi da quella che era la piana inondabile, oppure alle lanche destinate all'interrimento perché non più interessate dai naturali processi della dinamica fluviale - il tutto gravato da altri elementi quali l'inquinamento delle acque, l'introduzione di specie alloctone, eccetera).



Confronto tra una sezione trasversale non alterata ed una sezione trasversale di un alveo regimato (disegni di Mandarino P.).

Spesso il filo che connette l'alterazione morfologica, ad una pesante alterazione della comunità biotica, e poi ad un peggioramento della qualità delle acque dovuto a squilibri nelle reti trofiche è evidente.

È proprio in questo contesto che si deve inserire la valutazione e l'analisi della componente morfologica degli ecosistemi fluviali, alla quale deve essere conferito un peso ancora maggiore nel giudizio complessivo rispetto a quanto si faccia tuttora.

Non può essere dimenticato che la biodiversità, la funzionalità e la capacità di autodepurazione dei corsi d'acqua dipendono strettamente dai processi e dalle forme che caratterizzano la morfologia di tale ecosistema, i quali andranno ad esprimere determinati habitat e la loro evoluzione.

L'Indice di Qualità Morfologica (IQM) rappresenta il punto di partenza per la progettazione di azioni di gestione o riqualificazione fluviale e permette di conoscere non solo lo stato morfologico di un determinato tratto di corso d'acqua, ma anche le caratteristiche morfologiche dell'intero sistema fluviale.

Si tratta dunque di un metodo di analisi molto sintetico e poco analitico, in grado di assolvere appieno il compito per il quale è stato messo a punto, ma che non può essere snaturato né utilizzato per scopi diversi o al di fuori del proprio campo di applicazione.

Succede spesso, invece, che venga impiegato come metodo di valutazione dell'impatto di opere o di interventi, per valutare lo stato morfologico ante-operam e post-operam; tale utilizzo non è corretto, poiché generalmente porta a sottovalutare gli impatti morfologici date le differenti scale spaziali e temporali che si dovrebbero indagare al fine del monitoraggio rispetto alla fase di valutazione e classificazione dello stato attuale di un corso d'acqua.

Al fine di applicare il metodo correttamente è indispensabile che l'operatore abbia una considerevole preparazione nel campo della geomorfologia fluviale, poiché spesso risulta difficoltoso riconoscere e classificare le forme e le superfici del paesaggio fluviale.

Pur essendo un metodo che nasce per essere una valutazione "speditiva", l'applicazione al Torrente Orba ha mostrato che spesso, non effettuando un congruo numero di sopralluoghi, si rischia di commettere gravi errori di valutazione. In tal senso una buona conoscenza dei luoghi, l'aiuto di una memoria storica, o comunque testimonianze, scritti o documenti parrebbero essere molto utili.

Non vi è dubbio che questa nuova metodologia possa aprire nuovi orizzonti nell'ambito dello studio della morfologia fluviale e nella valutazione della "salute morfologica ed ecologica" dei nostri fiumi. L'individuazione del trend evolutivo e delle maggiori criticità morfologiche potrebbe consentire, volontà ed interessi permettendo, interventi di recupero morfologico, sia in un'ottica di *river restoration*, intesa più come ripristino dei processi che delle forme a favore dell'ecosistema fluviale, che di riduzione del rischio idraulico e geomorfologico.

