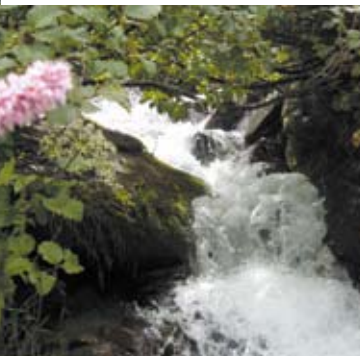
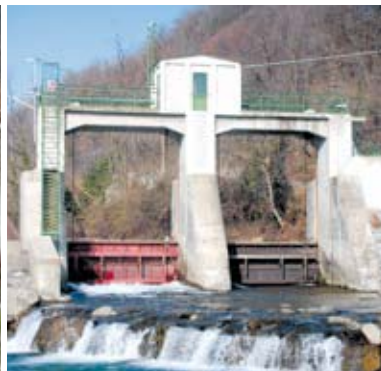


Manuale per il censimento delle opere in alveo





Manuale per il censimento delle opere in alveo




Provincia di Torino
Area Risorse Idriche e Qualità dell'Aria
Servizio Pianificazione Risorse Idriche



Regione Piemonte
**Direzione Opere Pubbliche, Difesa del Suolo,
Economia Montana e Foreste**
Settore Pianificazione Difesa del Suolo

A cura di:

*Gianna Betta, Luca Iorio,
Elena Porro, Chiara Silvestro*



CONTRIBUTI DI:

Testi:

- *Elena Ardito, Gianna Betta, Luca Iorio, Stefania Giannuzzi, Elena Porro, Nuna Tognoni, Sandra Zaccheo* - Provincia di Torino (Servizio Pianificazione Risorse Idriche)
- *Roberto Del Vesco, Francesca Rossi, Massimiliano Senesi, Chiara Silvestro* - Regione Piemonte

Disegni:

- *Luca Iorio, Sandra Zaccheo* - Provincia di Torino (Servizio Pianificazione Risorse Idriche)
- *Alessandro Ghelli* - Regione Piemonte

Fotografie:

- *Gianna Betta, Stefania Giannuzzi, Luca Iorio, Sandra Zaccheo* - Provincia di Torino (Servizio Pianificazione Risorse Idriche)
- Archivio GEV Provincia di Torino
- Archivio SICOD - Regione Piemonte
- Archivio Catasto Sbarramenti di Competenza Regionale - Regione Piemonte
- *Francesca Rossi, Chiara Silvestro* - Regione Piemonte (Settore Pianificazione Difesa del Suolo)
- *Luca De Antonis e Vincenzo Molinari* - Regione Piemonte (Direzione Ambiente) per le fotografie a pag. 43, 58, 73, 75, 89, 91
- Fotografia Passaggio fenditure verticali pag. 151 da: *Pini Prato E., Gianaroli M., Comoglio C.* (2006) / Linee guida per il corretto approccio metodologico alla progettazione dei Passaggi per Pesci. Il caso di studio del Panaro / Provincia di Modena
- Fotografie Passaggio a bacini successivi pag. 151, Passaggio tecnico a rallentamento pag.152 e Scala Denil pag. 152 da: Regione Emilia Romagna, Provincia di Modena (1984) / Progettazione di passaggi artificiali per la risalita dei pesci nei fiumi con Atti del Seminario Tecnico Regionale di Modena, 7 dicembre 1984 / Modena

Si ringraziano:

- *Giulia Bodrato, Gianni Ercole, Lorenzo Masoero, Luca De Antonis, Sabrina Mantovani, Davide Patrocco, Daniela Pelissetti* della Regione Piemonte
- *Guglielmo Filippini* della Provincia di Torino
- *Carlo Troisi* dell'Arpa Piemonte (Centro Regionale per le Ricerche Territoriali e Geologiche)
- *Maria Rita Minciardi, Gian Luigi Rossi* dell'Enea - Sezione Biologia Ambientale e Conservazione della Natura
- *Maurizio Rosso, Andrea M. Lingua* del Politecnico di Torino
- *Giovanni Badino* dell'Università di Torino
- *Davide Pagliai* della Provincia di Modena
- *Riccardo Lussignoli, Cro, Pietro Novarino, Renato Sella*
- un particolare ringraziamento alle Guardie Ecologiche Volontarie dei gruppi di Beinasco, di Coazze e di Moncalieri (Val Sangone) e dei gruppi di Lanzo, Val Ceronda, Torino e Ciriè (Valle Stura) per l'impegno profuso nelle attività di censimento svolte sul Torrente Sangone e sul Torrente Stura di Lanzo e per i preziosi suggerimenti di campo raccolti nei contenuti del Manuale. Si ringraziano, inoltre, tutte le GEV che hanno partecipato con entusiasmo al corso di formazione.

ISBN: 88-901200-3-7

Settembre 2008

PREFAZIONE

Sempre più frequentemente si torna a parlare di “cattivo uso” e mancata manutenzione del territorio per dare spiegazione ai disastri che interessano le nostre valli durante eventi meteorici più o meno intensi; la gestione degli ambienti fluviali rappresenta uno degli elementi che più spesso viene messa in discussione in tali casi.

Ci è ormai ben chiaro che solo un diverso modo di gestire i nostri corsi d'acqua può contribuire a prevenire tali eventi calamitosi e a garantire un corretto utilizzo della risorsa acqua, che contemperi le necessità ambientali e di uso umano, con quelle di sicurezza del territorio.

Un'azione in sinergia vede le nostre Amministrazioni già fortemente impegnate nella sperimentazione di uno strumento di pianificazione e gestione condivisa degli ambienti fluviali, che è il Contratto di Fiume. Solo con questo nuovo modo di operare pensiamo di poter dare concretezza ad un sistema di corretta gestione delle politiche territoriali ed ambientali in modo integrato.

