



Provincia di Modena

**Linee guida per
il corretto approccio
metodologico alla
progettazione dei**

Passaggi per Pesci

**Il caso studio del medio
corso del Panaro
Provincia di Modena**

CON IL SUPPORTO SCIENTIFICO DI



PASSAGGI PER PESCI



PROVINCIA DI MODENA
Formazione ed aggiornamento



Provincia di Modena

***LINEE GUIDA PER IL CORRETTO APPROCCIO
METODOLOGICO ALLA PROGETTAZIONE DEI
PASSAGGI PER PESCI
IL CASO-STUDIO DEL MEDIO CORSO DEL PANARO***

Con il supporto scientifico di:



DIAF

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA AGRARIA E FORESTALE



AIAD

ASSOCIAZIONE ITALIANA ITTILOGI ACQUE DOLCI



DITAG

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA DEL TERRITORIO,
DELL'AMBIENTE E DELLE GEOTECNOLOGIE



GHAAPPE

GROUPE D'HYDRAULIQUE APPLIQUE AUX AMENAGEMENTS PISCICOLES
ET A LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT



FAO

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION

MARZO 2006

Comitato Tecnico Scientifico

Michel Larinier¹ - supervisore scientifico
Gerd Marmulla² - supervisore scientifico
Massimiliano Gianaroli³ - programmazione e impostazione attività, indagine ittiologica
Enrico Pini Prato⁴ - responsabile scientifico e coordinatore del progetto
Giuseppe Maio⁵ - consulenza ittiologica
Enrico Marconato⁵ - consulenza ittiologica
Mauro Ferri⁶ - consulenza tecnica e organizzativa
Claudio Comoglio⁷ - consulenza ecoidraulica e revisione progetto

1. GHAAPPE (Groupe d'Hydraulique Appliqué aux Aménagements Piscicoles et à la Protection de l'Environnement) - Institut du Mécanique des Fluides, Toulouse
2. FAO (Food and Agriculture Organization) - Inland Water Resources and Aquaculture Service, Roma
3. Provincia di Modena, U.O. Programmazione Faunistica
4. DIAF (Dipartimento di Ingegneria Agraria e Forestale) - Università di Firenze
5. AllAD (Associazione italiana ittiologi Acque Dolci) - Aquaprogram s.r.l, Vicenza
6. Consulente DIAF - Università di Firenze
7. DITAG (Dipartimento di Ingegneria del Territorio, dell'Ambiente e delle Geotecnologie) - Politecnico di Torino

A cura di

Enrico Pini Prato*
Massimiliano Gianaroli**
Claudio Comoglio***

*via S.Bonaventura 13, 50145 Firenze - e.pini@passaggiiperpeschi.it

**via Rainusso 144, 41100 Modena - gianaroli.m@provincia.modena.it

***corso Duca degli Abruzzi 24, 10129 Torino - claudio.comoglio@polito.it

Grafica di Copertina

Sauro Perticarini

Ringraziamenti

I campionamenti ittici sono stati resi possibili grazie alla collaborazione dell'APAS (Associazione Pesca e Attività Subacquee) di Modena e del Gruppo Censitori Volontari della Provincia di Modena. Si ringraziano in particolare: Raffaele F. Banfi, Renzo Cassanelli, Paolo Tazzioli, Massimo Rizzoli, Alessandro Pellegrini, Adriana Abbati, Silvano Bompani, Sabrina Ferrari, Mirko Luzzara, Giovanni Venuta, Francesca Amorosi, Mario Riva, Franco Rossetti, Eugenio Bruni.

Per i rilievi topografici si ringraziano Walter Stella e Sergio Trani della Provincia di Modena e la ditta ERREGI srl.

Redatto presso la Provincia di Modena nel mese di marzo 2006. Immagini e testi sono di proprietà degli autori, ne è vietata la riproduzione anche parziale senza espressa autorizzazione.

Premessa

La realizzazione di queste “Linee guida per il corretto approccio metodologico alla progettazione di passaggi per pesci”, sviluppate da un comitato tecnico scientifico composto da esperti italiani ed internazionali, costituisce l’ultimo obiettivo di una serie di attività caratterizzanti un progetto poliennale, che la Provincia di Modena dal 1984 ha sostenuto per la promozione, lo sviluppo e l’aggiornamento sui passaggi per pesci.

Scopo di questa pubblicazione è fornire un supporto metodologico per “come pensare” i passaggi per pesci, disponendo un riferimento di cui si avvertiva la carenza sul territorio nazionale. Non si fornisce, quindi, supporto tecnico alla progettazione, ormai facilmente reperibile e consultabile sui “capisaldi” della bibliografia in materia, ma bensì ci si preoccupa di fornire una “chiave” per “leggere ed interpretare” le potenzialità e le limitazioni di un sito eleggibile per la realizzazione di un passaggio per pesci, evitando che uno standard progettuale sia pedissequamente riprodotto o adattato in maniera acritica e senza un adeguato studio della realtà in esame.

Di qui l’esigenza di un manuale in grado di fornire linee guida per un corretto approccio progettuale, nel quale i calcoli, il dimensionamento ed il disegno finale di un passaggio per pesci diventano la risposta tecnica ad una approfondita analisi del contesto ambientale.

Per meglio assicurare il raggiungimento delle sue finalità, queste linee guida sono state organizzate in tre parti.

Nella parte introduttiva, sono stati raccolti i principi ispiratori di questo lavoro, i cenni alla strategia internazionale di riferimento, gli aspetti generali ed una aggiornata rassegna schematica delle principali tipologie di passaggi per pesci, al fine di assicurare lo sviluppo di un linguaggio tecnico “comune” ed evitare che possano svilupparsi e radicarsi banalizzazioni ed equivoci fra gli addetti ai lavori; rientra in questa parte anche la trattazione del corretto approccio metodologico all’esame organico di ogni caso di studio (esame degli aspetti idrobiologici, idrologici ed idraulici).

All’introduzione segue una parte speciale, nella quale i principi prima esposti sono stati applicati alla realtà locale, ovvero al medio corso del fiume Panaro, utilizzato come caso-studio.

Nella terza parte, scendendo dal generale al particolare, si è messa a punto la progettazione preliminare degli interventi più appropriati, con l’utilizzo di modelli idraulici provenienti dalla più aggiornata ricerca francese in materia di test idraulici su passaggi per pesci.

Si è infine ritenuto utile inserire in appendice anche il dossier utilizzato in Francia per valutare l’istruttoria tecnico-amministrativa che accompagna la realizzazione di un passaggio artificiale per pesci; tale documento (adattato nella traduzione, laddove possibile, al contesto

italiano) è stato volutamente messo in evidenza quale sintesi dei riferimenti tecnico-amministrativi di cui gli enti territoriali devono tener conto per programmare ed assicurare la realizzazione di opere efficaci ed efficienti.

Enrico Pini Prato

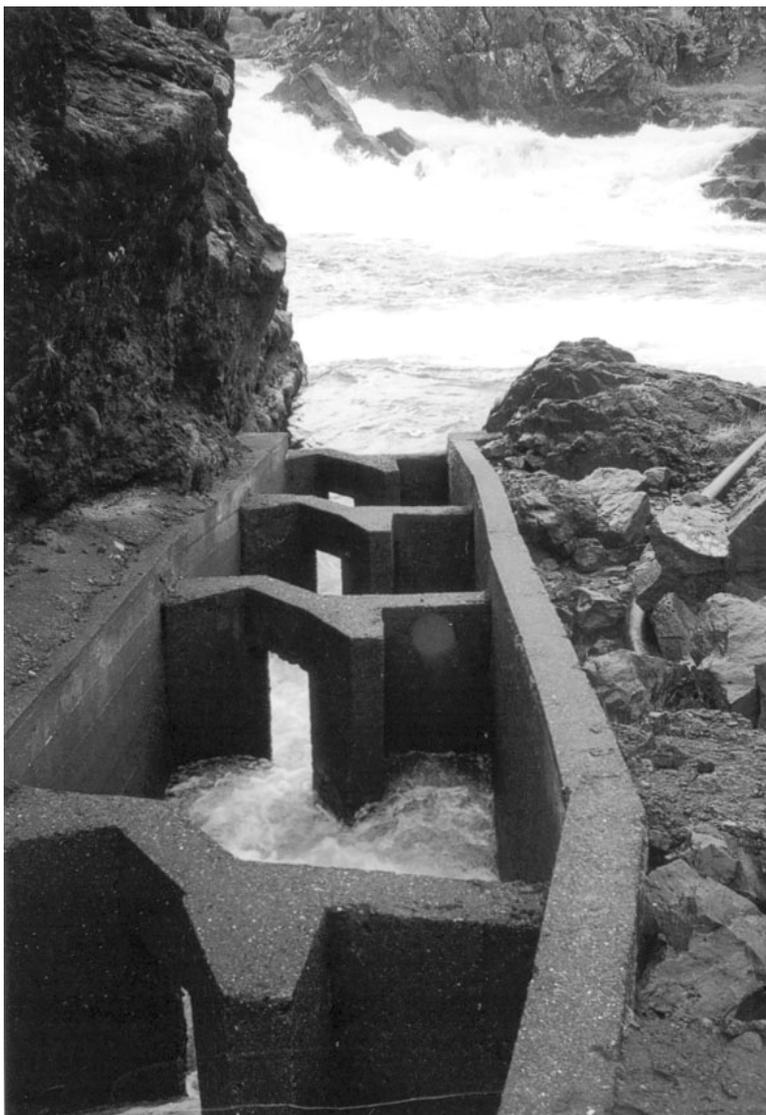


Figura 1. Passaggio a fenditure verticali per salmone atlantico nel bacino del fiume Hvitá, Islanda occidentale: il dislivello tra i bacini di circa 50 cm è improponibile per la maggior parte delle specie ittiche italiane (foto Pini Prato)

1	PARTE INTRODUTTIVA - Principi generali.....	7
1.1	Introduzione.....	9
1.1.1	L'importanza della "libera circolazione" e dei passaggi per pesci alla luce del "Code of Conduct for Responsible Fisheries" della FAO.....	9
1.1.2	La conservazione della biodiversità.....	16
1.1.3	L'approccio multidisciplinare alle scelte progettuali	21
1.1.4	Rassegna schematica delle principali tipologie di passaggi artificiali	25
1.2	Analisi dell'ambiente	29
1.2.1	Studio idrologico.....	31
1.2.2	Studio geomorfologico	35
1.2.3	Studio dell'ambiente fisico a monte dello sbarramento.....	38
1.2.4	Tecniche operative: osservazione dei livelli idrometrici e rilievo topografico dell'area d'intervento	41
1.3	Analisi della comunità ittica.....	44
1.3.1	Individuazione specie target	44
1.3.2	Studio della comunità ittica	49
1.3.3	Capacità natatorie dell'ittiofauna	58
2	PARTE SPECIALE - Analisi del caso di studio.....	63
2.1	Analisi ambientale del sito di intervento	65
2.1.1	Sbarramenti presenti.....	66
2.1.2	Rappresentatività del caso-studio per il panorama fluviale regionale (Appennino Tosco-Emiliano)	70
2.1.3	Limiti del modello scelto	73
2.1.4	Interesse dell'Amministrazione Provinciale per la conservazione di specie che compiono spostamenti di corto raggio in zone di elevato valore naturalistico	75
2.2	Indagine del popolamento ittico del Panaro nel tratto di interesse	77
2.2.1	Campionamenti ittici e individuazione delle specie target ..	78
2.2.2	Individuazione delle capacità natatorie delle specie target .	95

2.3	Indagine idrologica del Panaro nel tratto di interesse	97
2.3.1	Assegnazione della portata di alimentazione del P.p.P.	99
3	PARTE APPLICATIVA - Progettazione dei passaggi per pesci	101
3.1	Introduzione ai progetti	103
3.1.1	Caratteristiche tecniche del modello operativo	107
3.1.2	Schede tecnico-progettuali.....	112
3.1.3	Applicazione del modello operativo alla traversa di Ponte Samone	120
3.1.4	Considerazioni conclusive	124
4	BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO	127
5	APPENDICE - Linee guida per la redazione dei capitolati relativi agli studi di progettazione delle opere di affrancamento.....	135

1 PARTE INTRODUTTIVA

Principi generali

1.1 Introduzione

Il caso studio del medio corso del fiume Panaro è stato sviluppato da 6 istituzioni cooperanti: la Provincia di Modena, il Dipartimento di Ingegneria Agraria e Forestale dell'Università di Firenze, l'Associazione Italiana Ittiologi Acque Dolci, il francese GHAAPPE (Groupe D'Hydraulique Appliquée aux Amenagements Piscicole et à la Protection de l'Environnement), la FAO (Food and Agriculture Organization) e il Dipartimento di Ingegneria del Territorio, dell'Ambiente e delle Geotecnologie del Politecnico di Torino. Tale progetto si può collocare, concettualmente, nell'adozione dei principi contenuti nel "*Code of Conduct for Responsible Fisheries*" edito dalla FAO nel 1995, da parte della Provincia di Modena, che costituisce l'Ente promotore e sostenitore dell'iniziativa.

1.1.1 L'importanza della "libera circolazione" e dei passaggi per pesci alla luce del "*Code of Conduct for Responsible Fisheries*" della FAO

Il messaggio imprescindibile contenuto nel progetto è marcare l'importanza della "libera circolazione della fauna ittica" nel contesto di una gestione responsabile e sostenibile dei corsi d'acqua, come proclamato dalla FAO con il "*Code of Conduct for Responsible Fisheries*" e nelle relative indicazioni tecniche. Il progetto intende inoltre sottolineare l'importanza che la richiesta della libera circolazione nei nostri corsi d'acqua non deve essere soltanto un'alta aspirazione di un piccolo gruppo di "attivisti", ma una responsabilità delle Autorità e degli Uffici subordinati alla gestione dei bacini idrografici.

Il Code of Conduct rappresenta un importante documento, anche se costituisce un riferimento tecnico non vincolante legalmente ma al quale le istituzioni possono aderire volontariamente, che la FAO ha voluto diffondere per incrementare le risorse ittiofaunistiche e naturali e promuovere una gestione responsabile e sostenibile dell'attività della pesca e della gestione delle acque interne. Qualunque istanza per la

conservazione ed il ripristino della “libera circolazione negli ambienti fluviali” può essere basata e ricondotta all’adozione del Code of Conduct. Nelle pagine successive sono riportati i concetti principali della pubblicazione, che costituiscono lo scenario filosofico alla base del presente progetto.

Specie acquatiche e habitat

Le specie acquatiche sono generalmente ben adattate al loro ambiente naturale. Tuttavia pesci ed altri organismi acquatici spesso hanno grandi difficoltà nella ricerca di habitat adeguati o altrimenti ad adattarsi alle modificazioni apportate dall’uomo all’ambiente, modificazioni che affliggono molti corpi d’acqua di tutto il mondo e che hanno accelerato sempre crescenti pressioni sulle risorse naturali. Se le condizioni vitali peggiorano al di sotto di un certo limite, molte specie possono non essere più capaci, sul lungo periodo, di tollerare i conseguenti effetti negativi e cercano di spostarsi verso altre zone dei corsi d’acqua che presentino condizioni ancora idonee, abbandonando in alcuni casi laghi o interi sistemi fluviali. Se gli habitat necessari alla loro sopravvivenza non sono disponibili nell’intera area di distribuzione naturale, o sono comunque inaccessibili, una specie può completamente scomparire dal corso d’acqua o, nel peggiore dei casi, può andare verso l’estinzione se non ci sono aree vicine colonizzabili. Un numero di esempi “famosi” esiste dove alcune specie hanno avuto un importante valore commerciale, come il Salmone atlantico (*Salmo salar*), la trota di mare (*Salmo trutta trutta*) e lo storione europeo (*Acipenser sturio*), scomparsi dai fiumi d’Europa su ampia scala, ma anche esempi di specie meno “prestigiose” come la Cheppia (*Alosa* sp.) ed altri ciprinidi, scomparsi dai fiumi o grandi laghi. Inoltre, specie come salmerino e persico sono state minacciate dalla diminuzione di substrati riproduttivi in conseguenza alle modificazioni di ambienti ripari.

Declino dell'attività della pesca

Con il declino o la scomparsa di specie che erano rilevanti per l'economia, molto spesso l'attività della pesca è calata, perdendo importanza, usualmente con conseguenze negative per i soggetti coinvolti in questa attività, dalla cattura alla trasformazione ed alla commercializzazione. Molte persone hanno perso il loro lavoro e iniziato a praticare la pesca soltanto come impiego part-time o attività secondaria. Considerazioni sull'ambiente e sulla biodiversità non giocarono un ruolo veramente importante fino alla seconda metà del secolo scorso, quando i primi passi vennero fatti per preservare e riabilitare i corsi d'acqua per la fauna ittica in Nord America ed Europa. Alla fine degli anni '80 divenne chiaro il nuovo approccio alla gestione della pesca, includendo considerazioni sulla conservazione delle risorse e dell'ambiente là dove ve ne era urgente bisogno. Nei primi anni '90, riconoscendo l'importanza della pesca per le prossime generazioni come mezzo di sussistenza, i paesi membri della FAO richiesero di formulare un codice di condotta generale, utile per stabilire i principi e gli standard applicabili per la conservazione, gestione, e sviluppo di tutte le attività legate alla pesca.

Realizzazione del Code of Conduct

Elaborato dal FAO Fisheries Department, in cooperazione con il Legal Office, ed adottato nell'Ottobre 1995, il Code of Conduct costituisce uno schema di riferimento in base al quale promuovere impegni nazionali ed internazionali per assicurare lo sfruttamento delle risorse acquatiche viventi, senza prescindere però dall'ambiente naturale. Dalla data della sua adozione, il Code of Conduct è stato attivato in molti paesi. Sebbene elaborato primariamente per le specie marine, il Code of Conduct è anche molto importante per le specie d'acqua dolce alle quali sono associate diverse attività di tipo commerciale, artigianale e ricreativo. La pesca nelle acque interne è generalmente caratterizzata dall'alto grado di inter-relazione con gli altri usi della risorsa acquatica. In molte

zone del mondo i principali impatti sulla pesca non sono causati dalla pesca stessa, ma da attività esterne, e questo è particolarmente vero per la pesca nelle acque interne. Conseguentemente, la maggior parte degli aspetti del Code of Conduct diretti alla conservazione ed alla sostenibilità della risorsa sono sotto il controllo di un largo *range* di interessi sociali e finanziari che hanno implicazioni per la società superiori alle stesse attività legate alla pesca. L'implementazione degli obiettivi del Code of Conduct, in questi casi, è comunque più una questione di negoziazione e consultazione con i sostenitori di questi gruppi di interessi, anche se la pesca generalmente dovrebbe essere gestita senza le imposizioni provenienti da questi settori esterni. Oltre alla gestione della pesca, più attenzione dovrebbe essere posta alle tecniche di mitigazione e riqualificazione fluviale. Questo diviene evidente considerando le lontane modificazioni dei corsi d'acqua dal momento che sono sorte le attività umane come urbanizzazione, richiesta di zone umide per l'agricoltura, estrazione di acqua e approvvigionamento, rimozione delle zone aride, navigazione, richiesta per irrigazione ed energia idroelettrica, che hanno ripercussioni negative su quantità e qualità e accessibilità di habitat e specie acquatiche.

Le linee-guida

Per facilitare l'interpretazione e l'implementazione del Code of Conduct, diverse linee-guida relative ai principali settori della pesca sono state messe a punto dalla FAO. Esse provvedono a fornire annotazioni generali significative che possono essere utilizzate come linea di indirizzo e prese come suggerimento o osservazione per l'applicazione dei principi contenuti nel Code. Ciò è particolarmente di aiuto riguardo l'applicazione del Code in relazione alla pesca nelle acque interne, ove in tutto il mondo la situazione è assai differente da quella delle acque marine.

Le linee-guida tecniche n.6 (FAO, 1997) sono estremamente utili e costituiscono la base per sviluppare specifiche misure di gestione e

miglioramento delle acque interne. La loro speciale rilevanza è sottolineata dal fatto che un certo numero di specifici riferimenti è stato realizzato per la conservazione e riqualificazione dei sistemi acquatici, rimarcando che questi due elementi sono importanti misure di gestione che possono aiutare l'incremento del patrimonio ittiofaunistico e della pesca. La responsabilità amministrativa della protezione dei sistemi acquatici è però spesso situata al di fuori dell'ambito di competenza specifico del settore della pesca: in ogni caso i provvedimenti del Code of Conduct evidenziano chiaramente la necessità di incrementare l'uso di un approccio multidisciplinare e concertato che includa gli aspetti ambientali e della pesca con l'uso multiplo delle risorse acquatiche. Il Code e linee-guida sostengono inoltre il valore dei sistemi acquatici nell'ottica di una rete di benefici per tutta la società.

Conservazione e restauro della connettività longitudinale

Il settore di rilievo delle linee-guida consiste nel principio di conservazione e restauro della connettività longitudinale delle aste fluviali. Costruzione di dighe e sbarramenti per produzione idroelettrica, approvvigionamento idrico industriale, agricolo ed urbano hanno profondamente impattato gli ambienti acquatici, usualmente interrompendo il libero movimento longitudinale della fauna ittica e modificando le condizioni di naturale deflusso dei corsi d'acqua. Il mantenimento ed il ripristino della connettività longitudinale e trasversale nei fiumi, negli interessi di conservazione delle migrazioni ittiche, è considerato un elemento basilare per l'esistenza degli ecosistemi fluviali e deve essere protetto per il mantenimento della funzionalità del sistema. Le linee-guida chiaramente menzionano che un *approccio precauzionale* dovrebbe essere applicato in tutti i bacini in via di sviluppo, ad esempio ponendo particolare attenzione agli effetti cumulativi delle attività pianificate. Per approccio precauzionale si definisce in pratica una serie di azioni e di misure che assicurino un prudente sfruttamento delle risorse affinché ne sia garantito il

proseguimento per le generazioni future. Anche nella definizione di “*user-pays principle*” l’approccio precauzionale gioca un ruolo importante: prima di ricordare che gli utenti debbono contribuire alla mitigazione di tutti gli impatti ed al ripristino ambientale, sono sollecitati ed incoraggiati a minimizzare a priori gli effetti nocivi delle attività pianificate. La conservazione e gestione della pesca nelle acque interne è stata interpretata troppo a lungo soltanto come la gestione della pesca, intesa ad esempio tramite la regolazione di permessi o il controllo del pesce (ad esempio controllo della composizione e taglia degli individui); è mancata la parte riguardante la gestione dell’ambiente. Questo può essere preso come base per richiedere ai soggetti cui compete la gestione dei bacini di predisporre misure adatte alle condizioni ambientali in cui si opera, salvaguardando i principi di diversità ambientale e connettività longitudinale.

Gestione e misure di mitigazione

Frequenti richiami alla “libera migrazione” sono stati fatti con le linee-guida. In questo contesto, esse interpretano l’espressione “*highly migratory fish stocks*” menzionata nel Code, per fornire proposte di gestione delle acque interne; spiegano inoltre che i migratori diadromi diventano la categoria di pesci più compromessa e che queste specie, le più valutabili in senso commerciale, sono anche le prime a scomparire quando l’ambiente è pesantemente impattato, ad esempio dalla costruzione di una diga. Il metodo più ovvio per incrementare il passaggio dei pesci sarebbe rimuovere gli ostacoli: questa pratica è chiamata “*decommissioning*” e recentemente è stata applicata molto spesso in Nord America ed in Europa per restituire connettività tra monte e valle in tratti pesantemente danneggiati dalla presenza di sbarramenti. Nel capitolo n.6 “*Restoration of longitudinal connectivity*” questa misura è la prima menzionata. La dismissione di uno sbarramento presenta due ovvi vantaggi: il restauro della connettività longitudinale e la restituzione di deflussi naturali, non modulati dal rilascio

dell'impianto. Alle volte alcune misure secondarie sono state applicate conseguentemente alla rimozione dello sbarramento, come il controllo dell'erosione potenziale dove la differenza di livello, creata dall'ostacolo preesistente, deve essere dissipata in una certa distanza. Questo usualmente aggiunge elementi positivi al restauro della diversità ambientale, esempio creando pendenze rocciose come si possono trovare nell'alto corso dei fiumi. Dove gli impatti dovuti alla non-pesca continueranno, al limite misure di mitigazione dovranno essere stabilite. In chiaro, dove la riabilitazione non è possibile, per esempio dove una diga non può essere dismessa, gli effetti dell'ostruzione possono essere mitigati con la realizzazione di passaggi per pesci, e migliorando le condizioni dei rilasci e dei deflussi minimi vitali. Per questo scenario le linee-guida menzionano varie possibilità, come l'utilizzo di passaggi tecnici, rampe, canali by-pass, ascensori per pesci, delle quali tipologie si tratterà in seguito.



Figura 2. Copertina del Code of Conduct e delle Linee-guida

1.1.2 La conservazione della biodiversità

Il termine biodiversità, o diversità biologica, si riferisce alla varietà presente all'interno dei sistemi viventi, ad ogni livello di organizzazione. Si passa pertanto da una diversità genetica, o intraspecifica, che riguarda le differenze tra gli individui appartenenti alla medesima specie, ad una diversità delle comunità, o specifica, misurabile come ricchezza ed abbondanza relativa delle singole specie in una determinata area geografica, fino ad arrivare alla diversità degli ecosistemi all'interno di un ambiente.

Al di là delle definizioni, la valutazione del grado di biodiversità deve tenere conto di molteplici aspetti. A livello specifico, ad esempio, la semplice considerazione del numero di specie e delle relative frequenze, non è sufficiente a descrivere compiutamente la diversità di un ecosistema. Occorre infatti tener presente che le singole specie possono avere “pesi specifici” diversi. In particolare, le specie considerate *rare* forniscono certamente un contributo più significativo di altre e altrettanta importanza riveste la presenza di specie *endemiche*, il cui areale naturale è limitato ad una ristretta zona geografica, o *subendemiche*, diffuse anche in poche aree limitrofe.

Considerati sotto questo punto di vista, i pesci d'acqua dolce rappresentano senza dubbio un elemento di particolare eccellenza nell'ambito della fauna italiana. Infatti, delle 48 specie, superspecie e sottospecie autoctone nel nostro paese, ben 22 (vale a dire il 46%) sono entità endemiche o subendemiche. Va inoltre sottolineato che i pesci d'acqua dolce sono attualmente, per quanto riguarda lo stato di conservazione, il gruppo di vertebrati più pesantemente compromesso. A tal proposito, basti citare la Lista Rossa dei vertebrati italiani, pubblicata dal WWF nel 1998, secondo la quale ben l'85% delle specie ittiche presenti nei nostri fiumi e laghi, corre un rischio di estinzione più o meno grave. A dispetto di tutto ciò, l'opinione pubblica in genere appare per lo più disinteressata a questa categoria faunistica, a cui dedica attenzioni assai inferiori rispetto a quelle riservate ad altri gruppi

con problematiche spesso meno urgenti. Tale generalizzato disinteresse si riflette inevitabilmente in un sistema normativo spesso vago, carente e poco incisivo nel tutelare l'ittiofauna autoctona.

Focalizzando l'attenzione sul contesto locale, è importante notare che esso propone numerosi esempi ben evidenti dei molteplici fattori d'impatto a carico della biodiversità. Occorre innanzitutto precisare l'importante distinzione fra aumento della biodiversità e aumento del numero di specie. È infatti pratica comune da parte dell'uomo, fin da tempi storici, il trasporto di specie vegetali o animali da un'area geografica all'altra, per ragioni di sfruttamento alimentare, commerciale o ricreativo, lotta biologica o semplicemente per cause accidentali. Tali *introduzioni* possono risolversi nell'acclimatazione delle specie *alloctone* e quindi in un aumento del numero di specie. Questo fenomeno, lungi dal costituire un fattore d'incremento della biodiversità, rappresenta invece un impatto di entità più o meno grave secondo i casi, ma comunque difficile o impossibile da stabilire a priori. Le specie alloctone si inseriscono infatti nei complessi rapporti interspecifici che sostengono il funzionamento degli ecosistemi provocando il fenomeno della *compressione ecologica*, che spesso induce la riduzione numerica delle specie meno competitive e, in casi limite, la loro estinzione. Le comunità ittiche sono oggi tra quelle più alterate dall'introduzione di specie alloctone sia a livello globale che locale: in provincia di Modena sono attualmente presenti 32 specie di pesci, di cui ben 14 sono alloctone acclimatate. Il fenomeno è per lo più concentrato nel basso corso dei fiumi e nella rete dei canali di bonifica ad esso associato, dove ben il 48% delle specie segnalate è alloctono. Un altro aspetto da considerare è l'eccezionale rapidità dei processi degenerativi delle comunità ittiche: nell'ultimo ventennio, il numero di specie estranee alla fauna locale presenti nei corsi d'acqua provinciali è infatti cresciuto da 8 a 14.

Considerata da un punto di vista ambientale in senso ampio, la biodiversità appare strettamente legata alla diversità morfologica e alla

differenziazione degli habitat. Ognuno di questi, in realtà, è composto da un mosaico di microambienti che offrono le condizioni di vita ottimali per le varie specie. La banalizzazione della diversità ambientale si risolve pertanto irrimediabilmente in una riduzione della biodiversità associata ad un habitat e tale fenomeno costituisce il presupposto di una delle principali minacce per la conservazione della fauna ittica, ancora una volta con importanti esempi a livello locale. Infatti, a dispetto di una crescente diffusione di una coscienza ecologica matura, gli habitat fluviali sono a tutt'oggi oggetto di interventi di "risistemazione" (rettificazioni, cementificazioni etc.) che il più delle volte non tengono in alcun conto l'impatto causato sulla vita del corso d'acqua. Il problema si riscontra in modo particolare nel medio corso dei fiumi, dove l'eliminazione di lanche, meandri e fasce di transizione ad acque basse con presenza di vegetazione ripariale rappresenta una regola pressoché generale degli interventi in alveo.

Un'altra minaccia è senza dubbio costituita dall'inquinamento, che riduce le possibilità di sopravvivenza delle specie meno tolleranti in fatto di qualità ambientale, favorendo l'affermazione di quelle con esigenze meno restrittive. Sebbene negli ultimi anni si sia assistito, per quanto riguarda le acque dolci, ad un miglioramento considerevole del relativo stato qualitativo, si rileva come in diversi contesti ambientali esso rappresenti ancora un importante fattore di pressione sulla fauna. A livello provinciale, ad esempio, sono numerosi i rii collinari in cui resta grave il problema degli scarichi abusivi, che producono periodiche morie a carico delle specie che in tali ambienti vivono o trovano stagionalmente le condizioni idonee alla riproduzione. Questo problema procede di pari passo con quello delle captazioni idriche, a scopo irriguo, idroelettrico etc., che in numerosi tratti causa una sensibile riduzione degli habitat disponibili ed una scarsa diluizione del carico inquinante.

A livello intraspecifico, i fattori di impatto sulla biodiversità possono essere collegati all'*inquinamento genetico* delle popolazioni in seguito all'introduzione di individui appartenenti alla stessa specie ma

provenienti da diverse aree geografiche. Un esempio calzante è rappresentato, nel contesto locale, dalle popolazioni appenniniche di trota fario, largamente *manipolate* da secoli di interventi di ripopolamento con esemplari di provenienza assai eterogenea.

Un'ulteriore tipologia di impatto sulla diversità intraspecifica è rappresentata dalla frammentazione delle popolazioni causata dall'inserimento di barriere, che provocano l'isolamento genetico delle singole subunità e la conseguente riduzione della varietà dei *pool genici*. Gli esempi più evidenti riguardano senza dubbio l'interruzione della continuità fluviale prodotta dagli sbarramenti costruiti negli alvei fluviali (dighe, briglie e traverse) di cui troviamo frequenti esempi a livello locale e che rappresentano l'oggetto specifico del presente lavoro.

L'importanza della conservazione della biodiversità è dunque un problema complesso, che coinvolge considerazioni di varia natura. Senza dubbio occorre valutarne in primo luogo gli aspetti "etici", legati alla tutela di entità naturali frutto processi evolutivi millenari, che sono frequentemente compromesse da interventi antropici in grado di causarne la totale scomparsa in tempi brevissimi. Non si deve neppure trascurare di considerare la biodiversità come un'importante fonte di ricchezza alimentare, medicinale, ma anche culturale e ricreativa. Al di là di questo, però, si devono tenere in debito conto le implicazioni funzionali ed i relativi aspetti gestionali della biodiversità. Per alcune specie ittiche, negativamente influenzate dalla presenza degli sbarramenti, si sopperisce in parte operando annualmente immissioni artificiali nei tratti di fiume o torrente a monte degli ostacoli artificiali (in particolare se si tratta di specie di interesse piscatorio, ad es. le trote e l'anguilla); è interessante notare come non sia mai stata effettuata una valutazione economica dei costi complessivamente connessi a tali operazioni. Forse un bilancio economico fatto a lungo termine, che tenga conto del costo di un passaggio per pesci contro i costi necessari per garantire la presenza delle specie ittiche a monte degli sbarramenti, permetterebbe di guardare con occhio diverso alla

costruzione di tali dispositivi, e questo senza conteggiare l'aggiunto valore naturalistico che queste realizzazioni danno ai sistemi acquatici. La tutela della biodiversità è oggi considerata come un'esigenza fondamentale per una corretta gestione del territorio, al punto di essere oggetto di Convenzioni Internazionali (Rio de Janeiro, 1992) e direttive comunitarie (ad es. la Direttiva "Habitat" 92/43/CEE). Essa è, infatti, una risorsa fondamentale dei sistemi viventi che caratterizza, in quanto ne garantisce l'equilibrio e, al contempo, la capacità di far fronte alle sollecitazioni ambientali. Per quanto la relazione tra biodiversità e stabilità sia spesso difficilmente misurabile, risulta chiaro che comunità più varie e variabili manifestano, in genere, gradi maggiori di *resistenza* (capacità di non subire perturbazioni) e *resilienza* (velocità di ritorno alla condizione iniziale dopo una perturbazione dell'equilibrio). La biodiversità è dunque, soprattutto, un elemento chiave della stabilità ambientale.