Riferimenti

Bibliografia generale

- Associazione nazionale delle bonifiche, delle irrigazioni e dei miglioramenti fondiari (1967). *La protezione del suolo e la regolamentazione delle acque*. Il Mulino, Imola.
- AA.VV. (2012). *Riqualificazione fluviale e gestione del territorio*. Atti del secondo convegno italiano sulla riqualificazione fluviale. Bolzano, 6-7 novembre 2012. Bozen-Bolzano University Press.
- APAT (2003). *Atlante delle opere di sistemazione fluviale*. Manuali e Linee guida 27/2003. Roma, 2004.
- Autorità di Bacino del Fiume Po (2009). *Il territorio del fiume Po. L'evoluzione della pianificazione, lo stato delle risorse e gli scenari di riferimento*. Edizioni Diabasis, Reggio Emilia.
- Badino G., Forneris G., Perosino G.C. - Regione Piemonte (1991). *Ecologia dei fiumi e dei laghi*. Edizioni Eda, Torino.
- Bettinetti R., Crosa G., Galassi S. (2007). *Ecologia delle acque interne*. Città studi edizioni, Novara.
- Biancotti A. (1994). *Corso di geografia fisica - vol. 2*. Nuove Edizioni del Giglio, Genova.
- Cannata G. (1990). *I fiumi della terra e del tempo*. Franco Angeli, Milano.
- Cannata G. (1994). *Governo dei bacini idrografici*. Etaslibri, Milano.
- Cannata G. (2006). *Acque, fiumi, pianificazione dei bacini idrografici; l'uso del suolo come difesa. Atti del convegno internazionale Fiume, paesaggio e difesa del suolo. Superare le emergenze, cogliere le opportunità*. Firenze, maggio 2006. Firenze University Press, 2007.
- Castiglioni G.B. (1989). *Geomorfologia*. Seconda edizione, UTET, Torino.
- Cencetti C. et al., (2010). *L'Indice di Qualità Morfologica (IQM) dei corsi d'acqua: applicazione del metodo di valutazione al F. Chiani (Italia centrale)*. Atti della 14a Conferenza Nazionale ASITA – Brescia 9-12 novembre 2010.
- Colombo A., Filippi F. (2008). *La conoscenza delle forme e dei processi fluviali per la gestione dell'assetto morfologico del fiume Po*. *Biologia Ambientale*, 24 (1): 331-348, 2010. Atti del XVIII congresso S.It.E., Parma 1-3 settembre 2008, sessione speciale "Aggiornamento delle conoscenze sul bacino idrografico Padano".
- Commissione interministeriale per lo studio della sistemazione idraulica e della difesa del suolo (1970). *Atti della commissione Relazione conclusiva volume primo*. Tipolitografia Edigraf, Roma.
- Consiglio dei Ministri (2006). *Decreto legislativo 3 aprile 2006 n. 152 – Norme in materia ambientale*. Gazzetta Ufficiale n. 88 s.o., del 14 aprile 2006, Roma (e successive modifiche e integrazioni).
- Ercolini M. (2006). *Fiume, paesaggio, difesa del suolo: dal "paesaggio altro" al "paesaggio terzo". Riflessioni, indirizzi, criteri guida*. Atti del convegno internazionale "Fiume, paesaggio e difesa del suolo. Superare le emergenze, cogliere le opportunità." Firenze, maggio 2006. Firenze University Press, 2007.
- European Commission (2000). *Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy*. Official Journal of the European Communities L 327, 22/12/2000.
- European Commission (2007). *Directive 2007/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2007 on the assessment and management of flood risks*. Official Journal of the European Communities L 288, 6/11/2007.
- Fenoglio S., Bo T. (2009). *Lineamenti di ecologia fluviale*. Città Studi edizioni, Novara.
- Ghetti P.F. (1993). *Manuale per la difesa dei fiumi*. Edizioni Fondazione Giovanni Agnelli, Torino.

