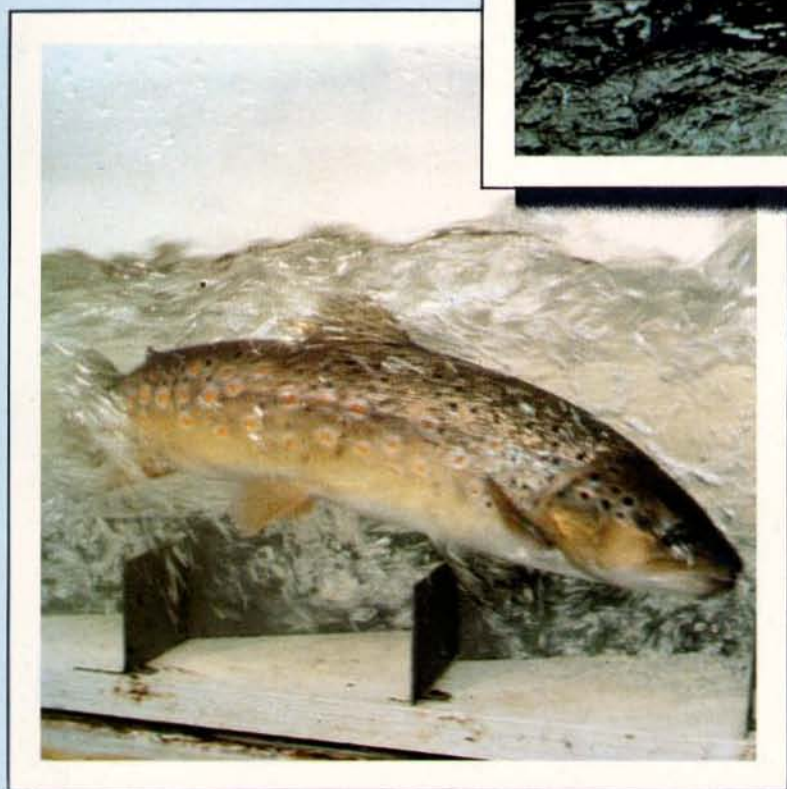


# Progettazione di passaggi artificiali per la risalita dei pesci nei fiumi



con

Atti del Seminario Tecnico Regionale di Modena, 7 - 12 - 1984

***PROGETTAZIONE  
DI PASSAGGI ARTIFICIALI  
PER LA RISALITA DEI PESCI  
NEI FIUMI***

REGIONE EMILIA ROMAGNA  
PROVINCIA DI MODENA

*Progettazione di passaggi artificiali  
per la risalita dei pesci nei fiumi*

con  
Atti del Seminario Tecnico Regionale  
di Modena, 7-12-84

## SOMMARIO

### PRESENTAZIONI

ATTI del seminario tecnico, 7 - 12 - 84

Introduzioni . . . . .	8
<i>Prof. Gilberto Gandolfi</i> Aspetti biologici delle migrazioni dei pesci . . . . .	12
1 <sup>a</sup> Relazione - <i>M. H. Beach</i> La progettazione delle scale di rimonta . . . . .	14
2 <sup>a</sup> Relazione - <i>M. Larinier</i> Guida per la progettazione di scale di risalita per i pesci migratori . . . . .	22
3 <sup>a</sup> Relazione - <i>Tilbert Strubelt</i> Scale di risalita del pesce . . . . .	36
Interventi . . . . .	38
Risposte dei relatori . . . . .	41
Conclusioni . . . . .	47
DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA . . . . .	51
ALLEGATI: riproduzione dei testi originali . . . . .	67
BIBLIOGRAFIA . . . . .	171



#### **Redazione del volume**

Coordinamento: Dr. M. Ferri (Provincia di Modena).

Testi: M. Larinier, M. H. Beach, T. Strubelt e Atti Seminario 1984.

Traduzione dei testi: Dr. Sorrentino (Regione Emilia Romagna).

Collaborazione: G. Altarocca.

Fotografie: in copertina M. Larinier, M. H. Beach. - Nel testo, M. Larinier, M. H. Beach, T. Strubelt, M. Ferri

Stampa: Grafiche STIG - Modena.

Gli allegati in lingua originale sono stati riprodotti grazie alla cortese autorizzazione degli Autori e dei Ministeri dell'Agricoltura del Regno Unito e di Francia.

Vietata la riproduzione anche parziale dei testi e delle illustrazioni senza espressa autorizzazione.

#### **Organizzazione del Seminario Tecnico Regionale di Modena, 7/12/1984**

F. Bartolini, G. Altarocca, M. Sorrentino (Regione Emilia Romagna), L. Bulgarelli, M. Ferri (Provincia di Modena).

Un ringraziamento particolare ai Sigg. M. Larinier, M. H. Beach, T. Strubelt, G. Gandolfi, che hanno partecipato in qualità di relatori.

Si ringraziano inoltre: la ditta CITY MODENA, per la traduzione simultanea; i funzionari e gli esperti di Regioni, Provincie, Enti Idraulici e Associazioni che hanno aderito al Seminario.

## REGIONE EMILIA ROMAGNA PRESENTAZIONE

*Nell'ambito degli interventi in materia di pesca e incremento della pescosità nelle acque interne, la Regione ha affrontato, fra l'altro, il problema del danno ambientale cagionato dalle opere di attraversamento e sbarramento dei fiumi.*

*Come è noto, tali opere impediscono molto spesso gli spostamenti naturali di numerose specie ittiche, compromettendo il compimento dei cicli biologici ed innescando in tal modo processi di attuazione delle situazioni ambientali acquatiche.*

*La soluzione, nota da tempo, consiste nella costruzione, in corrispondenza degli ostacoli di cui si è detto, di particolari strutture che permettono alla fauna acquatica di superarle e di risalire quindi considerando le loro esigenze naturali.*

*Poichè non esistevano in Italia esperienze significative in proposito, la Regione ha chiesto la collaborazione di tecnici qualificati in Paesi stranieri, dove queste esperienze invece sono ormai acquisite.*

*Successivamente, con la collaborazione dell'Amministrazione Provinciale di Modena, è stato organizzato un Seminario, che ha avuto luogo il 7/12/84, durante il quale i Sigg.ri M.H. Beach, M. Larinier, T. Strubelt, rispettivamente appartenenti alle pubbliche amministrazioni di Francia, Inghilterra e Repubblica Federale Tedesca hanno dimostrato con dovizia di supporti fotografici le loro esperienze al pubblico di tecnici convenuto alla manifestazione.*

*Il Seminario è stato seguito con indubbio interesse dai partecipanti, ma il risultato più qualificante è stato la messa a fuoco di un problema finora assai poco considerato e dalla presa di coscienza da parte dei tecnici presenti che la progettazione della scale di risalita non è semplice e ovvio come potrebbe sembrare, ma richiede al contrario conoscenze combinate di carattere tecnico e biologico per poter affrontare i problemi che presentano le varie situazioni ambientali.*

*In relazione a ciò la nostra Regione ha ritenuto il Seminario di Modena il punto di partenza per nuove iniziative.*

*Anzitutto la stessa edizione del presente volume che non si limita ad una semplice raccolta degli atti del Seminario ma, comprendendo anche informazioni bibliografiche, documentazioni fotografiche e la riproduzione di elaborati tecnici provenienti dalla Francia e dall'Inghilterra, acquista un carattere manualistico che lo rende più adatto alla consultazione da parte degli operatori ai quali è destinato.*

*Altra iniziativa in corso di realizzazione è un "Corso di progettazione delle scale di risalita del pesce" che verrebbe svolto dagli stessi tecnici stranieri invitati al Seminario e al quale parteciperanno i tecnici delle varie Amm.ni Pubbliche operanti in Emilia-Romagna.*