La conoscenza del territorio e dei suoi elementi di “pressione” sono informazioni fondamentali a supporto delle scelte che devono essere fatte per il raggiungimento di obiettivi sia di miglioramento della qualità ambientale, sia di sicurezza delle popolazioni, traguardo verso cui tutte le Amministrazioni devono tendere.

Ed è proprio nell'ambito delle esperienze di Contratto che si è dato avvio ad un progetto di collaborazione tra Regione Piemonte e Provincia di Torino che ha come finalità quella di conoscere nel dettaglio gli elementi che interferiscono con il fiume. L'attenzione si è, in particolare, focalizzata sulle opere idrauliche che, pur essendo state costruite per esigenze di pubblica utilità (sicurezza idraulica ed utilizzo della risorsa), nel loro insieme possono condizionare la funzionalità dei corsi d'acqua. Gli strumenti informativi a disposizione delle Amministrazioni consentono già una buona mappatura di tali opere, ma la verifica diretta in campo fornisce un ritorno di informazioni insostituibile. La passione e l'impegno dei gruppi volontari sono stati fondamentali per dare avvio a questi progetti di “lettura dei territori fluviali”, che rappresentano il punto di partenza di un lavoro che, nel prossimo futuro, potrà veder interessati altri territori ed altri gruppi piemontesi.

In particolare, con le Guardie Ecologiche Volontarie (GEV) della Provincia di Torino, è stato dato avvio ai programmi di “censimento” delle opere idrauliche presenti sul Torrente Sangone e sul Torrente Stura di Lanzo.

Proprio da queste prime esperienze abbiamo maturato quanto sia assolutamente necessario fornire un'adeguata formazione a chi, come le GEV, può impegnarsi in tali progetti.

È nato così questo Manuale che si è accompagnato ad un corso di formazione teorico/pratico destinato alle GEV, che ha formato e formerà nuovi gruppi di volontari che auspichiamo possano diventare “gli occhi” ed il presidio guidato dei nostri Enti sul territorio.

A quanti hanno già collaborato e a quanti lo faranno in futuro manifestiamo il nostro sincero grazie.

**L'Assessore alle Risorse Idriche,
Qualità dell'Aria, Energia
e Difesa del Suolo della Provincia di Torino**

**L'Assessore allo Sviluppo della Montagna
e Foreste, Opere Pubbliche,
Difesa del Suolo della Regione Piemonte**

Dorino Piras

Bruna Sibille

INDICE

INTRODUZIONE	6
Il dissesto idrogeologico e la sistemazione dei bacini	9
Cenni di ecologia e morfologia dei corsi d'acqua	15
L'impatto delle opere sull'ecosistema fluviale	19
Le opere	29
Le opere di difesa	31
OPERE IDRAULICHE	35
OPERE TRASVERSALI	40
OPERE LONGITUDINALI	54
SCOLMATORE E CANALE DI GRONDA	73
CASSA DI ESPANSIONE, VASCA DI LAMINAZIONE	75
PONTE	77
ATTRAVERSAMENTO E GUADO	83
OPERA SPECIALE	87
OPERE DI VERSANTE	89
OPERE SUPERFICIALI	89
OPERE PROFONDE	92
Le opere di derivazione delle acque superficiali	95
CHE COS'È UNA DERIVAZIONE	95
DERIVAZIONI AD USO ENERGETICO (IDROELETTRICO)	97
DERIVAZIONI AD USO AGRICOLO (IRRIGUO)	100
OPERE DI UNA DERIVAZIONE	102
OPERE DI SBARRAMENTO	103
PASSAGGI ARTIFICIALI PER L'ITTIOFAUNA	108
OPERE DI PRESA	112
OPERE DI CONVOGLIAMENTO DELLE ACQUE	115
RILASCIO A VALLE DELLO SBARRAMENTO	118
SCHEDE TECNICHE	121
OPERE DI SBARRAMENTO	121
PASSAGGI ARTIFICIALI PER L'ITTIOFAUNA	146
OPERE DI PRESA	156
RILASCIO	161

Le opere di immissione nelle acque superficiali	165
SCHEDA TECNICA	169
I sistemi informativi	173
Il Sistema Informativo Catasto Opere di Difesa - SICOD	175
IL RILEVAMENTO	179
LA RESTITUZIONE	182
Il Sistema Informativo Catasto Sbarramenti di competenza regionale	183
I Catasti delle Derivazioni e degli Scarichi della Provincia di Torino e il SIRI della Regione Piemonte	185
Appendice	191
Cenni sulle coordinate e i sistemi di riferimento	193
• La rappresentazione cartografica della Terra	193
• Le coordinate	196
La carta topografica	201
• La rappresentazione degli oggetti	202
• Le curve di livello	203
• Determinare la quota di un oggetto sulla carta	206
• La scala di una carta	209
Orientare la carta e valutare l'azimut	211
• Individuare la posizione di un punto con distanziometro e bussola	212
Posizionarsi sulla carta: la triangolazione	215
IL GPS	219
• Limiti di impiego e fonti di errore del sistema	223
Guida alla compilazione delle schede	225
Scheda di rilevamento delle opere idrauliche	226
Scheda di rilevamento delle derivazioni	231
Scheda di rilevamento delle immissioni	237
La normativa di riferimento	241
GLOSSARIO	245
BIBLIOGRAFIA	254

INTRODUZIONE

Il Manuale nasce dall'esperienza maturata negli ultimi dieci anni dalla Regione Piemonte e dalla Provincia di Torino che, con finalità diverse ma sullo stesso territorio, svolgono una concreta e attenta attività di ricognizione. Il lavoro rappresenta anche la fase conclusiva di un percorso formativo dedicato alle Guardie Ecologiche Volontarie della Provincia di Torino, originatosi dall'entusiasmo dei funzionari tecnici di entrambi gli Enti. Siamo infatti consapevoli della necessità di parlare un linguaggio comune e di diffondere una cultura condivisa tra tutti i soggetti che effettuano, sul medesimo territorio, attività di rilevamento, studio e monitoraggio.