-
- Gisotti G. (2006). *Acque fiumi e paesaggi fluviali: una lettura in chiave idro-geo-morfologica*. Atti del convegno internazionale "Fiume, paesaggio e difesa del suolo. Superare le emergenze, cogliere le opportunità." Firenze, maggio 2006. Firenze University Press, 2007.
- Gisotti G. (2012). *Il dissesto idrogeologico*. D. Flaccovio editore, Palermo.
- Gisotti G., Zarlenga F. (2004). *Geologia ambientale – Principi e metodi*. D. Flaccovio editore, Palermo.
- IRSA – CNR (2007). *Macroinvertebrati acquatici e direttiva 2000/60/EC (WFD)*. Notiziario dei metodi analitici, n. 1 marzo 2007.
- ISPRA (2011). *Implementazione della Direttiva 2000/60/CE. Analisi e valutazione degli aspetti idromorfologici. Versione 1.1*. Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale, Roma.
- ISPRA, dispense 6° Corso Nazionale di Formazione IDRAIM, Belluno 22-26 ottobre 2012.
- Legambiente Piemonte e Valle d'Aosta (dicembre 2003). *Acqua in Piemonte e Valle d'Aosta, Volume 3: Acqua che scorre*. Torino.
- Linsley R.K., Kohler M.A., Paulhus J.L.H., *Hydrology for engineers*. McGraw-Hill Book Company.
- Mandarino A. (2009). *Le alterazioni antropiche della dinamica fluviale su scala di bacino*. Concorso Galileiano, Liceo Scientifico Statale G. Galilei, Alessandria, ottobre 2010.
- Mandarino P. (2007). *Il ruolo del fiume nel territorio*. relazione al convegno: Approvvigionamento idrico – Giornata Mondiale dell'acqua – nell'abito degli incontri de "Il Parco racconta 2007" Parco Capanne di Marcarolo, Novi Ligure 22-03-07.
- Maraga F., Mortasa G. (1981). *Le cave per inerti lungo i corsi d'acqua: rapporti con la dinamica fluviale*. Boll. Ass. Min. Subalpina anno XVIII, n. 3-4, settembre-dicembre 1981.
- Marchetti M. (2000). *Geomorfologia fluviale*. Pitagora ed., Bologna.
- Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (2009). *Decreto 14 aprile 2009 n. 56. Regolamento recante i criteri tecnici per il monitoraggio dei corpi idrici e l'identificazione delle condizioni di riferimento per la modifica delle norme tecniche del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante Norme in materia ambientale, predisposto ai sensi dell'art. 75, comma 3, del decreto legislativo medesimo*. Gazzetta Ufficiale n. 124 del 30 maggio 2009 – Suppl. Ordinario n. 83, Roma.
- Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (2010). *Decreto 8 novembre 2010, n. 260. Regolamento recante i criteri tecnici per la classificazione dello stato dei corpi idrici superficiali, per la modifica delle norme tecniche del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale, predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 3, del medesimo decreto legislativo*. Supplemento ordinario alla "Gazzetta Ufficiale" n. 30 del 7 febbraio 2011 - Serie generale, Roma.
- Nardini A. et al. (2008). *Problemi e limiti della Direttiva Quadro sulle Acque. Una proposta integrativa: FLEA (FLuvial Ecosystem Assessment)*. *Biologia Ambientale*, 22 (2).
- Parco fluviale del Po e dell'Orba (1988). *I fiumi italiani e le calamità artificiali*. Tipografia Dominioni, Como.
- Passino R. (2000). *Audizione Commissione Ambiente – LLPP della Camera*. Roma, 20 Ottobre 2000.
- Provini A., Galassi S., Marchetti R. (2008). *Ecologia applicata*. Città studi edizioni, Novara.
- Reis R. (1988) *Contributo allo studio sulla dinamica dei fiumi Cervo e Sesia presso Vercelli*. Boll. Ass. Min. Subalpina anno XXV, n. 2-3, giugno-settembre 1988.
- Rinaldi M. (2006). *La prospettiva geomorfologica e le applicazioni nella gestione degli alvei fluviali*. Atti Giornate di Studio: Nuovi approcci per la comprensione dei processi fluviali e la gestione dei sedimenti. Applicazioni nel bacino del Magra. Sarzana, 24-25 Ottobre 2006, Autorità di Bacino del Fiume Magra, 39-58.
- Rinaldi M. (2008). *Schede di rilevamento geomorfologico di alvei fluviali*. *Il Quaternario*, 21(1B), 353-366.
-

-
- Rinaldi M. et al. (2011). *The morphological quality index (MQI) for stream evaluation and hydromorphological classification*. Italian Journal of Engineering Geology and environment, 1, 2011.
- Rinaldi M. et al., *A method for the assessment and analysis of the hydromorphological condition of Italian streams: The Morphological Quality Index (MQI)*, Geomorphology (2012), <http://dx.doi.org/10.1016/j.geomorph.2012.09.009> (article in press).
- Rinaldi M., Surian N., Comiti F., Bussetini M. (2011). *Manuale tecnico – operativo per la valutazione ed il monitoraggio dello stato morfologico dei corsi d'acqua – Versione 1*, Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale, Roma.
- Rinaldi M., Surian N., Comiti F., Bussetini M. 2011, *Guida Illustrata alle Risposte – Appendice al Manuale tecnico – operativo per la valutazione ed il monitoraggio dello stato morfologico dei corsi d'acqua - Versione 1*, Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale, Roma, 63 pp.
- Rosgen D.L. (1996). *Applied River Morphology*. Wildland Hydrology.
- Sadava D., Heller H.C., Orians G.H., Purves W.K., Hillis D.M. (2009). *Biologia – Parte nona: L'ecologia (terza edizione)*. Zanichelli, Bologna.
- Sanna S. (2003). *Sistemazioni idraulico-forestali nella difesa del suolo*. D. Flaccovio editore, Palermo.
- Sansoni G. (1995). *Idee per la difesa dai fiumi e dei fiumi*. Tipografia G.F. Press, Pistoia.
- Senato della Repubblica (1972). *I problemi delle acque in Italia*. Tipografia del Senato, Roma.
- Siligardi et al. (2007) – *IFF2007, Indice di Funzionalità Fluviale*. Nuova versione del metodo revisionata e aggiornata. Manuale APAT 2007.
- Smith T.M., Smith R.L. (2009). *Elementi di ecologia (sesta edizione)*, Pearson.
- Surian N., Rinaldi M., Pellegrini L. (2009d). *Linee guida per l'analisi geomorfologica degli alvei fluviali e delle loro tendenze evolutive*. CLEUP, Padova.
- Turri E. (2003). *Il paesaggio degli uomini. La natura, la cultura, la storia*. Zanichelli, Bologna.
- WWF Abruzzo (1990). *Morte biologica o ritorno alla natura?*, Litografia Tecnovadue.