L'Assessore allo Sport,  
Tempo Libero,  
Caccia e Pesca

**Prof. Giuseppe Corticelli**

## PROVINCIA DI MODENA PRESENTAZIONE

*Il Seminario Tecnico Regionale sulla progettazione delle Scale di Risalita, organizzato dalla Provincia di Modena e dalla Regione Emilia Romagna nel dicembre 1984 a Modena, evidenziò la necessità di iniziare senza indugio esperienze italiane concrete in un settore, quello dei passaggi artificiali per i pesci, tradizionalmente trascurato dagli enti idraulici italiani nonostante gli obblighi di precise normative che, in campo nazionale, risalgono al 1931 e, in campo regionale al 1979. Tale nostra carenza è in realtà riconducibile a un fattore che venne ben evidenziato proprio nel corso del Seminario sopra menzionato, quando le relazioni degli Ospiti stranieri colpirono non tanto per l'abbondanza dei dati esposti quanto per la completezza delle informazioni in loro possesso, frutto evidente di consolidate esperienze multidisciplinari in questo particolare settore.*

*Sicuramente la necessità del lavoro di équipe emergerà sempre di più man mano che nel nostro paese ci si addentrerà nella fase operativa, quando si potrà concretamente constata-*

*re che fiumi e torrenti sono realtà complesse in cui gli aspetti faunistici, ambientali e paesaggistici non sono assolutamente meno degni di considerazione della necessità di garantire stabilità e protezione dall'erosione a alvei e rive. È quindi con vero piacere che la Provincia di Modena e la Regione Emilia-Romagna presentano questo manuale di Progettazione realizzato con gli Atti del Seminario di Modena del 1984 e con una nutrita documentazione cortesemente messa a disposizione dai Relatori di quel Seminario e dai Ministeri dell'Agricoltura del Regno Unito e di Francia, con l'augurio che nel prossimo futuro possano crescere le collaborazioni anche fra gli esperti italiani di questo settore e che possano aumentare i contributi a difesa e sviluppo del nostro patrimonio naturale.*

Il Presidente Dell'Amministrazione  
Provinciale

**Dr. Giuliano Barbolini**

L'Assessore all'Agricoltura,  
Caccia e Pesca  
**Nerino Gallerani**

REGIONE EMILIA ROMAGNA  
PROVINCIA DI MODENA

*Atti*

del Seminario Tecnico per la  
progettazione delle  
scale di risalita dei pesci

MODENA 7/12/84  
Sala Leonelli della Camera di Commercio

# INTRODUZIONE

*Prof. Giuseppe Nuara*  
*Presidente della Provincia di Modena*

Cari amici, piú che un'apertura dei lavori è soltanto un saluto che desidero rivolgere sia agli organizzatori che hanno lavorato per preparare questo Seminario Tecnico sia a tutti coloro che, con la loro presenza e con i loro interventi, contribuiranno ad ottenere risultati che, mi auguro, siano utili e produttivi.

Un particolare saluto di benvenuto agli ospiti francesi, tedeschi ed inglesi che ci relazioneranno sulle loro esperienze. E questo è molto importante perchè alcuni di questi paesi, in questo campo, sono a stadi abbastanza avanzati e quindi è un utile scambio di informazioni ed esperienze.

Sento il bisogno, nell'aprire i lavori di questa giornata, di giustificare la mia presenza. Questo è un Seminario Tecnico e, allora, la domanda piú semplice può essere: "perchè c'è un politico, un amministratore?" Me ne andrò abbastanza presto lasciando il campo ai tecnici, però l'invito che l'assessore Famigli caldamente mi ha rivolto ad essere presente oggi, ha una sua giustificazione.

Mentre sono preoccupato per i fenomeni come quello dell'afta che colpisce il nostro patrimonio zootecnico e che ha determinato la chiusura di tutti i mercati bestiame dell'Emilia-Romagna con provvedimento di ieri sera, mentre sono preoccupato per il problema delle acciaierie, per il problema delle ceramiche, mi trovo a questo Seminario Tecnico. Allora può sembrare assurdo e può sembrare anche un controsenso, però non c'è controsenso. Perchè la motivazione che ha spinto la Regione Emilia-Romagna e la Provincia di Modena ad organizzare un convegno come questo è la sensibilità sempre piú crescente nei confronti dei problemi dell'ambiente, della natura, del rispetto della natura. Un convegno come questo 10 anni fa in Italia ma, direi, anche nella stessa Modena, era impensabile. Oggi lo si fa anche se in un momento di difficoltà economiche che quindi possono portare l'attenzione quasi tutta rivolta verso i problemi occupazionali, i problemi dell'attività produttiva. Eppure oggi lo si fa perchè, in questi ultimi, anni è cresciuta la maturità di tutti noi nei confronti dei problemi del rispetto dell'ambiente. E va crescendo sempre piú. Non siamo ancora a livelli ottimali, c'è

ancora parecchio da fare, però mi sembra di poter dire che siamo sulla strada giusta.

L'importante è non fermarsi in questo cammino che, come obiettivo finale, vuol vedere uno sviluppo equilibrato della dimensione produttiva, dimensione certamente importante perchè l'uomo per vivere ha bisogno di produrre, ha bisogno di produrre ricchezza, ha bisogno di lavorare e quindi di posti di lavoro. Però ci sono due modi diversi di atteggiarsi nei confronti della realtà territoriale e della natura che ci sta intorno: o quella di sfruttarla, con la conseguenza che alla fine magari si è ricchi, si ha il lavoro, ma si vive in un ambiente non adeguato, oppure l'altro atteggiamento è quello di guardare questo ambiente, questa natura come parte integrante di quella ricchezza che ci deve circondare. Ricchezza produttiva e ricchezza della natura.

Ecco, io credo che questo sia il senso politico-amministrativo importante di questo Seminario di oggi. Che è un Seminario Tecnico, ma che se è stato organizzato, rivela la volontà di affrontare certi problemi come quello di dare la possibilità ai pesci di poter risalire i fiumi, di poter svolgere il loro ciclo biologico; come quello di non attentare alla vita di qualche specie di pesci perchè impedire loro la risalita qualche volta significa attentare alla loro esistenza.

Ecco, questa sensibilità che in questi ultimi tempi si sta dimostrando in vari campi. Sensibilità per la natura e per l'ambiente. Io vorrei ricordare, e forse non è fuori posto, che questo rientra in una politica piú vasta, parlo di politica amministrativa. Vorrei ricordare che quest'anno nella provincia di Modena, parlo della provincia perchè è la provincia che rappresento e a nome della quale vi porto il saluto e l'augurio di buon lavoro, sono sorti tantissimi impianti per la depurazione delle acque. Ed è un segno importante. Così come si sta provvedendo, in questi ultimi anni, ad una visione razionale dello smaltimento dei rifiuti solidi urbani, così come si sta provvedendo ad una visione organica e razionale dello smaltimento dei rifiuti tossici, dei rifiuti industriali. Sono tutti aspetti di una politica dell'ambiente, compresa quella della sensibilizzazione, la sensibilizzazione nei confronti delle acque,



il problema dell'inquinamento atmosferico, sono tutti problemi che vengono affrontati oggi con una visione più armonica ed organica, con molta più incisività rispetto a ieri. E' certo che non siamo ancora a livelli ottimali, ma per quanto mi riguarda posso affermare che siamo sulla strada giusta per giungere prima o dopo all'obiettivo di poter vivere in una realtà che veda un giusto equilibrio tra ricchezza produttiva da una parte e ricchezza ambientale dall'altra.