L'attività di formazione, organizzata con lezioni teoriche ed uscite in campo è stata ampiamente favorita dalla attenta ed entusiasta partecipazione delle GEV, che fa ben sperare sui risultati del futuro lavoro di rilevamento che svolgeremo sui corsi d'acqua del territorio torinese.

Questo Manuale si identifica come uno strumento di lavoro a supporto delle attività di censimento in sito e farà parte del corredo di strumenti che ogni gruppo di volontari ha a disposizione. Ha quindi un risvolto estremamente pratico e riprende gli argomenti illustrati durante le lezioni.

La sezione più consistente descrive puntualmente sia le opere di difesa sia le opere di derivazione e di immissione, sulla base delle classificazioni che la Regione Piemonte e la Provincia di Torino propongono in materia.

Il Manuale presenta le diverse opere sotto forma di schede, seguendo l'impostazione data durante le lezioni, per consentire una maggiore facilità di comprensione e reperimento delle informazioni.

Ogni scheda è corredata da fotografie, la maggior parte delle quali derivante dall'attività di rilevamento dei funzionari di entrambi gli Enti, per meglio chiarire i concetti e favorire il riconoscimento delle opere in sito. Inoltre, sono descritte le dimensioni da rilevare e riportare sulla scheda di campagna.

Ogni sezione è facilmente individuabile attraverso il colore:

- blu per le opere di difesa
- verde per le opere di derivazione
- arancione per le opere di immissione.

Gli stessi colori sono richiamati nelle schede di rilevamento, che si trovano al fondo del Manuale, precedute da una descrizione sulle modalità di compilazione.

Un capitolo apposito è dedicato alla descrizione dei sistemi informativi, che raccolgono in modo organizzato tutti i dati rilevati in sito. Questa sezione ci è sembrata utile per sottolineare che il lavoro di rilevamento, impegnativo e complesso, non è fine a se stesso. Alimenta e consente, infatti, la validazione di una consistente base dati, fondamentale per permettere alle strutture competenti, agli amministratori e a chi opera sul territorio, di pianificare le azioni e prendere le decisioni più idonee.

Ecco quindi la descrizione dei diversi Sistemi Informativi: il SICOD, il Sistema Informativo Catasto Sbarramenti di competenza regionale, il SIRI e il Catasto Provinciale delle opere di derivazione e di scarico.

Il Manuale si conclude con un'appendice che raccoglie alcune informazioni di base sugli aspetti geografici del lavoro di rilevamento. Sono contenuti cenni sulla cartografia, sui sistemi di riferimento, i concetti alla base del funzionamento del GPS, le azioni pratiche per orientare una carta, misurare un azimut e individuare la propria posizione.

Sono stati raccolti anche i principali riferimenti normativi relativi alle derivazioni, alle immissioni, agli sbarramenti, ai lavori pubblici, oltre che ai provvedimenti di ambito regionale dedicati agli argomenti trattati.

Il glossario sarà di aiuto per la comprensione dei termini tecnici, non di uso comune, citati nel testo e scritti in corsivo.

Questo Manuale, scritto a più mani, è volutamente sviluppato con un linguaggio semplice, talvolta elementare, perché sia comprensibile a tutti, anche a chi non ha particolare dimestichezza con gli argomenti tecnici trattati. Non dimentichiamo infatti che l'obiettivo è quello di sviluppare un linguaggio comune, il più possibile diffuso.

Non abbiamo avuto la pretesa di esaurire ed entrare nell'estremo dettaglio dei numerosi argomenti trattati, pertanto certi temi potranno risultare non del tutto esaustivi. Non va dimenticato, infatti, che l'obiettivo del lavoro è di fornire uno strumento di supporto alle attività di rilevamento delle opere in alveo sulla base delle nozioni trasmesse e degli strumenti forniti alle GEV, a tal proposito. La trattazione più approfondita di alcuni temi va quindi oltre a quanto visto a lezione e sperimentato in campo.

Il contenuto del Manuale sarà scaricabile sia dal sito della Provincia di Torino sia dal portale Sistemapiemonte nelle pagine del SICODWEB, agli indirizzi:

www.provincia.torino.it/ambiente/risorse_idriche

www.sistemapiemonte.it/sicod/index.shtml

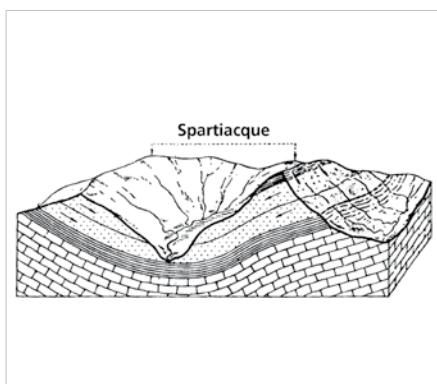


Il dissesto idrogeologico e la sistemazione dei bacini

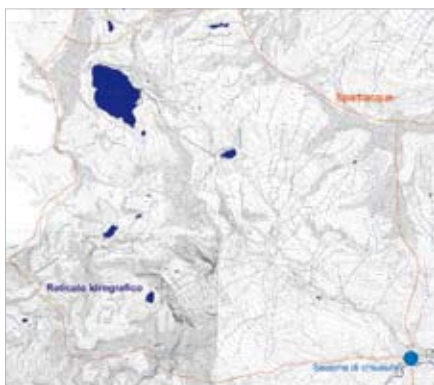
Prima di parlare nel dettaglio di ciò che andremo a rilevare lungo i corsi d'acqua, partiamo dalla definizione di **bacino idrografico**, cioè di quel contenitore geografico all'interno del quale si realizzano le opere che verranno descritte in questo Manuale.

Il bacino idrografico è una porzione di territorio che, grazie alla conformazione della sua superficie topografica, raccoglie le acque delle precipitazioni meteoriche, le acque di fusione dei ghiacciai e delle nevi convogliandole, direttamente o attraverso gli affluenti, verso un unico collettore, un *impluvio*, che dà origine ad un corso d'acqua.