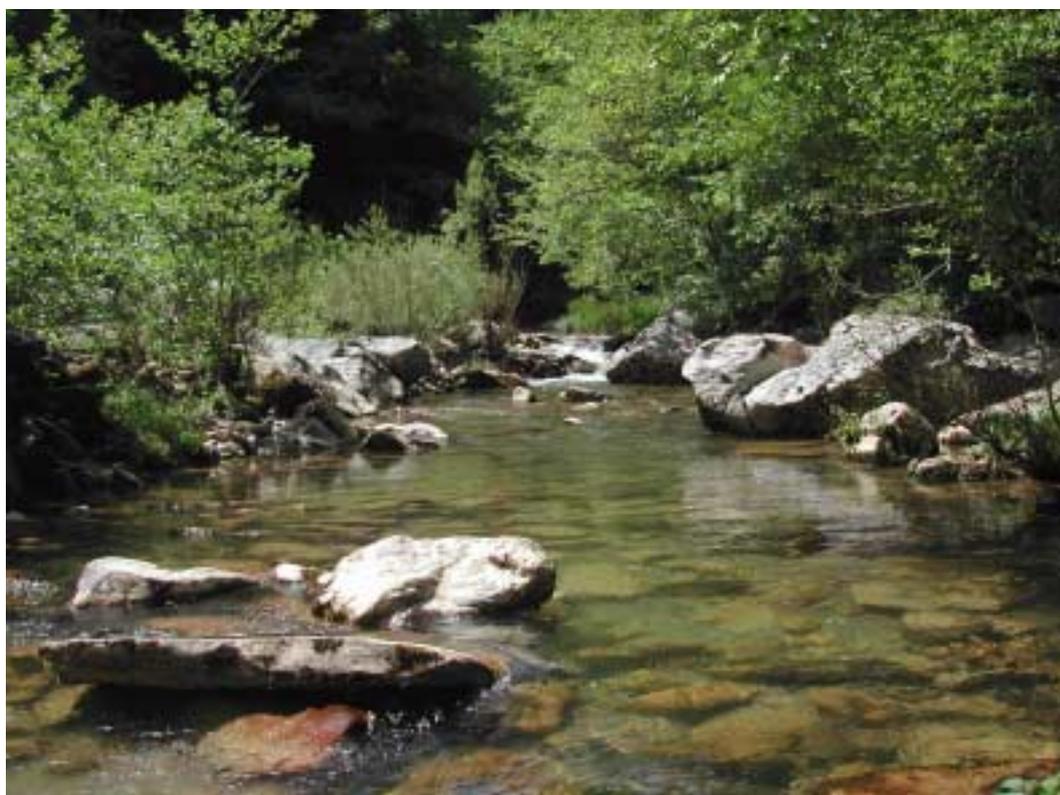


Figura 3. La conservazione della diversità ambientale è un presupposto fondamentale per la tutela della biodiversità (foto Pini Prato)

1.1.3 L'approccio multidisciplinare alle scelte progettuali

La progettazione di passaggi per pesci si colloca idealmente in una più ampia disciplina, o meglio in una “filosofia” di approccio allo studio degli ambienti fluviali. Tale settore di studio è conosciuto come *Ecoidraulica* e abbraccia una grande varietà di discipline scientifiche tra loro complementari, aventi come scopo l'analisi e la comprensione dei sistemi fluviali e delle loro dinamiche. L'Ecoidraulica mira a riconciliare l'utilizzo delle risorse idriche con approfondite considerazioni ecologiche, promuove la riabilitazione e la rinaturalizzazione degli ecosistemi acquatici in prospettiva di uno sviluppo sostenibile. Tale disciplina sostiene la collaborazione di ricerche affrontate in “*team*” composti da tecnici esperti in idraulica e idrobiologi, ecologi e chimici. Un valido esempio di applicazione dell'Ecoidraulica è rappresentato dal manuale “*Rehabilitation of Rivers for Fish*”, edito dalla FAO nel 1998 con lo scopo di divulgare tecniche di rinaturalizzazione che hanno dato risultati eccellenti in alcuni paesi del mondo. Un capitolo di questo manuale è intitolato “*Protection and restoration of fish movements*” ed inserisce, nella gestione degli ecosistemi fluviali, la tematica dei *passaggi per pesci* (d'ora in avanti nominati per semplicità P.p.P.). Di fatto la progettazione di queste opere è assolutamente materia multidisciplinare, rappresentando un settore altamente specialistico al quale concorrono sia conoscenze tecniche che biologiche. L'Ecoidraulica infatti, prevedendo lo studio dell'analisi spaziale degli habitat, ha permesso il recupero di una visione globale dell'ambiente fluviale interpretando la complessità strutturale e funzionale dell'ecosistema acquatico in ogni suo aspetto. I concetti di *continuum fluviale* e di *migrazioni ittiche* ne costituiscono i fondamenti ecologici, ed hanno supportato lo studio e la costruzione di passaggi per pesci in tutto il mondo.

Un importante riferimento, alla base della lettura degli ambienti fluviali ed a sostegno della progettazione di passaggi per pesci, è il “*River*

Continuum Concept”, poiché ha analizzato il fiume come una successione di ecosistemi interconnessi ove un qualsiasi tratto costituisce l’ambiente di uscita per il tratto precedente e di entrata per quello successivo. Tale scambio è costituito da materiali ed energia, in un sistema “aperto”. In questo tipo di lettura viene enfatizzata la zonazione longitudinale del corso d’acqua, integrando i dati provenienti da informazioni biologiche (ittiofauna, macroinvertebrati etc.) ai parametri fisico-chimici come la granulometria del fondo, pendenza d’alveo, caratteristiche della corrente, etc. Il River Continuum Concept inoltre ha evidenziato i processi di *metabolismo fluviale*, ovvero il ruolo dei produttori e dei consumatori, ovvero delle prede e dei predatori nelle catene alimentari.



Figura 4. Schemi migratori nei pesci d’acqua dolce (da Loro R., 2004)

Alla luce di queste considerazioni si può comprendere interamente l’importanza degli spostamenti migratori della fauna ittica: si pensi alle modifiche, in termini di biomassa, che avvengono in un corso d’acqua quando banchi di centinaia di pesci tornano al fiume, dal mare, per cercare letti di frega ove deporre le uova. I passaggi per pesci svolgono pertanto il ruolo di *corridoi ecologici*, offrendo le condizioni per lo

svolgimento di questi spostamenti ciclici e permettendo la continuazione della specie nel proprio habitat naturale.

La moderna tendenza della gestione dei corsi d'acqua deve avere come finalità prioritaria la restituzione ai fiumi delle caratteristiche naturali, sia come capacità di mantenere determinati equilibri, sia nelle opere di manutenzione e sistemazione.

In questa ottica si sono ben inserite le moderne tecniche di ingegneria naturalistica, risultate un utile mezzo per intervenire su alveo e sponde con opere a basso impatto ambientale. Tuttavia è fondamentale sottolineare che esiste una diffusa ed erranea concezione dell'ingegneria naturalistica in riferimento al suo uso per i P.p.P.: essa risulta semplicemente una delle possibili tecniche realizzative, ma non la soluzione ai problemi di ostacolo alle migrazioni della fauna ittica. Effettivamente molto spesso, sotto il nome di "rampe in pietrame", sono state realizzate opere di sistemazione idraulica, senza però effettuare alcuna considerazione sulle capacità natatorie dell'ittiofauna. Questo tipo di intervento, pur risultando a basso impatto ambientale (dal punto di vista estetico), niente ha a che vedere con passaggi artificiali finalizzati alla risalita dei pesci nei corsi d'acqua.

Si vuole invece sottolineare che la progettazione di un P.p.P prevede un approccio multidisciplinare, in cui vi concorrono conoscenze di tipo biologico (ittologia, ecologia dei sistemi acquatici) e di tipo tecnico con particolare riferimento all'ingegneria idraulica fluviale ed alle tecniche di costruzione. In poche parole la conoscenza del "comportamento migratorio" del pesce è fondamentale per creare la "strada" che più gli si addice. Il principio basilare di funzionamento di un P.p.P. si fonda sull'utilizzazione di una determinata quantità d'acqua, denominata *portata di alimentazione*, che transiti nel passaggio artificiale ad una velocità compatibile con quella sostenibile dal pesce (è quindi fondamentale disporre di adeguate informazioni sulle capacità natatorie della fauna ittica). Molte specie sono particolarmente sensibili a determinati comportamenti idraulici (zone di eccessivo ricircolo,

eccessiva aerazione dell'acqua, risalto idraulico) ed è quindi in base alla/e specie da favorire che si scelgono soluzioni progettuali dalla differente "risposta" idraulica. Per questo è fondamentale che sia definito con chiarezza in fase di progettazione l'obiettivo per il quale si realizza un passaggio per l'ittiofauna, ovvero che siano definite le specie ittiche cui è destinato il dispositivo, in modo che questo possa essere adeguatamente tarato sulle relative capacità natatorie ed esigenze biologiche. Le specie "guida", o *target*, possono indicativamente essere o tutti gli esemplari di tutte le diverse specie presenti nel tratto, o solo gli esemplari in età riproduttiva, oppure tutti gli esemplari di un numero limitato di specie caratterizzate da comportamenti migratori e/o solo quelle di elevato pregio e valore naturalistico. Questo implica la necessità di conoscere la composizione dell'ittiofauna presente e le caratteristiche di dinamicità delle diverse specie, al fine di adeguare ad esse le caratteristiche progettuali dell'opera.



Figura 5. Passaggio a fenditure verticali per specie diadrome sul fiume Gave de Pau, Francia (foto Pini Prato)

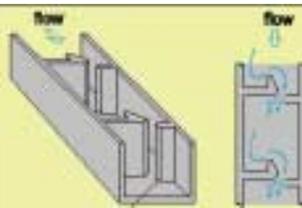
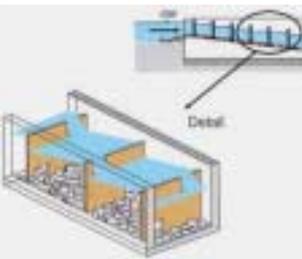
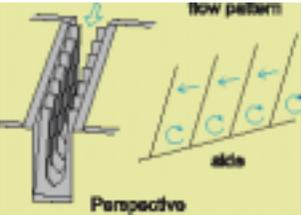
1.1.4 Rassegna schematica delle principali tipologie di passaggi artificiali

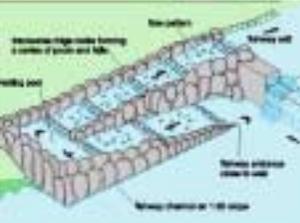
Al fine di utilizzare una terminologia “comune” per l’inquadramento delle principali tipologie di P.p.P., si riporta schematicamente un estratto dal volume “Fish Passes” edito da DVWK-FAO, che costituisce un aggiornato e completo riferimento.

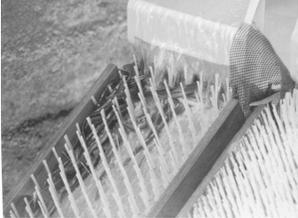
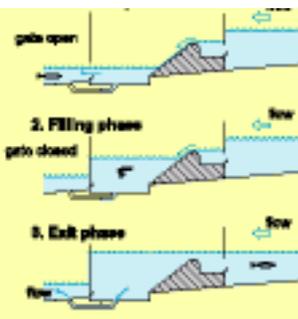
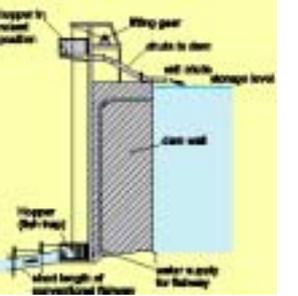
I P.p.P. vengono classificati in tre grandi gruppi:

- **Passaggi tecnici:** passaggi artificiali di varie tipologie testate, apparentemente simili a comuni opere di ingegneria civile. Privilegiano l’uso di murature e parti metalliche o meccaniche (paratoie, diaframmi, ecc.), non imitando situazioni naturali come rapide e rocciosità. Sono la tipologia di P.p.P. più comune.
- **Passaggi “close to nature”:** passaggi artificiali il cui aspetto imita il più possibile le caratteristiche naturali del corso d’acqua, creando pertanto rapide, corsi d’acqua minori, etc. Possono essere realizzati anche con tecniche di ingegneria naturalistica (rampa in pietrame senza utilizzo di calcestruzzo per l’intasamento dei massi).
- **Strutture speciali:** opere che permettono il passaggio dei pesci senza ricostituire la continuità fluviale. I pesci vengono semplicemente spostati passivamente oppure attivamente, ma il fiume continua a rimanere sostanzialmente interrotto.

In seguito i riferimenti alle tipologie di P.p.P. si atterranno a quelle riportate in questo schema (le rappresentazioni grafiche sono tratte da DVDK, 2002; Larinier, 1994; Thorncraft & Harris, 2000).

TECHNICAL FISHPASSES					
<i>tipologia</i>	<i>schema</i>	<i>caratteristiche</i>	<i>applicabilità</i>	<i>vantaggi e svantaggi</i>	<i>efficacia</i>
“Vertical slot”		P.p.P. a fenditure verticali generalmente costituito da un canale in muratura con setti divisorii in muratura oppure legno con 1 o 2 fenditure che si estendono per tutta l'altezza della parete. I bacini hanno dimensioni minime di 1.90 m di lunghezza ed 1.20 di larghezza, portata minima utilizzabile da circa 150 l/s fino a molti m ³ /s.	Usati per piccoli e medi salti d'acqua, risultano adatti a far fronte a grandi variazioni di livello del fiume senza compromettere la propria efficacia. Adatti per piccoli e grandi corsi d'acqua.	Possono essere dimensionati per grandi portate risultando quindi molto attrattivi. Più funzionali dei passaggi a bacini per i minori rischi di intasamento delle fenditure. La profondità minima dell'acqua deve essere almeno 0.50 m.	Attualmente rappresentano i migliori tipi di passaggi, essendo adatti per tutte le specie e possono essere utilizzati anche da invertebrati
“Pool passes”		P.p.P. a bacini successivi generalmente in muratura con setti divisorii in muratura, legno o metallo con 1 fenditura laterale ed 1 orifizio sul fondo. Le pareti presentano le fenditure alternate a destra e sinistra. Bacini con lunghezza minima 1.40 m e larghezza 1.00 m; portate utilizzabili da 50 fino a 500 l/s.	Usati per piccoli e medi salti d'acqua, risultano adatti per sbarramenti idroelettrici o per manufatti di sistemazione dell'alveo.	Permettono soltanto l'utilizzo di portate relativamente basse, potendo così risultare poco attrattivi. Possono esserci notevoli rischi di intasamento con i detriti fluitati.	Adatti per tutte le specie se le dimensioni dei bacini sono scelte in funzione della specie “target” da favorire.
“Passaggi Denil”		Canali in muratura, legno o metallo con deflettori sagomati a”U” e posti con angolazione a 45°. Possono avere larghezza variabile tra 0.6-0.9 m, pendenza massima l=1:5 e lunghezza 6-8 m. Oltre queste lunghezze è previsto l'uso di “resting pools”. Utilizzano portate di almeno 250 l/s.	Adatti per piccoli dislivelli, soprattutto per riabilitare vecchi mulini ove vi è poco spazio. Per dislivelli maggiori si devono realizzare delle “resting pools” tra un tratto e l'altro.	Non si usano in presenza di forti variazioni di livello del fiume e utilizzano portate relativamente alte; occupano tuttavia poco spazio e creano correnti molto attrattive.	Risultano non molto adatti a specie deboli o pesci molto piccoli; sono invalicabili per la fauna bentonica.

CLOSE TO NATURE FISHPASSES					
<i>tipologia</i>	<i>schema</i>	<i>caratteristiche</i>	<i>applicabilità</i>	<i>vantaggi e svantaggi</i>	<i>efficacia</i>
“Bottom ramp”		Rampe in pietrame realizzate per tutta la larghezza del corso d’acqua, ad alta scabrezza. La pendenza massima ammissibile $I=1:15$ e l’altezza massima superabile 2 m. La portata minima di alimentazione può essere circa 100 l/s per metro di larghezza della rampa.	Al posto delle classiche briglie di sistemazione per l’erosione del fondo o per conversione di vecchi sbarramenti ove non sia possibile regolare il livello a monte.	Durante i periodi di magra possono restare in secca se non vengono intasati gli spazi tra i massi. Minime operazioni di manutenzione, buon inserimento paesaggistico e di facile realizzazione per la reperibilità dei materiali.	Superabili in tutte le direzioni da tutte le specie a seconda di velocità e pendenza di progettazione assegnate.
“Canali by-pass”		Corsi d’acqua artificiali in aggiramento allo sbarramento. Utilizzabili per dislivelli anche superiori ai 2 m, ma con pendenze inferiori a $I=1:20$. Larghezza minima 1.20-1.50 m, portata minima di funzionamento 100 l/s per metro di larghezza.	Adatti a superare qualsiasi ostacolo se vi è sufficiente spazio per la realizzazione. Necessitano spesso di organi di regolazione, soprattutto nel caso in cui vi siano obiettivi multipli di trattenimento acque.	Economicamente convenienti, ma richiedono molto spazio. Spesso occorrono inoltre lavori accessori come sistemazione delle sponde, ponti o passaggi pedonali e per mezzi meccanici.	Superabili per tutte le specie, possono anche costituire habitat semi-naturali per quelle reofile.
“Fish ramps”		Rampe che occupano parzialmente la larghezza di uno sbarramento già esistente. Sono realizzate con una gettata di massi ad un’aggiunta di “boulders” per diversificare il fondo, ridurre la velocità di deflusso. Larghezza minima 2 m, altezze superabili 3-4 m, pendenza max. $I=1:20$ e portata minima raccomandata 100 l/s per metro di larghezza.	Adatte per piccole e medie briglie in calcestruzzo, oppure al posto di nuove briglie. Poco adatte per derivazioni o altre situazioni di trattenimento delle acque	La realizzazione prevede esigenze di sicurezza idraulica e possono essere costose. In periodo di magra possono disseccarsi e quindi i massi vanno intasati con cemento. Buona capacità di deflusso e minime misure di manutenzione.	Adatte per qualsiasi tipo di specie con adeguato dimensionamento di velocità dell’acqua e pendenza.

SPECIAL FISHPASSES					
<i>tipologia</i>	<i>schema</i>	<i>caratteristiche</i>	<i>applicabilità</i>	<i>vantaggi e svantaggi</i>	<i>efficacia</i>
“Eel ladders”		Passaggi per anguille. Si tratta di canalette spesso in plastica con setole sintetiche e sottofondo a ghiaia, permeate solo parzialmente. Larghezza variabile da 30 a 50 cm, pendenza da 1:5 a 1:10.	Usate come accompagnamento ad altri P.p.P oppure da soli, funzionano soltanto durante il periodo migratorio delle piccole anguille.	Molto economiche, richiedono un piccolo spazio e bassissima portata.	Valide soltanto per piccole anguille, non sono sufficienti a connettere due tratti di un fiume per le altre specie.
“Chiuse da pesci”		Camere a pozzetto regolate da chiuse per l'entrata e l'uscita dell'acqua. La portata di attrazione è generata tramite il controllo dell'apertura della paratoia o immettendo acqua con un by-pass. Misure dei bacini variabili, portata dipendente dalla grandezza di questi e dai cicli di funzionamento.	Adatte per alti dislivelli, in situazioni di spazi ridotti e modeste disponibilità d'acqua.	Necessitano impiego di notevoli lavori e di continua manutenzione per il corretto funzionamento. Economicamente sconvenienti per la realizzazione, ma anche per i costi di gestione.	Non molto adatti a specie di piccole dimensioni o di fondo, ma adatte anche a specie con scarse capacità natatorie.
“Ascensori da pesci”		Vasche a sollevamento meccanico per il trasporto dei pesci da valle a monte; il collegamento tra il fiume e la vasca di cattura è realizzato con un canale nel quale viene immessa una portata di attrazione. Dimensioni della vasca di carico variabili da 2 a 4 m ³ .	Impiegabile, come le chiuse, nei casi ove risulti impossibile l'inserimento di un'altra tipologia di P.p.P. Ad esempio adatte per dighe di altezza superiore ai 10 m.	Grande impiego di tecnologia, alti costi di realizzazione, funzionamento, gestione e manutenzione.	Inadatti a specie di fondo e piccole, ma adatte anche a specie con scarse capacità natatorie. Inadatti per la migrazione verso valle.

1.2 Analisi dell'ambiente

La corretta progettazione di un progetto di passaggio per pesci dipende anzitutto dall'analisi e dalla conoscenza dei parametri ambientali che caratterizzano l'area di studio. Brevemente, le conoscenze necessarie si possono riassumere nei seguenti punti:

- indagine sulla fauna ittica presente e scelta della/e specie da favorire definite *specie target*
- conoscenza del calendario migratorio e/o riproduttivo per la/e specie target
- analisi del regime fluviale durante l'arco dell'anno e soprattutto nel periodo migratorio prima individuato per la/e specie target
- scelta della portata di utilizzo da destinare al passaggio artificiale in relazione alla portata media del corso d'acqua nel periodo individuato

Schematicamente è illustrato *l'iter metodologico* :
indagine sulla popolazione ittica, individuazione della/e specie da favorire (*target*), valutazioni sulle relative capacità natatorie ed individuazione del relativo periodo migratorio e riproduttivo (*frega*)



studio del regime del fiume, con particolare riferimento alla stagione della frega: analisi delle variazioni di portata e di livello a monte e valle dello sbarramento



scelta della tipologia di P.p.P. adatta per il contesto fluviale e biologico in esame



dimensionamento e progettazione del passaggio per pesci

A questi dati deve essere associato lo studio di tutte le componenti che caratterizzano l'ambiente fluviale, con particolare riferimento anche alle attività antropiche che vi interagiscono.

Il P.p.P. deve risultare, in definitiva, la risposta tecnica a tutti i fattori che caratterizzano uno specifico contesto ecologico e sociale, del quale si vogliono riqualificare le peculiarità ambientali.



1.2.1 Studio idrologico

Lo studio dei parametri idrologici finalizzato alla progettazione di passaggi per pesci ha generalmente finalità diverse dagli studi che vengono fatti per la progettazione di classiche opere idrauliche (ponti, briglie, etc.)

Effettivamente, se per opere destinate alla sistemazione del corso d'acqua interessano soprattutto le portate di massima piena calcolate per tempi di ritorno più o meno lunghi, al fine del dimensionamento statico e strutturale, nella progettazione di un passaggio per pesci questi aspetti divengono marginali per il normale funzionamento. Quello che interessa conoscere è infatti il comportamento del fiume soltanto in particolari periodi, in cui ci si aspetta il movimento migratorio delle specie ittiche. Paradossalmente interessano le portate minime e medie piuttosto che le massime, poiché dalla disponibilità di acqua in fiume dipende anche la portata da destinare al passaggio per pesci.

Per questo motivo lo studio idrologico deve incentrarsi sul periodo dell'anno in cui ricade il periodo migratorio e pertanto deve essere ben chiara la scelta delle specie, come evidenziato nello schema precedente. Poiché la progettazione ed il dimensionamento di un passaggio per pesci dipendono essenzialmente dalle caratteristiche idrauliche del fiume durante il periodo di migrazione della fauna ittica, i dati idrologici fondamentali, relativi a questo periodo, sono:

- *Livelli medi a monte ed a valle dello sbarramento*
- *Variazione del livello a monte e valle dello sbarramento*
- *Portata media nel periodo migratorio*

I *livelli medi* a monte e valle dello sbarramento servono ad individuare con quale battente si prevede che lavorerà il passaggio: questo significa che, generalmente, ci si aspetta dal fiume e conseguentemente dall'opera un determinato "comportamento". L'opera infatti dovrà

assorbire le variazioni di livello del fiume garantendo comunque un funzionamento ottimale entro limiti prefissati.

In sostanza la conoscenza delle *variazioni di livello* a monte e valle serve ad individuare, entro quali limiti (di magra o di piena), la struttura sarà ancora attiva ed efficace. Ovviamente si stabiliscono dei margini, poiché non serve dimensionare un'opera che sia ancora efficace durante la piena, quando la fauna ittica comunque è impossibilitata a muoversi. Nel caso contrario, quando il fiume va in regime di magra, la struttura potrebbe essere operativa ma la fauna ittica potrebbe anche non spostarsi perché ha già compiuto i movimenti migratori.

La *portata media nel periodo migratorio* è infine essenziale per assegnare la portata di alimentazione da destinare al passaggio per pesci. Il concetto di attrattività di un passaggio per pesci è legato al dimensionamento dell'opera e della portata di alimentazione rispetto alla portata del fiume. È fondamentale destinare al P.p.P una portata d'acqua ben distinguibile per la fauna ittica che tenta la risalita dello sbarramento: il pesce percepisce la direzione della corrente lungo la "linea laterale", ovvero quella fila di terminazioni nervose distribuite orizzontalmente lungo i fianchi, e si muove attratto dal flusso, andandovi in direzione opposta. Se un fiume ha una portata notevole ed il P.p.P è alimentato con portata assai ridotta, il pesce non riuscirà a localizzarlo, rimanendo nei pressi dello sbarramento. Inoltre è importante localizzare l'entrata per il pesce in modo che la portata di alimentazione, anche se sufficientemente abbondante, non venga "nascosta" da zone di ricircolo, controcorrenti, risalto idraulico.

Per stabilire l'adeguato dimensionamento il riferimento proviene dall'esperienza francese: la portata da destinare al passaggio per pesci deve essere di un valore compreso almeno tra il 1%-5% della portata media nel periodo migratorio (Larinier, 1994). Ad esempio in un corso d'acqua con portata media nel periodo migratorio di $12 \text{ m}^3/\text{s}$ si dovrà alimentare il passaggio per pesci con una portata compresa tra 120 e 600 l/s; ovviamente maggiore è la portata del passaggio per pesci, maggiore

è la sua capacità di attrazione. In caso di sbarramenti per derivazione, è conveniente alimentare il P.p.P. con il D.M.V. stabilito nel disciplinare di concessione, o con una sua quotaparte (unicamente ove il D.M.V. presenti valori talmente elevati da rendere diseconomica la realizzazione di un P.p.P. con tale portata defluente).

Il dimensionamento dell'opera (volume dei bacini, pendenza del canale, larghezza dei deflettori nelle Denil, etc.), avverrà quindi sulla quantità d'acqua assegnata (portata di alimentazione) compatibilmente con i limiti di velocità e di dissipazione energetica della stessa, relativi alle esigenze del pesce. Ad esempio una struttura sovradimensionata, oltre a costare di più, rischia di non funzionare in caso di regimi di magra per i bacini troppo grandi che rischiano di non riempirsi, e quindi di non funzionare per mancanza di profondità e velocità dell'acqua; una struttura sottodimensionata può invece non essere attrattiva perché difficilmente individuabile in un grande corso d'acqua.

E' importante anche la conoscenza delle curve di durata per la stazione in esame, in modo da poter individuare per quanti giorni/anno è garantito il funzionamento del passaggio per pesci con la portata di alimentazione assegnata. Ad esempio, per un passaggio per pesci al quale sia stata assegnata una portata di funzionamento ottimale di 1,50 m³/s, in presenza di una curva delle medie mensili così distribuita:

mese	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
Q media (m ³ /s)	30,50	30,54	23,60	18,03	14,35	6,38	1,34	1,26	3,70	9,81	19,30	21,05

ed evidenziando in verde la stagione migratoria dei Salmonidi ed in giallo quella dei Ciprinidi, si evince che durante il periodo riproduttivo di tutte le specie si hanno mediamente portate più che sufficienti per alimentare il passaggio per pesci. In pratica durante i periodi di migrazione riproduttiva le portate medie mensili risultano garantire, per il 100% del periodo, il funzionamento del passaggio per pesci. Il passaggio per pesci avrà comunque disponibilità di portata, per il funzionamento ottimale,

mediamente per 305 giorni/anno, pari all'83% dell'intero anno idrologico, dato che nel periodo luglio-agosto le portate medie sono minori di quella assegnata.

A titolo di esempio è riportato infine un grafico che mostra l'andamento delle portate giornaliere e delle relative altezze idrometriche del fiume Serchio (dati forniti da Servizio Idrografico di Pisa) misurate immediatamente a monte uno sbarramento sul quale è prevista la realizzazione di un passaggio per pesci. La freccia rossa indica il periodo migratorio - riproduttivo per la cheppia (*Alosa fallax*), che nel caso in esame è la specie target. I valori di riferimento per la progettazione del funzionamento del P.p.P. sono quelli rientranti nella cerchiatura in rosso.

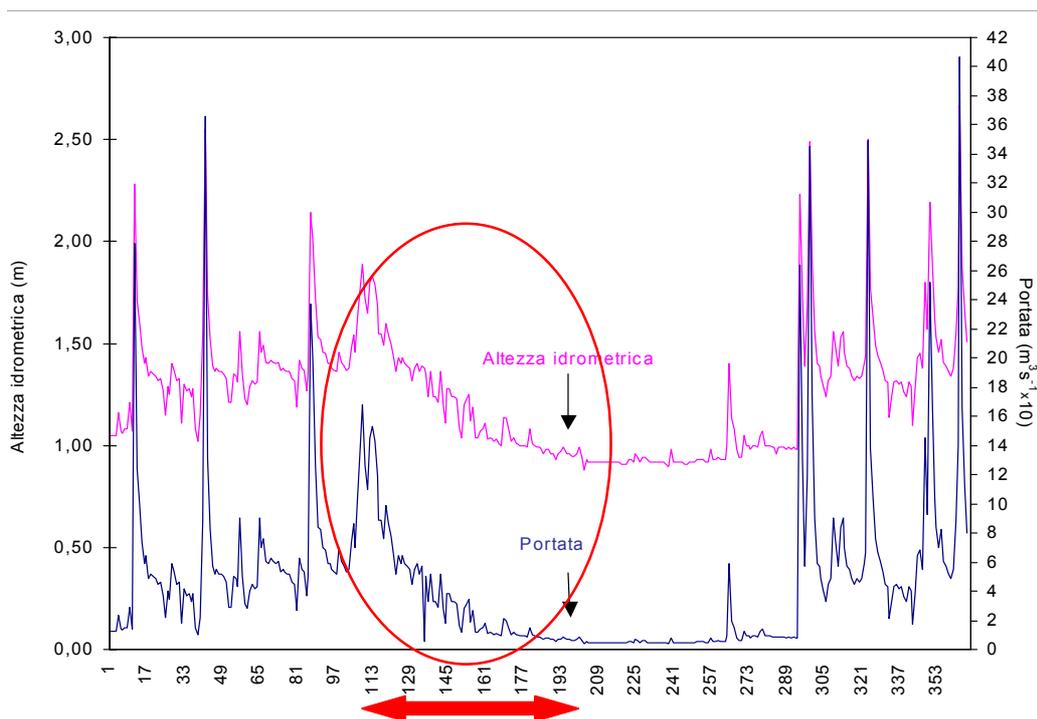


Figura 6. Portate e altezze idrometriche del fiume Serchio

1.2.2 Studio geomorfologico

Particolare attenzione deve essere rivolta allo studio delle caratteristiche geomorfologiche del corso d'acqua, soprattutto nella zona ove si collocherà il passaggio per pesci. Ciò per due motivi:

1) L'analisi della dinamica fluviale servirà ad identificare, ad esempio, quale sia la sponda più stabile, quella meno soggetta a deposito di materiali alluvionali, quella che tende a rimanere in secca durante i periodi di basse portate.

2) Lo studio del trasporto solido è finalizzato alla messa a punto di dispositivi di protezione dagli inerti fluitati, nonché la previsione di una strategia di manutenzione ordinaria. Infatti, soprattutto in corsi d'acqua montani, il trasporto di ghiaia e ciottoli può, con solo evento di piena, mettere fuori funzionamento un P.p.P., e non sempre sono possibili continue operazioni di manutenzione. In questi casi quindi si devono prevedere schermi, grigliati, pennelli in modo che il materiale fluitato non entri nel passaggio, oppure vi passi soltanto quello di dimensioni minori, che comunque non inficia il funzionamento dell'opera.



Figura 7. Ripulitura dai materiali fluitati di un P.p.P. sprovvisto di sistemi di protezione (foto ing. T. Putelli)

Per definire il tipo di trasporto solido può essere effettuato lo studio delle *caratteristiche sedimentologiche*, che consiste nel rilievo dei sedimenti presenti nell'alveo attivo e sulle sponde in corrispondenza dell'area ove si progetta il P.p.P. La metodologia di misurazione si basa su prelievi campionari del materiale litoide, riconoscimento e successiva identificazione della classe granulometrica. Lo scopo dell'analisi è definire quali sono le classi diametriche più rappresentate. Da un punto di vista operativo il rilievo può essere fatto disponendo uno o più *transect*, trasversali al senso di scorrimento della corrente, nell'area di indagine; il transect deve comprendere anche le sponde. Lungo la linea il campione di sedimento deve essere raccolto a distanza prefissata (ad esempio ogni metro), quindi determinato per classe diametrica. Allo scopo si utilizza una griglia di setaccio e si classifica il materiale in apposita tabella. Dato che i sedimenti fini (sabbie, limo) generalmente non invalidano il funzionamento di un P.p.P., poiché vengono dilavati dalla stessa portata di alimentazione, non interessa la classificazione di materiale minuto, che pertanto può non essere considerato. Dopo il campionamento e dei sedimenti si può procedere al calcolo del parametro percentile per la costruzione della curva granulometrica.



Figura 8. Grigliato protettivo calpestabile sul P.p.P. alla centrale idroelettrica di Camon - fiume Garonna, Francia (foto Pini Prato)

La conoscenza di questi parametri può essere veramente molto importante, poiché da essa dipendono scelte progettuali e accorgimenti tecnici per il corretto funzionamento di un P.p.P. Ad esempio, in corsi d'acqua collinari e montani, caratterizzati da elevato trasporto di ciottoli e ghiaie, come nell'Appennino Tosco-Emiliano (Panaro, Secchia, Lima, Reno, etc.), una strategia di protezione da questi materiali diviene essenziale nella progettazione, così come l'esclusione di soluzioni (ad esempio passaggi Denil), che risultano particolarmente soggette ad intasamento. In situazioni limite, può essere necessaria la scelta di soluzioni che richiedono minima manutenzione e che siano il più possibile autopulenti, come modelli *vertical slot* oppure soluzioni appartenenti alla categoria *close to nature*.



Figura 9. Pennello e grigliato protettivo alla presa d'acqua di un P.p.P. sul T.Lima (foto e progetto Pini Prato)

1.2.3 Studio dell'ambiente fisico a monte dello sbarramento

Lo studio delle caratteristiche idrologiche e geomorfologiche prima analizzato deve essere sempre accompagnato da uno sguardo d'insieme dell'ambiente fisico caratterizzante il corso d'acqua a monte della zona d'intervento. In sostanza è bene approfondire la conoscenza di quelle che sono le caratteristiche e le peculiarità del fiume, e quali fattori possono modificarle nel breve e nel lungo periodo.

La prima considerazione riguarda l'analisi delle opere idrauliche che modificano il regime del corso d'acqua a monte dello sbarramento su cui si sta operando. L'eventuale esistenza di opere di regolazione implica infatti un regime modificato rispetto a quello naturale, il cui andamento è determinato dalle modalità di gestione come l'apertura di paratoie, la gestione delle opere di presa, la presenza di demodulazioni, etc. In questi casi, oltre alla conoscenza dei parametri già esposti (variazioni di livello e portata nella zona di studio), è anche importante conoscere il programma di rilasci del gestore, poiché potrebbe subire modifiche rispetto alle osservazioni fino a quel momento svolte. Ad esempio l'attuazione del rilascio del D.M.V., passando da uno fisso ad uno modulato, potrebbe rendere disponibile per il P.p.P. una portata maggiore di quella attualmente presente. In questi casi può accadere anche che per un certo numero di ore/giorno vi sia molta disponibilità di acqua per alimentare il P.p.P., mentre in altri momenti della giornata il livello del fiume cali bruscamente e si possa usufruire di una portata molto minore. Inoltre la stessa tipologia di sbarramento sul quale si sta operando comporta lo studio di accorgimenti tecnici per il corretto funzionamento del P.p.P. Nel caso di una traversa per la sistemazione di alveo, priva perciò di paratoie ed organi mobili, si dovranno attentamente prevedere le escursioni di livello e progettare un'opera in grado di lavorare con notevoli variazioni. Nel caso invece di uno sbarramento per uso diverso, ad esempio idroelettrico, la presenza di automatismi ed organi mobili potrà permettere una gestione automatizzata del P.p.P., con controllo e regolazione continua dei

livelli. In questo caso si potranno prevedere paratoie mobili autoregolanti, in relazione al livello d'invaso del bacino a monte.