Con l'auspicio che il Seminario di oggi possa apportare proficui risultati nel campo tecnico, ma il campo tecnico ha anche risvolti più ampi, io chiudo questo mio breve saluto e passo la parola a Bartolini che rappresenta la Regione Emilia-Romagna e che aprirà i lavori.

*L. Bartolini*  
*Regione Emilia-Romagna*

Anch'io, per certi aspetti, vorrei giustificare la mia presenza.

Io sono il responsabile del Servizio Tempo Libero e quindi, potrei anch'io essere considerato fuori posto in un convegno di questo tipo.

In ogni modo, ho il dovere innanzi tutto di ringraziare i partecipanti e i rappresentanti degli Enti che, nella nostra regione operano nel settore idraulico, e di portare il saluto anche dell'Assessore Regionale della Giunta, all'Ing. Michel Larinier del Ministero dell'Agricoltura della Repubblica Francese, dell'Ing. Mike H. Beach del Ministero dell'Agricoltura Inglese esperto della Direzione generale delle Ricerche sulla Pesca e di Herr Tilbert Strubelt Biologo del Ministero dell'Agricoltura, dell'Alimentazione e della Forestazione della Regione Baden Württemberg della Repubblica Federale Tedesca, i quali hanno accolto il nostro invito e sono disponibili a darci il contributo anche delle loro esperienze.

Perchè abbiamo organizzato questo Seminario?

La Giunta Regionale avvalendosi della collaborazione dell'Assessorato all'Ambiente e riequilibrio faunistico della Provincia di Modena, ha promosso questo Seminario in attuazione del piano "Pesca ed incremento della pescosità delle acque interne" che fa parte delle attività del Servizio per il Tempo Libero, compreso nel piano poliennale di sviluppo '82-'85 approvato dal consiglio regionale del dicembre del 1982.

La scelta di Modena come sede credo che risulti dall'introduzione del Presidente dell'Amministrazione Provinciale.

Direi che a Modena abbiamo alcune situazioni tipiche, nel senso di "limite". Una notevole presenza di acqua, una notevole esigenza di utilizzazione di queste acque per usi sia della popolazione, sia dell'industria, sia dell'agricoltura che qui ha alcuni dei punti più alti della struttura del nostro paese.

D'altra parte, al problema delle acque, il piano poliennale non dedica soltanto questioni di tipo particolare. Nel piano poliennale sono previsti 8 progetti di intervento che sono raggruppati nei tre grandi settori di competenza regionale: La difesa dell'ambiente e l'uso razionale delle acque fluenti di falda che prevedono la tutela ed il risana-

mento delle acque, la valorizzazione del Po e il risanamento del suo bacino idrografico e su questo argomento sono in corso intese ed interventi coordinati con altre regioni dell'Italia settentrionale che sono particolarmente interessate al problema del Po.

Abbiamo poi un progetto sull'utilizzazione ottimale delle risorse idriche ed un progetto sulla difesa attiva del suolo che incide direttamente sulla regimazione e su quelli che sono gli apporti idrici nella nostra regione.

Un'altra serie di interventi si riferisce alla qualificazione dell'apparato produttivo e quindi ai problemi dell'irrigazione, della bonifica, della qualità della vita e del progetto per il tempo libero. La spesa complessiva nella previsione dell'esercizio 1984 è di circa 250 miliardi di cui, come ripeto, un miliardo e 750 milioni destinati alla pesca nelle acque interne.

Permettetemi ora, dovendo trattare noi del problema del pesce come tale, di illustrare brevemente il Progetto Regionale Pesca che, nelle sue caratteristiche essenziali, certamente non è ancora noto neanche alla maggioranza dei dirigenti e dei tecnici emiliani presenti a questo nostro seminario. L'assessorato regionale opera a norma della legge regionale 25/79 nell'ambito di uno specifico piano pluriennale con programmi annuali ripartiti per bacini idrografici mediante interventi delegati alla Provincie finalizzati ai seguenti obiettivi:

1) aumentare la pescosità dei corsi d'acqua perenni promuovendo sistematicamente la riproduzione naturale delle specie autoctone e programmando immissioni integrative, a seconda delle condizioni ambientali, di uova embrionate, avannotti e novellame soprattutto di ciprinidi e salmonidi. Particolarmente quindi, di trota fario e di carpa e in minor misura di tinca, anguilla, barbo, cavedano, secondo i dati che sono stati indicati credo anche nella cartella.

2) Come secondo intervento di ordine generale, col programma ci proponiamo di migliorare le condizioni ambientali dei corsi d'acqua con studi e interventi mirati al ripristino, alla tutela, all'incremento delle associazioni animali e vegetali che vi sono presenti.

Gli strumenti di intervento indicati nella programmazione regionale sono essenzialmente due:

1) le scale di rimonta per consentire le migrazioni naturali delle specie ittiche;

2) il miglioramento delle condizioni di ali-

mentazione delle specie ittiche autoctone che vi sostano naturalmente.

Inoltre l'Assessorato Regionale, operando con le università della Regione, l'Istituto Regionale per la Tutela dei Beni Ambientali e Culturali, con l'Aris che è la nostra azienda per la produzione del pesce e della selvaggina, con l'Idroser che voi tutti conoscete, con le Provincie, con le Associazioni dei Pescatori, con la Consulta Regionale sulla pesca, ha promosso ricerche finalizzate all'elaborazione della Carta Ittica delle acque interne dalla quale derivare una mappa delle caratteristiche biogeniche delle acque fluenti in Emilia-Romagna, e poi alla valutazione delle situazioni ittiogeniche delle acque interne prospicienti la costa adriatica nelle adiacenze delle Valli di Comacchio dove esistono situazioni di rilevante interesse economico ed ecologico.

Agli effetti del nostro Seminario, sono particolarmente importanti la Carta Ittica, in avanzato stato di realizzazione, e la valutazione della capacità biogenica dei corsi d'acqua e complessivamente dei bacini idrografici.

Sono questi infatti i dati in base ai quali impostare la programmazione regionale di intervento nel settore della pesca, un settore nel quale gravitano, e questo non è inutile ricordarlo, la passione di oltre 180.000 nostri concittadini pescatori e gli interessi di numerose piccole e medie imprese private delle categorie imprenditoriali e commerciali.

Agli interventi destinati alla ricerca, alla costruzione delle scale di risalita, al miglioramento biologico delle acque, sino ad ora, come faceva presente anche il Presidente della Giunta Provinciale, non sono stati destinati ingenti investimenti, ma essi hanno ugualmente un rilevante significato qualitativo perchè aggiungono alla programmazione delle istituzioni iniziative che altrimenti non ci sarebbero. Tutti i 250 miliardi che noi destiniamo agli interventi complessivi nel settore delle acque non prevedono, per loro formazione istituzionale, alcun intervento specifico in questi settori. Questi interventi inoltre hanno un chiaro interesse politico perchè sottolineano che nella concezione di governo della nostra Regione le acque fluenti sono sempre considerate non soltanto come una sostanza chimico-fisica di cui interessa esclusivamente la disponibilità e le caratteristiche organolettiche, ma come un complesso dinamico nel quale tutte le

componenti chimiche, fisiche e biologiche sono ugualmente importanti e indispensabili.

Diamo quindi il giusto rilievo tecnico e politico all'impegno delle istituzioni e degli enti che pongono alle opere di regimazione e conservazione delle acque, di regolamentazione del loro uso, alla realizzazione di un efficiente sistema di impianti di disinquinamento tutto il loro impegno. Sappiamo che questo impegno è indispensabile e prioritario, che da esso dipende il sistema produttivo di una Regione come l'Emilia-Romagna che realizza fra i più alti indici di produzione e di reddito. Ma perchè questa nostra alta capacità produttiva sia conservata, e il disegno di sviluppo perseguito dalla nostra regione possa attuarsi compiutamente, riteniamo altresì indispensabile che venga conservata la qualità dell'ambiente e con essa la capacità biogenetica delle acque, conservata e difesa la loro capacità produttiva totale.