Un bacino può essere definito, misurato e descritto una volta che sia stata scelta una **sezione di chiusura**, ovvero un luogo di convergenza delle acque, ubicato lungo un impluvio, attraverso il quale passa tutta l'acqua raccolta in superficie. Attraverso questa sezione passa tutta l'acqua raccolta dal bacino. A partire dalla sezione di chiusura è possibile tracciare lo **spartiacque** del bacino. Si tratta della linea che collega tra loro i punti a maggiore quota e separa un bacino dall'altro.



Schema di bacino idrografico in tre dimensioni.
Da Desio A. (1973) / Geologia applicata all'ingegneria /
modificata



Schema di bacino idrografico

All'interno di un bacino idrografico i diversi impluvi, ruscelli, corsi d'acqua, fiumi, si dispongono spazialmente a formare il **reticolo idrografico**, la cui struttura dipende da *fattori geologici e geomorfologici* caratteristici di ogni bacino, come la presenza di faglie e fratture, la litologia del substrato e le forme che si sviluppano a seguito dell'azione dei fattori climatici. All'interno del reticolo idrografico ogni corso d'acqua ha poi un proprio andamento, che dipende sia dai fattori descritti in precedenza sia dalle condizioni dinamiche del corso d'acqua stesso (portata, velocità ...).



Val di Susa vista da Giaglione

La conformazione e la struttura di un bacino non sono costanti nel tempo. La superficie terrestre infatti è in continua evoluzione, si modifica, evolve, soprattutto in territori geologicamente “giovani” come quelli alpini. All'interno dei bacini si possono attivare così processi naturali che coinvolgono sia i versanti sia i torrenti. Sono processi che hanno diverse manifestazioni, in funzione di dove ci si trova: in zona montana o di pianura.

In ambito montano, l'instabilità dei versanti origina frane di diverso tipo; il materiale sciolto reso disponibile dalle frane e dall'azione glaciale, in associazione all'*acclività* dei versanti e alle precipitazioni alimenta il trasporto solido lungo i torrenti e ne accentua le capacità erosive. Con il diminuire della pendenza, dai fenomeni erosivi si passa a processi di deposizione, allagamento e trascinamento, processi caratteristici degli ambienti pianeggianti di fondovalle.



Frana di crollo



Calanchi



Effetto dell'erosione al piede della scarpata
con conseguente smottamento

I processi sopra descritti possono attivarsi in modo occasionale, oppure ripetersi con caratteristiche simili ma con intensità diverse, determinando condizioni di **dissesto idrogeologico**, intendendo con questo termine “qualsiasi disordine o situazione di squilibrio che l'acqua produce nel suolo e/o nel sottosuolo” (termine istituzionalizzato in seguito alla creazione del Gruppo nazionale per la difesa delle catastrofi idrogeologiche GNDCI nel 1984).

L'evoluzione dell'ambiente naturale, che modella la superficie terrestre, non è eliminabile. Con essa si trova ad interagire l'uomo con le sue numerose attività: dal taglio dei boschi in montagna, all'edificazione lungo i corsi d'acqua; dall'asportazione di materiale litoide alla modifica dell'andamento naturale dei torrenti; dalla variazione dell'uso del suolo all'occupazione di aree interessate dalla dinamica fluviale.



Sito di lavorazione inerti lungo la sponda di un torrente durante un evento alluvionale

Per far fronte alle proprie esigenze l'uomo cerca, quindi, da un lato di difendere i territori colonizzati, dall'altro, nei limiti del possibile, di modificare la naturale evoluzione del territorio, limitando gli effetti del dissesto idrogeologico.

Queste azioni si esplicano su diversi fronti e con numerosi mezzi. Si parla infatti di azioni di previsione, prevenzione e mitigazione.

La **previsione** consiste nello studio delle cause e dei meccanismi che generano gli eventi calamitosi di una determinata area. Grazie al supporto della ricerca scientifica e tecnologica, delle reti di monitoraggio e delle banche dati relative agli eventi del passato, tali attività permettono di individuare le aree pericolose, instabili, potenzialmente soggette agli effetti del dissesto idrogeologico.

Questa conoscenza permette di studiare le azioni volte alla **prevenzione** del pericolo, individuando misure ed interventi mirati all'attenuazione degli effetti negativi delle modifiche del territorio sulle infrastrutture antropiche. Si opera così a livello normativo, dettando regole per l'uso del suolo e, a livello operativo, con la costruzione di opere e manufatti finalizzati a contenere e mitigare i danni conseguenti agli eventi calamitosi. La pianificazione delle azioni a scala locale e di bacino, la diffusione delle informazioni e la crescita di una corretta cultura del territorio, sia tra i cittadini che tra gli amministratori, unite ad azioni concrete sono le uniche strade per una convivenza consapevole e matura con la naturale storia evolutiva del territorio.

Il presente lavoro è finalizzato ad approfondire gli aspetti legati alle azioni concrete di difesa dal dissesto idrogeologico, quelle che tecnicamente sono chiamate **azioni strutturali**. Si tratta di interventi i cui obiettivi sono duplici:

- contenere e limitare l'azione di erosione e degrado dei versanti nelle parti alte dei bacini, per frenare l'apporto di materiale solido lungo i corsi d'acqua;
- proteggere le aree significative e strategiche per valore dei terreni e presenza di infrastrutture.

Le prime sono azioni di **mitigazione**, generalmente più diffuse sulle teste dei bacini, quindi in zone collinari e montane. Si tratta di interventi il cui scopo è quello, ad esempio, di ridurre l'erosione superficiale dei suoli con operazioni di rivegetazione e regimazione delle acque di *ruscellamento* superficiale.