Figura 10. Paratoia automatizzata con controllo radio-GSM in un P.p.P. sul T.Lima (foto e progetto Pini Prato)

La seconda considerazione è invece in riferimento alle peculiarità ecologiche dell'ambiente fisico caratterizzante il corso d'acqua: lo studio degli habitat, delle zone adatte alla frega, della fauna macrobenthonica, sono materia di accompagnamento a sostegno di scelte operative che stanno a monte della progettazione. Effettivamente un'analisi approfondita dell'ambiente fluviale può anche condurre, paradossalmente, alla scelta di non realizzare il P.p.P, come nel caso di tratti a monte dell'ostacolo che non presentino caratteristiche idonee alla riproduzione della fauna ittica. Anche la conoscenza della qualità dell'acqua e la funzionalità che compete al tratto di fiume in esame, perciò la conoscenza degli indici IBE e IFF può essere un valido supporto alla programmazione di interventi di P.p.P. Ad esempio in un ambiente fluviale scadente, ancor prima di realizzare un P.p.P., si debbono dirigere gli sforzi prioritariamente verso altre direzioni, come la depurazione delle acque e la riqualificazione delle fasce perfluviali.



Figura 11. Fiume Clitunno (PG) a valle di una cartiera: la barriera, oltre a essere fisica, è anche chimica per la scadente qualità delle acque rilasciate (foto Pini Prato)

Al contrario un'attenta analisi delle sequenze riffle/pool può essere un utile modello per mettere in opera un passaggio del tipo "close to nature". Utilizzando il materiale lapideo reperito *in loco* si può realizzare un P.p.P. con elevate caratteristiche di naturalità, oltre che nella forma, nella scelta degli stessi materiali costruttivi.



Figura 12. Passaggio "close to nature"- tipologia "fish ramp" con l'utilizzo di massi e ciottoli reperiti in alveo (foto e progetto Pini Prato)

1.2.4 Tecniche operative: osservazione dei livelli idrometrici e rilievo topografico dell'area d'intervento

Sul piano operativo, il primo problema nel quale comunemente ci si imbatte al momento di progettare un P.p.P è la carenza di dati idrometrici relativi al corso d'acqua, nonché un'adeguata planimetria di dettaglio dell'opera di sbarramento.

Per quanto concerne i dati idrometrici, si possono verificare generalmente due situazioni: la prima quando si è in presenza di un'opera in vicinanza della quale non ci sono idrometri, né dati di portata; la seconda quando si è in presenza di un'opera nei pressi della quale vi è una stazione idrometrica o comunque risulta monitorata, ad esempio per l'uso idroelettrico, e quindi sottoposta a controllo continuo dall'ente gestore.

Per il primo caso, purtroppo il più frequente, è necessario prevedere una appropriata analisi idrologica del bacino idrografico sotteso dalla sezione di interesse utilizzando le più opportune metodologie atte alla ricostruzione statistica dell'andamento delle portate ivi defluenti. Inoltre si può prevedere anche un periodo di osservazione di circa 1 anno (a meno che non si conosca molto bene il comportamento del fiume presso quello sbarramento), nel quale monitorare l'andamento dei livelli e delle portate durante le stagioni piovose e quelle di magra. In tal caso si debbono pertanto prendere dei riferimenti a monte ed a valle dello sbarramento e porre saldamente, in zone di particolare rappresentatività, delle aste idrometriche. L'asta idrometrica deve essere localizzata in modo che sia ben visibile anche da lontano, quando non sia possibile una lettura da vicino per gli alti livelli del fiume. Ovviamente, se ciò non è possibile, la si collocherà nel posto comunque più agevole e possibilmente in prossimità al corpo dello sbarramento. Durante l'anno si procederà pertanto a monitorare il fiume, con particolare riferimento al comportamento di esso durante la stagione migratoria delle specie target. Purtroppo questa operazione, indispensabile alla corretta progettazione, necessita molto tempo e rari

sono i casi in cui se ne può fare a meno. Con i dati relativi ai livelli idrometrici ed alla geometria della sezione di interesse è infine possibile ricostruire l'andamento delle portate del corso d'acqua utilizzando le più opportune formulazioni dell'idraulica anche di tipo speditivo.



Figura 13. Posizionamento di un'asta idrometrica per il controllo delle variazioni di livello a monte di una traversa di derivazione sul F.Sieve (foto Pini Prato)

Il secondo caso è quello più auspicabile, ovvero quando ci si trova in presenza di stazioni di misura, poiché non importa l'osservazione del fiume per un lungo periodo ma basta ottenere una raccolta dei dati di interesse, che il soggetto gestore della stazione di misura può fornire. In questo caso i valori di altezza idrometrica e portata associata sono già pronti ad essere utilizzati per progettare il P.p.P.

Infine è fondamentale avere una planimetria di dettaglio dello sbarramento ed un profilo del corso d'acqua nel tratto a monte e valle in prossimità dello stesso, il tutto rigorosamente quotato sul livello del

mare. Spesso infatti sono disponibili soltanto planimetrie degli sbarramenti con quote relative, ma senza riferimento al livello del mare. Questo comporta generalmente una serie di problemi nella fase progettuale, soprattutto perché lavorando con sequenze di dislivelli (ad esempio progettando un passaggio a bacini successivi) è facile confondersi o commettere degli errori. Pertanto, in assenza di questi elementi di dettaglio, si deve procedere con rilievo topografico dell'area in esame ed un rilievo architettonico dell'opera di sbarramento, con particolare riferimento al livello idrico osservato nell'occasione.



Figura 14. Rilievo topografico eseguito con stazione totale nell'area in cui verrà realizzato il P.p.P. Fiume Sieve, Firenze (foto Pini Prato)

1.3 Analisi della comunità ittica

Lo studio di dettaglio relativo alla comunità ittica, oltre evidentemente a permettere di acquisire le informazioni relative alla sua composizione e allo stato delle relative popolazioni, ha il preciso obiettivo di individuare quali siano le specie “target” per la realizzazione del passaggio artificiale.

1.3.1 Individuazione specie target

La comunità ittica di un ambiente fluviale può essere costituita da singole specie, come ad esempio nei tratti superiori dei torrenti alpini dove si rinvencono esclusivamente le trote (*Salmo* sp.), ma di norma è costituita da numerose specie, fino a varie decine, come negli importanti fiumi di pianura.

La frammentazione di un corso d’acqua provocata dalla realizzazione di uno sbarramento avrà quindi effetti diversi sulla fauna ittica soprattutto in funzione del tratto di fiume in cui tale manufatto è inserito; inoltre avrà effetti diversi sulle diverse specie ittiche che compongono la comunità locale, in dipendenza dalle loro esigenze ecologiche.

Le specie ittiche sono raggruppabili in varie categorie in funzione della loro propensione ad effettuare spostamenti ed anche delle loro capacità natatorie. Vi sono le piccole specie bentoniche, con capacità natatorie ridotte e quindi poco mobili, in grado di costituire popolazioni stabili sia a monte che a valle di un eventuale ostacolo (ad es. il cobite comune (*Cobitis tenia*), lo scazzone (*Cottus gobio*), etc.

Vi sono le specie ciprinicole fitofile, relativamente stanziali, anch’esse con scarsa propensione ad effettuare grandi spostamenti ed in grado di costituire popolazioni stabili nei vari tratti del fiume come, ad esempio, la tinca (*Tinca tinca*) e la scardola (*Scardinius erythrophthalmus*); a queste si aggiungono varie specie di accompagnamento, spesso di origine alloctona, come il pesce gatto (*Ictalurus* sp.) o il persico sole (*Lepomis gibbosus*).

Vi sono poi i ciprinidi reofili, pesci di norma buoni nuotatori e che per esigenze riproduttive possono anche effettuare spostamenti molto importanti lungo i corsi d'acqua (ad es. il barbo comune (*Barbus plebejus*), il pigo (*Rutilus pigus*), il vairone (*Leuciscus souffia*), etc.), e le cui popolazioni possono risultare frammentate dalla presenza di sbarramenti.

Vi sono inoltre alcune specie migratrici opportuniste, buoni nuotatori che effettuano lunghi spostamenti negli ambienti acquatici per motivi essenzialmente trofici come ad esempio il gruppo dei cefali (*Mugil cephalus*, *Chelon labrosus*, *Liza* sp.) o la spigola (*Dicentrarchus labrax*).

Vi sono infine le specie migratrici "tipiche", o obbligate, come gli storioni (*Acipenser sturio*, *A. naccarii* e *Huso huso*), l'anguilla (*Anguilla anguilla*), la lampreda di fiume (*Lampetra fluviatilis*) o ancora la cheppia (*Alosa fallax*), che per completare il proprio ciclo biologico devono spostarsi anche tra ambienti completamente diversi (ad es. dall'ambiente marino a quello d'acqua dolce, oppure dall'ambiente lacustre a quello fluviale ma anche dal tratto inferiore al tratto superiore dei fiumi) e la presenza di uno sbarramento insuperabile ne decreta evidentemente la riduzione di areale o anche l'estinzione per incapacità di raggiungere i siti idonei per la riproduzione.

Premesso che si considera sempre necessario fare in modo che tutti i pesci possano liberamente muoversi lungo l'asse longitudinale del corso d'acqua, rispettando quindi l'integrità naturale del "continuum fluviale", va anche sottolineato che i pesci che appartengono a quest'ultimo gruppo rappresentano le specie più a rischio e, quando presenti, devono essere senza dubbio quelle da considerare di riferimento per la scelta ed il dimensionamento del passaggio artificiale da realizzare.

Diverse specie ittiche presenti nelle acque italiane, oltre ad essere protette da leggi nazionali e sovranazionali, sono comprese negli elenchi faunistici nazionali e internazionali delle specie a vario rischio di estinzione e che richiedono diversi livelli di protezione (liste rosse di vari

paesi europei, direttiva Habitat, Convenzione di Berna, etc.); è evidente che la presenza di questi pesci, o l'eventuale recupero delle loro popolazioni, devono essere considerati tra gli obiettivi più importanti nella progettazione e realizzazione di un passaggio per pesci.

La conoscenza dello stato della comunità ittica locale, infine, può permettere di stabilire quali siano le specie da considerare prioritarie per la progettazione del P.p.P.

Il "semplice" confronto tra la situazione storica e quella presente, verificata tramite adeguato confronto tra eventuali dati pregressi e campionamenti dello stato attuale, può permettere di identificare facilmente quali specie possono aver risentito della realizzazione di uno sbarramento; le stesse divengono quindi le specie obiettivo della progettazione del P.p.P.

Richiamando quanto detto all'inizio di questo paragrafo, è evidente che le specie a ridotta mobilità sono difficilmente considerabili delle specie "target"; ad esempio il ghiozzo punteggiato (*Knipowitschia punctatissima*), un piccolo gobide benthonico che frequenta gli ambienti di risorgiva di buona parte della pianura padana e rientra tra le specie ad elevato rischio di estinzione, difficilmente potrebbe essere considerato una specie di riferimento, dal momento che le cause della sua rarefazione, assai probabilmente, sono da riferire ad altri fattori (scadimento di qualità delle acque o perdita dell'habitat di elezione).

Dall'altro lato stanno le specie ad elevata mobilità, caratteristica spesso propria di pesci che eseguono grandi spostamenti per motivi riproduttivi (storioni, cheppia, anguilla, etc.). In questi casi vi sono delle situazioni "limite" come quelle di alcuni salmoni americani (gen. *Onchorhyncus*) che riescono a riprodursi solo nelle acque dei torrenti in cui sono nati; se gli esemplari che hanno raggiunto la maturità sessuale non riescono a portarsi nei siti idonei per la riproduzione a causa di ostacoli artificiali posti lungo il loro percorso, la popolazione di quella specie (come già accaduto) può andare incontro all'estinzione.

Per le acque italiane si considera che la presenza degli sbarramenti lungo i fiumi abbia avuto un certo peso nella forte riduzione di alcune specie (ad es. lo sbarramento di Isola Serafini sul Po ha determinato la scomparsa della cheppia nella porzione del bacino idrografico a monte della diga) e si tratta, nella maggior parte dei casi, di specie ad ampia mobilità.

Un aspetto di rilevante importanza, una volta scelta/e la/e specie target per la progettazione del P.p.P., è lo stabilire quale dimensione l'animale deve aver raggiunto per poter superare il P.p.P.

Il principio basilare di funzionamento di un P.p.P. si fonda sull'utilizzo di una determinata portata di alimentazione che transita nel passaggio artificiale ad una velocità compatibile con quella sostenibile dal pesce.

Dal momento che la velocità raggiungibile da un pesce e la sua capacità di mantenerla per un certo periodo dipendono da vari fattori, ma anche dalla dimensione stessa del pesce, ciò implica direttamente che solo i pesci di una certa taglia saranno in grado di utilizzare il P.p.P. per passare a monte dell'ostacolo.

Quindi, non è sufficiente stabilire "solo" quali siano le specie target per le quali debba essere progettato il P.p.P. , ma è importante indicare anche quali sono le dimensioni degli esemplari delle diverse specie che è importante che possano utilizzare il P.p.P. per i loro spostamenti.

La risposta, in questo caso, appare essere relativamente semplice: da questo punto di vista si ritiene corretto indicare il valore della lunghezza media a cui la determinata specie raggiunge la maturità sessuale, in particolare gli individui di sesso femminile. Ciò corrisponde di norma a permettere il passaggio ad almeno il 50% degli esemplari della classe d'età che per la prima volta partecipa alla riproduzione della specie stessa, nella considerazione che tutti gli esemplari appartenenti alle classi d'età superiori abbiano già le dimensioni sufficienti, e quindi le capacità natatorie, per attraversare il P.p.P.

Questo valore tiene conto, ovviamente, anche dell'efficienza di attraversamento dei P.p.P., che non raggiunge mai il 100% dello stock

riproduttore; d'altra parte è ben risaputo che, grazie alle caratteristiche riproduttive e alle dinamiche demografiche della maggior parte delle specie ittiche, è sufficiente che solo una limitata parte degli esemplari adulti riesca a riprodursi per garantire la perpetuazione della popolazione.

Val la pena sottolineare che comunque è importante anche che i giovani dell'anno riescano a ridiscendere il fiume e a disperdersi e quindi è necessario progettare il P.p.P. in modo tale da garantire il suo attraversamento in entrambi i sensi.

Infine, sempre in riferimento alla scelta delle specie target, si deve considerare che alcune sono in movimento per parecchi mesi nel corso dell'anno (ad es. la maggior parte dei ciprinidi reofili) dal momento che i loro spostamenti hanno anche una funzione trofica.

In vari casi, però, gli spostamenti sono legati quasi esclusivamente alla funzione riproduttiva (storioni, cheppia, lamprede, etc.); in questi casi, quindi, si potrebbe ritenere accettabile che sia garantita la funzionalità del P.p.P. in determinati periodi dell'anno, accettando una riduzione della sua capacità di attraversamento in altri, esterni al periodo riproduttivo.

1.3.2 Studio della comunità ittica

Come già anticipato nei capitoli precedenti, di fondamentale interesse è la conoscenza approfondita della comunità ittica presente nel tratto di fiume di cui si vuol ricostituire la continuità. Ciò è di estrema importanza per conoscere quali sono le specie di pesci che risentono negativamente della presenza dell'ostacolo ed in base a questo si potrà scegliere la tipologia di P.p.P. adatta a soddisfare il maggior numero di specie presenti.

È sempre opportuno effettuare una analisi bibliografica storico-generale del bacino idrografico dove è localizzato il tratto di corso d'acqua in cui si intende effettuare il P.p.P.: una semplice analisi (ad es. il classico campionamento tramite elettropesca) potrebbe non essere esaustiva se condotta localmente e in modo episodico. Infatti tra i pesci vi sono specie migratrici che utilizzano solo temporaneamente i tratti superiori dei fiumi, per motivi trofici o riproduttivi; un controllo localizzato potrebbe quindi non riscontrarne la presenza.

In alcuni casi la locale assenza di talune specie a valle di uno sbarramento può essere dovuta ad altre situazioni di interruzione della continuità fluviale all'esterno della zona in esame: in questi casi è più che mai opportuno affrontare il problema della ricostituzione della continuità del corso d'acqua alla scala di bacino. L'analisi estesa in questi termini può consentire di progettare passaggi per pesci che possono essere superati dalle specie attualmente presenti, ma tenendo conto delle esigenze anche delle specie che potenzialmente possono raggiungere lo sbarramento se in futuro si potrà operare anche sulle altre cause di interruzione del corso d'acqua.

Il raccogliere informazioni sullo stato dei popolamenti ittici delle diverse specie nei tratti a monte e a valle dello sbarramento interessato dall'opera è particolarmente opportuno anche perchè in questo modo

sarà in possibile verificare direttamente se la realizzazione del P.p.P. ha portato benefici ad alcune specie e/o all'intera comunità ittica.

Indagine storica bibliografica

In Italia le ricerche relative ai pesci hanno avuto degli andamenti alterni nel corso dei secoli e solo piuttosto recentemente, in risposta ad esigenze di tipo gestionale e conservazionistico, si sono effettuate delle estese ed approfondite indagini che hanno permesso di ricostruire con sufficiente dettaglio le situazioni delle comunità ittiche di buona parte del reticolo idrografico nazionale.

Esistono pubblicazioni a divulgazione nazionale che hanno cercato di raccogliere e ordinare le osservazioni effettuate a vario titolo (enti pubblici, università, gruppi di ricerca, etc.), ma i dati presenti in questi lavori non giungono, per ovvi motivi, ad un dettaglio tale da essere utilizzabili a livello locale.

In generale le condizioni ittiologiche dei nostri ambienti d'acqua sono oggetto di continui e veloci cambiamenti: questi sono in gran parte dovuti all'introduzione di specie alloctone che, entrando in competizione con quelle originarie, ne modificano anche drasticamente le situazioni popolazionistiche; vi sono quindi gli aspetti legati all'erroneo utilizzo delle risorse idriche; il loro enorme sfruttamento, spesso senza il rispetto del Deflusso Minimo Vitale reale, condiziona lo stato delle specie ittiche presenti, influenzato anche da scadenti situazioni di qualità dell'ambiente acquatico.

Informazioni di maggior dettaglio sono di norma reperibili presso gli uffici provinciali o regionali territorialmente competenti, che si occupano degli aspetti legati alla pesca o all'ambiente. Solitamente sono in questo caso disponibili dati molto recenti e, spesso, come nel caso di amministrazioni che dispongano delle Carte Ittiche o di analoghi programmi di gestione, i dati sono raccolti in lavori che contengono anche utilissimi riferimenti al passato.

Purtroppo permangono comunque dei problemi: ad esempio nelle indagini faunistiche sviluppate precedentemente agli '80 quasi mai si rinvenivano dati quantitativi affidabili; spesso vi sono delle indicazioni di abbondanza che poco aiutano nel comprendere quale fosse la reale situazione demografica e di distribuzione di una determinata specie.

Ugualmente si citano, di norma, molte tra le specie più conosciute e/o di interesse commerciale o per la pesca sportiva, mentre molte specie minori, ma di elevato interesse naturalistico (ad es. ciclostomi o gobidi) non vengono nemmeno nominate.

Ciò significa che anche documenti di certo interesse che descrivono situazioni apparentemente non intaccate da alterazioni antropiche intervenute successivamente, devono essere attentamente valutati.

L'esperienza insegna che in molte zone ottime informazioni si possono ancora raccogliere tra i vecchi pescatori locali: in molti casi queste informazioni, associate alla buona conoscenza dell'ecologia delle specie, possono essere di enorme aiuto per definire la reale distribuzione delle diverse specie ittiche lungo il corso d'acqua, assieme alle osservazioni dirette. Nei casi più banali si possono raccogliere delle osservazioni del tipo: "la trota arrivava fino alla determinata cascata naturale prima che più a valle fosse realizzato uno sbarramento", oppure "in questo tratto il temolo è scomparso dopo la disastrosa alluvione del '66 e prima ancora che realizzassero la traversa più a valle", e ancora "in questo tratto vi erano molti scazzoni prima che iniziassero le immissioni di trote fario". Questi sono alcuni esempi che permettono anche di comprendere le cause del perché si sono modificate alcune situazioni ittiche locali; spetta poi all'esperto ittiologo valutare queste informazioni contestualmente alle situazioni ambientali ed a quanto verificabile direttamente tramite i necessari controlli.

Dati qualitativi

Le informazioni di tipo qualitativo riguardano la composizione specifica della comunità ittica e per la loro raccolta, oltre ai dati rinvenuti con la ricerca bibliografica, è necessario eseguire alcuni controlli diretti “sul campo”.

Al giorno d’oggi i campionamenti ittici vengono normalmente effettuati mediante elettropesca, utilizzando un elettrostorditore a corrente continua o corrente continua pulsata e voltaggio modulabile (di solito i parametri entro cui si opera sono 0.3 - 1.5 A, 150-380 V, 10-100 Hz), ma le condizioni ambientali del singolo caso possono prevedere anche l’utilizzo di reti sia a cattura passiva (tramagli, bertovelli, etc.) che a cattura attiva (strascici e reti volanti).

Nei laghi e nei corpi idrici con sufficiente trasparenza dell’acqua si possono utilizzare anche tecniche di “visual census” tramite esperti operatori subacquei.

Di fondamentale importanza è la scelta dei tratti o dei punti dove effettuare le osservazioni di controllo; bisogna infatti selezionare dei tratti o delle zone che siano rappresentative dell’ambiente acquatico in oggetto. Di solito, nel caso di indagini di ampio respiro e con un elevato numero di stazioni di campionamento, è utile scegliere preliminarmente su base cartografica le sezioni dove effettuare i controlli: in questo modo si può fare una buona programmazione del lavoro riducendo il rischio di trascurare di esaminare alcuni corsi d’acqua o alcuni tratti significativi appartenenti al bacino idrografico in studio.

È quindi buona norma effettuare un sopralluogo per verificare che nelle aree preliminarmente selezionate siano rappresentate le principali tipologie ambientali del corso d’acqua (raschi, buche, salti, tratti a diversa profondità e velocità di corrente, etc.); le diverse specie ittiche, e anche pesci di diversa taglia di una stessa specie, tendono infatti a localizzarsi in zone con caratteristiche diverse dello stesso ambiente acquatico. Ciò significa che per essere certi di osservare tutta la

comunità ittica presente nel corpo idrico bisogna controllare tutte le microtipologie ambientali presenti.

Durante il campionamento mediante elettropesca, particolare attenzione deve essere riservata alla modulazione del campo elettrico impiegato, in modo da massimizzare la catturabilità e minimizzare i rischi di provocare dei danni ai pesci. La scelta del tipo di corrente elettrica da impiegare viene altresì effettuata dopo una valutazione di alcuni parametri ambientali quali la conducibilità, il tipo di fondale, la profondità media in cui si opera, la temperatura dell'acqua, la portata e anche la dimensione media attesa della fauna ittica e delle specie presenti, ognuna delle quali risponde in modo peculiare al campo elettrico. Un'ulteriore precauzione è quella di evitare il contatto accidentale della fauna ittica stordita con l'anodo, raccogliendo la stessa con l'ausilio di una rete provvista di manico non conduttivo. Gli operatori devono perciò essere forniti dell'attrezzatura adeguata per questo tipo di attività, rispondente alle vigenti normative in materia di sicurezza.

Come anticipato, quindi, i campionamenti ittici di tipo qualitativo forniscono informazioni sulla composizione della comunità ittica ma, di norma, danno anche una stima dell'abbondanza e della struttura delle popolazioni delle diverse specie ittiche rinvenute.

Queste informazioni possono essere raccolte e presentate sotto forma di semplici indici numerici; uno dei metodi più comunemente utilizzati per fornire una stima delle abbondanze relative delle singole specie è quello proposto da Moyle-Nichols (1973), schematizzato in tabella 1.

In questo caso è sufficiente quindi effettuare il campionamento catturando e contando tutti i pesci presenti in un determinato tratto, che verranno successivamente liberati dopo averne definito l'appartenenza specifica.

Tabella 1. Indice di abbondanza

Numero individui osservati in un tratto lungo 50 m	Indice di abbondanza
1 - 2	1
3 - 10	2
10 - 50	3
50 -100	4
oltre 100	5

Stato della popolazione

Con uno sforzo leggermente superiore, tramite un campionamento qualitativo è possibile indicare anche genericamente lo “stato” della popolazione di ogni determinata specie, nella considerazione che situazioni di popolazione palesemente non ben strutturate (ad esempio presenza di soli esemplari adulti o di soli stadi giovanili) possono essere indicative di condizioni anomale, meritevoli quindi di essere valutate e/o indagate.

Anche in questo caso è possibile adottare un indice semplice che tenga conto delle situazioni macroscopiche relative alla struttura di popolazione delle diverse specie.

In pratica questo indice segnala come gli individui raccolti durante il campionamento si distribuiscano in tutte le classi d’età oppure appartengano solo alla fase giovanile o allo stadio adulto, come mostrato in tabella 2.

Tabella 2. Indice di struttura di popolazione

Distinzione in base all’età	Indice di struttura di popolazione
Individui giovani ed adulti	1
Solo individui giovani	2
Solo individui adulti	3

Dati quantitativi

Molto più interessante è conoscere in dettaglio quali sono la struttura e la dinamica di una popolazione ittica.

Per struttura di popolazione si intende la distribuzione nelle diverse classi d'età di tutti gli individui, di entrambi i sessi, che costituiscono detta popolazione; per dinamica di popolazione si intendono le modalità con le quali la popolazione si modifica nel tempo (tassi di crescita, mortalità, migrazione, etc.).

In generale ogni specie ha determinate potenzialità che dipendono dalla propria biologia e valenza ecologica; la popolazione di una determinata specie, quindi, si struttura rispondendo ad una serie di pressioni ambientali che agiscono su essa, pressioni che possono essere sia biotiche che abiotiche.

In una popolazione ittica naturalmente strutturata di norma sono rappresentate tutte le classi di età, dagli stadi giovanili agli stadi più maturi. Le classi giovanili sono numericamente più abbondanti e, per effetto della mortalità che agisce continuamente sulle varie taglie, con l'aumentare dell'età il numero si riduce: una popolazione ittica si struttura quindi come una piramide la cui base è costituita dai nuovi nati ed il vertice dagli individui più vecchi.

Quando intervengono dei fattori di disturbo una popolazione può subire una destrutturazione in termini quantitativi e qualitativi.

Questi disturbi possono essere dovuti a cause naturali (eventi di piena eccezionale, periodi di asciutta prolungata, inverni particolarmente freddi o estati particolarmente calde, etc.); la maggior parte, purtroppo, è spesso di origine antropica, artificiale, e tra questi si possono ricordare gli interventi lungo i fiumi (interventi in alveo, impermeabilizzazione del substrato, sbarramenti, rettifiche fluviali, etc.), il degrado delle acque (inquinamento organico e chimico, derivazioni, eutrofizzazione), ma anche l'inserimento di specie alloctone dannose per la fauna originariamente presente e talvolta anche la pesca.

Nel nostro caso, gli sbarramenti realizzati lungo i corsi d'acqua e che ne provocano delle locali interruzioni di continuità, possono comportare la separazione parziale o totale delle popolazioni ittiche presenti. In pratica, una separazione parziale si ha quando lo sbarramento possiede un'altezza che lo rende insuperabile dai pesci che stanno a valle, ma non è impedita la discesa di quelli che si trovano nella porzione superiore; si ha la separazione totale quando il passaggio è impedito in entrambi i sensi (ad es. in molte dighe). In questi casi può quindi non essere sufficiente conoscere solo se la determinata specie ittica sia presente, ma diventa importante sapere se le due popolazioni, risultanti dalla frammentazione dovuta allo sbarramento, siano in grado di sviluppare completamente le proprie potenzialità demografiche, strutturandosi in modo naturale.

Per poter effettuare questa verifica sono necessarie delle indagini più approfondite per poter disporre di informazioni di maggior dettaglio e di tipo quantitativo. I campionamenti della fauna ittica di tipo quantitativo vengono eseguiti perciò con l'intento di fornire informazioni relative ai valori di biomassa, di densità e alla struttura di popolazione delle specie ittiche presenti in un tratto delimitato.

Per eseguire il campionamento quantitativo è buona norma isolare un'area nota del corso d'acqua posizionando delle reti di sbarramento, ciò al fine di evitare che vi siano delle emigrazioni/immigrazioni di pesci nell'area campionaria durante il controllo; nel caso di piccoli corsi d'acqua è spesso conveniente selezionare dei tratti che presentino uno sbarramento nell'estremità a monte, insuperabile per i pesci, e quindi facilmente "campionabile".

Nei corsi d'acqua di piccole e medie dimensioni, il campionamento viene condotto mediante elettropesca, procedendo da valle verso monte, cercando di controllare tutta l'area campionaria precedentemente racchiusa.

Per fornire delle stime quantitative sulla presenza della fauna ittica, la metodologia più utilizzata dai biologi della pesca è quella dei "passaggi

ripetuti” (*removal method*); questo metodo prevede che, poiché per ogni passaggio di cattura nell’area campionaria si preleva una parte della popolazione, la stima del numero totale (N) degli individui presenti nel tratto esaminato si ricava dalla formula di Moran-Zippin:

$$N = C / (1 - z^n)$$

dove

$$z = 1 - p$$

e

$$C = \sum C_i$$

Per C_i si intende il numero di esemplari catturato per il passaggio i -esimo.

Il valore di p (coefficiente di catturabilità) è determinato come $1 - (C_2/C_1)$ nel caso di due passaggi successivi.

In rari casi, come nei piccoli ruscelli a bassissima produttività, è spesso sufficiente effettuare un solo passaggio, in quanto sia la dimensione e la tipologia del corso d’acqua, sia la ridotta densità ittica presente, consentono una elevata catturabilità del pesce, permettendo di considerare quindi già accettabile dopo il primo passaggio l’assunzione di $p=1$.

Le metodologie per le analisi matematiche e statistiche sopra descritte si rifanno a Ricker (1975 - *Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. Bull. Fish. Res. Bd. Can. 191*).

1.3.3 Capacità natatorie dell'ittiofauna

Una delle conoscenze che è importante assumere in fase di progettazione di un P.p.P. è quella relativa alla capacità natatoria dei pesci che lo dovranno attraversare. La capacità natatoria dei pesci dipende da vari fattori: innanzitutto è evidente che specie ittiche diverse, con morfologie e abitudini diverse, hanno capacità natatorie diverse e sono quindi in grado di effettuare determinati spostamenti in tempi anche molto differenti.

Per ciò che riguarda le specie migratrici, di norma accomunate da forme slanciate e buone "performance" natatorie, un parametro fondamentale è la dimensione del pesce; oggi è ben assodato che la velocità natatoria di un pesce è strettamente correlata alla frequenza dei colpi di coda e che la distanza percorsa con ciascun ondeggiamento del corpo corrisponde a circa 7/10 della sua lunghezza:

$$V = 0,7 \cdot L / 2 \cdot t$$

dove V è la velocità natatoria massima, L la lunghezza del pesce e t il tempo di contrazione del muscolo.

Il tempo di contrazione del muscolo dipende quindi dalla temperatura, nella considerazione che un muscolo freddo si contrae più lentamente di uno caldo, in dipendenza del fatto che i processi biochimici e fisiologici sono affetti dalle varie condizioni di temperatura.

Zhou (1982), utilizzando i dati di Wardle, mise a punto una formula empirica che permette così di predire la velocità natatoria massima di un pesce, in funzione della lunghezza e della temperatura dell'acqua.

La situazione reale è comunque più complessa, per il fatto che i pesci riescono a mantenere la velocità massima di nuoto per periodi abbastanza brevi; ciò dipende dal fatto che i muscoli impiegati dal pesce per il nuoto sono differenti: così la velocità cosiddetta di "crociera" (una velocità inferiore a quella massima e che può essere mantenuta per lunghi periodi) è sostenuta dalla muscolatura aerobica, quella in cui la

quantità di ossigeno consumata dalle cellule muscolari è uguale o inferiore a quella disponibile. Durante gli scatti, i pesci impiegano la muscolatura anaerobica in cui viene consumata una quantità di ossigeno superiore alle disponibilità dell'organismo, utilizzando il glicogeno contenuto nelle cellule che viene trasformato in acido lattico. Gli scatti, e di conseguenza la velocità massima, possono essere mantenuti quindi per tempi alquanto brevi e, soprattutto, sono necessari tempi piuttosto lunghi per ricostituire le quantità di glicogeno consumate.

Uguualmente, grazie ai sopra citati lavori, è possibile ottenere dei valori indicativi abbastanza precisi per valutare le capacità natatorie di pesci di varie dimensioni ed in determinate condizioni di temperatura, sufficienti per operare le necessarie decisioni per la scelta dei P.p.P. da realizzare.

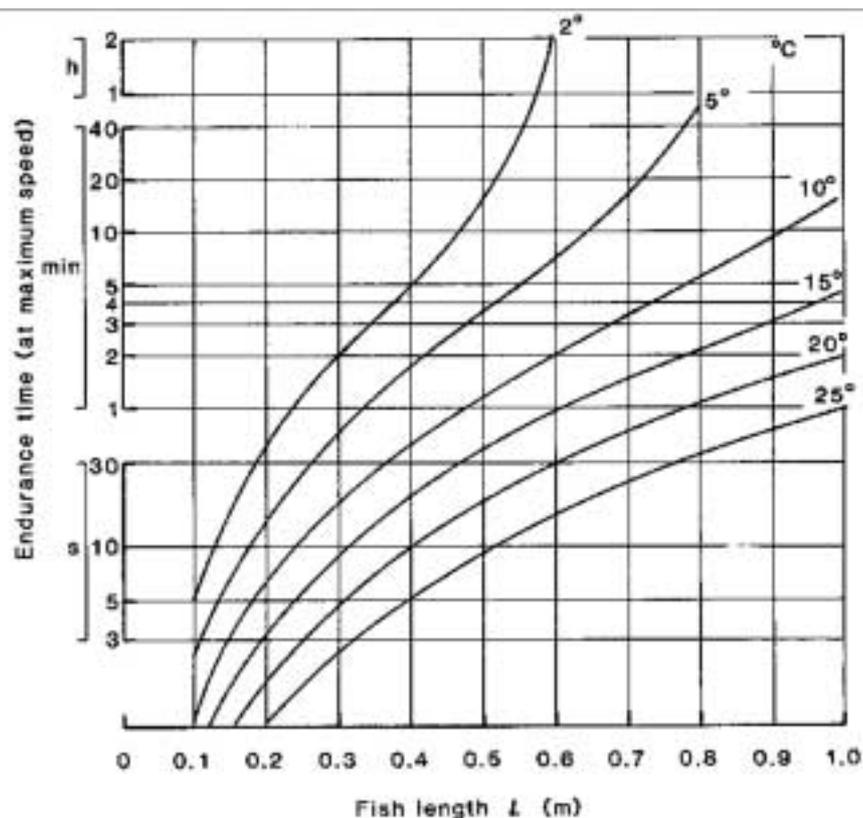


Figura 15. Curve di resistenza natatoria per i Salmonidi (da Larinier, 2002)

Nell'eventualità dell'assenza di studi dettagliati sulla capacità natatoria dei pesci che possano fornire indicazioni precise sui limiti della velocità della corrente da mantenere nel passaggio artificiale per pesci, le uniche altre fonti di informazione possono essere rappresentate da studi che mettono in relazione la velocità dell'acqua e l'idoneità degli ambienti acquatici per una data specie o una sua fase vitale. Si fa in particolare riferimento alle Curve di Idoneità ambientale (o Suitability Curves) per la velocità dell'acqua, normalmente utilizzate nella costruzione degli Indici di Idoneità ambientali (Suitability Index, S.I.), utilizzate per la definizione degli Habitat Suitability Index (H.S.I.).