Bibliografia Torrente Orba

- AA.VV. (1992). *Parchi e Riserve del Piemonte. Ambienti e itinerari*. Edizioni L'arciere, Cuneo, 1992.
- Accademia Urbense – Ovada (2005). *13 agosto 1935 il giorno della diga*. Memorie dell'Accademia Urbense - Nuova serie, N. 65.
- Acquarone C., Bo T., Malacarne G. (2007). *La funzionalità fluviale del tratto appenninico del Torrente Orba (Provincia di Alessandria)*. Studi Trent. Sci. Nat., Acta Biol., 83 (2007): 237-240.
- AIPO (2011). *Relazione descrittiva degli effetti dell'evento alluvionale del 5 novembre 2011*.
- Alpha Cygni (2008). *Progetto di Corridoio ecologico lungo i torrenti Orba e Piota. Relazione multidisciplinare finale*. Inedito, Giugno 2008.
- Anselmo V. (1978). *L'evento idrologico del 6 ottobre 1977 nei bacini del torrente Orba e affluenti (Piemonte)*. Mem. Soc. Geol. It., 19 – 1978, 281-288.
- ARPA Piemonte; a cura della Struttura Qualità Acque Superficiali e Sotterranee (2009). *Processo di implementazione della direttiva 2000/60/CE (WFD) in Piemonte*.
- ARPA Piemonte; Struttura Specialistica Qualità delle Acque, a cura di Fiorenza A. (2011). *Attività ARPA nella gestione della rete di monitoraggio delle acque superficiali. Piano di monitoraggio triennio 2012-2014. Dicembre 2011*.
- Condor M. (2005). *La Romanizzazione della Val d'Orba: un Territorio fra Liguri e Romani*. Di.Esse Pi., Ovada.

Gola L., Boffitto G., Cristalli L., Mandarino A., Mandarino P., Panizza G. (2007). *Area di collegamento ecologico funzionale tra i Siti Rete Natura 2000 della R.N.S.T.Orba e del Parco Naturale delle Capanne di Marcarolo. Contributo relativo all'analisi del valore naturalistico e delle principali criticità del territorio.* Relazione inedita.

Iraldo R. – Parco Fluviale del Po e dell'Orba (2000). *Qualità delle acqua, dal punto di vista biologico, del torrente Orba e dei suoi affluenti nel tratto: Molare – confluenza con il fiume Bormida.*

Liceo Scientifico G. Galilei (1989). *La garzaia di Bosco Marengo – osservazioni su una riserva naturale e sul problema della gestione dei nostri fiumi.* Scritto inedito, Alessandria.

Parco fluviale del Po e dell'Orba (2006). *Rilievo topografico del Torrente Orba (tratto RNSTO).*

Pipino G. (2005) *Liguria Mineraria.* Ovada, 2005.

Provincia di Alessandria (2003). *Carta ittica del territorio della Provincia di Alessandria - zona montana.* Eda, Torino.

Provincia di Alessandria (2006). *Piano Paesistico "Boschi di Pian Castagna e Alta Valle Orba".*

Provincia di Alessandria (2008). *Rilievo topografico del Torrente Piota.*

Provincia di Alessandria, *Carta ittica del territorio della Provincia di Alessandria – zona di pianura.*

Regione Piemonte, Settore Pianificazione Difesa del Suolo – Dighe. *Piena torrente Orba 5 novembre 2011. Relazione di sopralluogo e confronto con gli eventi storici.*

Servizio geologico d'Italia (1971). *Note illustrative della carta geologica d'Italia alla scala 1:100.000 foglio 82 – Genova.* Roma.

Tropeano et al., (1999). *Eventi alluvionali e frane nell'Italia Settentrionale – Periodo 1975-1981.* Pubblicazione n. 1927 del GNDCl.

Sitografia

http://ec.europa.eu/environment/water/flood_risk/index.htm

http://ec.europa.eu/environment/water/water-framework/index_en.html

<http://webgis.arpa.piemonte.it/risknat/index.php/it/wms.html>

<http://www.accademiaurbense.it/>

<http://www.adbpo.it/on-multi/ADBPO/Home.html>

<http://www.arpa.piemonte.it/>

<http://www.cirf.org/italian/home.html>

<http://www.pcn.minambiente.it/PCNDYN/catalogowms.jsp?lan=it>

<http://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/manuali-e-linee-guida/idraim-2013-sistema-di-valutazione-idromorfologica>

<http://www.molare.net/>

http://193.206.192.231/carta_geologica_italia/tavoletta.php?foglio=82