Tentativo di rimboscimento con uso di tecniche di ingegneria naturalistica

Oppure sono interventi volti alla stabilizzazione dei versanti in frana, quando le dimensioni dei movimenti siano contenute e sia possibile l'accesso ai luoghi. Si realizzano anche interventi sui torrenti, che hanno come obiettivo il contenimento dell'erosione di fondo e delle sponde e la creazione di aree di accumulo e di trattenuta del detrito.



Sistemazione di versante soggetto a crolli con vallo paramassi in terra rinforzata

Interventi di difesa dall'erosione, dall'*esondazione* e dal *sovralluvionamento* sono spesso localizzati sui fondovalle, dove la disponibilità di terreni adatti ad ospitare le svariate attività antropiche spinge l'uomo a concentrare su di esse abitati, impianti, aree industriali, depositi...



Argine di contenimento dei livelli di piena in pianura

Da queste esigenze derivano svariate tipologie di opere di difesa, che saranno descritte nei capitoli seguenti. In letteratura si possono trovare varie classificazioni delle opere di difesa. In questo Manuale faremo riferimento alla tecniche più diffuse nell'ambito regionale piemontese, dalle quali deriva la classificazione alla base del Sistema Informativo Catasto Opere di Difesa (SICOD), che è il catasto delle opere di difesa della Regione Piemonte.

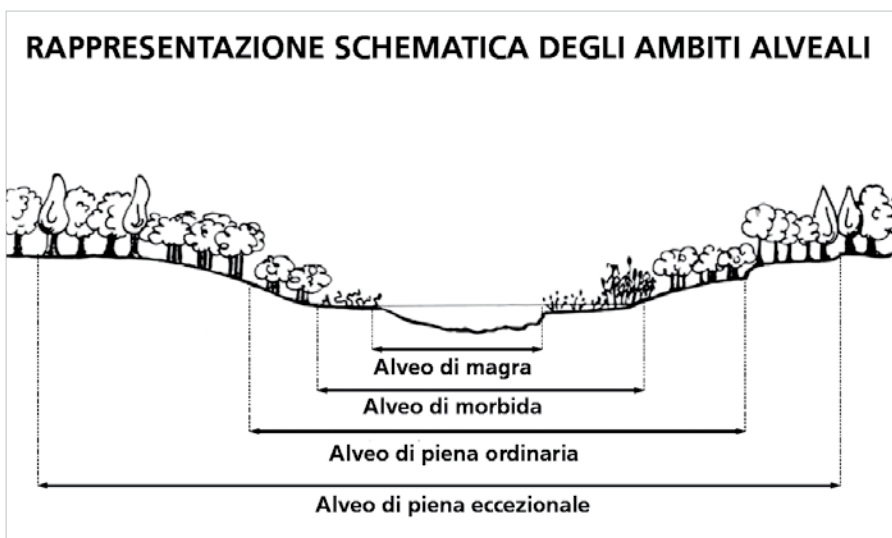
Ricordiamo che alle azioni strutturali si affiancano quelle definite **non strutturali** (qui non descritte) che comprendono misure quali: la pianificazione urbanistica e territoriale con limitazione dell'uso del suolo; le misure di protezione civile; le azioni di formazione e di informazione rivolte agli operatori locali ed alla popolazione; ...

Cenni di ecologia e morfologia dei corsi d'acqua

L'**alveo** di un fiume è lo spazio che può essere occupato dall'acqua e, ad ampia scala, potrebbe essere ricondotto ad un canale lungo e stretto, modellato dall'acqua corrente.

In realtà, un corso d'acqua è un insieme "vivo" e delicato di *ecosistemi* sui quali influiscono molteplici fattori che raggiungono, nella maggior parte dei casi, un equilibrio dinamico.

Il fiume è in continua evoluzione: lo spazio che può essere occupato dall'acqua è variabile in funzione della *portata* naturale e della stagionalità climatica; si viene così a determinare una caratteristica morfologia della sezione trasversale che rende individuabili diversi alvei, come rappresentato nella figura.



Schema tratto da Minciardi *et al* (2003) / Linee guida per il biomonitoraggio di corsi d'acqua in ambiente alpino / modificato

La sezione trasversale dell'alveo viene modellata dall'azione erosiva dell'acqua, che è massima durante le piene, momenti nei quali vengono create le forme d'insieme e che, nel caso delle *piene eccezionali*, inducono modificazioni anche all'esterno del canale principale di deflusso.

Nei periodi di *magra*, invece, le portate minime svolgono una più blanda modificazione delle forme, creando così un *alveo di magra* all'interno di quello detto *alveo di morbida* che, a sua volta, è compreso in quello di *piena ordinaria*.



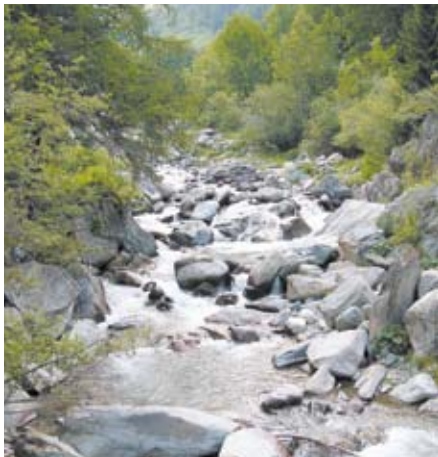
Fiume Dora Baltea a Mazzè durante la piena del 29 Maggio 2008

Le zone morfologicamente distinte, grazie alle diverse condizioni dovute anche alla lunghezza del periodo di sommersione da parte delle acque, sono caratterizzate da *formazioni vegetali* ben distinguibili. Queste ultime formano una serie di fasce contigue e parallele tra loro ed all'alveo, ecologicamente interconnesse, che creano una *continuità laterale* fino alla connessione con il territorio circostante, non più influenzato dalla presenza del fiume. Tale *vegetazione*, detta *ripariale*, rappresenta una zona ad elevato valore naturalistico, per la differenziazione di *microhabitat* e per la sua *biodiversità*.