Senza entrare nel merito di queste particolari procedure, è sufficiente ricordare che questa curva mette in relazione la velocità dell'acqua presente in un corpo idrico con la sua idoneità a supportare una determinata specie o una sua fase vitale. Il termine idoneità esprime un concetto legato alla possibilità di vita di una specie in un certo ambiente, partendo dal presupposto che esistono condizioni (dipendenti dalle caratteristiche ecologiche proprie della specie) in cui la specie o la fase vitale non può sopravvivere, mentre quelle in cui la vita della specie è possibile presentano un gradiente di vocazionalità. Tale gradiente viene rappresentato in un intervallo compreso tra 0 (non idoneo) e 1 (massimamente idoneo), dando così la possibilità di trasformare i valori del parametro ambientale in un'informazione di preferenza per l'habitat, espresso tra 0 e 1. Esistono in letteratura curve di questo tipo per molte specie ittiche a cui si può far riferimento. Va comunque sottolineato che ogni curva è stata elaborata per la singola specie in areali di distribuzione ben definiti; prima dell'utilizzo delle stesse curve, quindi, va verificato che esse siano applicabili alle condizioni ambientali della zona in cui si va a progettare il passaggio artificiale per pesci. Queste curve e le indicazioni ad esse riferite, comunque, non devono essere prese come dei sostituti degli studi relativi alla capacità natatoria dei pesci, ma solo come uno strumento di supporto temporaneo, in

attesa di ulteriori e più adeguati studi. A titolo di esempio riportiamo le curve di idoneità ambientale della velocità per alcune specie presenti nelle acque italiane:

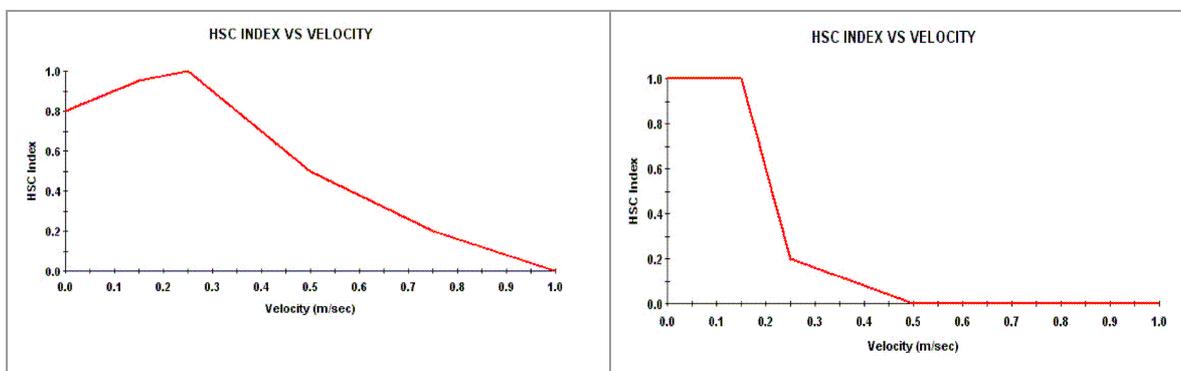


Figura 16. Curve di idoneità alla velocità per il barbo comune (*Barbus plebejus*) in ambiente appenninico (Rambaldi et al. 1997). Fase adulto (a sinistra) e Fase novellame (a destra)

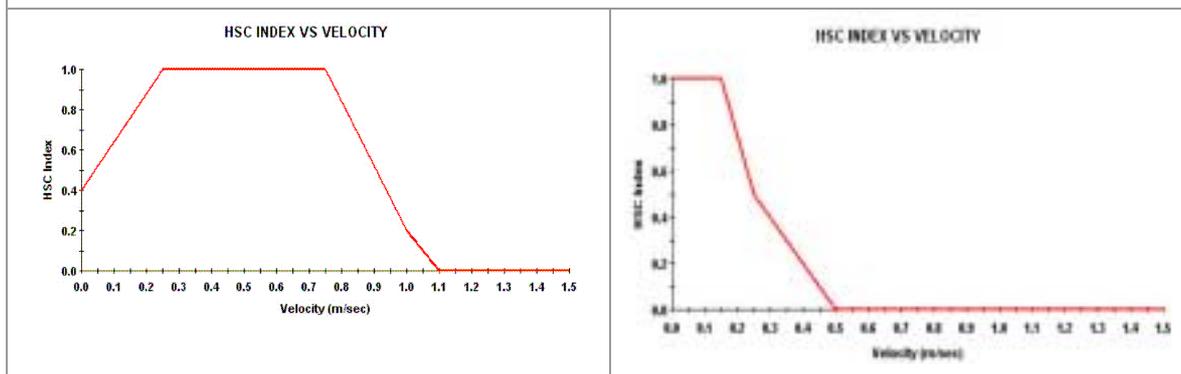


Figura 17. Curve di idoneità alla velocità per il cavedano (*Leuciscus cephalus*) in ambiente appenninico (Rambaldi et al. 1997). Fase adulto (a sinistra) e Fase novellame (a destra)

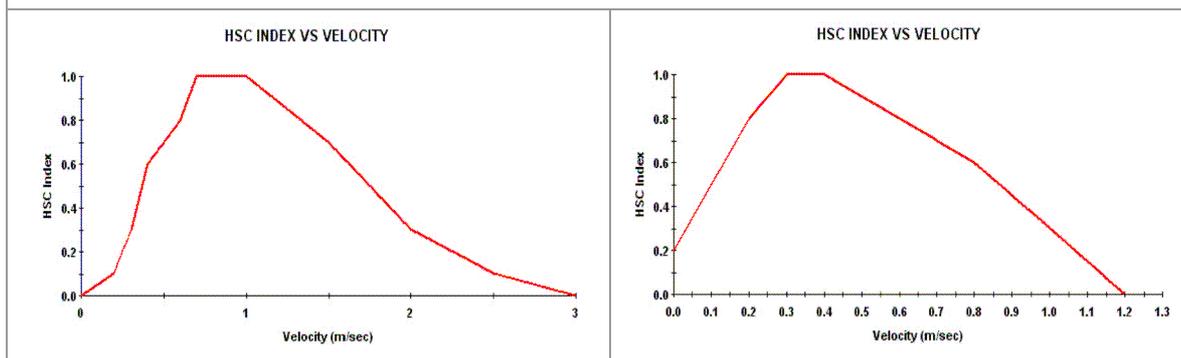


Figura 18. Curve di idoneità alla velocità per la trota fario (*Salmo trutta*) in ambiente appenninico (Maio, comunicazione personale). Fase adulto (a sinistra) e Fase novellame (a destra)

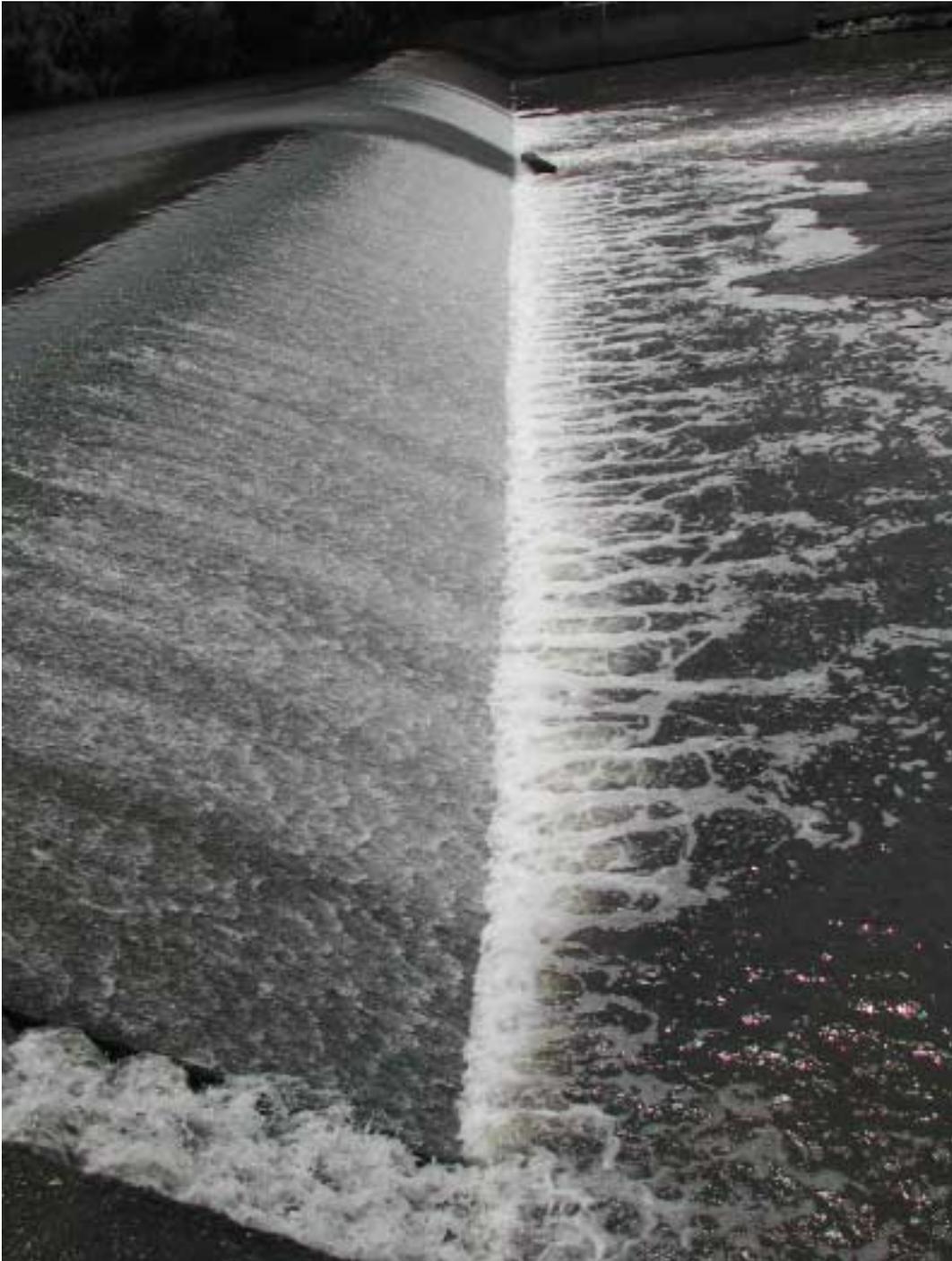


Figura 19. Traversa nel basso corso dell'Arno. L'ombra nera ai piedi del manufatto è un banco di muggini in tentativo di rimonta: l'altezza dello sbarramento e l'inadeguatezza del passaggio artificiale rendono tuttavia impossibile la migrazione (foto Pini Prato)

2 PARTE SPECIALE

Analisi del caso di studio

2.1 Analisi ambientale del sito di intervento

L'area di studio, sita in provincia di Modena, interessa un tratto del fiume Panaro di circa 17 km, tra 170 e 290 m di altitudine, collocata poco a valle della confluenza tra Leo e Scotenna, i due torrenti montani, nati rispettivamente presso Fanano e Fiumalbo, che unendosi in prossimità di Montespecchio danno origine al fiume stesso. Il Panaro propriamente detto nasce dunque nel suo medio corso, un tratto di fondovalle in cui l'alveo si presenta tipicamente ciottoloso e il fiume tende ad assumere la caratteristica morfologia a "canali anastomizzati", in realtà quasi ovunque mascherata da decenni di interventi in alveo che ne hanno radicalmente mutato l'aspetto. Come si vedrà nei paragrafi che seguono, la valle del Panaro presenta tuttavia non pochi elementi di pregio ambientale. Lo stesso tratto di studio, nella sua porzione più bassa, è parzialmente incluso nel Parco Naturale dei Sassi di Roccamalatina, una delle aree naturalistiche più note e importanti della regione Emilia-Romagna. Poco più a valle, tra Vignola e Savignano, il Panaro sbocca in pianura, dove raccoglie gli apporti di importanti affluenti: il Guerro e il Tiepido. Dopo aver superato la via Emilia, il fiume assume la tipica conformazione a meandri e diviene pensile, in quanto costretto tra alti argini; infine entra in territorio ferrarese e, dopo un percorso di 148 km, sfocia nel Po.

Come avviene per il Secchia, l'altro fiume principale della provincia, e per tutti i corsi d'acqua appenninici, il corso del Panaro presenta numerosi sbarramenti che interrompono la continuità fluviale impedendo la libera circolazione dei pesci. In particolare, nel tratto in questione sono presenti quattro importanti briglie, realizzate per garantire la stabilità di altrettanti ponti. Tutte sono oggi prive di strutture atte a garantire gli spostamenti della fauna ittica, mentre nel recente passato solo una di esse, quella di Ponte Chiozzo, era dotata di un passaggio per pesci funzionante, in seguito rimosso.

2.1.1 Sbarramenti presenti

Procedendo da valle verso monte, gli sbarramenti sono:

Nome sbarramento	Distanza tra gli sbarramenti (m)
Casona	Casona - P. Samone 7600 P.Samone - P.Docciola 6100 P.Docciola - P.Chiozzo 3300
Ponte Samone	
Ponte Docciola	
Ponte Chiozzo	

Il primo sbarramento (Casona) è costituito da una briglia “a scatola” con dislivello nettamente superiore agli altri e ripartito in 2 salti, dei quali uno costituisce la vasca di dissipazione. Presso questo sbarramento è prevista la realizzazione di una centrale idroelettrica. Gli altri sbarramenti sono invece caratterizzati da avere salto unico, modesta altezza, ed essere realizzati per contenere l’erosione del fondo in vicinanza di ponti con lo scopo di fissare le quote di fondo assicurando che non avvenga lo scalzamento dei piloni dei suddetti attraversamenti viari. Un caso a parte è costituito dall’ultimo sbarramento, Ponte Chiozzo, che costituiva di per sé la fondazione dei piloni di un ponte, prima che questo fosse demolito per essere ricostruito circa 100 metri a valle. Con la demolizione del ponte fu demolito anche il vecchio passaggio per pesci, ritenuto funzionante dall’Amministrazione Provinciale. Anche presso lo sbarramento di Ponte Docciola era stato realizzato un passaggio per pesci, ma fu mal progettato e pertanto non ha mai funzionato. Adesso è praticamente distrutto.



Figura 20. Cartografia dell'area di studio, localizzazione degli sbarramenti e delle aree di campionamento (grafica Gianaroli)



Figura 21. Sbarramento Casona (foto Pini Prato)



Figura 22. Sbarramento Ponte Samone (foto Pini Prato)



Figura 23. Sbarramento Ponte Docciola. La freccia indica il P.p.P. (foto Pini Prato)



Figura 24. Sbarramento Ponte Chiozzo (foto Pini Prato)

2.1.2 Rappresentatività del caso-studio per il panorama fluviale regionale (Appennino Tosco-Emiliano)

L'area di studio si colloca nel medio corso, o tratto collinare, del Panaro, un fiume recante l'impronta di attività umane che, per la verità, nel corso dei secoli si sono più che altro adattate a seguirne le inclinazioni e svilupparne alcune caratteristiche senz'altro positive ed interessanti nell'incessante prospettiva di sviluppo economico. Purtroppo nella seconda metà del secolo scorso sono nate e si sono potenziate attività che hanno radicalmente modificato molti degli aspetti fisici ed ambientali del fiume. Ecco quindi che di volta in volta, da quest'area, sono state tratte alcune derivazioni che hanno potenziato le sottrazioni di acqua, ad esempio per uso irriguo, che non si limitano all'ambito locale, ma arrivano fin nell'alta pianura, ora anche per finalità igieniche. Sono quasi del tutto sparite invece le molteplici rogge un tempo al servizio dei tanti molini per cereali e castagne, una caratteristica d'uso che ha modificato anche il nome di questo corpo idrico che prima di essere chiamato "fiume per il pane" un tempo era noto fino in pianura col suo nome montano, Scoltenna. Dal punto di vista ambientale, in senso lato, il tratto collinare del Panaro costituisce la zona di transizione fra l'ambiente dei torrenti montani e quello dell'alta pianura: l'aspetto più caratteristico era ed è ancora in un insieme dinamico di larghi alvei di magra e di piena, costituiti soprattutto da banchi di ghiaie di medie dimensioni fra i quali spesso si formano meandri che rallentano la corrente e favoriscono il temporaneo deposito di limi grossolani. In questa zona al fiume arrivano anche gli apporti di numerosi rii collinari caratterizzati in genere da un regime ancor più marcatamente torrentizio e che durante le piene assicurano al fondovalle un caratteristico trasporto solido che deriva da versanti prevalentemente dominati dalla presenza di argille, ma ricchi anche di ghiaie e, in minor misura, di sabbie. Il secolare interesse per l'estrazione di tali risorse direttamente dagli alvei, ha provocato consistenti

modifiche negli assetti idrogeologici locali, con pesanti conseguenze nella stabilità dei versanti e degli alvei a monte delle zone interessate dalle estrazioni. Proprio per cercare attenuare le instabilità degli alvei e dei versanti, negli ultimi decenni le autorità competenti hanno dotato i siti più critici del fiume di briglie, di varie fogge e dimensioni, che però ne hanno frazionato la continuità ambientale. Tale frazionamento, oltre ad alcuni importanti effetti ecologici, ha soprattutto impedito ai singoli popolamenti ittici di poter sfruttare le potenzialità ecologiche di tutta l'asta del fiume, sequestrandoli nei singoli tratti fra le differenti briglie. Le suddette caratteristiche ambientali si ripetono con molte analogie nelle tratte collinari e basso-montane di buona parte dei fiumi e dei torrenti dell'Appennino Tosco-Emiliano e lo stesso vale per le alterazioni ambientali prodotte dall'azione dell'uomo. L'area di studio costituisce pertanto un ambito elettivo per l'elaborazione di un modello di studio e la progettazione di interventi di ripristino e mitigazione d'impatto. Purtroppo l'entità delle modificazioni ambientali che questa tratta di fiume ha subito nella sua parte più a valle sono tali da non rendere immaginabile o proponibile il ripristino di un popolamento ittico ricco e complesso che per le sue manifestazioni più eclatanti, fino a non molti decenni or sono, dipendeva dal massiccio arrivo stagionale di migratori "marini" come la cheppia (*Alosa fallax*) e l'anguilla (*Anguilla anguilla*), che penetravano (rispettivamente per la riproduzione e per l'accrescimento) molto addentro nelle valli montane. La fauna tipica di questo tratto comprende peraltro anche diverse specie ciprinicole come lasca (*Chondrostoma genei*) e vairone (*Leuciscus souffia muticellus*), che necessitano di poter spaziare per la frega e lo sviluppo in tratte fluviali molto sviluppate che consentano alle popolazioni di spostarsi stagionalmente fra l'alta pianura e la bassa montagna. La frammentazione della continuità fluviale produce quindi gravi danni a queste specie che, impedito nel loro transito verso le aree di frega, finiscono per non riprodursi o, più probabilmente, per sfruttare a tal scopo ambienti sub-ottimali, conseguendo successi riproduttivi assai

meno favorevoli. A ciò si deve aggiungere il danno prodotto in seguito all'isolamento riproduttivo delle sottopopolazioni che si vengono a creare ai due lati degli sbarramenti, problematica che investe non solo le specie migratrici ma l'intero popolamento ittico, che comprende anche specie ecologicamente più adattabili e stanziali, come il cavedano (*Leuciscus cephalus cabeda*) e il barbo (*Barbus plebejus*), che in passato beneficiavano della possibilità di continui scambi genici fra le cospicue popolazioni alto-planiziali e montane. A completamento del quadro ittiofaunistico del medio corso del Panaro, dobbiamo citare anche specie legate ad ambienti marginali (lanche, rami secondari, zone a corrente più lenta) come il ghiozzo padano (*Padogobius martensii*) e il cobite (*Cobitis taenia*) o addirittura ad affluenti e corpi idrici minori, come il gobione (*Gobio gobio*), basti pensare che quest'ultimo era noto localmente come *munarèin* per la sua abbondanza nelle rogge dei mulini. Un macrocrostaceo, il gambero di fiume (*Austropotamobius pallipes*) è parimenti una presenza caratteristica delle rogge, anche se un tempo colonizzava con continuità tutti i corsi d'acqua del bacino fino a quote elevate. Tali specie, spesso considerate "minori" in quanto poco note e di scarso interesse per la pesca sportiva, rappresentano invece importanti componenti della biodiversità e sono oggi minacciate da gravi forme di impatto, come la già citata eliminazione di habitat, la banalizzazione morfologica degli alvei, la scarsità d'acqua, l'inquinamento.

Una ricomposizione della continuità fluviale che elimini quanto meno le soluzioni di continuum costituite dalle briglie prese in esame dovrebbe riassicurare mobilità ai popolamenti delle specie ittiche che ancora caratterizzano i diversi segmenti in cui si trova artificialmente frazionato, da alcuni decenni, questo tratto del fiume Panaro.

2.1.3 Limiti del modello scelto

Come sottolineato al paragrafo precedente, la zona prescelta, dal punto di vista ambientale e ittiofaunistico, risulta simile a molti dei torrenti e dei fiumi della parte collinare e basso montana della Regione. Tuttavia è da evidenziare la spiccata eterogeneità delle situazioni fisiche determinate dai manufatti e dalle modifiche antropiche collegabili agli effetti delle opere idrauliche, così come le attività umane sviluppatasi proprio grazie alla presenza dei manufatti stessi. In definitiva non è possibile separare le considerazioni sull'impatto ittiofaunistico di una singola briglia dalle considerazioni che si devono necessariamente sviluppare circa la sommatoria degli effetti causati dalla manutenzione idraulica ordinaria e straordinaria, dagli interventi di difesa del suolo, dalle opere di ingegneria stradale e civile che normalmente si addensano attorno a siti simili (strade, ponti, insediamenti, cave, etc.).

Pertanto l'area presa in considerazione è stata prescelta per la possibilità di potervi sviluppare criteri di analisi e di proporvi modelli progettuali, evidenziandone soprattutto gli aspetti didattici e propositivi che potrebbero essere riproposti per situazioni ambientalmente analoghe, ma senza voler far assumere a questo modello il valore di un cliché progettuale riproponibile tal quale altrove. È infatti noto che ogni singola situazione di interruzione della continuità fluviale richiede comunque una soluzione tipologica e dimensionale specifica, adattata a misura delle innumerevoli, grandi e piccole variabili che ogni caso di studio necessariamente evidenzia.

In definitiva il modello operativo scelto per la presente iniziativa seminariale consiste in un caso studio la cui validità specifica è definita in relazione al territorio nel quale si colloca. Il medio corso del Panaro rappresenta infatti una realtà tipica dell'Appennino Emiliano e pertanto il progetto è calibrato per una casistica limitata a questa zona geografica. Il progetto finanziato dalla Provincia di Modena, ha effettivamente tra gli scopi la formazione e lo studio di casi

rappresentativi sul territorio provinciale, in modo da poter operare sul lungo periodo con un protocollo riproponibile e di testata funzionalità. Ciò non toglie comunque validità all'approccio metodologico riportato in questo manuale a qualunque altro caso, in quanto, qualunque sia l'ambiente in cui si operi, sono sempre gli stessi gli *step* da percorrere. In sostanza, pur variando le considerazioni ambientali, e quindi le scelte tecniche, sono sempre pre-ordinati i passi per produrre un corretto progetto di P.p.P.



Figura 25. Scorcio del Fiume Panaro nel tratto in esame (foto Pini Prato)

2.1.4 Interesse dell'Amministrazione Provinciale per la conservazione di specie che compiono spostamenti di corto raggio in zone di elevato valore naturalistico

La frammentazione della continuità fluviale causata dall'inserimento di barriere insormontabili per i pesci, rappresenta un problema di rilevante importanza ai fini della conservazione dell'ittiofauna autoctona. A livello locale, la tutela dei ciprinidi reofili e delle specie ad essi associate assume una particolare valenza, in considerazione del fatto che tali comunità ittiche a tutt'oggi conservano, nonostante le pesanti alterazioni ambientali, un elevato livello di naturalità. Infatti, mentre le comunità del basso corso sono ormai irrimediabilmente alterate dall'invasiva presenza delle numerose specie alloctone e le popolazioni salmonicole dell'alto corso vedono la propria connotazione locale compromessa dall'inquinamento genetico provocato dai ripopolamenti, nel medio corso troviamo ancora popolamenti ittici piuttosto ben conservati sotto il profilo qualitativo, se si esclude la pur grave assenza dei migratori a lungo raggio citata in precedenza. Ciononostante, è molto evidente come essi stiano andando incontro a fenomeni di calo numerico e progressiva riduzione di areale, in particolare a carico delle specie ecologicamente più esigenti. Da un punto di vista conservazionistico, si rileva come la quasi totalità dei pesci presenti in tali tratti sia riconosciuta d'importanza comunitaria o nazionale, come i già citati barbo, vairone e lasca, unitamente a cobite (*Cobitis taenia*), ghiozzo padano (*Padogobius martensii*) - inclusi in All. II dir. 92/43/CEE "Habitat" - e gobione (*Gobio gobio*), proposto dal Comitato Scientifico del Progetto Bioitaly per l'inserimento nella suddetta direttiva. Per una valutazione completa del problema, è opportuno considerare anche lo stato di conservazione a livello locale delle suddette specie. In particolare, notiamo come il gobione ed il cobite siano annoverati nella Lista Rossa dei pesci del modenese (che include le specie considerate

vulnerabili, minacciate e gravemente minacciate), mentre per la lasca è stato documentato, negli ultimi 20 anni, un sensibile calo numerico sul territorio provinciale.

L'area di studio del presente lavoro è stata selezionata in quanto rappresentativa del medio corso di fiumi provinciali, e più in generale appenninici, e al contempo per l'interesse conservazionistico delle specie ivi presenti. Gli ecosistemi fluviali di questo tratto del fiume Panaro sono peraltro oggetto da tempo di misure di particolare tutela. Parte di esso è infatti incluso nel Parco Regionale dei Sassi di Roccamalatina. Qui vengono inoltre attuate da tempo forme di gestione alieutica a scarso impatto ambientale, come il *catch and release*.



Figura 26. Tratto gestito con la forma *catch and release* (foto Pini Prato)

2.2 Indagine del popolamento ittico del Panaro nel tratto di interesse

L'indagine ittiologica nell'area di studio è stata effettuata sulla base dei criteri metodologici definiti nella parte generale, alla quale si rimanda per i dettagli. In particolare, si è ritenuto opportuno, in primo luogo, tenere in debita considerazione quanto noto dalla bibliografia circa il tratto di fiume Panaro in questione. I riferimenti bibliografici sono di seguito riportati:

- ***Fauna ittica delle province di Modena e Reggio Emilia***, di Ferri, Sala e Tongiorgi (1985), edito da Provincia di Modena e FIPSAS sez. di Modena. Questa pubblicazione riporta dati, per lo più acquisiti indirettamente, che rappresentano la base conoscitiva di partenza per tutti gli studi ittiologici effettuati in seguito nella provincia di Modena;
- ***Elementi di base per la predisposizione della Carta Ittica Regionale*** (capitolo relativo alle Province di Modena e Reggio Emilia) di Sala, Spampinato e Tongiorgi (1992), edito dalla Regione Emilia-Romagna. Lo studio, effettuato nel 1988, include l'analisi del popolamento ittico di un tratto di fiume Panaro incluso nell'area di studio (v. Figura 20) e risulta pertanto assai utile ai fini di un confronto significativo con la situazione pregressa;
- ***L'ittiofauna modenese 15 anni dopo la prima carta ittica***, di Sala, Gianaroli e Tongiorgi (2000). Si tratta dello studio più recente tra quelli pubblicati e comprende l'esame di n. 3 stazioni comprese o comunque prossime all'area di studio, indagate nel periodo 1998-2000.

L'analisi dei dati pregressi evidenzia in particolare la presenza di popolazioni di lasca, specie particolarmente sensibile all'impatto degli sbarramenti e protagonista del calo numerico generalizzato citato in precedenza. Oltre ad altri ciprinidi reofili (barbo, cavedano e vairone) e al ghiozzo padano, più o meno comuni, sono stati rinvenuti il gobione ed

il cobite, specie per lo più occasionali, la cui rarefatta presenza in loco ne rispecchia lo stato di conservazione sull'intero territorio, mentre la sporadica presenza della trota fario non è rilevante da un punto di vista faunistico, in quanto l'area ha un'evidente vocazione ciprinicola.

Tabella 3. Dati dei campionamenti ittici effettuati nei pressi dell'area di studio negli anni 1998-99 (da Sala et al., 2000, modificato). Gli indici di abbondanza sono codificati nella parte generale

Specie	Indice di abbondanza		
	Staz. A	Staz. B	Staz. C
Barbo comune (<i>Barbus plebejus</i>)	5	5	5
Cavedano (<i>Leuciscus cephalus cabeda</i>)	5	4	1
Vairone (<i>Leuciscus souffia muticellus</i>)	3	3	4
Lasca (<i>Chondrostoma genei</i>)	4	4	4
Ghiozzo padano (<i>Padogobius martensii</i>)	4	3	1
Gobione (<i>Gobio gobio</i>)	1	-	1
Cobite (<i>Cobitis taenia</i>)	1	-	-
Trota fario (<i>Salmo trutta trutta</i>)	-	-	1

2.2.1 Campionamenti ittici e individuazione delle specie target

Per le finalità del presente lavoro, si è reso necessario effettuare uno studio *ad hoc*, con i seguenti obiettivi:

- aggiornare le conoscenze circa lo status della fauna ittica, al contempo integrandole con dati quantitativi che permettessero di individuare, grazie al confronto con i dati pregressi, eventuali dinamiche in atto nei popolamenti del tratto in questione;
- confermare e integrare la lista delle specie target, ovvero le principali specie di riferimento per la progettazione dei passaggi;
- definire, con un sufficiente grado di dettaglio, le strutture di popolazione delle singole specie, al fine di individuare le potenzialità di utilizzo, in particolare da parte dei riproduttori, dei passaggi per pesci e consentirne il corretto dimensionamento;

Per l'indagine ittiologica, il tratto in esame è stato suddiviso in 5 settori, delimitati dagli sbarramenti di Ponte Casona, Ponte Samone, Ponte Doccia e Ponte Chiozzo. Le stazioni in cui effettuare i campionamenti ittici sono state selezionate sulla base dell'accessibilità e della

rappresentatività delle stesse nei confronti dei diversi settori. Ciò ha comportato, ove opportuno, di campionare più stazioni all'interno di un medesimo settore (Tabella 4), tenendo poi in considerazione, ai fini delle elaborazioni, i valori medi dei diversi parametri ittologici. Sono state in totale campionate 9 stazioni (Figura 20).

I campionamenti sono stati effettuati in data 13-14-15 luglio 2005, utilizzando apparecchi per l'elettropesca (Figura 27). Per la stima dei valori di densità e biomassa, i tratti di campionamento sono stati chiusi con una rete di sbarramento; sono stati quindi effettuati, di norma, due passaggi di elettropesca, ritenuti sufficienti ad ottenere, con il metodo di Moran-Zippin, di cui alla parte generale, una stima attendibile della densità. In alcuni casi, una sola passata è stata ritenuta sufficiente ad ottenere una stima attendibile, applicando in fase di elaborazione, un opportuno fattore di correzione pari al valore di catturabilità riscontrato con il metodo dei passaggi successivi in stazioni vicine.

Degli esemplari catturati sono stati rilevati peso (P) e lunghezza totale (LT), per il calcolo della biomassa e la definizione della struttura di popolazione delle singole specie. La struttura di popolazione è stata esaminata suddividendo gli esemplari campionati in classi dimensionali riferite alla lunghezza totale (LT) con intervallo pari a 1 cm tra una classe e l'altra. L'individuazione delle classi dimensionali che compongono lo stock dei riproduttori è stata desunta dal confronto con dati bibliografici.

Tabella 4. Settori e relativo numero di stazioni di campionamento

	Settore	Stazioni
1	A valle di Ponte Casona	1
2	Ponte Casona - Ponte Samone	2, 3, 4
3	Ponte Samone - Ponte Docciola	5
4	Ponte Docciola - Ponte Chiozzo	6, 7
5	A monte di Ponte Chiozzo	8, 9



Figura 27. Una fase dei campionamenti ittici (foto Gianaroli)

Sono state rinvenute n. 7 specie: lasca, barbo comune, cavedano, vairone, gobione, trota iridea, ghiozzo padano. La specie più comune e, al contempo, più rappresentata in termini di biomassa è il barbo, mentre la presenza della trota iridea è del tutto occasionale, essendo stato rinvenuto un solo esemplare in un'unica stazione di campionamento (Tabb. 5, 6; Figura 28, Figura 29).