Con sintesi impropria direi che dobbiamo difendere la funzione vitale delle nostre acque.

In questo quadro noi riteniamo che le specie ittiche naturalmente presenti nei corsi d'acqua dell'Emilia-Romagna debbano essere salvaguardate e ripristinate le condizioni ambientali utili alla loro permanenza, alla riproduzione, alla crescita, alle loro migrazioni, cioè alle funzioni proprie del loro ciclo naturale di sviluppo.

Da queste considerazioni generali sono derivate le norme regolamentari e le scelte programmatiche che sono in corso di attuazione. Sono state in questi anni modificate le scelte di ripopolamento che attualmente non viene più compiuto con materiale adulto come si faceva in passato, ma con uova embrionate, avannotti e novellame.

E' stata posta maggiore attenzione alle tecniche dell'immissione di questo pesce. E' stata promossa la costruzione dell'avannotteria per ciprinidi di Gavello in provincia di Modena, e la gestione provinciale di numerose avannotterie poste in diverse località dell'Appennino.

Come secondo stadio di intervento, sono stati regolamentati i prelievi di pesce adeguando il periodo della pesca a quello della riproduzione e limitando il catturato sia dei ciprinidi sia dei salmonidi.

Come terza fase, che è attualmente in corso, sono state elevate le misure minime di cattura di alcune specie e particolarmente

della trota fario e della carpa al fine di utilizzare a scopo di ripopolamento almeno una o più stagioni di deposizione, e quindi incrementare naturalmente la presenza del pesce nei corsi d'acqua, di queste specie nei corsi d'acqua.

Quarto, abbiamo iniziato la sperimentazione di artifici frutto dell'intelligenza umana per consentire le migrazioni e la risalita del pesce.

Quinto, ci proponiamo di sperimentare in tempi brevi interventi tesi a migliorare la capacità di alcuni corsi d'acqua ad alimentare le specie ittiche che vi sono naturalmente presenti e quindi incrementare naturalmente le popolazioni.

Con questo Seminario Tecnico ci siamo proposti di mettere a punto il primo programma di sperimentazione relativo agli interventi della quarta fase limitatamente al corso medio dei nostri corsi d'acqua compresi fra l'altitudine media dei 50-100 metri e l'altitudine massima dei 300-400 metri tradizionalmente popolate, nella maggioranza dei casi, da ciprinidi.

Perchè abbiamo fatto questa scelta che può sembrare limitativa. Qualcuno ci ha chiesto "perchè non avete pensato a tutti i problemi degli spostamenti nell'alto corso dei nostri fiumi" dove esistono circa 3000 sbarramenti.

Ieri ne parlavamo, solo nel modenese ci sono circa 3000 sbarramenti nelle zone alte. Abbiamo ritenuto di immediato interesse lo studio degli artifici con i quali permettere al pesce di superare nei due sensi gli ostacoli artificiali che sbarrano i nostri corsi d'acqua, perchè ci è sembrato che questa situazione fosse la più grave e perchè è strettamente rapportata alla situazione del Po e della costa Adriatica.

Inoltre, perchè riteniamo che questi interventi siano immediatamente attuabili anche dovendo passare attraverso il filtro di alcune verifiche e di alcune esperienze che noi in questo settore non abbiamo mai fatto. La mostra che è stata predisposta contemporaneamente a questo Seminario, comprende soltanto una piccola parte della documentazione fotografica raccolta dalle provincie a dimostrazione delle opere che per motivi diversi, negli ultimi decenni, hanno sostanzialmente modificato l'andamento idraulico dei nostri fiumi minandone l'equilibrio biologico in tale misura che in alcuni casi si può ritenere che questo squilibrio sia irreversibile.



Non è pensabile infatti che si possa sostituire con immissioni artificiali il flusso naturale che dal Po e dal tratto terminale dei fiumi della Romagna annualmente ripopola il corso basso e medio dei nostri fiumi. Bisogna quindi decidere ed iniziare ancora una volta come abbiamo fatto in altri casi, con cautela, perchè in questo campo bisogna sempre usare a parer nostro una grande cautela, e con tecniche adeguate, le più avanzate, le più moderne, ma con intelligenza e tenacia, a lavorare per aiutare la natura a superare le nostre violenze.

Dobbiamo fare quanto è necessario perchè lo sviluppo della nostra civiltà industriale continui, ma dobbiamo farlo avendo come riferimento continuo l'esigenza di non far male alla natura perchè arriveremmo a far male a noi stessi.

Parlando delle scale di risalita abbiamo usato volutamente la parola artifici perchè pensiamo più a strumenti intelligenti che stimolino la capacità naturale del pesce a superare gli ostacoli che ad opere altrettanto ingombranti di quelle che hanno determinato le attuali turbative. Non pensiamo cioè ad altre migliaia di metri cubi di cemento. Ci muoviamo in questa logica non soltanto per motivi di interesse generale. Vorrei parlare per un momento agli esperti rappresentanti degli enti di intervento della nostra Regione. Dietro al nostro comportamento abbiamo delle leggi, esiste una legge dello stato, il testo unico della legge sulla pesca del '31 che prevedeva le scale di rimonta, abbiamo una legge regionale, la 25 del '79 che prescrive le scale di rimonta, stiamo in questo momento modificando la legge regionale 25 del '79 incentivando ed intervenendo anche in questo settore per rendere più generale l'impegno delle nostre istituzioni, di tutte le istituzioni affinchè sia salvaguardata la caratteristica essenziale dei nostri corsi d'acqua.

Se questo Seminario darà un contributo in questo campo, oltre agli apporti di ordine tecnico che in linea immediata potremmo ricavare dagli interventi degli esperti e dalle esperienze dei tecnici qui presenti, io credo che avremo fatto un passo sostanziale per avviare a soluzione questo nostro problema.

## **ASPETTI BIOLOGICI DELLE MIGRAZIONI DEI PESCI**

*Prof. Gilberto Gandolfi*

*Ordinario di Biologia e Zoologia Generale presso l'Università di Parma.*

La mia è una semplice introduzione molto generale al problema. Vi chiedo scusa anche se per molti di voi quelle che dirò saranno cose scontate, ed anche per leggere, in modo da non perdere tempo e lasciare spazio alle vere e proprie relazioni.

Le migrazioni dei pesci, come quelle di altri animali, consistono in spostamenti in massa da un ambiente ad un altro. Questi spostamenti sono diretti a raggiungere zone in cui i pesci possono trovare le condizioni che meglio si adattano alle loro esigenze di un particolare momento del loro ciclo vitale. Come tutte le caratteristiche di ogni specie, anche quella di compiere migrazioni ha un preciso aspetto adattativo assicurando all'animale le condizioni più favorevoli per la sopravvivenza e per la riproduzione.

Nei pesci possiamo distinguere tre tipi fondamentali di migrazioni: quelle riproduttive, cioè movimenti dei pesci da zone in cui trovano le condizioni adatte per nutrirsi o per svernare a zone adatte per la deposizione delle uova. Le migrazioni trofiche, invece da zone in cui avviene la riproduzione o lo svernamento verso zone in cui essendovi buone condizioni alimentari avviene la crescita; e migrazioni di svernamento da zone in cui avviene la riproduzione o la crescita a zone in cui viene trascorso l'inverno, durante il quale i pesci, animali omeotermi, cioè con temperatura corporea corrispondente a quella dell'ambiente esterno, rallentano la loro attività e hanno la necessità spesso di rifugiarsi in zone che offrano un adeguato riparo.