In uno stesso corso d'acqua, anche da monte verso valle, si rinvengono ambienti diversi, le cui caratteristiche sono dovute all'influenza di differenti fattori tra cui pendenza, portata, velocità della corrente, profondità, temperatura, chimismo e torbidità delle acque. Si possono individuare e descrivere schematicamente tratti con diversa morfologia dell'alveo.

Il **tratto montano**, più acclive, ha attività prevalente di “erosione” dovuta al veloce scorrimento delle acque, mentre allo **sbocco in pianura** le zone di erosione si alternano a quelle di deposito, per arrivare poi ad ambiti di prevalente deposito.

A **valle dello sbocco in pianura** l'alveo si presenta suddiviso in diversi rami, dove prevale l'attività di deposito che dà origine, lungo il suo percorso, ad isole fluviali più o meno estese.



Esempio di tratto montano – torrente Campiglia



Esempio di tratto intermedio – torrente Ceronda



Esempio di tratto di pianura – fiume Po a Carignano

Tali diversità ambientali portano all'insediamento di *biocenosi* diverse. Osservandoli dalla sorgente al tratto terminale, i corsi d'acqua si possono, quindi, sinteticamente rappresentare come una serie continua di ecosistemi, ciascuno strettamente correlato alle caratteristiche di quelli contigui, che crea una *continuità* cosiddetta *longitudinale*.

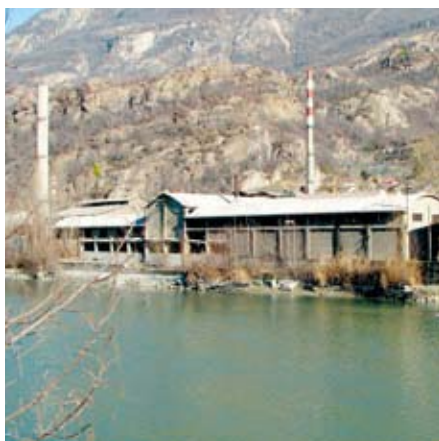
Dal punto di vista ecologico è dunque possibile suddividere e classificare un corso d'acqua in base alle comunità che ospita (macrobentonica, ittica, vegetale, ...).

Ad esempio, sulla base della *comunità macrobentonica* presente, si possono distinguere le zone del *Crenon* (zona delle sorgenti), del *Rithron* (zona intermedia) e del *Potamon* (zona planiziale). Anche in funzione delle *popolazioni ittiche* presenti si può identificare una zonazione longitudinale che, per il bacino occidentale del Po, è rappresentata, dalla sorgente alla foce, dalle zone a trota fario, a trota marmorata e/o temolo, a ciprinidi reofili ed a ciprinidi limnofili, con zone di transizione anche molto vaste. Analogamente, le comunità vegetali acquatiche variano lungo l'asta fluviale in funzione di diversi fattori, quali la velocità della corrente e la ricchezza in nutrienti delle acque.

L'impatto delle opere sull'ecosistema fluviale

Come dettagliatamente descritto nel capitolo relativo al dissesto idrogeologico, il bacino idrografico si può definire sinteticamente come la regione drenata da un corso d'acqua e dai suoi affluenti; ecco perché tale unità geografica rappresenta la dimensione territoriale ottimale per lo studio delle problematiche e dei fenomeni legati alle acque superficiali.

Il bacino, con le sue peculiarità geografico-ambientali, riveste una notevole importanza per gli ecosistemi acquatici, esercitando un'influenza sulle carat-



La costruzione di edifici lungo le sponde modifica l'uso del suolo, sottrae spazio agli habitat ripari e alle aree di pertinenza fluviale

teristiche dei corpi idrici quali portata, tipo di alimentazione, qualità delle acque e regolarità idrologica.

Tutto ciò che “modifica” il bacino, dunque, influisce più o meno pesantemente sulle caratteristiche dei corsi d'acqua. In particolare l'attività dell'uomo, nei tempi recenti sempre più intensa, grava sull'integrità degli ecosistemi fluviali sia direttamente, con le opere idrauliche, le opere di scarico delle acque reflue, la sottrazione di risorsa idrica, l'asportazione della vegetazione ripariale, sia indirettamente attraverso le variazioni dell'uso del suolo verso attività via via più impattanti.

Tutte queste alterazioni, modificando le condizioni e, conseguentemente, gli *habitat*, hanno ripercussioni sia sulla naturalità dell'ambiente sia sulla *funzionalità fluviale*.

Tra le pressioni che possono gravare direttamente sulla qualità degli ecosistemi fluviali vanno sicuramente annoverate tutte le **forme di artificializzazione dell'alveo**. Se si tiene presente che la diversità ambientale ed il mosaico di habitat presenti negli alvei e nelle *piane inondabili* sono il risultato delle na-

turali dinamiche fluviali, si può facilmente intuire come possano mantenersi solo grazie ai rinnovamenti derivanti dal periodico rimaneggiamento idraulico generato dalle piene.

È di fondamentale importanza sia il mantenimento della continuità laterale, sia di quella longitudinale del corso d'acqua.

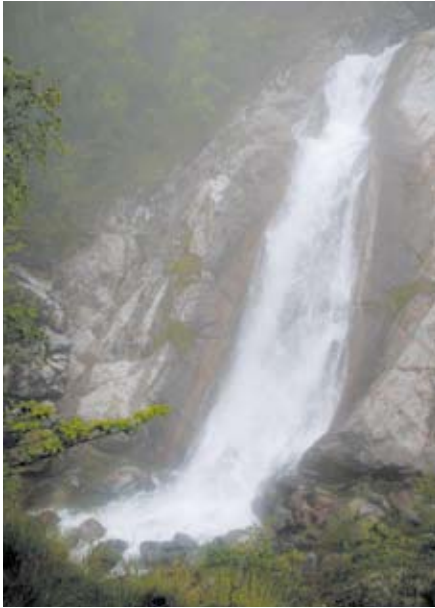
La **continuità laterale**, attraverso le oscillazioni stagionali del livello idrico, consente di instaurare continui rapporti tra il corso d'acqua e la piana. Tale continuità è però assai frequentemente ostacolata dall'artificializzazione delle sponde, in alcuni casi estesa anche per chilometri, realizzata a fini talora non giustificati.