Tabella 5. Densità delle specie rinvenute nei diversi settori dell'area di studio

Specie	Densità (indd/m ²)					
	Settori					Media
	1	2	3	4	5	
Lasca <i>Chondrostoma genei</i>	0,0088	0,0033	0,0000	0,0018	0,0003	0,0028 ± 0,0036
Barbo <i>Barbus plebejus</i>	0,1815	0,1149	0,0969	0,1168	0,1329	0,1286 ± 0,0322
Cavedano <i>Leuciscus cephalus</i>	0,1045	0,0185	0,0070	0,0055	0,0397	0,0350 ± 0,0412
Vairone <i>Leuciscus souffia</i>	0,0635	0,0323	0,0353	0,0507	0,4661	0,1296 ± 0,1885
Gobione <i>Gobio gobio</i>	0,0022	0,0008	0,0000	0,0007	0,0000	0,0007 ± 0,0009
Trota iridea <i>Oncorhynchus mykiss</i>	0,0000	0,0000	0,0000	0,0002	0,0000	0,0000 ± 0,0001
Ghiozzo <i>Padogobius martensii</i>	0,0066	0,0101	0,0059	0,0034	0,0035	0,0059 ± 0,0027
TOTALE	0,3672	0,1799	0,1451	0,1792	0,6425	0,3028 ± 0,2091

Tabella 6. Biomassa delle specie rinvenute nei diversi settori dell'area di studio

Specie	Densità (indd/m ²)					
	Settori					Media
	1	2	3	4	5	
Lasca <i>Chondrostoma genei</i>	0,2869	0,0906	0,0000	0,0278	0,0010	0,0813 ± 0,1207
Barbo <i>Barbus plebejus</i>	3,7572	2,7863	5,5872	2,7027	3,0921	3,5851 ± 1,1935
Cavedano <i>Leuciscus cephalus</i>	1,6609	0,5291	0,4130	0,1863	0,9785	0,7536 ± 0,5835
Vairone <i>Leuciscus souffia</i>	0,4155	0,1306	0,2630	0,3478	2,6607	0,7635 ± 1,0659
Gobione <i>Gobio gobio</i>	0,0096	0,0117	0,0000	0,0092	0,0000	0,0061 ± 0,0056
Trota iridea <i>Oncorhynchus mykiss</i>	0,0000	0,0000	0,0000	0,0721	0,0000	0,0144 ± 0,0323
Ghiozzo <i>Padogobius martensii</i>	0,0228	0,0118	0,0187	0,0146	0,0130	0,0162 ± 0,0045
TOTALE	0,3672	6,1530	3,5601	6,2818	3,3606	6,7452 ± 5,2201

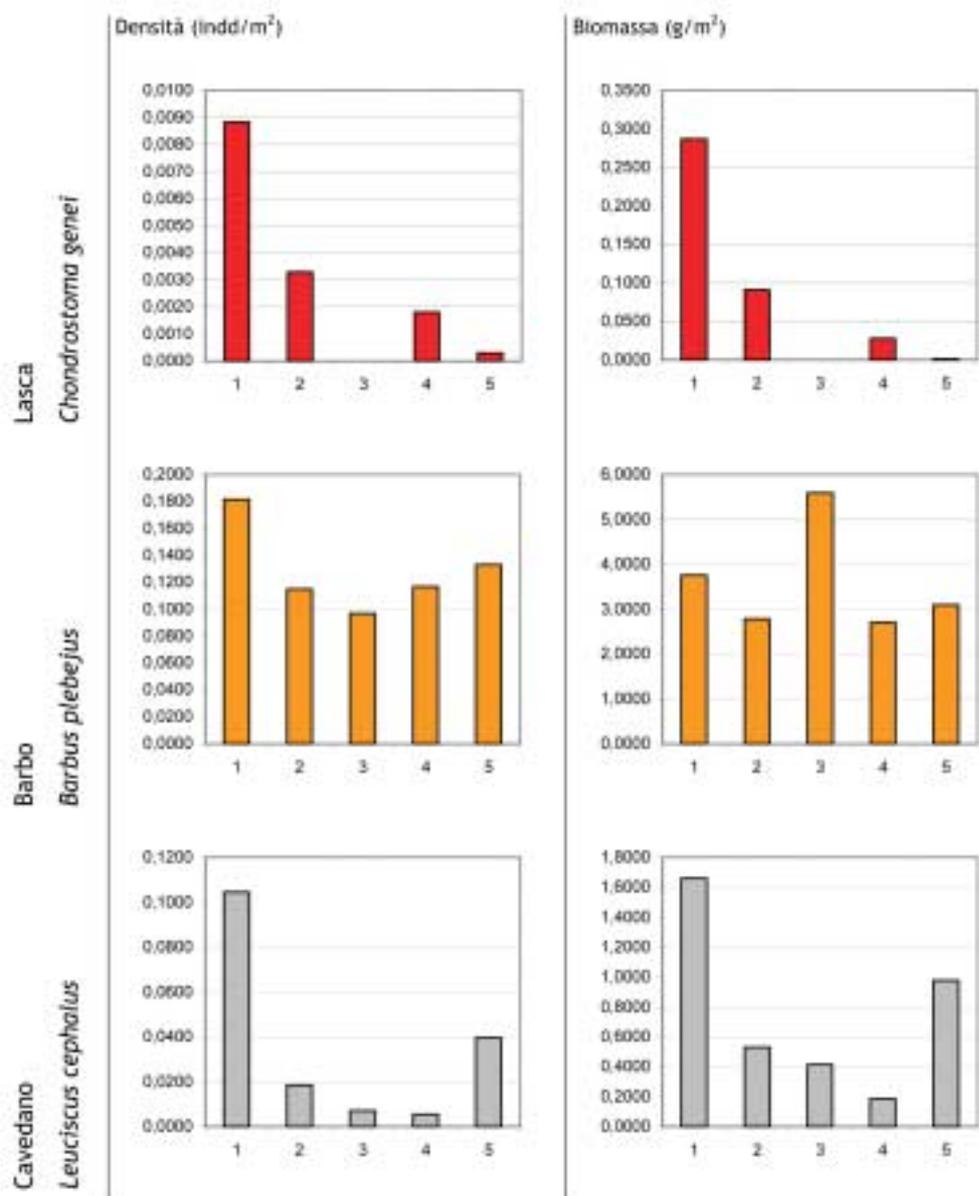


Figura 28. Grafici della densità e della biomassa di lasca, barbo e cavedano nei diversi settori indagati (1-5)

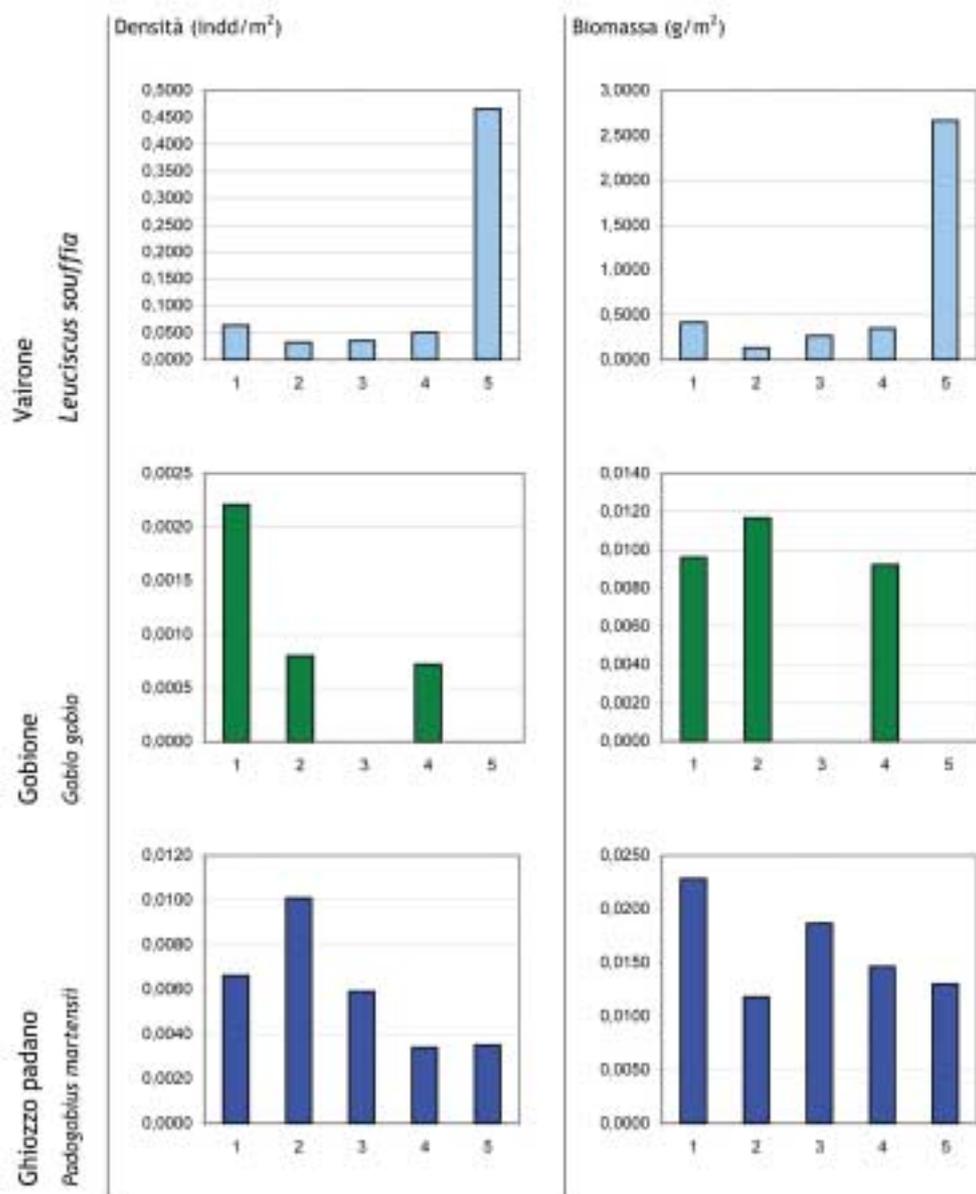


Figura 29. Grafici della densità e della biomassa di vairone, gobione e ghiozzo padano nei diversi settori indagati (1-5)

Lasca (*Chondrostoma genei*)

La lasca (Figura 30) presenta densità e biomassa estremamente basse ed aventi lo stesso andamento degradante verso le altitudini maggiori (Fig. 8). La presenza della specie a quote decisamente più elevate rispetto al tratto in esame, nota dai dati pregressi, anche con densità maggiori, dimostra che la progressiva rarefazione della specie nei settori indagati non è attribuibile a condizioni ecologiche generali. Inoltre, le indagini effettuate in tratti più a valle rivelano una presenza molto più massiccia della specie. Tale situazione suggerisce che l'interruzione della continuità fluviale stia contribuendo in modo significativo al declino di questa specie che, dato l'elevato valore conservazionistico, può a pieno diritto essere assunta quale principale specie target del caso di studio. La struttura di popolazione appare di impossibile valutazione a causa del numero estremamente basso di catture. A puro titolo indicativo si riportano le distribuzioni percentuali dei pochi individui campionati nelle diverse classi dimensionali (Figura 31). Il reclutamento appare assente o pressoché tale. Le taglie oscillano fra 6 e 20 cm circa.



Figura 30. Lasca (foto Gianaroli)

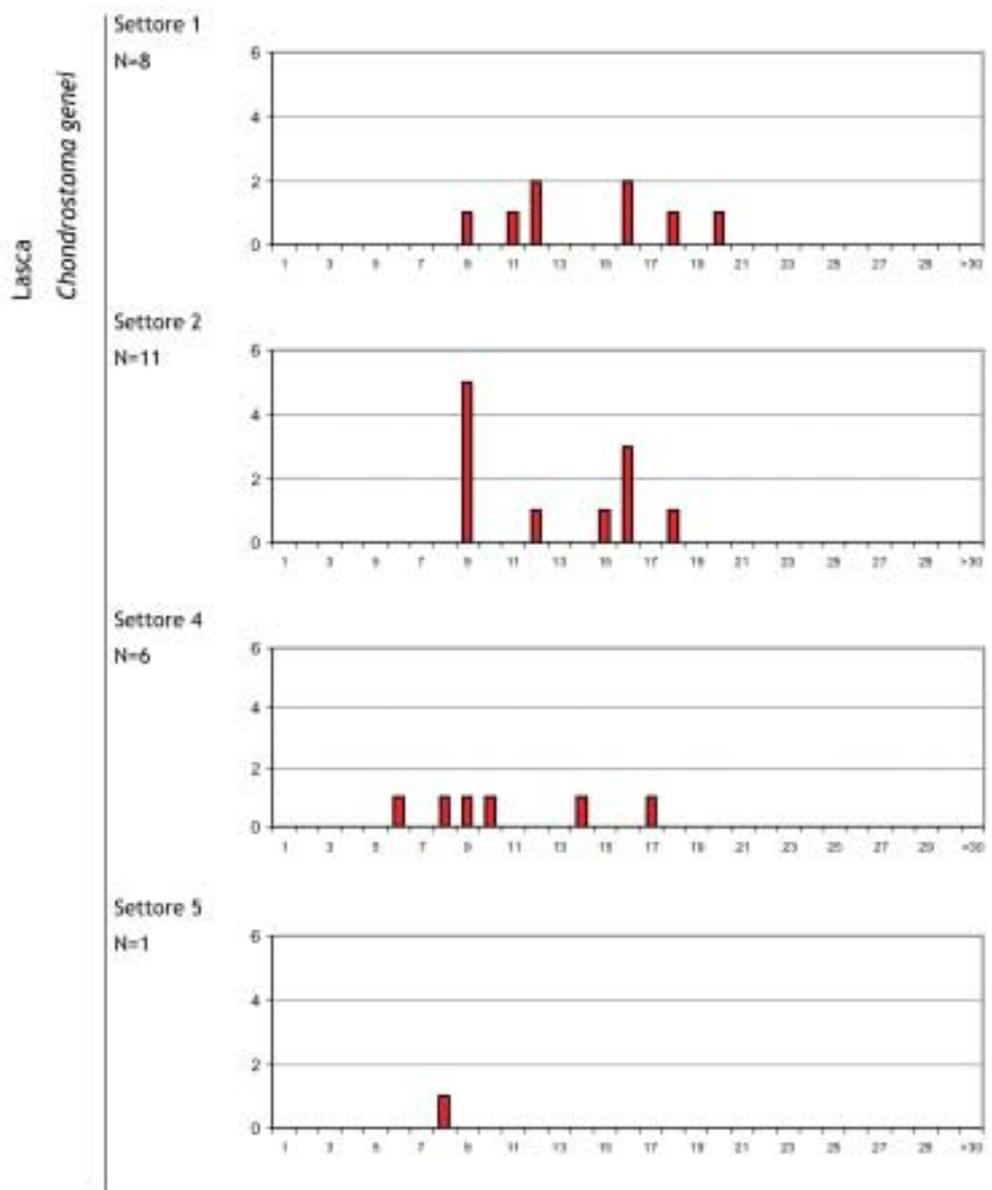


Figura 31. Struttura di popolazione della lasca nei settori indagati per classi dimensionali riferite alla lunghezza totale misurata in cm

Barbo (*Barbus plebejus*)

Il barbo (Figura 32) è la specie più rappresentata, in termini di biomassa, in tutti i settori considerati, mentre solo nel settore 5 la sua densità viene superata da quella del vairone (Figura 28, Figura 29). Non si evidenziano differenze particolarmente evidenti nei diversi settori: le popolazioni sono ovunque discretamente strutturate, anche se il reclutamento sembra in generale piuttosto scarso (Figura 33). Sulla base di quanto noto dalla letteratura, i riproduttori appartengono alle classi d'età uguali o superiori a 2+ per i maschi e 3+ per le femmine. La distribuzione dei picchi di frequenza delle classi dimensionali delle popolazioni in esame, indica che tali classi d'età corrispondono a dimensioni superiori a 10 cm circa.

Nonostante non presenti particolari problematiche di conservazione, la specie può essere considerata quale target in quanto fortemente caratterizzante, da un punto di vista ecologico, il tratto in esame, nonché specie ad elevata mobilità per finalità trofiche e riproduttive.



Figura 32- Barbo (foto Gianaroli)

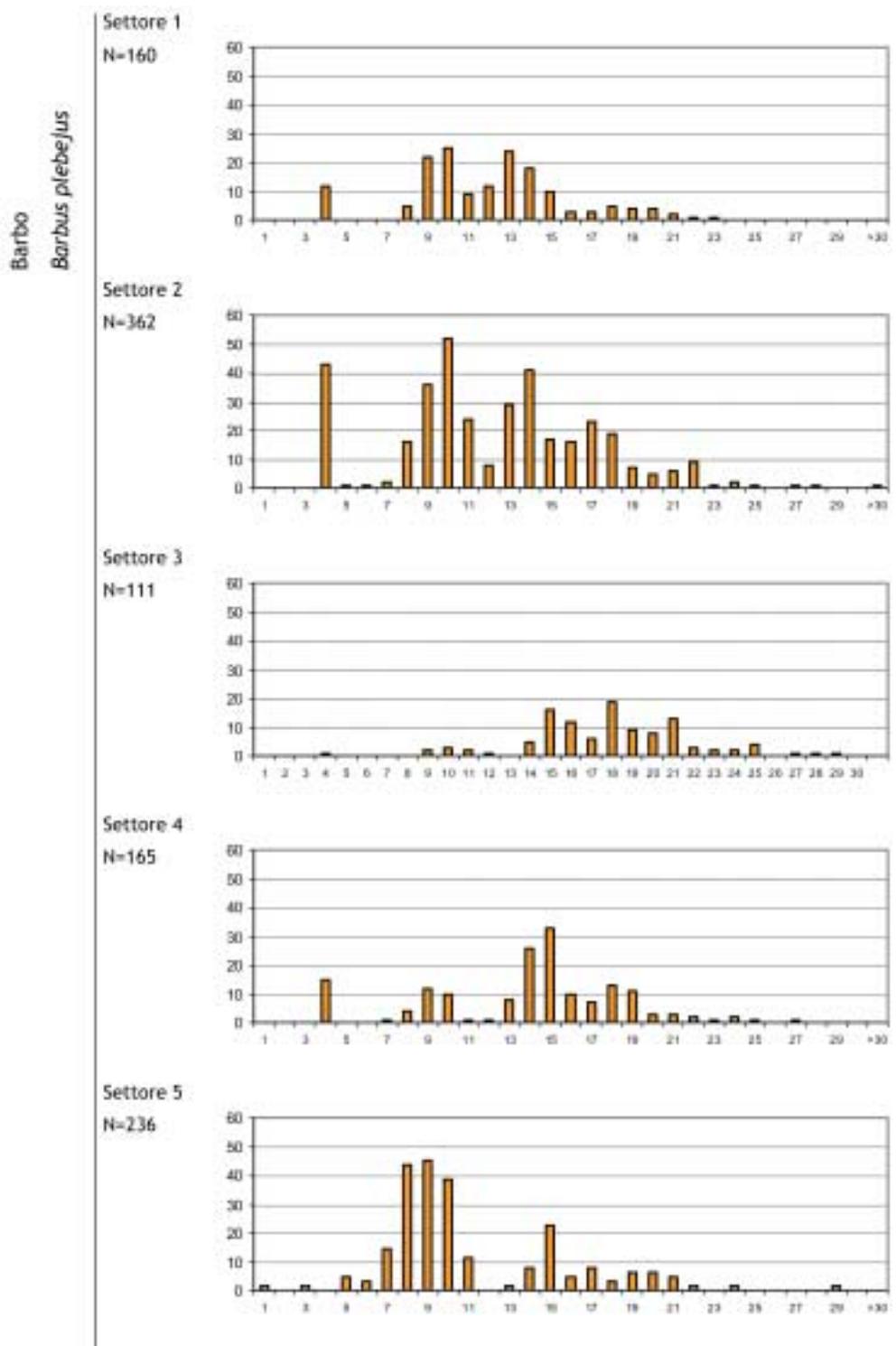


Figura 33. Struttura di popolazione del barbo nei settori indagati per classi dimensionali riferite alla lunghezza totale misurata in cm

Cavedano (*Leuciscus cephalus*)

Sebbene sia piuttosto comune nel tratto in esame (Figura 28), il cavedano (Figura 34) presenta densità e biomassa in forte calo, se confrontate con quelle rilevate nel 1988 nel tratto in esame.

La struttura di popolazione (Figura 35) è ben equilibrata nelle diverse classi dimensionali nei settori 1 e 2. A partire dal settore 3 si verifica una progressiva scomparsa prima degli esemplari di dimensioni più elevate e in seguito del novellame. Nelle classi dimensionali superiori agli 8 cm si assiste ad un certo livellamento delle frequenze, che rende difficile individuare picchi di frequenza. Si ritiene sufficientemente cautelativo considerare i 10 cm come misura minima dei riproduttori (classi d'età 2+ e superiori).

Sebbene non possa essere considerato a rischio, si ritiene che il cavedano debba essere incluso nella lista delle specie target, in quanto specie fortemente caratterizzante il tratto in esame e al contempo in calo numerico.



Figura 34. Cavedano (foto Gianaroli)

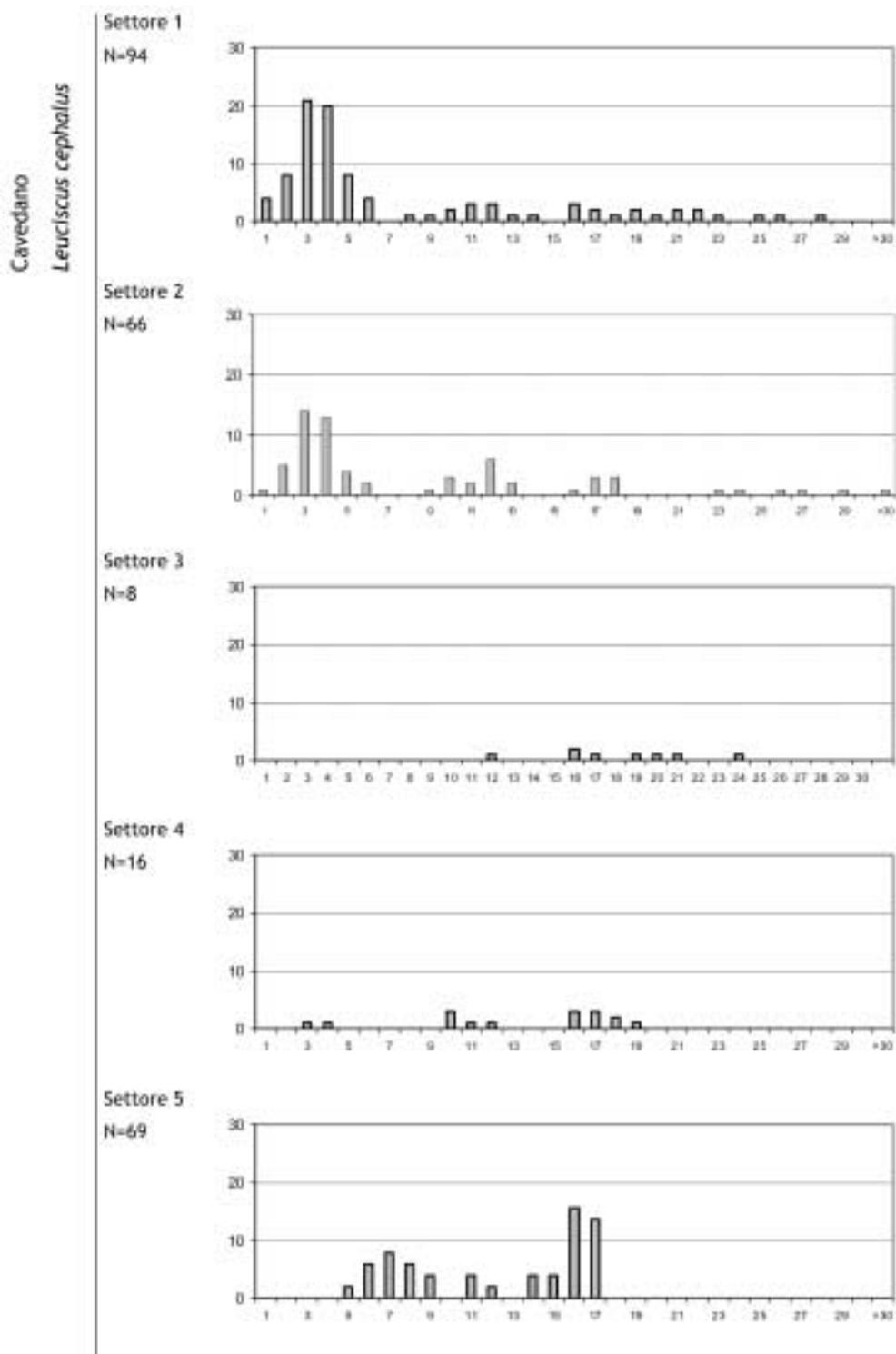


Figura 35. Struttura di popolazione del cavedano nei settori indagati per classi dimensionali riferite alla lunghezza totale misurata in cm

Vairone (*Leuciscus souffia*)

Il vairone (Figura 36) è ben rappresentato sia in termini di densità che di biomassa in tutti i settori considerati (Figura 29). Nel settore 5 si ha un netto incremento della sua presenza, probabilmente legata a fattori ecologici generali. La zona a più alta vocazionalità per la specie si colloca infatti al limite superiore del tratto a ciprinidi reofili.

La struttura di popolazione appare in generale ben equilibrata (Figura 37). Le classi d'età superiori alla 1+ si distribuiscono intorno al picco di frequenza dei 9 cm.

Il vairone conferma pertanto il suo elevato livello di rappresentatività per il tratto in esame e quindi è da ritenersi incluso nella lista delle specie target, anche in virtù delle spiccate caratteristiche di mobilità.



Figura 36. Vairone (foto Gianaroli)

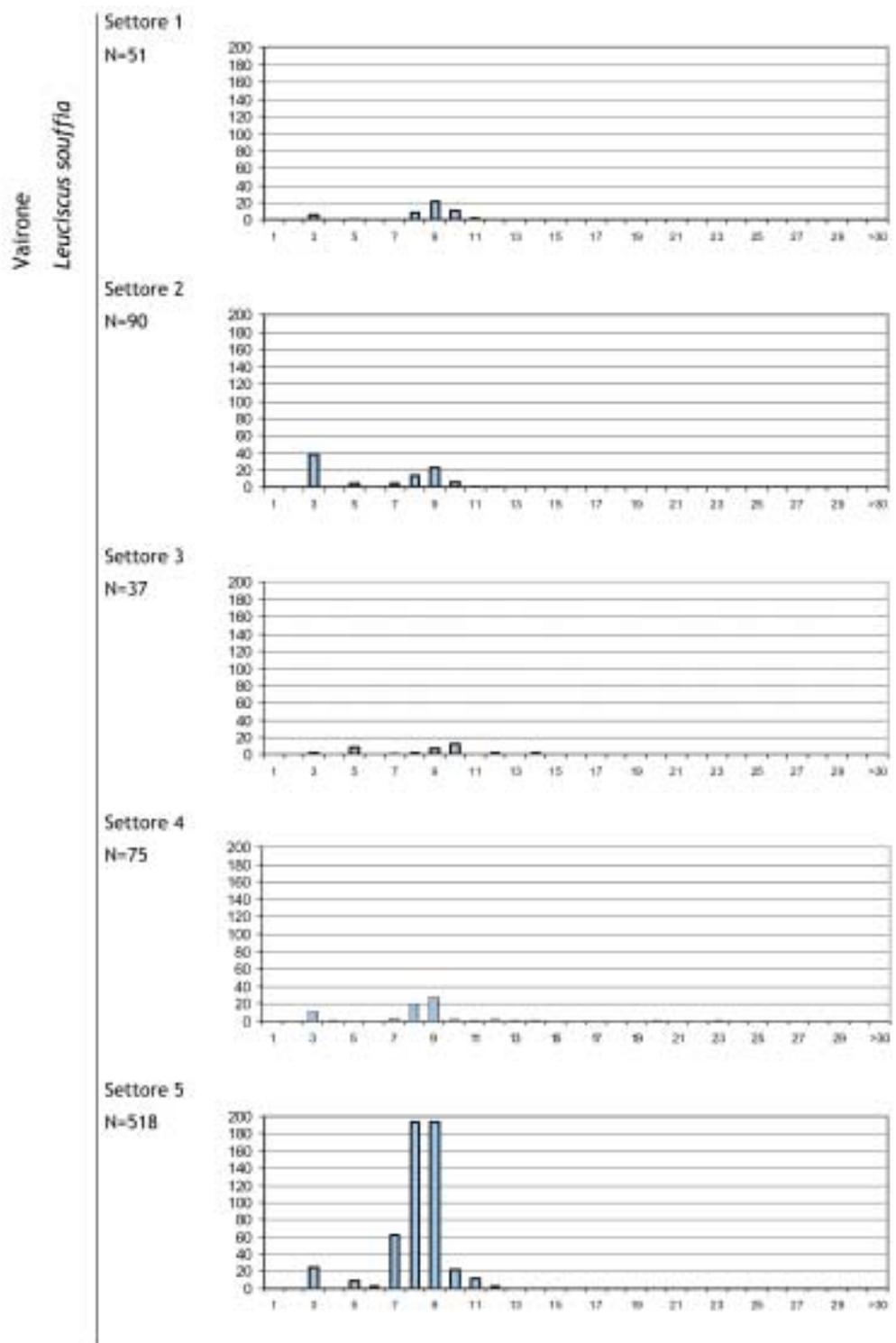


Figura 37. Struttura di popolazione del vairone nei settori indagati per classi dimensionali riferite alla lunghezza totale misurata in cm

Gobione (*Gobio gobio*)

Il gobione (Figura 38) è specie assai rara (Figura 29). Il confronto con i dati del recente passato (1998-2000) non evidenzia cambiamenti di rilievo nel suo status.

L'assoluta occasionalità dei ritrovamenti non consente di tracciare una struttura di popolazione minimamente attendibile. Non è da considerarsi tra le specie target.



Figura 38. Gobione (foto Gianaroli)

Ghiozzo padano (*Padogobius martensii*)

Il ghiozzo (Figura 39) è relativamente comune nel tratto considerato. La densità e la biomassa della specie subiscono una certa diminuzione verso i settori ad altitudine maggiore (Figura 29). Le popolazioni sono nel complesso ben strutturate, con buoni livelli di reclutamento, almeno nei settori più bassi (Figura 40). Il compattamento degli adulti intorno alla classe modale 7-8 cm corrisponde a quanto noto per la specie dalla letteratura. Il ghiozzo non è da includersi tra le specie target.



Figura 39. Ghiozzo padano (foto Gianaroli)

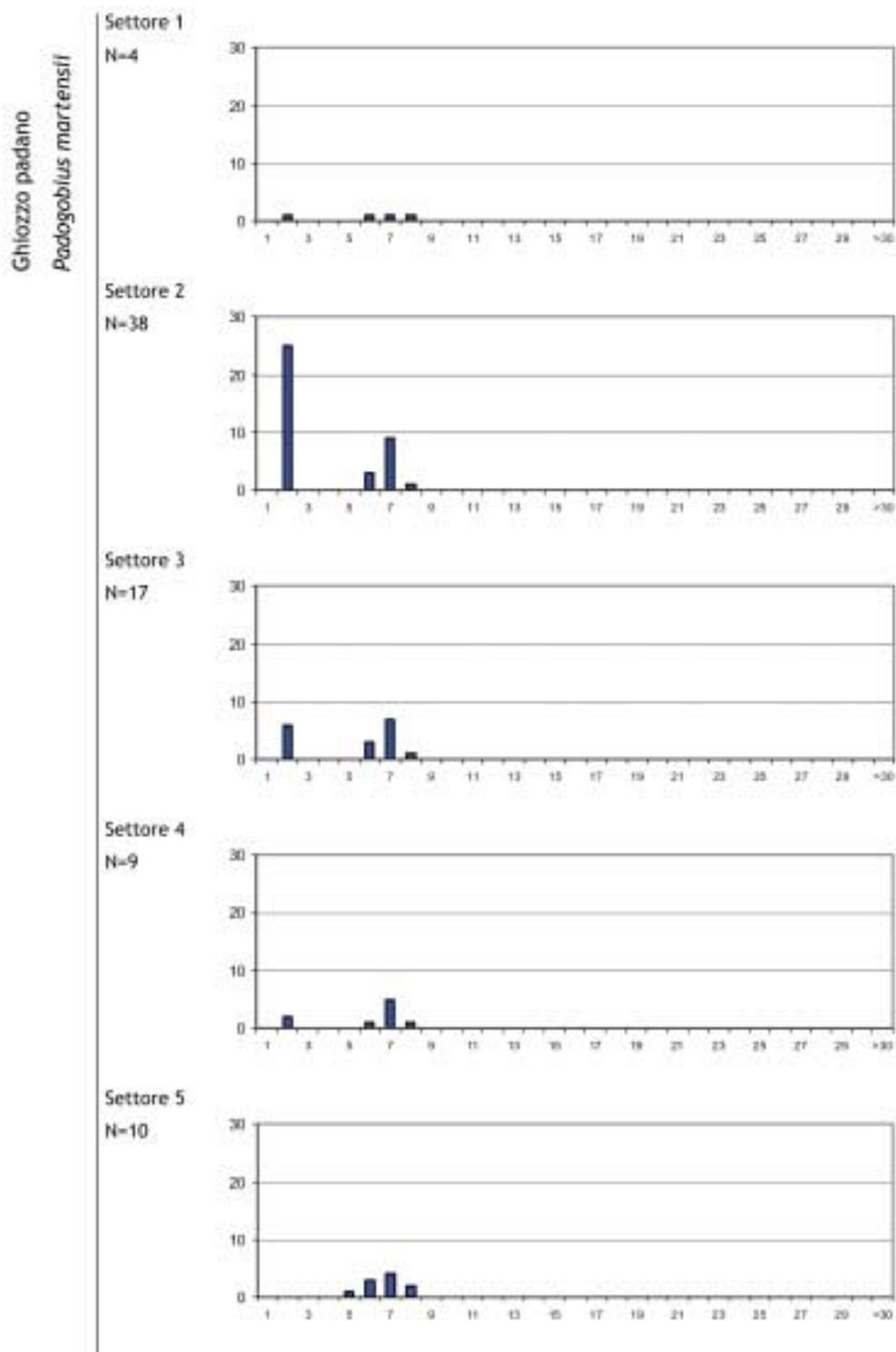


Figura 40. Struttura di popolazione del ghiozzo padano nei settori indagati per classi dimensionali riferite alla lunghezza totale misurata in cm

2.2.2 Individuazione delle capacità natatorie delle specie target

Dai dati prima esposti, si sono individuate, quali specie target, la lasca, il barbo, il cavedano ed il vairone.

Sulla base di dati raccolti circa le classi dimensionali dei riproduttori si è ritenuto idoneo utilizzare come taglia minima di riferimento i 10 cm (limiti minimi cautelativi, dato che pesci di taglie maggiori sono ovviamente più prestanti). In effetti vi sono anche animali di dimensioni minori, ma la misura minima scelta permette di includere, per ogni specie, la maggior parte delle classi dimensionali che partecipano alla riproduzione.

Si sono calcolati i valori della velocità massime e di crociera con le equazioni di Videler (1993), che forniscono valori in relazione alla lunghezza della taglia dell'animale, non esistendo bibliografia specifica sulle capacità natatorie delle singole specie di interesse.

I valori calcolati sono approssimativi poiché, come già indicato nella Parte Generale, le capacità natatorie dipendono da una serie di fattori (stato fisico e sanitario, T° dell'acqua, ecc.); sono comunque indicativi come riferimento per il calcolo del funzionamento idraulico dell'opera.