Sono relativamente poche le specie che possiamo considerare sedentarie, cioè che vivono costantemente nello stesso posto. La maggior parte compie migrazioni con percorrenze in certi casi molto corte, in altri molto lunghe spostandosi da una zona all'altra almeno una volta nel corso del loro ciclo vitale.

Il comportamento migratorio tipico di una particolare specie è un comportamento istintivo che viene innescato da determinate condizioni raggiunte dal pesce. Così l'inizio della migrazione riproduttiva è determinato

dal raggiungimento della maturità sessuale che spinge gli animali a ricercare i corsi d'acqua in cui sono nati e dei quali ricordano le caratteristiche chimiche. Mediante questi riferimenti, i branchi di salmoni sono capaci di giungere esattamente fino alle aree di riproduzione da cui erano discesi alcuni anni prima, avendo memorizzato gli odori delle acque dalle quali erano passati. Può sembrare strano che un salmone giunto al punto in cui un affluente confluisce nel fiume principale che sta risalendo, riconosca dall'odore delle acque se era disceso da quell'affluente oppure no e, in questo secondo caso, invece di deviare per l'affluente prosegue lungo il corso principale del fiume. Dobbiamo però considerare che le capacità olfattive dei pesci sono enormemente più sviluppate delle nostre e che la diversa presenza di componenti algali nei fiumi è evidentemente sufficiente al pesce per discriminare i diversi tipi di acqua.

Per l'anguilla, invece, i meccanismi sono completamente diversi. La migrazione dei riproduttori verso il mare dei Sargassi non può essere guidata da riferimenti astronomici, dato che si svolge in profondità dove la luce non arriva ed è quindi molto probabile che in Atlantico le anguille adulte si muovano utilizzando come riferimenti i gradienti termici. Cioè spostandosi verso masse d'acqua gradualmente più calde fino ad arrivare al Mar dei Sargassi dove avviene la loro riproduzione.

Nelle acque della nostra regione sono presenti diverse specie a comportamento migratorio; in primo luogo specie che svolgono completamente o parzialmente il ciclo di crescita in acque interne e si riproducono in mare. L'anguilla, di cui ho già detto, che compare come cieca in inverno alla foce del Po e risale fino a raggiungere anche zone di media montagna per tornare dopo alcuni anni verso il mare nel tardo autunno. I cefali, che normalmente entrano solo negli estuari e nelle lagune a parte una specie che risale il Po per lunghi tratti; la passera e, in misura minore, la spigola e l'orata che hanno un comportamento migratorio analogo a quello dei cefali.

A parte l'anguilla, le altre specie che ho nominato compiono regolarmente anche migrazioni di svernamento in mare quando le acque interne cominciano a raffreddarsi.

Altre specie compiono una migrazione riproduttiva in senso contrario. La cheppia, che si riproduce sui letti ghiaiosi degli af-

fluenti del Po, gli storioni che depongono le uova sui fondali del Po e in alcuni affluenti di sinistra, la lampreda di mare che pure compie una migrazione riproduttiva anadroma per riprodursi in zone che non sono facilmente precisabili data la scarsità attuale di questa specie.

I ciprinidi, che comprendono il maggior numero di specie delle nostre acque, hanno invece tendenze sedentarie, ma per alcune specie si ha una necessità di migrazione sia pure su percorsi limitati al momento della riproduzione. Il fatto è evidente soprattutto nel caso della lasca che dopo aver trascorso il periodo invernale in Po tende all'inizio della primavera a risalire gli affluenti per riprodursi su fondi ghiaiosi. Ugualmente la savetta tende a spostarsi dal Po verso le rocce per la riproduzione. Tra gli altri pesci non ciprinidi, un comportamento analogo è mostrato dal luccio che in inverno si porta nei fontanili per la deposizione delle uova. Se poi consideriamo, oltre alle migrazioni vere e proprie, anche quegli spostamenti che definivo irregolari, allora vengono ad essere coinvolte un numero maggiore di specie, tenuto conto dell'irregolarità delle portate degli affluenti di destra del Po e quindi delle necessità di spostamenti dei pesci per poter trovare dei livelli d'acqua adeguati.

Gli interventi fatti dall'uomo sui fiumi per necessità di vario tipo, determinano quindi limitazioni alle possibilità di movimento dei pesci creando conseguenze che si possono facilmente immaginare. Non solo vengono limitate le possibilità di riprodursi o di crescere in modo adeguato quando vi siano difficoltà nel compiere questi spostamenti migratori, ma anche si limitano le possibilità di sopravvivenza impedendo ai pesci di spostarsi liberamente in caso di questi spostamenti che definivo irregolari.

La creazione di sbarramenti lungo un fiume porta poi a frammentare la popolazione di una certa specie in gruppi isolati ed impedisce a volte le possibilità di ripristino dei popolamenti nelle zone più a monte che normalmente sono depauperate da effetti di trascinarsi verso valle dovuti alle piene. In condizioni normali i pesci risalirebbero a ricolonizzare le zone più a monte, mentre in presenza di ostacoli insuperabili questo è chiaro che non può avvenire.

Un altro effetto che, a lungo termine, può incidere negativamente potrebbe essere determinato dallo stabilirsi di gruppi che si tro-



vano ad essere isolati riproduttivamente senza poter incrociarsi con individui della stessa specie dislocati a valle o a monte di sbarramenti con conseguente limitazione della variabilità. Questa condizione di scarsa variabilità può portare ad estinzione del popolamento in caso di modificazioni ambientali.

Che si riscontrino effetti negativi dovuti alla presenza di ostacoli di vario genere nei nostri fiumi è un fatto che può essere facilmente constatato da tutti. È normale in primavera osservare concentrazioni di lasche, ed anche di cavedani e di barbi a valle dei manufatti di sbarramento che i pesci non riescono a risalire, rimanendo in questo modo impediti a svolgere le loro migrazioni riproduttive o trofiche dopo il periodo di svernamento trascorso in acque profonde. È anche evidente la diminuzione di anguille certamente provocata dai numerosi ostacoli che le cieche non riescono più a superare malgrado le loro spiccate capacità di risalita. È ancora lo spostamento a valle delle aree di frega delle cheppie in zone che non presentano condizioni ottimali è causa di un indubbio calo di presenze nei popolamenti di questa specie che addirittura è scomparsa da alcuni affluenti non più raggiungibili, ad esempio quelli che sono a monte della diga di Isola Serafini, ostacolo che ha contribuito, assieme ad altre cause, alla diminuzione degli storioni.

Dato che i pesci delle nostre acque interne non hanno mai avuto un elevato valore commerciale, non si è sentita la necessità come è stato fatto altrove, di conciliare le esigenze dell'uomo con le esigenze migratorie della fauna ittica. Credo però, e questo Seminario ne è la dimostrazione, che ora sia il caso di rimediare per quanto sarà possibile. Se nuovi ostacoli dovranno essere creati, si dovrà tener conto di permettere ai pesci i loro naturali movimenti, questo non credo debba comportare dei grossi aggravii di spesa né difficoltà di realizzazione almeno per quanto riguarda le opere di sistemazione degli alvei. Più difficile e costoso sarà certamente intervenire per modificare gli sbarramenti già in opera.

E a questo punto non mi resta che lasciare la parola ai tecnici che, con la loro esperienza, avranno certamente da suggerirci i modi più opportuni di intervento.