La **continuità longitudinale** dei corsi d'acqua è invece estremamente frammentata da opere trasversali all'alveo di diversa tipologia e realizzate per i più vari motivi ma a volte senza una reale efficienza. Spesso sia le opere trasversali sia le longitudinali sono realizzate in maniera non coordinata tra loro, causando talvolta effetti non solo poco efficaci, ma anche pericolosi dal punto di vista della sicurezza idraulica.

I **manufatti abbandonati** rappresentano un ulteriore pericolo perché, non essendo mantenuti, sono maggiormente soggetti a scalzamento ed erosione e rappresentano inoltre inutili artificializzazioni ed interruzioni dell'ecosistema fluviale.



Opera soggetta a scalzamento



Un esempio di ostacolo naturale

Negli ambiti alpini, i tratti montani e pedemontani dei torrenti sono frammentati soprattutto da opere di sistemazione idraulico-forestale e da sbarramenti per uso idroelettrico (il cui effetto sull'ecosistema non è paragonabile ad eventuali ostacoli naturali quali salti e cascate), mentre i tratti a quota minore sono interessati prevalentemente da sbarramenti ad uso irriguo e da opere volte a contrastare l'incisione dell'alveo oppure finalizzate alla difesa idraulica.



Alcune opere quali le briglie possono causare importanti interruzioni della continuità longitudinale

Queste interruzioni, talvolta poste a breve distanza l'una dall'altra, sono un ostacolo spesso insormontabile per la fauna ittica, impedendone gli spostamenti migratori verso monte con conseguenze gravissime sulla biodiversità. Più in generale, creano una “compartimentazione” dell'ecosistema acquatico interrompendo quel *continuum fluviale* che garantisce, tra l'altro, la funzionalità ecologica del corso d'acqua.

Di seguito viene riportata una schematizzazione di alcune delle principali e possibili alterazioni morfologiche dovute alle più comuni opere di artificializzazione degli alvei.

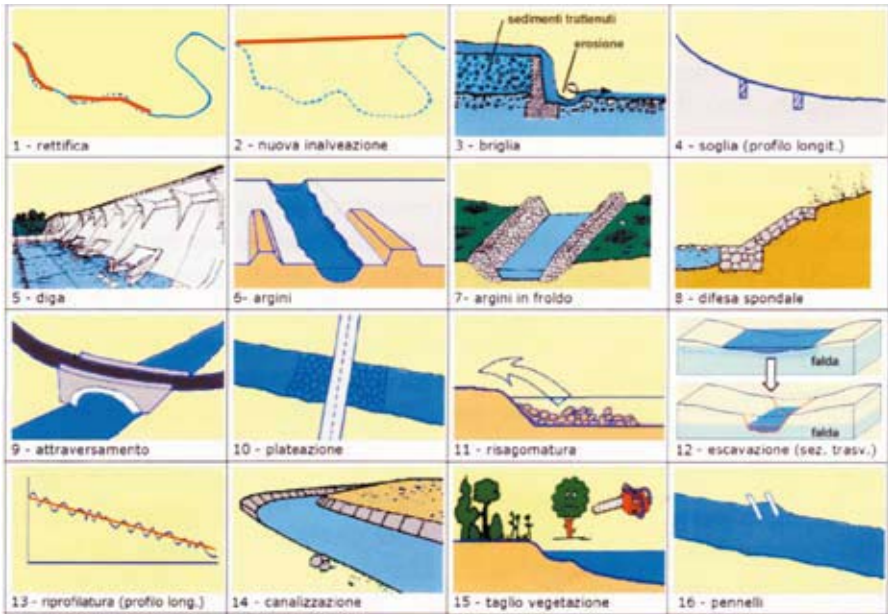


Figura tratta da AAVV (2007) / IFF - Indice di Funzionalità Fluviale / (G. Sansoni) modificata

In sintesi, tutte le opere che inducono una **rettificazione dell'alveo**, impoverendone la naturale sinuosità, comportano un accorciamento del percorso ed una riduzione della *scabrezza*, aumentando di conseguenza la velocità della corrente e la pendenza. Il principale effetto diretto è l'aumento dell'erosione che si propaga verso monte (*erosione regressiva*) e dell'accumulo dei materiali asportati verso valle (*sedimentazione*). Le conseguenze si manifestano sia in termini di sicurezza delle strutture e di aumentato rischio idraulico, sia in termini di alterazione degli habitat naturali.

Le **difese spondali**, opere finalizzate ad ostacolare l'erosione spondale, oltre a diminuire la scabrezza dell'alveo, interrompono bruscamente le interazioni tra ambiente acquatico e terrestre, con perdita degli habitat tipicamente ripari e con gravi alterazioni del mosaico di habitat della *fascia perifluviale*. Le stesse conseguenze sono riscontrabili in presenza di argini, anche se con impatto minore via via che questi si allontanano dall'alveo.



Difese spondali lungo un piccolo corso d'acqua



Traversa di derivazione

Le opere che in qualche modo creano **sbarramenti trasversali** al flusso della corrente, siano esse briglie, soglie o traverse di derivazione, smorzano localmente la pendenza dell'alveo, riducendo la velocità dell'acqua e causando la sedimentazione anche dei materiali di modesta *granulometria*, con conseguente *banalizzazione* del fondo e riduzione della diversità ambientale. In molti casi queste strutture ostacolano i movimenti migratori dell'ittiofauna, a meno che non siano dotate di adeguate scale di risalita.