Il funzionamento del passaggio per pesci è garantito dall'ottenimento di valori di velocità dell'acqua sostenibili dal pesce in risalita per uno sforzo di durata variabile, comunque prolungato nel tempo. Quindi, per essere sostenibili dal pesce, tali valori devono essere inferiori alla velocità di scatto ("burst activity": attività della durata di pochi secondi poiché avviene in anaerobiosi). Occorre quindi rapportarsi alla velocità in attività sostenuta ("sustained activity": può essere mantenuta per alcuni minuti, ma stanca il pesce), o se possibile alla sua velocità di crociera ("cruising activity": velocità che può essere mantenuta per ore senza affaticare il pesce, non intaccando le riserve di glicogeno), di cui già esposto esaurientemente in Parte Generale.

Nel caso in esame, con taglia minima delle specie target di 10 cm, i valori di velocità calcolati sono i seguenti:

Velocità massima : 1,14 m/s

Velocità di crociera: 0,4 m/s

Questi valori sono utilizzabili come riferimento, ovvero si dovrà dimensionare il passaggio artificiale in modo che si ottengano valori di velocità dell'acqua compresi in questo range. Si sottolinea comunque che i pesci riescono ad individuare anche piccole variazioni di velocità e scegliere vie d'acqua preferenziali, ad esempio nuotando sul fondo, o vicino alle pareti o alle zone a maggior scabrezza. Sono anche in grado di utilizzare i ricircoli d'acqua per avanzare spinti dalla corrente, pertanto le capacità di rimonta sono spesso ben superiori ai risultati dell'applicazione di formule matematiche. Inoltre, durante la risalita in "cruising activity", vi possono essere momenti di scatto in cui, per alcuni secondi, la modalità diviene "burst activity" permettendo il superamento di condizioni più critiche, che si verificano all'interno di stramazzi, etc. Infine si ricordi che i Ciprinidi reofili, nonostante le piccole dimensioni, sono caratteristici per essere ottimi nuotatori.

2.3 Indagine idrologica del Panaro nel tratto di interesse

I dati idrologici di riferimento provengono dalle pubblicazioni *“Definizione del D.M.V. : analisi a livello regionale del criterio messo a punto dall’Autorità di Bacino del Fiume Po”* e *“Modello afflussi-deflussi sul reticolo idrografico regionale”* pubblicate da ARPA Regione Emilia-Romagna. Queste pubblicazioni forniscono i valori di portata di riferimento per il fiume Panaro nel tratto in esame poiché sono calcolati alla sezione di Ponte Samone; integrano inoltre i dati di portata forniti dal vecchio idrometro che ha funzionato tra il 1935 ed il 1940 per 6 anni. A monte dello sbarramento di Ponte Samone vi è attualmente una nuova stazione idrometrica, di proprietà del Servizio Idrografico - Adb Po, che fornisce soltanto altezze idrometriche, ma non le portate. I dati utilizzati sono da ritenersi validi e rappresentativi per tutto il tratto in esame, dal momento che non vi sono affluenti di rilievo ed il tratto è relativamente breve. Tali dati sono stati integrati con altri realizzati per lo studio di Valutazione Incidenza per la realizzazione della centrale idroelettrica alla Casona e pertanto sempre rappresentativi anche per il tratto a monte.



Figura 41. Stazione idrometrica di ponte Samone (foto Pini Prato)

Tabella 7. Misure di portata storiche e modellizzate a Ponte Samone (fonte ARPAREgione Emilia Romagna)

Misure storiche servizio idrografico 1935 - 1940					Risultati delle modellazioni per gli anni 1991 - 2001							
sup. (km ²)	Precip. (mm)	Q _{media} (m ³ /s)	φ	Portate medie (m ³ /s) del mese di deflusso		Sup. (km ²)	Precipit. (mm)	Q _{media} (m ³ /s)	φ	Portate medie (m ³ /s) del mese di deflusso		Precip. medie (mm) 1951-80
				Max	min					max	min	
				589	1521					16.8	0.59	

Tabella 8. Portate medie mensili a Ponte Samone (fonte ARPA Regione Emilia Romagna)

Bacino in esame 702 km ²	Portate medie mensili (m ³ /s)												Q _{media} annua m ³ /s	Precip. (mm)	Portate regionalizzate (m ³ /s)					
	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic			1991	1951	Media annua	Mese max	Mese min	Media 1951 1980

Tabella 9. Curva di durata a Ponte Samone (fonte ARPA Regione Emilia Romagna)

Portate (m ³ /s) corrispondenti a durate di giorni:												
1	5	10	20	30	60	91	135	182	274	355	365	
165	76.5	53.5	40.6	31.8	21.11	15.93	11.39	8.30	3.94	1.41	1.18	

Tabella 10. Portate di massima piena alla sezione di Marano s/P(fonte AdB Po)

Sezione			Superficie	Q20	Q100	Q200	Q500
Progr.(km)	Cod.	Denomin.	km ²	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s
84.029	175	Marano sul P.	696	960	1180	1380	1550

2.3.1 Assegnazione della portata di alimentazione del P.p.P.

Sulla base dei dati sopra riportati riguardanti l'idrologia del Panaro nel tratto in esame ed i dati relativi alla fauna ittica presente, identificate le specie target (lasca, barbo, cavedano e vairone), si evidenziano i valori di portata di riferimento valevoli per la progettazione. In giallo è evidenziata la stagione migratoria-riproduttiva dei Ciprinidi reofili (specie target), in arancione il periodo nel quale comunque possono ancora avvenire spostamenti consistenti, anche se al di fuori del tipico periodo riproduttivo.

Mese	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
Q media (m ³ /s)	17.13	13.35	13.48	19.31	11.41	9.29	3.50	2.24	8.65	22.38	26.6	18.70

In accordo con quanto esposto al paragrafo 2.1 - Parte Generale, si calcola la portata media del periodo evidenziato per poi quantificare la portata da assegnare al P.p.P.

- a) La media del periodo aprile/settembre risulta essere 9,06 m³/s
- b) La portata minima da assegnare al P.p.P. dovrà essere almeno compresa tra 1%-5% del valore calcolato, pertanto tra i valori di 0,090 e 0,450 m³/s
- c) Dalla curva di durata si evince che questi valori di portata si hanno 365 giorni/anno e pertanto la portata per alimentare il P.p.P. risulta essere sempre disponibile.
- d) In particolare i P.p.P. dovranno essere alimentati con la portata più alta nei mesi in cui il fiume è ancora ricco d'acqua (aprile - maggio), mentre la portata più bassa si dovrà avere soltanto nei mesi più aridi (agosto-settembre).

Ovviamente la realizzazione di P.p.P. alimentati con portate maggiori di quelle calcolate è da ritenersi un aspetto migliorativo, purché nel passaggio vengano garantite condizioni idrodinamiche sostenibili dalle specie in esame.

In particolare, in riferimento ai valori forniti dalle curve di durata, si evidenzia che la Q_{365} , ovvero la portata “garantita” per tutto l’anno risulta essere $1,18 \text{ m}^3/\text{s}$. Si può pertanto valutare anche la possibilità di progettare opere dimensionate per questa portata, dal momento che risulta essere un valore superiore (quindi migliorativo) di quelli individuati al punto b), e comunque garantito anche in stagione di magra.

In definitiva si devono progettare P.p.P. aventi valore di portata Q_{\min} almeno compreso tra i 90 ed i 450 l/s, ma se le condizioni lo permettono, è preferibile progettare opere con portata di funzionamento ottimale anche di $1,18 \text{ m}^3/\text{s}$.

In particolari condizioni (ma può essere economicamente molto oneroso per i costi costruttivi) si possono anche progettare opere in grado di funzionare con forti oscillazioni di portata; nel caso specifico si potrebbe “spingere” l’opera a funzionare fino alla Q_{media} del periodo migratorio, individuata al punto a), e corrispondente più o meno alla Q_{182} .

3 PARTE APPLICATIVA

Progettazione dei passaggi per pesci

3.1 Introduzione ai progetti

Nel presente capitolo si evidenziano i principali elementi utili alla progettazione degli interventi da realizzarsi presso gli sbarramenti esistenti e presi in considerazione nel presente studio.

Si deve comunque ricordare che la prima valutazione che va effettuata in presenza di uno sbarramento trasversale dovrebbe essere volta a valutare l'effettiva importanza e funzione idraulica dello stesso, ovvero lo scopo per il quale è stato costruito. In effetti, ancor prima di progettare un passaggio per pesci, si dovrebbe pensare anche alla possibilità di rimuovere parzialmente o totalmente l'ostacolo che impedisce la migrazione dell'ittiofauna. Tale pratica, già spiegata in parte introduttiva (par.1.1), è chiamata "decommissioning", e si interpreta come dismissione dell'opera idraulica. Tuttavia, nella maggior parte dei casi, è di difficile applicabilità: ad esempio nel caso-studio gli sbarramenti di Ponte Samone e Ponte Docciola svolgono una rilevante funzione di sicurezza idraulica proteggendo i piloni delle infrastrutture di attraversamento viario dallo scalzamento operabile dall'azione erosiva della corrente e pertanto, rimuovere queste opere sarebbe un intervento altamente rischioso per la stabilità dei manufatti presenti lungo il corso d'acqua.

La progettazione è stata volutamente schematizzata per renderne più immediata la comprensione: sono state pertanto create delle schede progettuali, ovvero una per ogni sbarramento, tralasciando volutamente dettagli costruttivi, da elaborare in una successiva fase esecutiva. Si sottolinea ancora una volta che lo scopo del lavoro è quello di produrre lo schema da seguire per un corretto iter progettuale, nel quale la progettazione vera e propria del P.p.P sia l'ultimo *step* di una lunga serie di considerazioni ed indagini preliminari. Il P.p.P. rappresenta quindi la risposta ingegneristica ad un complesso insieme di informazioni senza le quali si rischia di riproporre tipologie progettuali "da manuale", tuttavia avulse dalla realtà del territorio sul quale si opera. In

particolare, nel *caso-studio* rappresentato dal medio corso del Panaro, le caratteristiche del territorio, dell'ambiente fluviale, del regime idrologico, dell'ittiofauna da tutelare hanno indirizzato la progettazione verso determinate scelte tipologiche, che sono state ampiamente motivate. In linea di massima i punti principali che si sono tenuti in considerazione in fase progettuale sono stati:

- Realizzazione di P.p.P. aventi Ciprinidi reofili come specie target
- Realizzazione di opere il più possibile autopulenti, dato l'elevato trasporto solido del Panaro, caratterizzato prevalentemente da ciottoli di varie dimensioni, e le conseguenti difficoltà gestionali per una manutenzione ordinaria continua
- Realizzazione di opere in grado di assorbire le escursioni di livello ed i repentini cambiamenti di portata, frequenti nel Panaro
- Realizzazione di opere che ben si inserissero nel contesto ambientale e paesaggistico

Mentre per lo sbarramento Casona è stata individuata come tipologia progettuale un P.p.P. "tecnico", per gli altri sbarramenti si è individuata come tipologia ottimale la "close to nature". Come esplicitato nella precedente "parte speciale", dovendo il progetto rispondere al principio di rappresentatività ed applicabilità per il territorio dell'Appennino Emiliano, punto cardine richiesto dalla Provincia di Modena e Regione Emilia-Romagna, si è pensato di fornire un *modello operativo* riproducibile in molti contesti ambientali similari a quello in esame, pur sempre con gli opportuni adattamenti alle peculiarità rinvenibili nelle singole realtà in cui tale modello potrà essere applicato. La caratteristica di riproducibilità dei P.p.P. è stata quindi proposta realizzando, per i tre sbarramenti di Samone, Docciola, Chiozzo, un unico modello progettuale operativo, naturalmente applicato nelle tre situazioni.

Ciò è stato possibile poiché questi sbarramenti presentano importanti elementi in comune quali:

- modesto sviluppo in altezza (Δh compreso tra 1,10 e 2,30 m)
- elevato sviluppo trasversale (ordine di circa 80-100 m lineari)
- simile geometria planimetrica
- simile posizione del filone principale della corrente
- medesime caratteristiche idrologiche e di trasporto solido
- medesimi problemi per l'Amministrazione per l'affidamento delle operazioni di gestione e manutenzione

Nella fattispecie dello sbarramento Casona invece il principio di riproducibilità è insito nella stessa scelta progettuale del passaggio *tecnico*, poiché in presenza di centrali idroelettriche può essere non conveniente progettare passaggi *close to nature*, in quanto gli automatismi e gli organi di regolazione possono permettere una buona taratura di funzionamento di passaggi a bacini successivi, a fenditure verticali etc. Il principio di riproducibilità si traduce quindi in una linea di indirizzo per la quale, in presenza di opere di derivazione di elevato dislivello e regolate da automatismi, deve essere valutata prioritariamente la scelta di P.p.P. della tipologia "passaggi tecnici". Infine, si ricorda che questo sbarramento differisce nettamente dagli altri, oltre che per la geometria data dal doppio salto, anche per il dislivello, che risulta quasi doppio che nelle altre opere: non vi sono gli elementi sostanziali per l'applicazione del modello operativo prima esposto.



Figura 42. Sbarramento La Casona il giorno 29 Novembre 2004, ore 17.30



Figura 43. Lo stesso sbarramento la mattina del 30 Novembre dopo una notte di pioggia: si noti il rilevante aumento di portata

3.1.1 Caratteristiche tecniche del modello operativo

Il modello operativo messo a punto rientra nella tipologia “close to nature”, sotto-tipologia “fish ramp”. L'utilizzo di questa tipologia progettuale è adatto in quei casi ove non è necessaria una regolazione dell'acqua a monte e dove vi è portata di alimentazione sufficiente a garantire almeno 100 l/s per metro di larghezza della rampa. Il funzionamento è basato nel concentrare, sulla rampa, la totale portata del fiume nel periodo di magra e buona parte della portata media (se possibile); lo sbarramento inizierà quindi a tracimare con livelli idrometrici superiori a quelli che determinano la portata assegnata per l'alimentazione del P.p.P. Questo tipo di opera si realizza con una costruzione integrata con lo sbarramento, coprendone soltanto parte dello sviluppo trasversale, e con una pendenza longitudinale sufficientemente ridotta per permettere la risalita dei pesci (vedi Parte Generale).

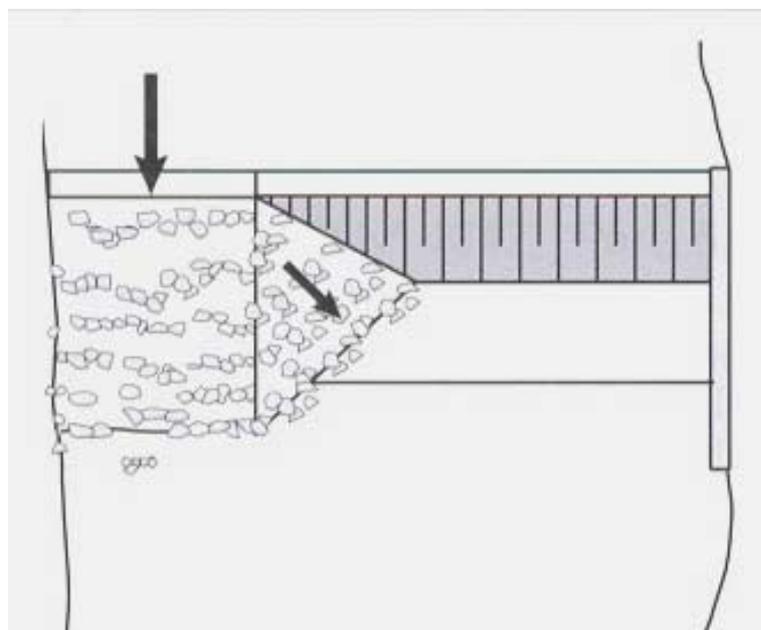


Figura 44. Esempio di “fish ramp” posta lateralmente, con unica pendenza laterale (da DVWK, 2002)

È pertanto un meccanismo che permette il superamento del dislivello tra monte e valle con un piano inclinato in pietrame, contenuto tra sponde di pietrame o cls, generalmente interrotto da soglie di massi di dimensioni maggiori (boulders) per ridurre la velocità dell'acqua, alzare il tirante idrico, diversificare l'habitat e riprodurre la varietà strutturale di un corso d'acqua. Nel caso in esame la pendenza longitudinale di fondo è del 5%, valore considerato ottimale per consentire velocità dell'acqua sostenibili dall'ittiofauna presente e limitare per quanto possibile le dimensioni, e quindi i costi, del dispositivo. Inoltre, per migliorarne il funzionamento con portate molto basse (inferiori alla Q_{365}), la rampa possiede anche un'inclinazione trasversale del 5%, in modo da convogliare la portata verso una sola sponda, mantenendo un tirante idrico ancora utile per la fauna ittica, nonostante la riduzione della portata. I calcoli di funzionamento del modello idraulico provengono da test realizzati in Francia presso l'Institut du Mécanique des Fluides di Toulouse su canali a forte pendenza.

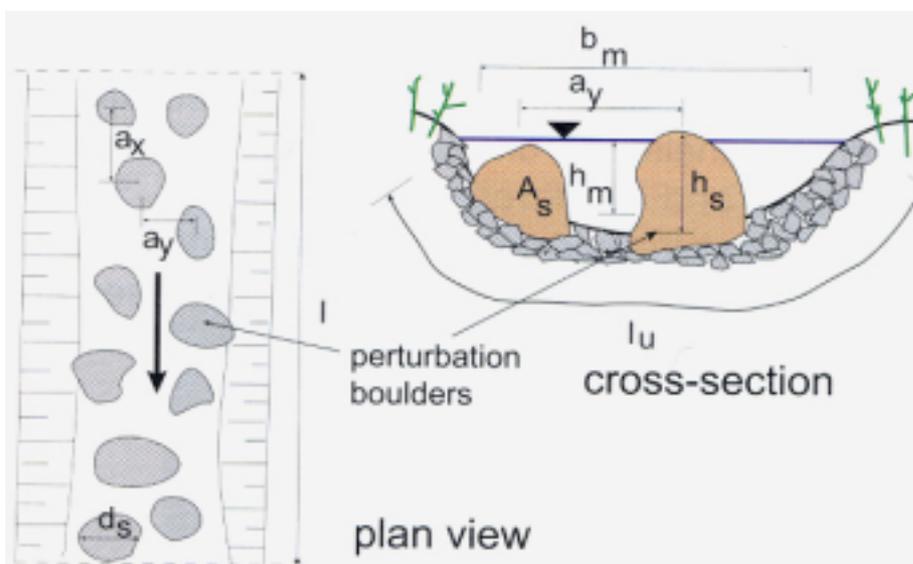


Figura 45. Schema di funzionamento di una “fish ramp”(da DVWK, 2002)

La larghezza della rampa è principalmente da progettare in base alla portata assegnata, ritenuta utile per il pesce durante il periodo migratorio. Nel modello operativo, per tutte le considerazioni

precedentemente fatte, la rampa è progettata con larghezza 4,50 m, idonea per funzionare con la Q_{365} (circa $1,18 \text{ m}^3/\text{s}$) con un tirante idrico più che sufficiente per la fauna ittica (circa 0,43 m). E' stato calcolato che la rampa mantiene ancora un tirante di 0,25 m con la portata ritenuta minima di funzionamento, quantificata in circa $0,45 \text{ m}^3/\text{s}$.

Dato che gli sbarramenti in esame non formano angoli acuti con le linee di sponda, ma sono posizionati quasi perpendicolarmente ad esse, il corpo principale della rampa è da posizionarsi centralmente e perpendicolarmente agli sbarramenti stessi, ove già attualmente la quota del coronamento dei manufatti risulta lievemente più bassa in modo da concentrare il filone principale della corrente in centro alveo. In questa posizione è sempre garantito il deflusso sulla rampa, anche nei periodi di magra, e l'entrata è ben individuabile per il pesce durante tutto l'arco dell'anno. Il corpo principale della rampa è contenuto da due ali laterali pietrame, con lo scopo di evitare il formarsi di "angoli morti" che intrappolino il pesce, e di consolidare la rampa proteggendola dallo scalzamento laterale dovuto alla lama stramazzone dal coronamento della traversa. Nello stesso tempo l'aspetto estetico del manufatto viene migliorato, integrando l'opera con lo sbarramento in maniera più naturale. Inoltre, in particolari condizioni di deflusso le pendenze laterali potrebbero, in parte, essere rimontate dalla fauna ittica (ad esempio in presenza di anguilla potrebbero essere utilizzate) pertanto risultando anch'esse attive.

In tal senso si evidenzia che la sezione centrale di deflusso in progetto risulta attiva sino ad un tirante idrico di 1,00 m per una portata pari a circa $4,7 \text{ m}^3/\text{s}$.

Sono di seguito riportate le caratteristiche tecniche principali del modello operativo adottato:

Tabella 11. Caratteristiche principali del modello operativo con Q min di funzionamento

Parametro	u.m.	Valore	Note
h	m	0,25	altezza acqua max. (sponda profonda)
h	m	0,025	altezza acqua min. (sponda alta)
i	adim	0,05	pendenza fondo
L	m	4,50	larghezza base attiva
i _{lateral}	adim	0,05	pendenza %
dboulders	m	0,60	diametro boulders
hboulders	m	1	altezza boulders da fondo
ax=ay	m	1,5	distanza tra boulders
n		3	numero massimo di boulders x sezione
V _{media}	m/s	0,73	velocità media
Q	m ³ /s	0,45	portata media
Fr	adim	0,63	numero di Froude

Tabella 12. Caratteristiche principali del modello operativo con Q ottimale di funzionamento

Parametro	u.m.	Valore	Note
h	m	0,45	altezza acqua max. (sponda profonda)
h	m	0,225	altezza acqua min. (sponda alta)
i	adim	0,05	pendenza fondo
L	m	4,50	larghezza base attiva
i _{lateral}	adim	0,05	pendenza %
dboulders	m	0,60	diametro boulders
hboulders	m	1	altezza boulders da fondo
ax=ay	m	1,5	distanza tra boulders
n		3	numero massimo di boulders x sezione
V _{media}	m/s	0,91	velocità media
Q	m ³ /s	1,27	portata media
Fr	adim	0,50	numero di Froude

Come si evince dai risultati, i valori di velocità media dell'acqua nelle sezioni risultano inferiori al valore di 1 m/s, e sono compatibili con le capacità natatorie delle specie target (confronta par. 2.2.2), sia con la portata minima, sia con quella ottimale di funzionamento.

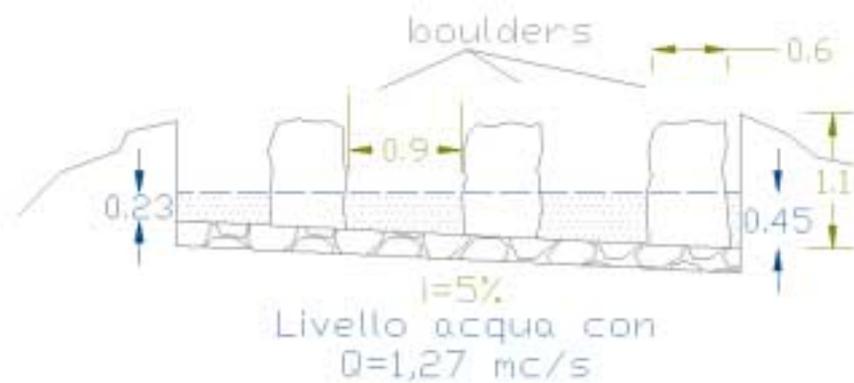
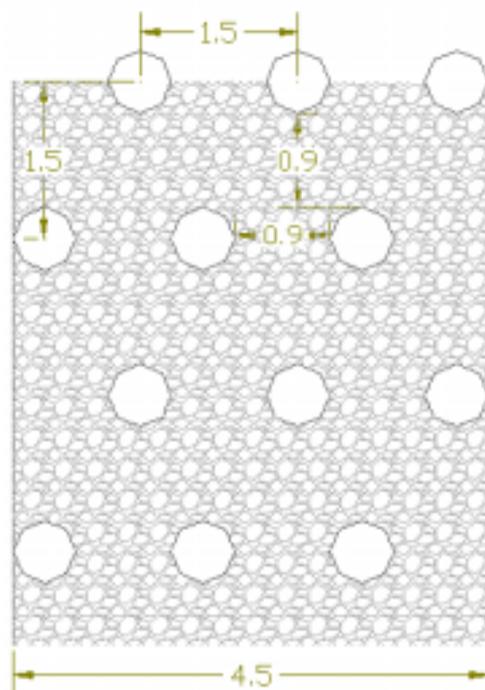


Figura 46. Sezione modello operativo



Porzione attiva fino alla portata di circa 4,7 mc/s

Figura 47. Planimetria modello operativo

3.1.2 Schede tecnico-progettuali

La Casona

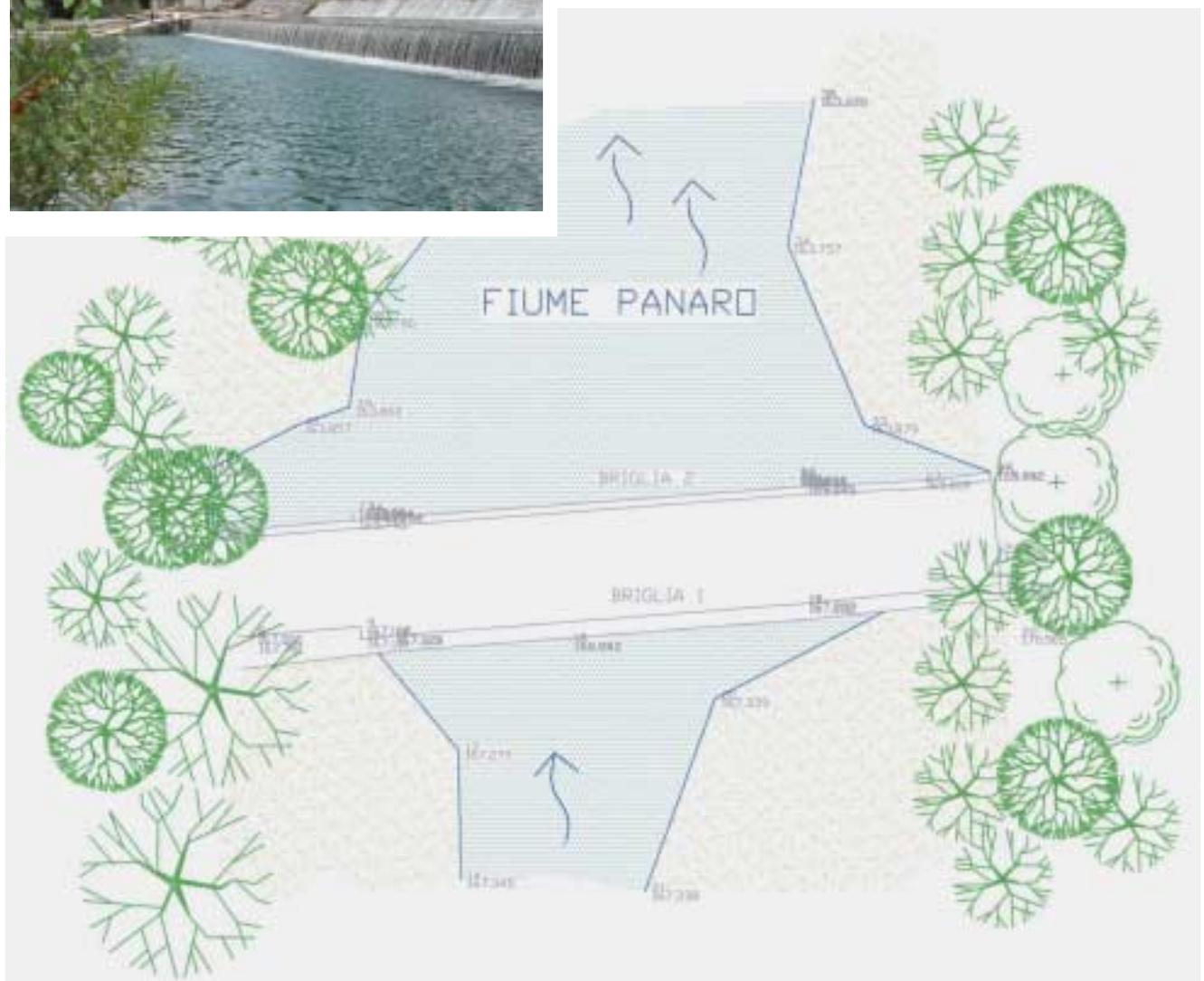


Figura 48. Rilievo plano-altimetrico dello sbarramento di Casona (rilievo eseguito da Provincia di Modena - Servizio Lavori Speciali Strade)

Tipologia e scelta progettuale

La tipologia progettuale individuata per questo sbarramento rientra nel gruppo dei passaggi tecnici ed è un modello “vertical slot”. La scelta è ricaduta su questa tipologia perché presso questo sbarramento è prevista la realizzazione di una centrale idroelettrica, e la suddetta tipologia ben si adatta a questo tipo di situazioni. Risulta inoltre una tipologia ben autopulente, pertanto adeguata a smaltire con facilità l’elevato trasporto solido del Panaro, costituito da ghiaie e piccoli ciottoli. Presso un impianto idroelettrico sono comunque piuttosto agevoli le operazioni di manutenzione, da ritenersi a carico del Gestore dell’impianto stesso. Il “vertical slot” rappresenta una tipologia che soddisfa molte specie ittiche con differenti esigenze natatorie, dato che può essere risalita senza ricorrere a “salti” ed è valida anche per specie con nuoto radente sul fondo. Infine il dislivello è molto elevato, ed un passaggio “close to nature” risulterebbe di difficile applicabilità, con elevatissimi costi realizzativi.

Caratteristiche tecniche sbarramento e P.p.P.

Dislivello totale 3,40 m ripartito in doppio salto (briglia e controbriglia).

Livello a monte 167.2 m.s.l.m.; livello a valle 163.8 m.s.l.m.; livello controbriglia 165.7.

L’opera dovrà essere calibrata sul progetto e sulle modalità gestionali previste per la centrale idroelettrica, e pertanto non è attualmente possibile descriverne la geometria. Gli elementi già assegnabili sono comunque il dislivello tra ogni singolo bacino e la portata di funzionamento. Il dislivello tra i singoli bacini non dovrà superare 0,25 m comportando una velocità massima teorica nelle fenditure di 2,2 m/s. In realtà l’utilizzo di macrocabrezze sul fondale del passaggio può permettere una sensibile riduzione della velocità dell’acqua, in particolar modo secondo un gradiente che diminuisce con l’avvicinarsi al fondo.

Portata di alimentazione

In accordo con quanto già specificato nella “parte speciale”, la portata non dovrà essere inferiore ai 90 l/s in periodo di magra (agosto-settembre) e potrà raggiungere circa 450 l/s nel periodo riproduttivo dei Ciprinidi reofili. Portate maggiori comporterebbero il dimensionamento di un’opera molto grande e costosa, pertanto conviene attenersi a tali valori, evitando di superarli, ricorrendo all’eventuale impiego di una portata ausiliaria di attrazione funzionale al suddetto dispositivo.

Note

Non essendovi un progetto esecutivo dell’impianto, risulta al momento impossibile produrre una progettazione, anche di massima, dell’opera. Infatti dalla geometria dello scarico dell’impianto idroelettrico e dalla forma dell’opera di presa, dipenderà l’ubicazione ed il dimensionamento del P.p.P. L’importante è che vengano comunque garantiti i parametri di velocità dell’acqua e di portata di alimentazione, sui quali verrà dimensionata la forma ed il volume dei bacini e la larghezza delle fenditure verticali. Infatti si dovranno anche garantire valori di dissipazione di potenza specifica, compatibili con i valori sostenibili dall’ittiofauna presente.

Ponte Samone



Figura 49 Rilievo piano-altimetrico dello sbarramento di Ponte Samone (rilievo eseguito da Provincia di Modena - Servizio Lavori Speciali Strade)

Tipologia e scelta progettuale

La tipologia rientra nel gruppo “close to nature” ed è classificata come “fish ramps”. La scelta tecnica è motivata dall’elevato trasporto solido del Panaro nel tratto in esame in rapporto alle difficoltà nel poter eseguire operazioni di gestione e manutenzione; la tipologia inoltre è non-selettiva per le specie target. Il vantaggio di questa scelta tipologica sta inoltre nel poter utilizzare completamente la Q_{365} , che è superiore alle portate calcolate come % della media del periodo migratorio, e quindi da ritenersi migliorativa. Al crescere della portata l’opera può sostenere battenti ancora superiori, per poi essere tracimata, così come la traversa per tutta la sua larghezza. Il P.p.P., realizzato centralmente rispetto al corpo briglia, risulta facilmente individuabile dalla fauna ittica, dal momento che può convogliare il filone principale della corrente.

Caratteristiche tecniche sbarramento e P.p.P.

Dislivello totale 1,10 m in salto unico.

Livello a monte 216.1 m.s.l.m.; livello a valle 215.0 m.s.l.m.

Larghezza “parte attiva” rampa 4,50 m, lunghezza 22 m, pendenza 5%, inclinazione laterale 5%. Utilizzo di pietrame intasato di calcestruzzo per l’occlusione degli spazi tra i massi onde evitare la perdita di portata disponibile. Utilizzo di 45 “boulders”, costituiti da massi di larghezza circa 0,60 m ed altezza circa 1 m, disposti secondo geometrie regolari (file trasversali di 3 boulders) con lo scopo di diversificare l’opera, aumentare le scabrezze del fondo e laterali, creare diverse linee di flusso e micro-rifugi per assecondare la differenti esigenze migratorie delle specie presenti.

Portata di alimentazione

Q min di funzionamento circa $0,45 \text{ m}^3/\text{s}$: velocità media circa $0,73 \text{ m/s}$.

Q ottimale di funzionamento, compresa tra la Q_{355} e la Q_{365} e pari a $1,27 \text{ m}^3/\text{s}$: velocità media circa $0,83 \text{ m/s}$.

Note

Il P.p.P. è costituito da un parte attiva centrale, che costituisce la vera e propria via d’acqua dimensionata per la fauna ittica. Lateralmente allo scivolo centrale si realizzano poi due pendenze in pietrame, con lo scopo di evitare il formarsi di “angoli morti”, di consolidare la rampa proteggendola dallo scalzamento laterale e contemporaneamente migliorando l’aspetto estetico del manufatto. Nel paragrafo successivo verranno analizzate le possibili collocazioni del passaggio artificiale e verranno descritte le modalità d’intervento. Data la presenza dei piloni di un ponte stradale immediatamente a monte, non risulta tuttavia conveniente un arretramento eccessivo dell’opera che potrebbe comprometterne la stabilità.