## 1ª RELAZIONE

*M.H.BEACH*

*Ministero dell'Agricoltura*

*Directorate of FISCHERIES RESEARCH, Regno Unito*

È il responsabile scientifico del gruppo di ricerca che si occupa di passaggi artificiali per il pesce.

L'autore durante il Seminario ha commentato un audiovisivo. Per comodità si offre la traduzione di una pubblicazione scritta dallo stesso autore e dalla quale sono stati estratti i concetti sviluppati a Modena.

Il testo originale integrale, le foto e i disegni sono contenuti nella sezione "allegati" di questo volume.

**M.H.Beach**

### **LA PROGETTAZIONE DELLE SCALE DI RIMONTA**

#### **ARGOMENTO**

Le scale di rimonta in Gran Bretagna si costruiscono per facilitare ai pesci l'aggiramento di ostacoli tanto naturali che artificiali, cosicché essi possano raggiungere le sorgenti, dove trovano condizioni favorevoli alla deposizione delle uova. La capacità natatoria di una pesce è quantificata in termini di velocità e resistenza, poichè una velocità così definita risulta essenziale per la progettazione di un'efficace scala di rimonta. La progettazione e l'attuazione delle scale che si descrivono sono del tipo "Denil" e a "bacini più traverse".

## INTRODUZIONE

In molti dei nostri fiumi sono presenti popolazioni di salmone (*Salmo salar*) e trote di mare (*Salmo trutta*), i cui esemplari adulti per gran parte dell'anno migrano verso le sorgenti dove in seguito deporranno le uova all'inizio della stagione invernale.

Agli ostacoli già posti dalla natura lungo il percorso dei pesci migratori (rapide e cascate), l'uomo ne ha aggiunti altri per vari scopi (mulini ad acqua, miglioramento della navigabilità, controllo del deflusso dell'acqua).

Sebbene tanto il salmone che la trota di mare, specialmente il primo, siano in grado di effettuare balzi prodigiosi, il movimento dei pesci in presenza degli ostacoli sia naturale che artificiali, può essere facilitato e, a volte soltanto così reso possibile, dall'uso opportuno di scale di rimonta. Queste hanno lo scopo di fornire al pesce un più facile percorso sia al di sopra che intorno ad un ostacolo, consentendogli di superare il dislivello o attraverso una serie di tappe (scale a bacini più traverse), oppure riducendo la velocità dell'acqua in un canale in declivio (scale del tipo "Denil").

Il salmone e la trota di mare compiono i loro passaggi per la deposizione delle uova in differenti condizioni di deflusso, poichè il salmone preferisce acque correnti di livello più alto rispetto alle trote. Perciò nel progettare le scale bisogna tener conto della capacità natatoria del pesce (velocità e resistenza) e l'effetto della temperatura dell'acqua su tale capacità. Bisogna anche tener conto delle precise caratteristiche del sito, alla fine di impiantare le scale in modo che il loro ingresso sia trovato facilmente.

Oltre ai salmoni e alle trote, nei fiumi sono presenti anche anguille e altri pesci di minor pregio. Le migrazioni di queste altre specie, anche quelle delle anguille, hanno carattere locale e anche di fronte ad ostacoli come chiuse e cateratte, in cui il passaggio sia possibile soltanto verso valle, per esse non si hanno molte difficoltà. Le anguille, invece, viaggiano in su e in giù lungo il corso dei fiumi durante il loro ciclo biologico. Ma la capacità di risalita delle anguille è leggendaria e normalmente non è necessario offrire loro aiuto. E l'anguilla argentea adulta migra verso valle durante i periodi di piena con buona facilità. Per questi motivi non ci occuperemo d'ora innanzi né delle anguille, né degli altri pesci di minor pregio.

In Gran Bretagna l'installazione delle scale di risalita è obbligatoria per legge in molti casi (legge sui salmoni e sulla pesca in acque dolci del 1975).

## CAPACITÀ NATATORIA DEI PESCI

Uno dei dati fondamentali per la progettazione di una scala di rimonta è quello della capacità natatoria del pesce migrante calcolato in termini di velocità e resistenza. La velocità natatoria del pesce è espressa spesso in termini di lunghezza del corpo per secondo

$BL^{(1)NDT} \cdot S^{-1}$

ma noi adopereremo qui l'unità metrica per secondo

$M \cdot S^{-1}$

che ci consentirà di fare diretti raffronti con la velocità della corrente.

Le velocità natatorie dei pesci sono descritte come comprese o nell'ambito delle velocità cosiddette "di crociera", oppure nell'ambito di quelle dello "scatto"(2) e sono attribuite a due distinti tipi di muscoli (Hudson, 1973; Webb, 1975; Wardle e Videler, 1980 (3)).

Nelle velocità di crociera, più basse e che possono essere mantenute per lunghi periodi (24 ore), è impiegato il "muscolo nero" (detto anche "rosso", ma meglio sarebbe chiamarlo muscolo aerobico), il quale si contrae quando le cellule dispongono d'ossigeno in quantità almeno uguale a quella che viene consumata. Qualsiasi restrizione della disponibilità di ossigeno limita le capacità natatorie. Nelle più rapide velocità di scatto è impiegato il "muscolo bianco" (o anaerobico), il quale può contrarsi rapidamente e vigorosamente in assenza di ossigeno e diventa esausto soltanto quando tutto il glicogeno contenuto nelle cellule del muscolo bianco si è trasformato in acido lattico.

Per ricostruire la riserva di glicogeno occorre ossigeno, e possono essere richiesti periodi relativamente lunghi (sino a 24 ore) se essa è stata completamente esaurita (Wardle, 1978; Batty e Wardle 1979).

Il pesce si muove in avanti attraverso l'acqua per mezzo delle contrazioni ondulatorie del muscolo laterale. Wardle (1975) sostiene che il limite della velocità in avanti corrisponde al tempo impiegato da un fascio muscolare per contrarsi. Fibre muscolari che siano state isolate, stimulate con un singolo impulso elettrico, impiegano un tempo specifico per contrarsi.

\* ndt (1) BL = "Body length" = lunghezza corporea

\* ndt (2) Nell'originale "Burst speeds": lett. velocità di esplosione

\* (3) V. bibliografia in appendice

Misurando, perciò, il tempo di contrazione di una fibra isolata del muscolo bianco, è possibile predire la massima velocità natatoria di un pesce.

Il nuoto ad alta velocità corrisponde sempre ad una breve durata. Nei metodi di pesca attivi (come quella a strascico in cui sia stata usata una scorticaria, ad esempio) si può osservare che i pesci di ogni dimensione tendono a tenere la stessa distanza dalla rete in movimento (Hemmings, 1973). I pesci di piccola dimensione vicini alla rete si muovono con colpi di coda molto rapidi, mentre quelli di dimensione maggiore, pur avanzando alla stessa velocità, si muovono con oscillazioni più lente della coda. I piccoli si muovono ad una velocità prossima ai loro valori massimi e resistono soltanto per un breve tempo prima di ricadere all'indietro; ma i pesci di maggiore dimensione riescono a nuotare per lunghi periodi mantenendo la capacità per velocità ancora più alte. Perciò la velocità e la durata dello strascico influiscono sulle dimensioni dei pesci catturati. Studi recenti hanno appurato che le velocità natatorie di gran parte delle specie ittiche sono simili per pesci delle stesse dimensioni e sono straordinariamente alte. Una trota iridata (*Salmo gairdneri*, Richardson) della dimensione di metri 0,195 può raggiungere la velocità di  $m\ 1,58 \cdot S^{-1}$

e il massimo rateo d'accelerazione di  $m\ 32,6 \cdot S^{-2}$  (Webb, 1978). Tali alte velocità di scatto e d'avvio sono essenziali per i pesci migratori, che devono superare nuotando o saltando cascate spesso molto difficoltose.