Se gli sbarramenti sono finalizzati alla derivazione delle acque superficiali causano la diminuzione delle portate a valle dello sbarramento, con riduzione della superficie dell'*alveo bagnato* e in genere del *corridoio fluviale*, e conseguente sottrazione di spazio vitale per le biocenosi. Le derivazioni che

prevedono la restituzione in alveo dell'intera *portata derivata*, quali le derivazioni idroelettriche, hanno tratti sottesi generalmente piuttosto estesi, restituendo l'acqua prelevata anche diversi chilometri a valle della traversa. Considerando che tali impianti interessano spesso corsi d'acqua montani di piccole dimensioni, la sottrazione di risorsa idrica per tratti estesi può influire sull'equilibrio ecosistemico anche dell'intera asta a valle. Tali situazioni sono aggravate nei casi, non poco frequenti, di impianti posti "in cascata" (l'impianto a valle preleva l'acqua dallo scarico di quello posto immediatamente a monte), quindi senza una reale restituzione in alveo da parte delle singole centrali. Questa condizione si rileva sul territorio anche per numerosi impianti contigui, lasciando tratti anche di molti chilometri privi di acqua o con la presenza del solo *Deflusso Minimo Vitale* (vedi approfondimento "Il deflusso minimo vitale" a pag. 120).



Diga del Lago della Rossa – Usseglio

Tra gli sbarramenti, le dighe possono creare situazioni di particolare compromissione: l'assenza delle naturali piene stagionali e dei relativi apporti solidi, compreso gran parte di quello in sospensione, provoca un'accentuata erosione dell'alveo a valle.

Danni molto rilevanti possono essere causati nei casi in cui il regime di rilascio della diga segua oscillazioni molto frequenti, ad esempio se la portata rilasciata a valle varia anche diverse volte in una giornata, creando gravi stress alle comunità animali e vegetali.

Inoltre creano ostacoli difficilmente superabili dall'ittiofauna: l'intera portata, infatti, viene trattenuta e restituita a quote più basse, provocando a valle rilevanti alterazioni di temperatura e qualità chimica delle acque.



Tratto di corso d'acqua a valle della diga di Pourrieres in Val Chisone

Gli **attraversamenti**, come ponti e passerelle, hanno un impatto più o meno rilevante anche in base alle tipologie costruttive. In particolare, la presenza di spalle e pile molto ravvicinate può aumentare il rischio idraulico per gli effetti del restringimento dell'alveo, che da un lato ostacola il deflusso e dall'altro può intercettare grossi oggetti galleggianti (tronchi, natanti, ...) ostruendo le luci del ponte.



Esempio di ponte caratterizzato da luce singola e piuttosto ristretta

Le suddette problematiche possono sicuramente essere affrontate attraverso un'adeguata progettazione delle opere, sia singolarmente sia a scala più vasta, tenendo conto degli effetti sinergici e di quelli antitetici dell'insieme di strutture su tratti significativi di corso d'acqua o sull'intero bacino.

Le problematiche legate alle **opere di scarico** nelle acque superficiali sono di natura diversa, non tanto legate al manufatto in sé, quanto al tipo di reflu scaricato, che può apportare sostanze talvolta pericolose per le biocenosi.

L'impatto sull'ecosistema può essere più o meno rilevante anche in funzione di altri parametri, quali la quantità di acqua presente in alveo, che può garantire



Esempio di scarico di acque reflue

o meno un'adeguata diluizione delle sostanze riversate. In pratica, può capitare che un reflu potenzialmente meno inquinante, ma riversato in un tratto di corso d'acqua con portata scarsa o nulla, sia più dannoso per l'ecosistema rispetto ad uno scarico in assoluto più pericoloso ma che riversa in un'abbondante massa d'acqua.

Anche la zona dell'alveo nella quale avviene il recapito del reflu può influire sull'impatto del reflu stesso sul corpo idrico. In particolare se in un corso d'acqua caratterizzato da portata abbondante, ma con alveo molto ampio, il recapito avviene a margine in una zona non occupata dall'acqua, l'effetto di diluizione sarà comunque nullo, con l'ulteriore rischio di infiltrazione nel sottosuolo.



L'immissione apporta nutrienti che determinano lo sviluppo delle specie erbacee presenti



Esempio di immissione su porzione di alveo asciutta



Sviluppo di periphyton nei pressi di uno scarico

Gli scarichi di origine civile o fognaria, se non adeguatamente depurati, possono apportare oltre ad elevati livelli di carica batterica (pericolosi anche per l'uomo), anche carichi eccessivi di sostanze "nutrienti", quali fosforo e azoto, che causano eccessivo sviluppo di *periphyton*, visibile spesso anche ad occhio nudo nei pressi del manufatto, alterando l'equilibrio ecosistemico.

Alcune tipologie di scarico, in particolare quelle relative agli impianti di raffreddamento, pur non riversando acque modificate dal punto di vista chimico,

possono alterare l'ambiente fisico a causa della temperatura del reflu, superiore a quella dell'acqua presente nel corpo recettore.

In alcune situazioni anche i manufatti possono rappresentare un problema; nel momento in cui l'attività di scarico viene definitivamente interrotta, la tubazione viene abbandonata. Le **tubazioni inattive** sono facilmente asporta-

bili dalle piene o comunque possono rappresentare veicolo preferenziale per scarichi abusivi che, in quanto tali, non sono trattati e controllati risultando di conseguenza potenzialmente più pericolosi.



Manufatto di scarico abbandonato in alveo

Le **opere di restituzione**, infine, pur non convogliando acque in qualche misura alterate, possono determinare rilevanti problematiche nel momento in cui l'immissione avviene con marcate fluttuazioni di portata. In questo caso l'impatto non è legato ad un'alterazione qualitativa, bensì ad un'irregolarità nell'apporto. Comunemente, come detto, gli impianti idroelettrici con riserva d'acqua (dighe) scaricano le portate turbinate con forti variazioni giornaliere, in funzione delle diverse necessità di produzione energetica, che determinano grandi stress alle *comunità biotiche*.



Restituzione a valle di una centrale idroelettrica