Ponte Docciola

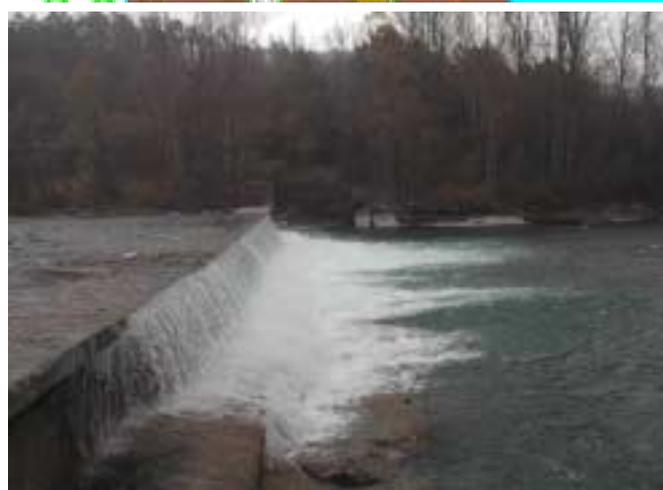
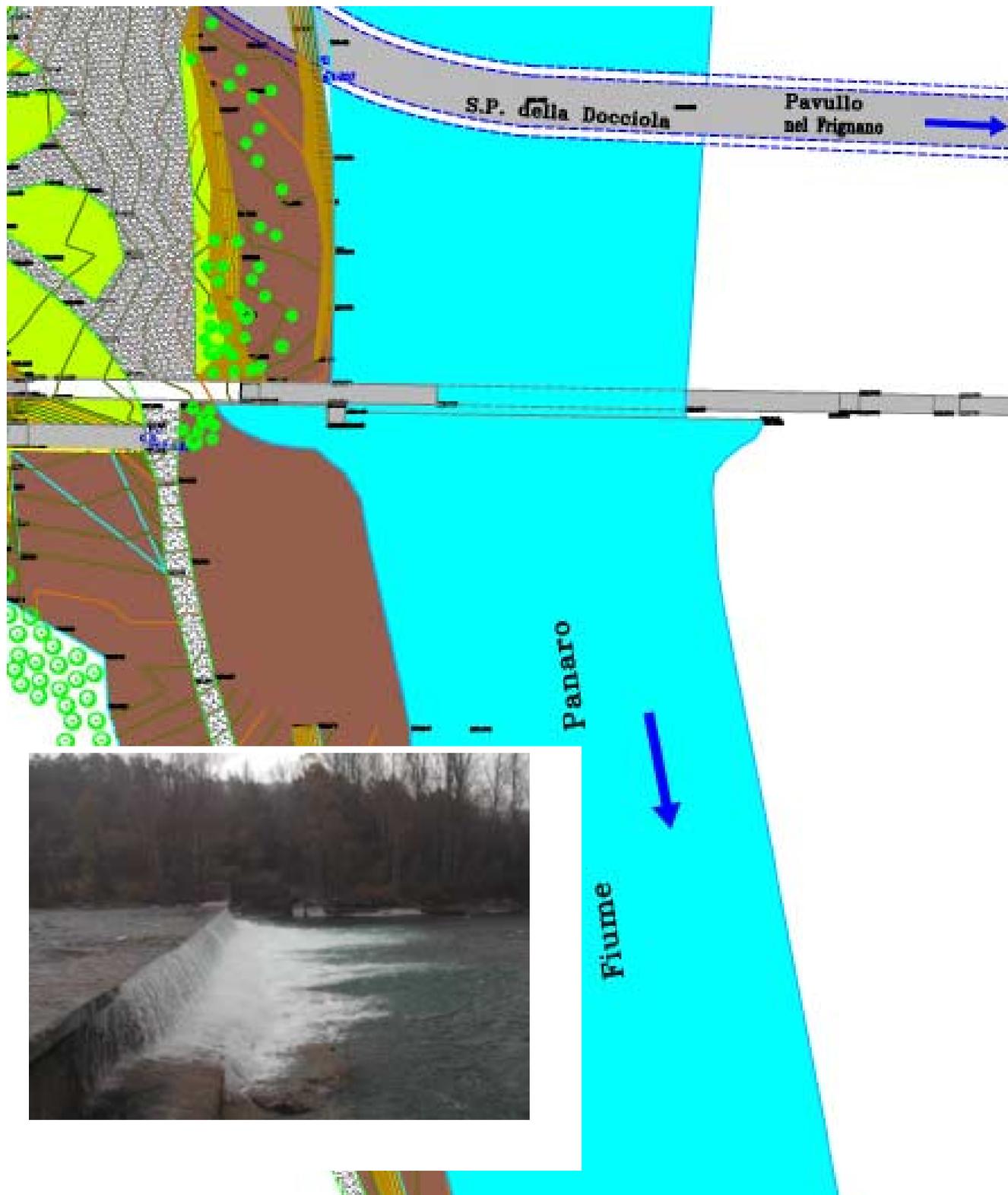


Figura 50. Rilievo plano-altimetrico dello sbarramento di Ponte Docciola (rilievo eseguito e concesso da ERREGI Srl)

Tipologia e scelta progettuale

La tipologia rientra nel gruppo “close to nature” ed è classificata come “fish ramps”. La scelta tecnica è motivata dall’elevato trasporto solido del Panaro nel tratto in esame in rapporto alle difficoltà nel poter eseguire operazioni di gestione e manutenzione; la tipologia inoltre è non-selettiva per le specie target. Il vantaggio di questa scelta tipologica sta inoltre nel poter utilizzare completamente la Q_{365} , che è superiore portate calcolate come % della media del periodo migratorio e quindi da ritenersi migliorativa. Al crescere della portata l’opera può sostenere battenti ancora superiori, per poi essere tracimata, così come la traversa per tutta la sua larghezza. Il P.p.P., realizzato centralmente rispetto al corpo briglia, risulta facilmente individuabile dalla fauna ittica, dal momento che può convogliare il filone principale della corrente.

Caratteristiche tecniche sbarramento e P.p.P.

Dislivello totale 1,80 m ripartito in salto doppio (briglia e platea in calcestruzzo).

Livello a monte 259.7 m.s.l.m.; livello a valle 257.9 m.s.l.m.

Larghezza “parte attiva” rampa 4,50 m, lunghezza 36 m, pendenza 5%, inclinazione laterale 5%. Utilizzo di pietrame intasato di calcestruzzo per l’occlusione degli spazi tra i massi onde evitare la perdita di portata disponibile. Utilizzo di 72 “boulders”, costituiti da massi di larghezza circa 0,60 m ed altezza circa 1 m, disposti secondo geometrie regolari (file trasversali di 3 boulders) con lo scopo di diversificare l’opera, aumentare le scabrezze del fondo e laterali, creare diverse linee di flusso e micro-rifugi per assecondare la differenti esigenze migratorie delle specie presenti.

Portata di alimentazione

Q min di funzionamento circa $0,45 \text{ m}^3/\text{s}$: velocità media circa $0,73 \text{ m/s}$.

Q ottimale di funzionamento, compresa tra la Q_{355} e la Q_{365} e pari a $1,27 \text{ m}^3/\text{s}$: velocità media circa $0,83 \text{ m/s}$.

Note

Il P.p.P. è costituito da un parte attiva centrale, che costituisce la vera e propria via d’acqua dimensionata per la fauna ittica. Lateralmente allo scivolo centrale si realizzano poi due pendenze in pietrame, con lo scopo di evitare il formarsi di “angoli morti”, di consolidare la rampa proteggendola dallo scalzamento laterale e contemporaneamente migliorando l’aspetto estetico del manufatto. Data l’estrema vicinanza con i piloni del ponte, non conviene arretrare la rampa a monte dello sbarramento: il P.p.P. si deve quindi sviluppare a valle della traversa.

Ponte Chiozzo

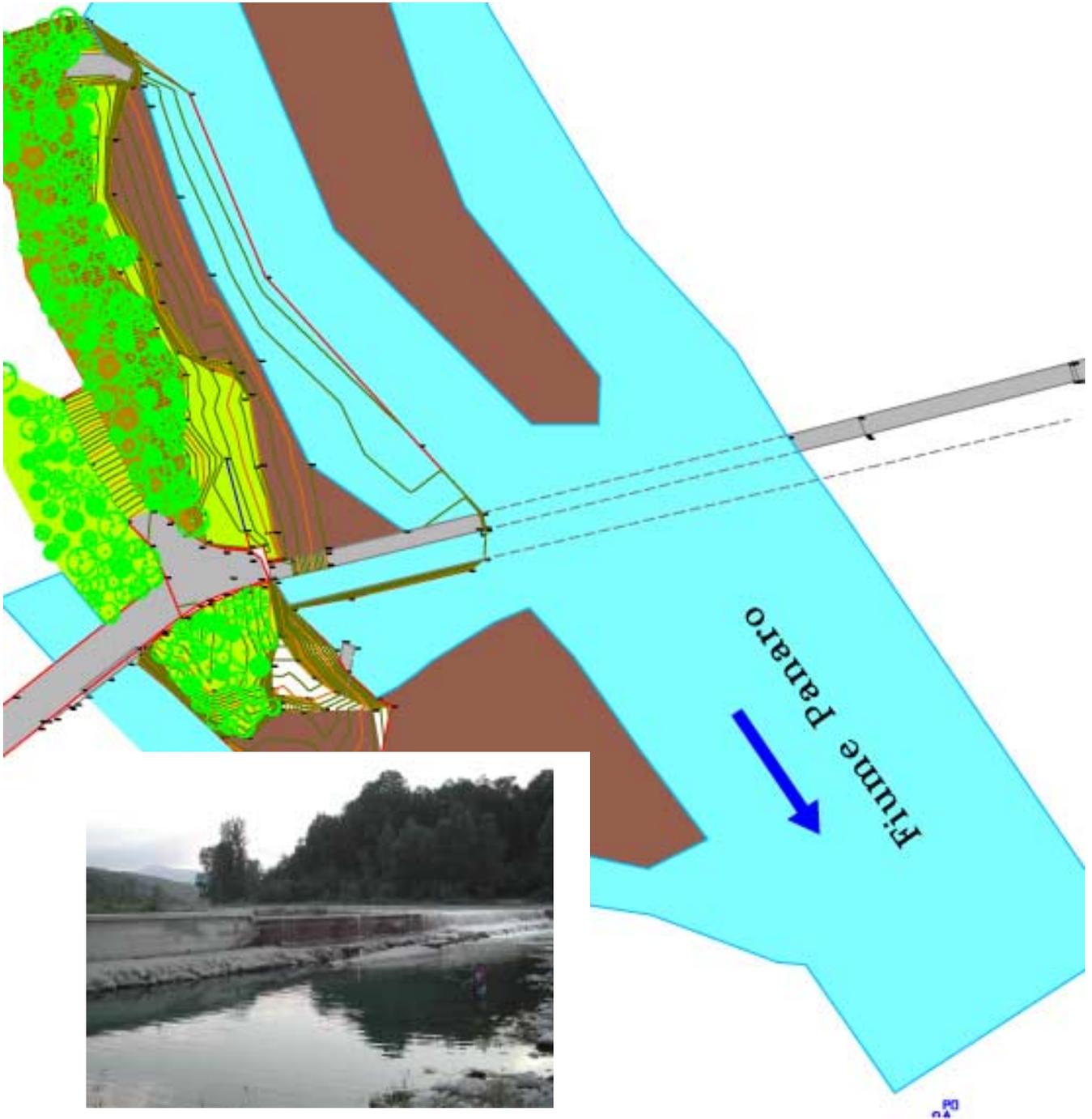


Figura 51. Rilievo plano-altimetrico dello sbarramento di Ponte Chiozzo (rilievo eseguito e concesso da ERREGI Srl)

Tipologia e scelta progettuale

La tipologia rientra nel gruppo “close to nature” ed è classificata come “fish ramps”. La scelta tecnica è motivata dall’elevato trasporto solido del Panaro nel tratto in esame in rapporto alle difficoltà nel poter eseguire operazioni di gestione e manutenzione; la tipologia inoltre è non-selettiva per le specie target. Il vantaggio di questa scelta tipologica sta inoltre nel poter utilizzare completamente la Q_{365} , che è superiore alle portate calcolate come % della media del periodo migratorio, e quindi da ritenersi migliorativa. Al crescere della portata l’opera può sostenere battenti ancora superiori, per poi essere tracimata, così come la traversa per tutta la sua larghezza. Il P.p.P., realizzato centralmente rispetto al corpo briglia, risulta facilmente individuabile dalla fauna ittica, dal momento che può convogliare il filone principale della corrente.

Caratteristiche tecniche sbarramento e P.p.P.

Dislivello totale 2,30 m ripartito in due salti (sbarramento e platea in pietrame annegato nel cls).

Livello a monte 288.4 m.s.l.m.; livello a valle 286.1 m.s.l.m.

Larghezza “parte attiva” rampa 4,50 m, lunghezza 46 m, pendenza 5%, inclinazione laterale 5%. Utilizzo di pietrame intasato di calcestruzzo per l’occlusione degli spazi tra i massi onde evitare la perdita di portata disponibile. Utilizzo di 93 “boulders”, costituiti da massi di larghezza circa 0,60 m ed altezza circa 1 m, disposti secondo geometrie regolari (file trasversali di 3 boulders) con lo scopo di diversificare l’opera, aumentare le scabrezze del fondo e laterali, creare diverse linee di flusso e micro-rifugi per assecondare la differenti esigenze migratorie delle specie presenti.

Portata di alimentazione

Q min di funzionamento circa $0,45 \text{ m}^3/\text{s}$: velocità media circa $0,73 \text{ m/s}$.

Q ottimale di funzionamento, compresa tra la Q_{355} e la Q_{365} e pari a $1,27 \text{ m}^3/\text{s}$: velocità media circa $0,83 \text{ m/s}$.

Note

Il P.p.P. è costituito da un parte attiva centrale, che costituisce la vera e propria via d’acqua dimensionata per la fauna ittica. Lateralmente allo scivolo centrale si realizzano poi due pendenze in pietrame, con lo scopo di evitare il formarsi di “angoli morti”, di consolidare la rampa proteggendola dallo scalzamento laterale e contemporaneamente migliorando l’aspetto estetico del manufatto. A differenza dei casi precedenti, non essendovi opere idrauliche a monte nelle immediate vicinanze, e data la lunghezza prevista per questa rampa, conviene intagliare profondamente il coronamento della traversa, ed arretrare il P.p.P. per circa la metà della sua lunghezza.

3.1.3 Applicazione del modello operativo alla traversa di Ponte Samone

Il modello operativo messo a punto (*fish ramp*) è stato quindi applicato alla traversa di ponte Samone, ovvero allo sbarramento più a valle dopo quello di ponte Casona, ove è invece previsto un passaggio per pesci tecnico della tipologia “vertical slot”. Il modello operativo è stato disegnato in due differenti soluzioni applicative:

Soluzione n.1

La prima soluzione prevede la demolizione parziale della briglia per una larghezza pari alla larghezza del modello operativo (4,5 m), in modo da inserire il passaggio per pesci nel corpo d’opera esistente. E’ necessario inserire l’opera nella traversa per avvicinare adeguatamente l’entrata per i pesci allo sbarramento, creando una facile via d’accesso ed un’agevole localizzazione dello stesso da parte dell’ittiofauna. La lunghezza della rampa infatti, calcolata in circa 22 metri, viene ripartita in 8 metri a valle dello sbarramento ed i restanti 16 metri a monte dello stesso. Due muri d’ala in massi ciclopici sono previsti per il consolidamento dell’opera e per evitare la creazione di angoli morti, ovvero zone in cui le condizioni idrodinamiche che verrebbero a crearsi determinerebbero un intrappolamento per il pesce tra il corpo della traversa e la rampa stessa.

Il passaggio per pesci è ottimizzato per funzionare da un minimo di alcune centinaia di litri al secondo, quindi con una portata ottimale di circa $1,27 \text{ m}^3/\text{s}$ (portata compresa tra la Q_{355} e la Q_{365}) con livello di monte circa 216.00 m s.l.m., fino ad una portata di circa $4,7 \text{ m}^3/\text{s}$ cui corrisponde il livello di monte di circa 216.50 m s.l.m. Oltre questo valore di portata, corrispondente ad un tirante idrico di circa 1 m, il passaggio per pesci viene tracimato. La traversa, che ha il punto più basso dello sfioro a 216.00 m s.l.m., viene tracimata quindi per portate

Soluzione n.2

La seconda soluzione non prevede demolizione parziale della briglia ma lo sviluppo del passaggio per pesci totalmente a valle dello sbarramento. In questo caso occorre allargare tutto il passaggio per pesci affinché vi sia un fronte d'entrata ben individuabile dalla fauna ittica, dal momento che questo sarà distante ben 22 metri dalla traversa.

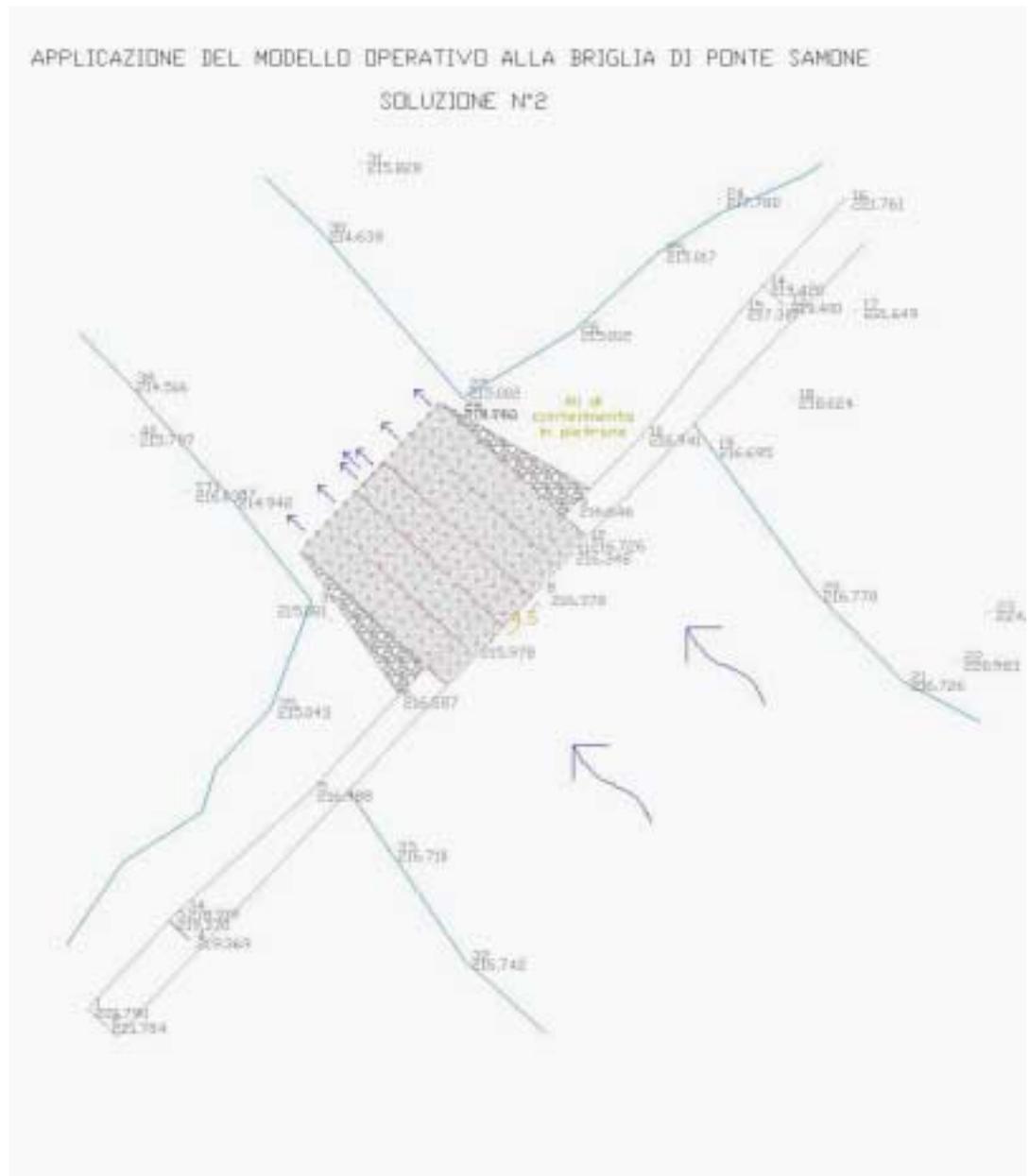
La proposta prevede quindi la realizzazione di una rampa centrale che funzionerà con i livelli di portata inferiori, quindi altre 4 rampe laterali (sempre sulla tipologia del modello operativo, 2 in sinistra e 2 in destra a quella centrale) in modo che possano funzionare per successivi incrementi di portata. Il passaggio per pesci sarà quindi largo in totale 22,50 metri, e conterrà completamente la portata sfiorante dalla quota di 216.00 alla quota di circa 216.50 m s.l.m.), rimanendo ben localizzabile dalla fauna ittica. Due muri d'ala in massi ciclopici sono previsti anche in questo caso per il consolidamento dell'opera e per evitare la creazione di angoli morti, ovvero zone di intrappolamento per il pesce tra il corpo della traversa e la rampa stessa.

Il passaggio per pesci è ottimizzato per funzionare da un minimo di alcune centinaia di litri al secondo, quindi una portata ottimale di circa $1,27 \text{ m}^3/\text{s}$ con livello di monte circa 216.00 m s.l.m. (per portate di questa entità la porzione attiva è soltanto la rampa centrale). Per successivi incrementi di portata, quindi di tirante idrico, diverranno attive anche le rampe laterali e pertanto, anche con valori di portata elevati, l'opera potrà essere idraulicamente efficace. E' altresì da considerare che, valori molto elevati di portata sono poco frequenti durante il periodo migratorio della fauna ittica in esame e comunque tali da determinare condizioni inidonee alla risalita lungo l'intero alveo del corso d'acqua.

Vantaggi: non occorrono demolizioni delle opere esistenti con rilevante approfondimento rispetto alla quota del coronamento della briglia, dato che si va ad "appoggiare" il passaggio per pesci completamente a valle

della traversa esistente, realizzandovi unicamente una incisione che convogli il filone principale della corrente lungo l'asse del P.p.P. centrale.

Svantaggi: è necessario costruire un'opera di notevoli dimensioni, pertanto dai costi realizzativi elevati.



3.1.4 Considerazioni conclusive

Come sottolineato più volte nel presente manuale, il disegno finale dell'opera è la risposta tecnica ad una lunga serie di "input" che caratterizzano tutti gli aspetti di un determinato contesto ambientale.

Le soluzioni alternative che sono state messe a punto, nel caso specifico presso la traversa di Ponte Samone, costituiranno la base per il progetto definitivo ed esecutivo, nel momento in cui una attenta valutazione delle due soluzioni indicherà quella prescelta. A parità di qualità di funzionamento, il criterio di scelta sarà soprattutto basato su considerazioni di ordine economico. Data la particolarità tecnica dell'opera, risulta fondamentale, oltre che un'attenta progettazione definitiva, anche un'accurata assistenza in fase di cantiere ed una scrupolosa direzione dei lavori, affinché si riproduca al meglio il modello idraulico messo a punto.

Il presente manuale si propone quindi come linea guida per il corretto approccio metodologico alla progettazione di passaggi per pesci, con lo scopo di poter essere utilizzato dai tecnici quale traccia per la stesura di nuovi progetti di passaggi artificiali. Il manuale costituisce l'obiettivo conclusivo di una serie di azioni che hanno caratterizzato un progetto biennale di formazione ed aggiornamento svolto dalla Provincia di Modena, in cui però le risorse temporali ed economiche a disposizione non hanno permesso la realizzazione fisica delle opere.

Gli autori auspicano di poter accedere quanto prima alla fase "realizzativa" dei passaggi progettati: risorse specifiche già allocate da parte della Autorità competenti in materia di conservazione della fauna ittica e della tutela della biodiversità potranno essere destinate a tal fine, in modo da dare seguito con concreta evidenza agli argomenti di questa trattazione scientifica.

Alla realizzazione delle opere dovranno poi seguire le fasi di collaudo, di monitoraggio del funzionamento e di calibrazione, qualora questa fosse necessaria. L'ottenimento di dati circa l'utilizzo da parte della fauna ittica, circa il comportamento idraulico previsto ed effettivo, i benefici per la comunità ittica sono possibili soltanto dopo la realizzazione delle opere, nel lungo periodo; il disegno di un passaggio rappresenta soltanto la prima fase di un più lungo iter scientifico, in cui un gruppo di lavoro deve continuare a confrontarsi e cooperare.

Oltre ad un tangibile vuoto culturale relativo ai problemi di conservazione dei sistemi acquatici, in Italia è forte l'assenza di uno specifico organo territoriale di verifica e controllo sui passaggi per pesci: è sempre più impellente la necessità di dossier specifici o capitolati per la corretta applicazione della materia sul territorio nazionale, vista anche la sempre crescente realizzazione di sbarramenti su tutti i corsi d'acqua nazionali. Si è quindi allegato, volutamente in appendice per una maggiore evidenza, il documento utilizzato in Francia quale istruttoria per predisporre i capitolati di progettazione dei passaggi per pesci.

Tale dossier può essere lo spunto per una auspicabile nuova legislazione, possibilmente a carattere nazionale, atta a garantire la progettazione, realizzazione e gestione di queste opere.

4 BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO

ARPA REGIONE EMILIA-ROMAGNA, 2003. Definizione del D.M.V.: analisi a livello regionale del criterio messo a punto dall'Autorità di Bacino del Fiume Po. Regione Emilia Romagna, Assessorato agricoltura, ambiente e sviluppo sostenibile.

ARPA REGIONE EMILIA-ROMAGNA, 2003. Modello afflussi-deflussi sul reticolo idrografico naturale principale del territorio regionale. Regione Emilia Romagna, Assessorato agricoltura, ambiente e sviluppo sostenibile.

BEACH M. H., 1984. Fish pass design-criteria for the design and approval of fish passes and other structures to facilitate the passage of migratory fishes in river. Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, Fish. Res. Tech. Rep. 78, 45 pp.

BOVEE K., NEWCOMB T. J., COON T. G., 1994. Relations between habitat variability and population dynamics of bass in the Huron River, Michigan. National Biological Survey. Biological Report 21. 63 pp.

BOVEE K., ZUBOY J.R., (EDS.), 1988. Proceedings of a workshop on the development and valuation of habitat suitability criteria. U.S. Fish and Wildlife Service, Biological Report, 88 (11), 407 pp.

CHORDA J., LARINIER M., THINUS Z., 2004. A flume study of steep-slope flows above large-scale roughness elements and their application to fish passes. Proceedings of Fifth International Symposium on Ecohydraulics, Madrid, Spain. 12-17 september 2004.

COMOGLIO C., 2001. Proposta di linee guida per la predisposizione dei dossier di compatibilità ambientale dei prelievi idrici da corsi d'acqua naturali. Collana Ambiente n. 23, Regione Piemonte. (pp. 1-456).

COMOGLIO C., 2004. Environmental flows and fish passes: current scenario and future trends in Regione Piemonte (Italy). Fifth International Symposium on Ecohydraulics, Madrid, Spain. 12-17 settembre 2004.

COMOGLIO C., PINI PRATO E, MATTALIA W., 2005. Requirements for the environmental assessment of new river water abstraction sites. HYDRO 2005 - Policy into practice. 7-20 ottobre 2005, Villach (Austria). (vol. Atti su CD, pp. 1-6).

COMOGLIO C., PINI PRATO E, ROSSO M., 2004. Proposta di linee guida per l'adeguamento delle opere di presa esistenti al rilascio del deflusso minimo vitale. Collana Ambiente, Regione Piemonte. (pp. 1-159).

COMOGLIO C., PINI PRATO E., 2005. Recenti iniziative per la messa a punto di criteri tecnico-operativi per la realizzazione di passaggi di risalita per l'ittiofauna. XV Congresso della Società Italiana di Ecologia. 12-14 settembre 2005, Torino. (vol. Atti su CD, pp. 1-6).

EUZENAT G., FOURNEL F., FAGARD J.L., 2002. Rétablissement de la libre circulation. Application de l'article L- 432-6 du Code de L 'Environnement en Haute Normandie. Cahier de Charges Techniques Particulières et Annexes, 42 p.

FAO, 1995. Code of Conduct for Responsible Fisheries. FAO, Rome.

FAO, 1997. Technical Guidelines for Responsible Fisheries - n. 6 "Inland Fisheries". FAO, Rome

FAO, 1998. Rehabilitation of rivers for fish. A cura di COWX I. G., WELCOMME R.L. Oxford, 260 pp.

FAO, 2002. Fish passes: design, dimensions, monitoring. A cura di DWDK (German Association for Water Resources and Land Improvement), Rome.

FERRI M., 1984. Atti del convegno nazionale "Progettazione di passaggi artificiali per la risalita dei pesci nei fiumi", Modena 7 Dicembre 1984. Regione Emilia Romagna e Provincia di Modena.

FERRI M., 1984. Opere idrauliche e dispositivi di risalita per la fauna ittica. Atti del 2° Convegno di idraulica padana, Parma 15-16.06.1984. Ministero dei LL.PP. - Magistrato per il Po. Parma. IV-11, 235-240.

FERRI M., SALA L. & TONGIORGI P., 1985. Fauna ittica delle province di Modena e Reggio Emilia. FIPS Sez. di Modena, Provincia di Modena, ed. Coptip, Modena, 85 pp.

FERRI M., 1988. Passaggi per pesci negli sbarramenti fluviali: aspetti tecnici e politici del grave ritardo accumulato in Italia. Convegno " I corsi d'acqua minori dell'Italia appenninica" Boll. Mus. St. Nat. Lunigiana 6-7; 305-308, Aulla (1986-87).

FERRI M., 1991. I passaggi per pesci; in Tutela e gestione degli ambienti fluviali. WWF Italia. Serie atti e studi, n° 8, 1991, pp. 105-121.

FERRI M., 2004. Formazione ed aggiornamento per la progettazione di passaggi per pesci, 1984-2002. Atti 9° Convegno Nazionale AllAD, Acquapartita (FC), 11-13 giugno 2002. *Biologia Ambientale*, 18 (1): 1-4, 2004.

FERRI M., 2005. La progettazione dei passaggi per pesci: i corsi ed i Seminari di Modena dal 1984; In "Passaggi per pesci: Atti del seminario tecnico di Modena del 25 Gennaio 2002". Provincia di Modena.

FISRWG, 2001. Stream corridor restoration. Principles, processes and practices. Federal Interagency Stream Restoration Working Group (FISRWG: 15 federal agencies of the US government), pp. 8/89-8/90, 7/28 - 7/34.

GANDOLFI G., ZERUNIAN S., TORRICELLI P., MARCONATO A., 1991. I pesci delle acque interne italiane. Ist. Poligrafico e Zecca dello Stato, Roma; 620 pp.

LARINIER M., 1992. Passes à bassins successifs, prebarrages et rivières artificielles. In: *Bulletin Français de Pêche et Pisciculture*. Vol 326-327: 45-72.

LARINIER M., PORCHER J.P., TRAVADE F., GOSSET C., 1994. Passe à poisson : expertise, conception des ouvrages de franchissement. Collection « Mise au point ». Conseil Supérieur de la Pêche, Paris, France.

LARINIER M., PORCHER J.P., TRAVADE F., 2002. Fishways: biological basis, design criteria and monitoring. *Bulletin Français de Pêche et Pisciculture* 364 (suppl.).

LARINIER M., CHORDA J., THINUS Z., 2005. Etude des écoulements a fortes pentes au-dessus de macrorugosites regulierement reparties. Rapport GHAAPE R.A.

LOI MOP, 1994. Guide à l'intention des maîtres d'ouvrages publics pour la négociation des rémunérations de maîtrise d'œuvre. Les éditions des Journaux Officiel, mise à jour 30 septembre 2002, 129 pp.

LORO R., 2004. Migrazioni ittiche: un approccio olistico all'integrità ecologica dei sistemi idrici. In "Passaggi per pesci: Atti del seminario tecnico di Modena del 25 Gennaio 2002". Provincia di Modena.

MARMULLA G. (ed.), 2001. Dams, fish and fisheries. Opportunities, challenges and conflict resolution. FAO Fisheries Technical Paper, 419. Rome, FAO. 166 pp.

MOYLE P.B. E NICHOLS R.D., 1973. Ecology of some native and introduced fishes of the Sierra Nevada Foothills in Central California. *Copeia*, 3: 478-490.

PINI PRATO E., 2001. Le scale di risalita per la tutela del patrimonio ittico: progetto di intervento per i corsi d'acqua della Val di Sieve. Provincia di Firenze, 96 pp..

PINI PRATO E., 2002. Una proposta di valutazione indicizzata delle priorità di intervento nella realizzazione di passaggi per pesci. In "Passaggi per pesci: Atti del seminario tecnico di Modena del 25 Gennaio 2002". Provincia di Modena.

PINI PRATO E., 2002. Passaggi per pesci: relazione sull'attività svolta nel biennio maggio 2000 - maggio 2002. Atti del 9° convegno nazionale Aiiad. In *Biologia Ambientale*, 18 (1): 105-108 2004.

PINI PRATO E., 2003. I passaggi artificiali per pesci: un'applicazione dell'idraulica all'ecologia dei sistemi fluviali. Tesi di dottorato di ricerca, Dipartimento di Ingegneria Agraria e Forestale, Università degli Studi di Firenze.

PINI PRATO E., 2004. Passaggi per pesci in Italia tra storia ed attualità. Atti del 10° convegno nazionale Aiiad di Montesilvano, 2-3 Aprile 2004. In *Biologia Ambientale*, 20 (1):1-5 2004.

PINI PRATO E., NOCITA A., 2004. A low-discharge fishpass in a typical mediterranean watercourse" - Proceedings "Fifth International Symposium on Ecohydraulics", Madrid , Spain 12-17 september 2004.

PINI PRATO, E. GIANAROLI, M. 2005. (a cura di) Passaggi per pesci: atti del seminario tecnico di Modena. Provincia di Modena, 176 pp.

RAMBALDI A., RIZZOLI M., VENTURINI L., 1997. La valutazione delle portate minime per la vita acquatica sul fiume Savio nei pressi di Cesena (Fo). *Acqua & Aria*, 3:99-105.

RICKER W.E., 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish population. *Bull. Fish Res. Bd Can.*, 191, 382 pp.

SALA L., SPAMPANATO A. & TONGIORGI P., 1992. Province di Modena e Reggio Emilia. In: Regione Emilia-Romagna, Assessorato Agricoltura e Alimentazione - Elementi di base per la predisposizione della Carta Ittica Regionale, Tipografica Moderna, Bologna, 2 voll.

SALA L., GIANAROLI M., TONGIORGI P., 2000. L'ittiofauna modenese 15 anni dopo la prima carta ittica. Atti Soc. Nat. Mat. Modena, 115-151.

TERREL J. W. (ED.), 1984. Proceeding of a workshop on fish habitat suitability index models. U.S. Fish and Wildlife Service, Biological Report 85(6).

UNGWIRTH M.J., SCHMUNZ S., WEISS S., 1998. Fish Migration and Fish By Passes. Vienna.

USFWS (U.S. FISH AND WILDLIFE SERVICE), 1980A. Habitat as a basis for environmental assessment. USFWS, Report 101 ESM, Fort Collins, Colorado.

USFWS (U.S. FISH AND WILDLIFE SERVICE), 1980B. Habitat evaluation procedures (HEP). USFWS, Report 102 ESM, Fort Collins, Colorado.