È oggi ben assodato che la velocità natatoria di un pesce che si muove in avanti è strettamente correlata alla frequenza dei colpi di coda, o che la distanza superata con ciascun ondeggiamento del corpo (lunghezza di passo) corrisponde a circa sette decimi della sua lunghezza:

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

in cui 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 laterale è breve per i pesci piccoli e aumenta in quelli più grandi. Il tempo di contrazione è anche influenzato dalla temperatura: un muscolo freddo si contrae più lentamente di uno caldo, ciò perchè i processi biochimici e fisiologici soggiacenti sono affetti dalle varie condizioni di temperatura (Wardle, 1980).

La velocità natatoria massima, dunque, è influenzata sia dalla lunghezza del pesce che

dalla temperatura dell'acqua, ed è possibile predire (V. figura 1) queste influenze usando una formula empirica che Zhon (1982) ha ricavato da 276 misurazioni del tempo di contrazione muscolare (Wardl, 1975). Queste misurazioni furono fatte nell'arco di temperature comprese tra 2°C e 18°C, prendendo in esame sei specie ittiche la cui dimensione corporea era compresa tra m 0,05 e m 0,80.

La temperatura dell'acqua ha un considerevole effetto sulla velocità natatoria massima. Ad esempio, un salmone di m 0,90 (Kg. 7,8), alla temperatura di 2°C ha una velocità massima prevista di appena  $m\ 2,5 \cdot S^{-1}$ , ma essa aumenta a  $m\ 9,6 \cdot S^{-1}$  a 25°C.

Anche la resistenza è determinata sia dalla lunghezza del pesce che dalla temperatura e dipende dall'ammontare del glicogeno tenuto in riserva nel muscolo bianco. Questa riserva comincia ad essere usata non appena la velocità supera quella definita "di crociera" e il rateo di utilizzazione dipende dalla temperatura.

La resistenza di un pesce che nuota alla sua massima velocità può essere calcolata usando un'altra formula empirica con la quale il comportamento del pesce viene posto in relazione con una riserva esauribile di energia (Zhon, 1982). La figura 2 mette in rapporto la resistenza di pesci di varia lunghezza procedenti alla massima velocità, con una serie di temperature specifiche. La velocità massima corrispondente ad un particolare tempo di resistenza, nella figura 2, può ricavarsi dalla figura 1, tenendo conto della lunghezza corporea dei pesci e di una curva per l'appropriata temperatura.

La figura 2 dimostra che, per una data lunghezza corporea, un aumento della temperatura corrisponde ad una drammatica diminuzione della resistenza, e, ad una data temperatura, una lunghezza corporea maggiore corrisponde ad una resistenza maggiore.

La diminuzione della resistenza alle temperature più alte è dovuta all'aumento della velocità massima e, di conseguenza, alla più rapida utilizzazione delle riserve di glicogeno, mentre la maggiore resistenza, ad una data temperatura, dei pesci più grandi, è dovuta al fatto che essi hanno una maggiore quantità di glicogeno di riserva.

Le durate indicate nella figura 2 sono da considerare come le massime possibili prima dell'esaurimento completo della resistenza; ma bisogna tener conto che, a meno che un pesce non sia sottoposto ad una dura prova come quando è stratonato dalla lenza, esso non



esaurisce mai completamente la sua riserva di energia. Comunque l'istinto a riprodursi, che lo spinge ad affrontare ostacoli molto ardui, lo pone nella condizione di intaccare severamente le sue riserve energetiche, per cui può usare parte della sua riserva di glicogeno anaerobico.

Le temperature dei fiumi inglesi variano tra un minimo di 0°C e 25°C, circa.

La tavola 1 indica l'arco dei valori delle temperature di cinque fiumi nei periodi annuali più significativi per la migrazione dei pesci (Fonte: Water Resources Board and Scottish Development Department, 1974).

I Pesci che sono sulla via del ritorno verso le loro residenze abituali, nel periodo Giugno-Luglio, si imbattono nelle temperature più alte dell'anno e saranno perciò in grado di procedere all'accresciuta velocità necessaria per sormontare molti degli ostacoli più ardui.

I pesci migranti in Ottobre affrontano temperature più fredde e più fredde ancora sono quelle che affrontano i pesci che si spostano all'inizio della primavera, per cui essi nuotano con una velocità massima molto ridotta.

Si deve sottolineare comunque che i valori sia della velocità di scatto che della resistenza presa in considerazione sono quelle massime raggiungibili da parte di un pesce che sia in condizioni fisiche eccellenti. Pesci che siano in cattivo stato fisico per ferite, malattie o gravidanza hanno naturalmente una capacità natatoria ridotta.

## LE SCALE DI RISALITA

Benchè il solo potersi rendere conto dell'efficacia di una scala di risalita costituisca, di per sè, un difficile problema, impianti di tale tipo sono stati realizzati da molto tempo, in base a disegni di vario genere, e con esiti molto differenti.

Valutare l'efficacia di una scala spesso è consistito soltanto nell'osservare le aggregazioni di pesci a valle dell'impianto, o nel rilevare il declino delle catture al di sopra di esso.

Ma gli indici risultanti da queste osservazioni trascurano altri importanti fattori come: la variazione naturale nella consistenza dei passaggi dei pesci, l'epoca dei passaggio posta in relazione con la temperatura dell'acqua, e l'agire di un probabile meccanismo selettivo per taglia a danno dei pesci piccoli che incappano in un passaggio difficile.

Nel 1940 Mcleod e Nemenij raccomandarono che una scala di rimonta del pesce dovrebbe:

“ridurre la velocità dell'acqua al di sotto della capacità natatoria; ovviare ai cambiamenti rapidi del deflusso; assicurare la trasparenza dell'acqua e la visibilità del percorso; possedere luoghi di riposo; operare senza l'intervento dell'uomo; far defluire acqua in una quantità sufficiente ad attrarre i pesci; avere un imbocco a valle ben situato; essere non costosa sia da costruire che da far funzionare; non essere soggetta ad ostruirsi con sedimenti o detriti; non richiedere disponibilità di acqua superiore a quella preesistente e accessibile facilmente.”

Ciascuno di questi obiettivi è tuttora perseguito, ma si è aggiunto quello di assicurare la conta automatica del pesce che passa, per poter valutare l'efficacia delle scale.

In Inghilterra (3) e nel Galles si installano oggi comunemente soltanto due tipi fondamentali di scala: il tipo “a bacini più traverse” (intaccata da vaschette a cascata) e il tipo Denil. Esistono altre varianti di scala, ad esempio il tipo B 3 e il tipo a bacini più traverse con gli orifizi sommersi, ma le prime due sono accettate generalmente come le più efficaci e saranno perciò queste che tratteremo qui.

---

ndt (3) La sola parte sud-orientale della Gran Bretagna. Ad esclusione quindi oltre che del Galles, della Scozia e dell'Irlanda del Nord.

## SCALA A BACINI PIÙ TRAVERSE

Come è implicato dal nome, questa scala consiste in una serie di traverse (muretti trasversali) e bacini che sono disposti in modo da far aggirare un ostacolo (naturale o artificiale) e, quindi, consentire al pesce il passaggio verso un livello superiore delle acque, attraverso gradi facilmente sormontabili.

Idealmente, l'entrata a valle della scala dovrebbe essere ubicata accanto all'ostacolo, così da poter essere facilmente trovata dai pesci migranti verso l'alto, e la parte terminale a monte accanto all'estremità superiore dell'ostacolo, così da poter essere trovata facilmente dai pesci migranti verso valle (adulti che hanno deposto le uova e nuovi nati).