USFWS (U.S. Fish and Wildlife Service), 1981. Standards for the development of habitat suitability index models for use with the habitat evaluation procedures. USFWS, Division of Ecological Services, Report 103, ESM release 1-81, Washington D.C.

VANNOTE R. L., MINSHALL G.W., CUMMINS K.W., SEDELL J.R., CUSHING C.E., 1980. The river continuum concept. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 37,130-137.

VIDELER J.,1993. Fish Swimming. Chapman & Hall, Fish and fisheries series: 260 pp.

WARDLE C.S., 1980. Effects of temperature on the maximum swimming speed on fish, pp. 519-531. In "Environmental Physiology of Fishes", ed. A11, M.A. Plenum Press, New York and London, 723 pp. (NATO A.S.I.S., vol. 35)

ZERUNIAN S., 2002. Condannati all'estinzione? Edagricole, Bologna; 220 pp.

ZHOU Y., 1982. The swimming behaviour of fish in towed gears: a reexamination of the principles. Scott. Fish. Work. Pap., Dept. Agric. Fisch. Scotl., (4), 1-55.

5 APPENDICE

Linee guida per la redazione dei capitolati relativi agli studi di progettazione delle opere di affrancamento

L'ing. Michel Larinier ha reso disponibili le linee guida utilizzate in Francia per predisporre i capitolati di progettazione dei passaggi per pesci. Tali linee guida sono contenute nel Rapporto GHAAPPE RA04.04 del Maggio 2004.

**LINEE GUIDA PER LA REDAZIONE DEI CAPITOLATI RELATIVI AGLI STUDI DI
PROGETTAZIONE DELLE OPERE DI AFFRANCAMENTO**

Rapporto GHAAPPE RA04.04

Maggio 2004

RIASSUNTO

L'oggetto di questo documento è aiutare i progettisti a definire e redigere i "*quaderni di indirizzo*" adattati alla progettazione dei dispositivi destinati a permettere l'affrancamento (rimonta o svallamento) di un ostacolo da parte della fauna ittica.

Si ricordano nella prima parte i differenti elementi che individuano le finalità pubbliche delle opere idrauliche definite dalla legge MOP.

In seguito si procede a passare in rassegna l'esame di differenti elementi di un progetto insistendo sulla fase di studio: studi preliminari (stato dei luoghi, bozza progettuale), fattibilità, progetto.

Sono dettagliati i diversi elementi che devono caratterizzare il *quaderno di indirizzo* di uno studio.

Si definisce anche ciò che è caratteristico per ciascun livello del progetto.

Si insiste sull'importanza della prima fase degli studi, fase della raccolta dei dati indispensabili per la ideazione di un dispositivo.

Si ricorda che l'ideazione di un dispositivo di affrancamento (di uno sbarramento) necessita imperativamente di un'ottima conoscenza del sito, dal punto di vista topografico, idrologico ed idraulico.

1. INTRODUZIONE – OGGETTO DEL DOCUMENTO

L'oggetto di questo documento è aiutare i progettisti a definire e redigere i capitolati per la progettazione dei dispositivi destinati a permettere l'affrancamento (rimonta o svallamento) di un ostacolo da parte della fauna ittica.

Si ricorda che quando si pone il problema del ripristino della libera circolazione dei pesci, in primo luogo conviene riflettere sulla utilità dell'opera.

Quando l'opera in esame non è più giustificabile, la soluzione più efficace per restaurare la continuità del corso d'acqua consiste nello smantellamento o nella sua parziale apertura in modo che non costituisca più ostacolo alla migrazione dei pesci. Questa opzione deve essere sistematicamente valutata non solo perché permette di assicurare il passaggio alla totalità delle specie, ma anche di liberare spazi produttivi situati a monte dell'ostacolo, ripristinando in tal modo degli habitat.

Gli studi concernenti la rimozione degli ostacoli e la rinaturalizzazione sono specifici e chiamano in causa capacità di valutazione e di realizzazione molto diverse dall'ingegneria applicata ai passaggi per pesci. Tali studi non rientrano nell'ambito di questo documento, che è relativo alla disciplina dei passaggi per pesci stricto sensu.

In occasione delle gare di appalto relative a studi di dispositivi di affrancamento, l'esperienza mostra che l'ammontare degli importi delle diverse proposte per un medesimo Capitolato – in particolare a livello degli studi preliminari e di Pre-Progetto – può variare nell'ambito di un rapporto di 1 a 3 a seconda degli Studi. Questo scarto deriva in parte da differenze importanti circa la consistenza, la precisione e la qualità dell'analisi, sia a livello della raccolta dei dati preliminari relativi al sito (soprattutto per i livelli idrometrici) sia dell'accuratezza delle cartografie. Tale disparità deriva sia dall'insufficiente precisione del Capitolato nella descrizione delle prestazioni e dei documenti da produrre, sia nel mancato rispetto del Capitolato da parte del concorrente.

Conviene insistere sul fatto che la pratica della scelta sistematica della proposta "meno onerosa" senza valutare il contenuto dell'offerta, fa correre il rischio d'inefficacia pregiudizievoli per il Responsabile di Progetto e soprattutto per la qualità e l'efficacia finale dell'opera.

Si ricorda inoltre che il Responsabile d'opera è sottoposto, dal Codice Ambientale, ad un obbligo di risultato circa l'efficacia del dispositivo di affrancamento.

Sembra dunque importante nei quaderni di indirizzo, non solo precisare i differenti elementi che caratterizzano lo scopo dell'opera, riferendosi alla terminologia stabilita dalla legge MOP relativa alla direzione dei lavori pubblici¹, ma anche definire in modo assai chiaro in che cosa consiste il risultato atteso per ogni aspetto delle finalità dell'opera.

¹La consistenza delle differenti finalità e la loro terminologia sono evidentemente identiche nel caso di contratti privati tra un cliente Responsabile d'opera privato e la parte ingegneristica.

2. RICHIAMO DEI DIFFERENTI ELEMENTI DELLE FINALITA' PROGETTUALI DEFINITE DALLA LEGGE MOP

I dispositivi di affrancamento possono essere considerati come opere infrastrutturali (alla stregua degli sbarramenti, delle opere idrauliche, delle installazioni sui corpi idrici) anche se per alcune loro parti potrebbero essere equiparate a delle costruzioni (stazioni di controllo, sale di visita aperte al pubblico...). A questo proposito dipendono dalla sezione 2 del decreto 93-1268 del 29 novembre 1993 e l'allegato III dell'ordinanza del 21 dicembre 1993 relativi alle finalità delle progettazioni assegnate da progettisti di opere pubbliche a esecutori di diritto privato.

2.1 Fase studi

Il decreto e l'ordinanza del 1993 distinguono, per la *fase degli studi*, i seguenti elementi caratterizzanti:

- per le opere di costruzione:
 - o **studi di Bozza progettuale ESQ** (nuove opere) oppure di diagnostica DIA (riabilitazione o riutilizzazione di opere esistenti)
 - o **studi di Pre-Progetto AVP**, potendosi scomporre in Pre-Progetto sommario APS e Pre-Progetto definitivo APD
 - o studi di **Progetto PRO**
 - o **assistenza ai contratti dei lavori ACT**

- per le infrastrutture:
 - o **studi preliminari EP** (nuove opere) o di diagnostica DIA (riutilizzazione o riabilitazione)
 - o **studi di Pre-Progetto AVP**
 - o **studi di progetto PRO**
 - o **assistenza ai contratti dei lavori ACT**

Si noterà che per le infrastrutture i testi distinguono una sola fase di Pre-Progetto AVP (senza distinguere APS e APD come per le opere).

2.2 Fase Lavori

Gli studi di esecuzione permettono la realizzazione della o delle opere. Come scopo essi hanno in particolare lo stabilire piani di esecuzione e le specifiche all'uso del cantiere, una stima quantitativa dettagliata ed un calendario preventivo dell'esecuzione dei lavori. In questo caso l'intervento del Responsabile d'opera si limita il più delle volte alla procedura detta **VISA** che consiste nell'assicurare che i piani di esecuzione rispettino le disposizioni del progetto. Essa si può estendere alla direzione dei lavori (**DET**) e all'assistenza alle operazioni di collaudo (**AOR**).

E' importante notare che tutti gli elementi intangibili del progetto così come il quadro delle eventuali varianti sono stabiliti con il termine della fase di progettazione, e che la realizzazione dei piani esecutivi non necessita più di precisione complementare. In seguito si insisterà volontariamente sulla Fase Studi, nella misura in cui l'opera è definita senza ambiguità **da un punto di vista funzionale**, a partire dalla fase Progetto, oppure di Pre-Progetto.

3. IL CAPITOLATO DELLA FASE STUDI

L'obiettivo d'uno studio può essere molto variabile: generalmente può essere quello di definire le caratteristiche tecniche che l'opera di affrancamento dovrà avere, questo allo stadio di Pre-Progetto o Progetto, e di valutare il costo della sua realizzazione; può anche estendersi agli studi di esecuzione o di collaudo e ad un'assistenza al Responsabile di Progetto al momento della realizzazione dei lavori. Può trattarsi della costruzione di un nuovo dispositivo di affrancamento costruito in occasione della costruzione di una centrale idroelettrica o di un nuovo ostacolo lungo un fiume, della costruzione di un dispositivo su un ostacolo già esistente, della riutilizzazione o riabilitazione di un dispositivo preesistente. Può trattarsi di un passaggio completo o di un dispositivo destinato ad assicurare soltanto lo svallamento dei pesci. Si ricorda comunque che il presente documento non è adattabile agli studi troppo specifici, relativi all'eliminazione totale o parziale di un ostacolo preesistente.

Si passano in rassegna, in seguito, i vari elementi di un Capitolato relativi a studi sui dispositivi che permettano il ripristino della libera circolazione dei pesci (rimonta e svallamento) e tale quaderno dovrà contemplare in modo molto chiaro, come già detto prima, gli elementi da fornire al termine di ciascuna fase del progetto (documenti tecnici, mappe e scala delle mappe, ...).

3.1 Contesto, oggetto e contenuto della finalità del progetto

3.1.1 Contesto dello studio

Nella prima parte del Capitolato il Responsabile di Progetto definirà il contesto generale del progetto.

Preciserà la situazione dell'opera o delle opere interessate (nome del corso d'acqua, delle strutture, comune di ubicazione...) così come le loro principali caratteristiche (dislivello, caratteristiche dello sbarramento, potenza, portata delle turbine, modalità di funzionamento nel caso di impianto idroelettrico).

Preciserà il contesto regolamentare nel quale si colloca il progetto del dispositivo di affrancamento: rinnovo di una concessione o di una autorizzazione, obblighi regolamentari nel caso di un corpo idrico classificato ai sensi dell'articolo L432-6 del Codice Ambientale, precisando, se pubblicata, la lista delle specie interessate dalla classificazione.

3.1.2 Finalità della "missione"

Definirà successivamente la finalità della missione e le differenti fasi nelle quali intende scomporre la pratica, per esempio:

- Studi preliminari (raccolta di dati, diagnostica, Bozza progettuale ...)
- Pre-Progetto
- Progetto
- Assistenza al contratto dei lavori, valutazione degli studi di esecuzione...

Per i progetti relativi ai grandi corsi d'acqua è indispensabile distinguere gli studi in tre fasi: studi preliminari (che spesso comportano l'esame comparativo di soluzioni plurime a livello di bozza progettuale), Pre-Progetto e Progetto.

Per gli studi relativi a opere di minore importanza o quando il livello della bozza progettuale non permette al Responsabile d'opera di prendere una decisione, gli studi preliminari e di Pre-Progetto possono essere realizzati in una sola fase.

Per uno studio di fattibilità che comporti l'esame di una serie di piccole opere lungo un asse di migrazione, è preferibile distinguere due fasi: la fase degli studi preliminari, con raccolta di dati, la diagnostica, limitandosi ad una o più bozze per ogni opera, poi una volta terminata la definizione della fase delle realizzazioni, una sola fase di Pre-Progetto per ciascuna opera.

Le due finalità "assistenza" al contratto dei lavori e "visa (collaudo)" degli studi di esecuzione sono essenziali, in particolare per le opere di modesta importanza che limitano spesso i sopralluoghi da parte del concorrente al Pre-Progetto, per non trovarsi confrontato a delle opere di affrancamento che non rispondono alle dimensioni ed ai costi definiti dagli studi .

Definirà l'organizzazione del lavoro, in particolare per ciò che concerne i tempi di ciascuna fase e il numero preventivo delle riunioni di lavoro: eventualmente una riunione preliminare, presentazione e validazione delle varie fasi del progetto.

Definirà l'eventuale composizione di un comitato di valutazione del corso d'opera

Preciserà il formato dei documenti da fornire al termine di ciascuna fase, una volta che la validazione sia stata effettuata dal Responsabile di Progetto e dal comitato di valutazione (formato dei documenti, numero degli esemplari, di cui quelli riproducibili, il formato informatico (PC compatibile, software Autocad, word, excel, Mapinfo...).

E' imperativo che il documento definitivo che chiude ogni fase dia conto delle osservazioni e delle modificazioni formulate a seguito della riunione di presentazione e di quella di validazione, e gestite direttamente dal Responsabile d'opera e dal comitato di indirizzo.

Deve richiedere esplicitamente nel capitolato che l'esecutore precisi la sua esperienza e le sue referenze in materia di ideazione e realizzazione di dispositivi di affrancamento (idrobiologia, idraulica, genio civile, paratoie di regolazione, automatismi...) e la sua competenza nel dimensionare i costi delle opere da realizzare.

L'analisi dell'esperienza dei partecipanti deve essere uno dei criteri di selezione dello Studio che dimensionerà l'opera.

Convien pertanto che il Responsabile d'opera si assicuri che saranno proprio i partecipanti incaricati che effettueranno gli studi.

E' quindi necessario precisare nel contratto scritto con lo Studio incaricato che la buona esecuzione delle prestazioni dipende essenzialmente da chi sarà nominativamente designato per assicurare la condotta e in caso di incapacità a gestire la missione il titolare deve darne immediata notizia al Responsabile d'opera e prendere tutte le misure necessarie affinché la buona esecuzione delle prestazioni non sia compromessa. A questo titolo gli è fatto obbligo di designare un sostituto e di comunicarne il nome al Responsabile d'opera entro un termine di tempo fissato nella consegna dei lavori. In difetto di sostituzione o se il sostituto è ricusato entro un termine temporale stabilito, il contratto è rescisso.

Il Responsabile di Progetto ha l'interesse a chiedere che il partecipante alla gara faccia apparire le ore di ingegneria come un sottodettaglio di missione, specialmente se ci sono esigenze di ricerche particolari. Tali elementi possono facilitare l'esame comparato delle offerte e la scelta del partecipante.

La definizione delle missioni ed il loro contenuto deve essere oggetto di un contratto stipulato tra le parti incaricate. Ogni modifica d'incarico deve essere oggetto di un'approvazione.

3.2 Studi preliminari: stato dei luoghi, diagnostica e bozza del dispositivo

3.2.1 Stato dei luoghi e diagnostica

Questa prima fase essenziale ha per oggetto lo stabilire lo stato dei luoghi nel caso di un dispositivo di affrancamento da installare su un ostacolo preesistente, il raccogliere i dati necessari all'impostazione del progetto, il precisare se delle indagini supplementari sono necessarie (sondaggi geotecnici, normative sull'acqua, dichiarazione di interesse generale...), il verificare la fattibilità dell'operazione riguardo ai differenti vincoli del progetto e del sito, il proporre una o più soluzioni ed il presentarne le disposizioni generali tecniche considerate, in principi del funzionamento così come la localizzazione.

Nel caso di riabilitazione di un dispositivo esistente, questa fase avrà ugualmente per oggetto il definirne una diagnostica delle strutture esistenti (genio civile e valutazione dell'efficacia dei dispositivi).

*Si ricorda che l'ideazione di un dispositivo di affrancamento necessita di un'ottima conoscenza del sito: topografia, condizioni idrauliche, soprattutto **livelli dell'acqua e loro variazioni da una parte all'altra dell'opera**. Le informazioni sui livelli idrici devono essere assolutamente collegate a valori di portata misurati oppure stimati a partire da una stazione idrometrica presente sul corso d'acqua. E' raccomandabile fissare gli ambiti di escursione dei livelli d'acqua a partire da misure ed osservazioni piuttosto che da una modellizzazione il cui risultato è più aleatorio (soprattutto per i livelli a valle). Questi dati sono da acquisire a partire da questa prima fase di studio e non durante una fase successiva, dato che sono essenziali per il dimensionamento del dispositivo. **Conseguentemente la durata della fase di raccolta può essere relativamente lunga, legata all'area della situazione idrologica ed alla data di avvio dello studio.** L'assegnatario potrà essere incaricato, se del caso, di effettuare rilievi necessari all'ottenimento di questi elementi o di definire in dettaglio i rilievi necessari al fine di permettere al Responsabile di progetto di consultare un geometra di sua scelta per la topografia o osservatori locali per i rilievi dei livelli d'acqua. Non si può fare economia di tali dati nella definizione di un Pre-Progetto e la loro raccolta può costituire un parte notevole dei costi di questa prima fase.*

*Nel caso di installazione di un dispositivo in uno sbarramento preesistente, è a volte necessario fissare una diagnostica dell'opera per informare il Responsabile di progetto sul suo stato e sulla fattibilità dell'inserimento del dispositivo di affrancamento, come anche sull'utilizzo dell'opera (manovra preferenziale di certe paratoie per esempio) potendo avere un impatto sulla localizzazione dell'entrata del P.p.P. **Questi punti particolari devono essere chiaramente richiesti nel Capitolato dal Responsabile di progetto e precisati nell'offerta.***

Il Responsabile di Progetto deve fornire tutte le informazioni necessarie all'incarico relative alla topografia del sito (ad una scala stabilita), geometria dell'ostacolo idraulico, la sua gestione, idrologia del corpo idrico nonché suoi livelli idrometrici. Se non dispone di parte di tali dati, come idrologia e dati biologici, può raccogliercene presso le amministrazioni competenti (DIREWV, MISE, CSP). Il committente potrà essere incaricato, se del caso, di effettuare i rilievi necessari per la definizione della topografia del sito o di definire in dettaglio i rilievi che permettano al Responsabile di progetto di consultare un geometra di sua scelta. La soluzione più efficace consiste in genere nel far effettuare rilievi topografici da un geometra esperto scelto dal Responsabile ma sotto il controllo del prestatario. Questi punti devono essere precisati nel Capitolato dal Responsabile di progetto.

Per esperienza si constata che pochi cartografi sanno realizzare e riportare su mappa gli interventi idraulici. Inoltre le mappe consegnate dai Direttori di progetto possono essere incomplete, a piccola scala, oppure in un cattivo sistema di riferimento. Sembra opportuno richiedere sistematicamente al Responsabile di Progetto di integrare con un nuovo rilievo topografico che localizzi le strutture a monte ed a valle. Le altimetrie saranno sistematicamente fornite in IGM69 per evitare qualsivoglia ambiguità in seguito all'esito dei lavori.

Similmente per i livelli d'acqua a monte ed a valle dell'opera: se il Responsabile di Progetto non li possiede (è il caso più frequente), il Capitolato deve precisare chi ha l'incarico di raccogliere tali dati, chi può richiedere la messa in opera ed il livellamento delle scale idrometriche a monte ed a valle delle opere ed il loro rilievo per un livello di portata significativo (una magra da 2 a 3 volte maggiore del modulo interannuale). Il Capitolato preciserà i dati che deve fornire il Responsabile dei lavori alla fine di questa tappa dei lavori, dati la cui lista indicativa è di seguito precisata.

Dati biologici

- Specie target (*specie obiettivo*) e specie presenti, grandezza delle popolazioni, periodi di migrazione (rimonta, svallamento) all'altezza dell'ostacolo.
- Comportamenti del pesce a livello dell'ostacolo: definizione delle zone di blocco, di raggruppamento e di tentato passaggio dei migratori a monte ed a valle delle opere (rimonta e svallamento).

Dati idrologici e sedimentologici

- Caratteristiche idrologiche del corso d'acqua a livello dell'ostacolo: modulo interannuale, portate medie mensili, portate caratteristiche di magra e di piena, valori statistici annuali e mensili (mediani, quartili e percentili).
- Caratteristiche idrologiche del corso d'acqua durante il periodo di migrazione.
- Eventuale influenza di opere a monte su tali portate (presenza di chiuse e loro caratteristiche, ad esempio...).
- Trasporto solido del fiume: natura (limo, sabbia, ciottoli...), importanza, comportamento a livello dell'ostacolo (presenza di zone di interrimento (*deposito*) a monte e a valle).

Dati sulla realizzazione

- Mappe delle strutture in sito: rilievi che permettano di collocare l'insieme delle realizzazioni in sito (derivazioni, canali di apporto e di scarico, organi di restituzione, P.p.P. esistenti...)
- Sezioni delle opere nei punti suscettibili ad accogliere strutture.
- Caratteristiche dettagliate di certe opere (dimensioni, e quote caratteristiche che definiscano le opere di regolazione idraulica, gli scarichi, le paratoie e le valvole) così come della derivazione dell'acqua e (della localizzazione) delle turbine nel caso di un impianto idroelettrico.
- Definizione delle relazioni tra le portate ed i livelli d'acqua a monte e a valle dell'opera o della parte d'opera candidata ad accogliere il dispositivo di affrancamento.
- Livelli d'acqua raggiunti per effetto delle piene.

- Utilizzo dell'acqua nel sito e modalità di funzionamento delle installazioni idrauliche, curando in modo particolare lo studio dei problemi posti dalle restituzioni multiple (derivazioni, paratoie di scarico, turbine).
- Importanza e comportamento dei corpi flottanti e del materiale fluitato a livello dell'ostacolo (zone di transito e di accumulo).
- Nel caso di una riabilitazione o del riutilizzo di un dispositivo esistente, caratteristiche dettagliate del o dei dispositivi esistenti e valutazione della loro efficacia.

Dati amministrativi

Dovranno essere censite le particelle catastali interessate dal progetto (generalità e indirizzo dei proprietari dei terreni di accesso e/o adiacenti alle dighe), per predisporre gli eventuali acquisti fondiari o le convenzioni o servitù di passaggio che il Responsabile d progetto dovrà includere, anche in fase di cantiere.

Si insisterà ancora sul fatto che la scelta del dispositivo ed il suo dimensionamento, e conseguentemente il suo costo, dipenderanno soprattutto dalle specie-obiettivo, dalla grandezza delle portate del corpo idrico, del dislivello, dei livelli a monte ed a valle durante la migrazione e le loro modificazioni.

- A partire dagli elementi precedenti saranno fissate la gamma del portate e dei livelli d'acqua per i quali il dispositivo di affrancamento deve restare funzionale.
- Sarà stabilita l'entità delle portate da far transitare nel dispositivo.
- Saranno precisati i principi generali del dimensionamento ed i criteri di concezione (tipo di dispositivo, dislivelli massimi tra i bacini, profondità dell'acqua, energia dissipata, volumi massimali nei bacini, tipo e dimensione dei rallentatori, ampiezza delle griglie e dimensione delle aperture dei by-pass in caso di un dispositivo di svallamento ,...).
- Localizzazione del o dei dispositivi in esame.

Alla fine di questa fase sarà composta una memoria esplicativa e giustificativa che riprenda:

- le caratteristiche dell'ostacolo e la sintesi dei differenti dati di seguito elencati.
- la localizzazione del o dei dispositivi previsti.
- il range di funzionamento del dispositivo di affrancamento espresso in termini di livelli d'acqua (a monte ed a valle) e di portate.
- la scelta dei tipi di dispositivi di affrancamento in esame.
- i principi generali del dimensionamento ed i criteri di concezione accettati.
- le bozze della o delle differenti soluzioni possibili richiedenti una mappa della situazione dei dispositivi e dei loro annessi.

Saranno richieste mappe quotate (dimensioni ed altimetrie) alle scale 1:10.000-1:5.000 per la veduta d'insieme e alle scale 1:500-1:200 per la vista in mappa dei dispositivi con alcune sezioni significative alla scala 1:100. ***Si insiste che a questo stadio le quote e le dimensioni sono fornite a titolo indicativo e che saranno suscettibili di un significativo sviluppo alla fine della seguente fase di Pre-Progetto. Allo stadio di Bozza, gli studi sono limitati allo stretto necessario per permettere la scelta tra differenti soluzioni ed esaminare la loro compatibilità con il budget finanziario revisionale fissato dal Responsabile di Progetto.***

La memoria sarà accompagnata da una stima provvisoria del costo preventivo dei lavori, analizzando i costi dei lavori recenti di opere simili, possibilmente realizzati nella regione in cui si ambienta lo studio e indicando possibilmente l'incertezza che vi è legata tenuto conto dei criteri di stima utilizzati.

L'allestimento di un piano di finanziamento dei lavori dai costi stimati alla fine di questa fase è prematuro, in dipendenza della grande incertezza circa alcuni costi.

Se differenti soluzioni sono state considerate, un'analisi comparativa multicriteriale sarà inserita nella memoria tecnica. Alla fine di questa fase lo studio sarà oggetto di una riunione di presentazione che permetta di fissare con il Responsabile di Progetto la scelta dei dispositivi, i principi generali di concezione, la sede di localizzazione da assumere per la fase di Pre-Progetto. La memoria tecnica finale integrerà le decisioni e le scelte fissate con la riunione di fine fase.

3.3 Studi di Pre-Progetto (AVP)

Gli studi di PP sono fondati sulla soluzione globale assunta al termine degli studi preliminari, approvata dal Responsabile di Progetto e/o dal Comitato di verifica e presentata nel rapporto finale della fase precedente. La fase di PP (AVP) dello studio è destinata a confermare la fattibilità della soluzione individuata e di definirne in dettaglio l'insieme delle caratteristiche e le condizioni della sua realizzazione tenendo conto delle diverse note ed osservazioni formulate alla fine della riunione di presentazione dei risultati della prima fase di studio.

Il PP permetterà di:

- Confermare la fattibilità della soluzione individuata alla fine della fase precedente.
- Definire la localizzazione delle opere tenendo conto delle difficoltà legate al sito (accesso, fondamento, garanzia di alimentazione, sufficienza del P.p.P. durante la magra, protezione del P.p.P. contro i rischi di sedimentazione ed ostruzione con le piene...).
- Mettere in dettaglio il dimensionamento idraulico delle diverse componenti dei dispositivi di affrancamento: condizioni di alimentazione, caratteristiche dei bacini (larghezza, lunghezza, profondità, dislivelli fra i bacini, energia dissipata, franco di funzionamento...) o dei rallentatori nel caso di un P.p.P. che li richieda.
- Definire il dimensionamento ed i principi di dimensionamento dell'impianto di cattura integrato nel P.p.P. , se del caso.
- Definire l'equipaggiamento idromeccanico (paratoie, valvole, nassa di trasferimento, struttura di sollevamento...) e di protezione (griglie fisse e mobili, deflettori, etc...)
- Definire i dispositivi di protezione e/o destinati a facilitare la manutenzione dell'opera (griglie, deflettori, camminamenti...) così come le condizioni di restituzione verso valle e, in particolare, le possibilità di componenti aggiuntive eventualmente necessarie in caso di erosione regressiva (protezione anti-erosione..).
- Definire i principi costruttivi, delle fondamenta e della struttura così come il loro dimensionamento indicativo.

Una memoria tecnica che presenti l'insieme dell'opera, i suoi criteri di dimensionamento e le sue condizioni di funzionamento sarà redatta al termine della fase PP (AVP).

Una nota di calcolo idraulico dei flussi nel dispositivo sarà fornita al fine di permettere di valutare l'efficacia del dispositivo per le specie obiettivo entro la gamma di livelli d'acqua a monte ed a valle riscontrate in periodo di migrazione e sul range di funzionamento considerata: portata nel P.p.P., energia dissipata, dislivelli d'acqua, velocità massimali, livelli d'acqua per i P.p.P. a bacini successivi e i canali di by-pass, portate o portate unitarie nei P.p.P. a rallentatori, funzionamento del o dei dispositivi di regolazione a monte ed a valle.

Le mappe fornite comprenderanno:

- una mappa generale presentata su uno sfondo topografico (scala 1:200-1:100) sul quale figurerà l'insieme dell'opera.
- una vista in piano rappresentante il P.p.P. integrato nel suo contesto ambientale diretto (accesso, protezioni..).
- un profilo di lunghezza del P.p.P. o più in generale del dispositivo.
- una mappa più dettagliata delle estremità a monte ed a valle (derivazione dell'acqua e restituzione delle portate).
- una mappa dei principi del dispositivo di cattura e/o della stazione di monitoraggio (biologico).
- alcune sezioni tipo.

Le caratteristiche generali della realizzazione saranno definite alla scala 1:100-1:50 e, per i particolari e le sezioni, a 1:50-1:20.

Una stima del costo preventivo dei lavori sarà effettuata sulla base di una bozza con dimensionamenti misurati con specifico computo metrico estimativo.

Un eventuale impegno ad effettuare rilievi geotecnici sarà espresso se sarà ritenuto necessario per il proseguimento degli studi (questi supplementi complementari possono essere richiesti dal Responsabile di Progetto alla fine della fase precedente nel caso che essi abbiano influenza sul tipo di realizzazione).

Ugualmente, in caso di progetti importanti, potrà essere effettuato uno studio sulla base di un modello ridotto, sia per rispondere a interrogativi riguardo alla localizzazione del P.p.P., particolarmente per determinare la posizione ottimale dell'entrata, sia per dimensionare particolari componenti del dispositivo come le gàvete di restituzione delle portate aggiuntive di attrazione così come la protezione dell'opera dai corpi alla deriva.

Al termine di questa fase, lo studio sarà oggetto di una riunione di concertazione che permetterà di presentare e valicare l'insieme del progetto.

Le modifiche introitate con la riunione di concertazione saranno integrate nel documento definitivo di fine fase.

Gli studi di PP possono ugualmente comprendere la redazione dei dossier necessari per ottenere le autorizzazioni amministrative nonché l'assistenza al progetto nel corso della istruzione.

Ricorda: come si è detto più sopra, per gli studi relativi ad opere di modesta importanza o quando il livello di Bozza non permette al Responsabile di Progetto di prendere una decisione, gli studi preliminari e di PP (AVP) possono essere realizzati in una sola fase.

3.4 Studi di Progetto (PRO)

Gli studi di progetto saranno effettuati dopo che il Responsabile di Progetto (e/o il Comitato di valutazione) avranno validato il Pre-Progetto tenendo conto delle prescrizioni derivate dalle procedure regolamentarie, dai risultati, dagli eventuali rilievi geotecnici e le risultanze degli studi su modelli in scala ridotta. Questi studi di progetto definiscono la concezione dell'opera nei suoi dettagli. Essi hanno lo scopo :

- Di stabilire, con accurata precisione, le caratteristiche e le dimensioni delle differenti parti del dispositivo così come la sua localizzazione topografica, in vista della esecuzione dei lavori.
- Di confermare le scelte tecniche e di precisare la natura dei materiali, delle attrezzature e delle condizioni della loro messa in opera.
- Di verificare, per mezzo di calcoli appropriati, che la stabilità e la resistenza delle opere sono assicurate nelle condizioni di utilizzo alle quali potranno essere sottoposte.²
- Di precisare con mappe, sezioni o quotature, le forme dei diversi elementi del dispositivo.
- Di precisare le disposizioni generali e le specificazioni tecniche delle attrezzature rispondenti alle esigenze dell'intervento.
- Di stabilire un costo preventivo dei lavori, scomposto in elementi tecnici omogenei.
- Di permettere al Responsabile di Progetto di fissare il costo preventivo della soluzione o, nel caso, di ciascuna fase della realizzazione e di valutare i costi di manutenzione.
- Di permettere al Responsabile di Progetto di fissare lo scadenario di esecuzione e di fissare, se necessario, la suddivisione in lotti.

Inoltre, nel caso che dopo l'apertura della gara di appalto, sulla base degli studi di Pre-Progetto (AVP) o di Progetto, una variante coerente con le condizioni minimali stipulato nel dossier di consultazione delle imprese (DCE) (vedi § 3.5 seguente) sia stato proposto dalle imprese e accettata dal Responsabile di Progetto, gli studi di progetto devono essere completati per:

- garantire la coerenza delle disposizione con il Progetto o con il Pre Progetto.
- definire la sintesi delle mappe e specificazioni adottante da una parte (dal Progetto o dal PP) le disposizioni del Responsabile di Progetto e, dall'altra, delle proposte dell'impresa.

Si insisterà sul fatto che se il Responsabile di Progetto intende autorizzare delle varianti, esse devono limitarsi a certe parti precise del DC ed essere chiaramente specificate nel DCE: tipo di organo di manovra della paratoia di entrata, tipo di fondamenta del P.p.P. , ...).

Esse non devono rimettere in discussione né la concezione, né il dimensionamento "ittologico" del dispositivo di affrancamento. E' sconsigliabile autorizzare le imprese a proporre delle varianti sulla soluzione di P.p.P. : non ne sono competenti.

Ogni componente della realizzazione (genio civile ed equipaggiamento) saranno definiti in scala 1:100-1:50 e, per i dettagli, in scala 1:50-1:20, od anche 1:10 in caso di bisogno.

3.5 L'assistenza al contratto dei lavori (ACT) e il *nulla osta* agli studi di esecuzione (VISA)

L'assistenza assicurata al Responsabile di Progetto per la stipula del o dei contratti di assegnazione dei lavori, sulla base degli studi di progetto che egli ha approvato, ha lo scopo di:

- stabilire le parti tecniche necessarie per l'elaborazione del dossier di consultazione delle imprese (DCE): individuazione del CCTP, quadri del repertorio di riferimento dei prezzi e del dettaglio di stima, mappe, brani adatti a facilitare ai candidati la comprensione del dossier...
- di preparare, se del caso, la selezione dei candidati e di analizzare le candidature ottenute.
- di analizzare le offerte delle imprese e, se necessario, le varianti a tali offerte, di verificare la conformità delle offerte ai documenti di consultazione (DCE?) ed ovviamente che non vi siano omissioni od errori né contraddizioni e di redigere un rapporto di analisi comparativa che individui le candidature idonee per la selezione.

Nella fase dei lavori è frequente che l'affidatario dell'incarico garantisca al Responsabile di Progetto il suo dovere di **VISA**. Dopo la notifica all'impresa della sua assegnazione e dell'ordine di procedere all'inizio dei lavori, questa ultima è tenuta contrattualmente a fornire l'insieme delle mappe esecutive per il *nulla osta*. Questa parte dell'incarico di controllo consiste nel verificare il buon adeguamento delle opere previste all'esecuzione rispetto alla funzionalità da raggiungere, ed alle regole di costruzione e sicurezza. Un rapporto di analisi di *visa* degli studi di esecuzione consegnati dal titolare dell'incarico sarà rilasciato alla fine di questa fase. ***In ogni caso è preferibile che sia l'assegnatario che ha svolto questa fase ad assicurare questo obbligo.***

² Nella maggior parte dei progetti, questa verifica è lasciata a carico dell'impresa che effettua i lavori