La disposizione dei bacini e delle traverse varia a seconda dell'ostacolo da superare. Un ostacolo basso e lungo può richiedere una scala di gradiente lieve come l'ostacolo, da impiantare sulla riva, mentre una chiusa o una diga può imporre una scala che si avvolga strettamente su sè stessa per ubicare l'ingresso

e l'uscita non molto discosti dallo sbarramento.

I requisiti progettuali che si raccomandano per una scala a bacini più traverse sono i seguenti:

- a) il dislivello dell'acqua che salta una traversa non deve eccedere m 0,45;
- b) i bacini devono avere le dimensioni minime di m 3 di lunghezza x m 2 di larghezza x m 1,2 di profondità;
- c) le traverse devono avere lo spessore di m 0,3 con scanalature per lo scolo di m 0,6 di larghezza e di m 0,25 di profondità;
- d) gli orli verso valle delle traverse e delle scanalature devono essere arrotondati per evitare turbolenze e assicurare una nappa d'acqua scorrente sulla loro superficie senza schizzi;
- e) l'ingresso della scala deve poter essere trovata facilmente dai pesci in ogni condizione di portata del fiume.

Queste raccomandazioni sono desunte dal Report of the Committee on Fish Passes (Anon, 1942) e dagli esperimenti fatti in seguito dal Maff, poichè si è visto che le precedenti misure indicate per i bacini sono quelle minime per permettere l'assorbimento dell'energia causata dalle cascatelle di m 0,45 e quelle che consentono adeguate aree di riposo.

I requisiti progettuali elencati sopra sono quelli essenziali per l'ottenimento dell'approvazione da parte del ministero. Costituiscono anche i dati di base per valutare l'efficacia delle scale, ma si applicano con una certa flessibilità poichè ogni sito è unico. Ad esempio, se l'acqua adoperabile nella scala è esigua tanto che le dimensioni minime del bacino siano più che adeguate all'assorbimento dell'energia, una piccola riduzione minima può essere ammessa. Similmente possono ridursi le dimensioni minime della scanalatura, sempre che la profondità dell'acqua che l'attraversa non sia mai meno di m 0,25 e la sua ampiezza meno di m 0,3.

Bisogna dare particolare cura al problema di dove ubicare l'ingresso della scala, che deve sempre essere scoperto facilmente in qualsiasi condizione di portata del fiume. Una scala sistemata accanto ad una cateratta insuperabile può dimostrarsi introvabile durante le piene a causa della turbolenza delle acque che disorienta o non fa avvicinare il pesce alla scala.

Queste condizioni di portata sono spesso quelle che inducono i salmoni a deporre le uova. Una delle soluzioni per ovviare a questo problema è quella di far sì che, oltre a una buona ubicazione dell'ingresso, nella scala, si utilizzi una quantità proporzionale fissa dell'acqua

che oltrepassa l'ostacolo.

Le scanalature delle traverse devono essere progettate in modo che prendano la giusta proporzione d'acqua anche durante le magre.

Il livello di ritenzione della scanalatura della prima quinta in alto deve essere leggermente più basso dell'orlo della chiusa o della cateratta a lei allineato, in modo che l'acqua alimenti di preferenza la scala e non la sciupi lungo la linea di cascata di solito più ampia, attraendo così i pesci lontano dalla scala.

Si sono utilizzate diverse equazioni idrauliche per calcolare il flusso dell'acqua al di sopra delle chiuse e delle scanalature.

Per ognuna di esse si è proclamato un maggior grado di precisione, ma di solito ciò ha comportato un corrispondente e maggior grado di complessità. L'equazione di Francis (1855) è sufficientemente accurata e viene semplificata di solito come segue:

$$Q = 1,84 \cdot [\beta - 0,2h] \cdot h^{1,5}$$

in cui  $Q =$  flusso ( $m^3 \cdot S^{-1}$ )

$\beta =$  larghezza dell'orlo di cascata (m.)

$h =$  altezza dell'acqua allo scandaglio (m)

L'equazione 2, sebbene includa le contrazioni laterali della scanalatura, ignora la velocità di avvicinamento dell'acqua. Ad ogni modo, quando si ha a che fare con una scala di risalita, una misurazione accurata non sempre è possibile né è necessaria. Se si applica quest'equazione alle dimensioni minime suggerite per la scanalatura (0,60 di larghezza x 0,25 di profondità), per assicurare che essa sia sempre colma, sarebbe necessario un flusso approssimativo di  $m^3 0,13 \cdot S^{-1}$ .

E la velocità massima dell'acqua, risultante da un dislivello tra i bacini di m 0,45, sarebbe  $m 2,97 \cdot S^{-1}$ . Una velocità raggiungibile da un pesce lungo m 0,41 in acque a temperatura di  $10^\circ C$ , che potrebbe mantenerla per 40 secondi; oppure da un pesce lungo m 0,27 in acque a temperatura di  $15^\circ C$ , mantenendola per ca. 7 secondi.

## SCALA DI RISALITA DEL TIPO "DENIL"

Si chiama così dal nome dell'ingegnere belga G.Denil, i cui studi permisero la realizzazione di una scala a canale in cui si utilizzavano quinte o deflettori per l'assorbimento dell'e-



nergia. (Denil, 1936). Le quinte sono molto ravvicinate tra loro e inclinate ad angolo rispetto all'asse del canale (vedi figura 18), così da formare canali secondari e nello stesso tempo lasciare uno spazio relativamente ampio per un canale di scorrimento principale in cui far passare il pesce.

Il flusso di rientro dai canali secondari s'incontra bruscamente con il flusso principale e l'energia viene assorbita tramite il grande trasferimento del momento d'impulso e del rimescolio intenso, e quindi l'assorbimento dell'energia non è dovuto all'attrito contro le quinte (Mc Leod e Nemenij, 1940), come spesso viene asserito. Le superfici dei canali secondari devono essere lisce e gli ingressi ben allineati rispetto al flusso centrale, così da ridurre perdite dovute all'attrito e assicurarsi che le correnti secondarie, rimbalzanti verso il centro, siano vigorose e senza impedimenti nell'opera di contenimento della velocità del deflusso centrale. Per questo la forma, la posizione e la distanza delle quinte giocano un ruolo così importante. Nel progetto originale di Denil, le quinte erano così complesse che sarebbe molto difficoltoso riprodurle. Quinte fatte di un solo ripiano (vedi fig. 18) si sono dimostrate efficaci allo stesso modo (Mc Leod e Nemenij, 1940), in impianti resi operativi in Gran Bretagna, nella Repubblica d'Irlanda, nel Canada, nella Danimarca e altrove. La figura 19 mostra una fotografia di una scala Denil.

Dopo Denil (1936), Mc Leod e Nemenij (1940), Ziemer (1962) e altri; di recente le scale di questo tipo sono state dettagliate ed esaminate praticamente da Lonnebjerg (1980) e Silkeborg in Danimarca. Nei suoi lavori si fa un'analisi dettagliata delle questioni idrauliche e dei diversi gradi di efficacia delle scale Denil. Egli lamenta che (in Danimarca) "il numero delle dighe e delle chiuse che nel sistema della canalizzazione impediscono al salmone di compiere il proprio ciclo riproduttivo ascende probabilmente a 1000, ma le scale di risalita che vi si affiancano sono molto poche".

Una scala che sia d'impianto economico, con un ingresso facilmente localizzabile, e che occupi il minimo dello spazio, deve avere un gradiente che sia il più ripido possibile. Comunque, la velocità dell'acqua in una scala Denil aumenta approssimativamente secondo la radice quadrata del gradiente, e più la scala è ripida più aumenta il deflusso dell'acqua.

Inversamente, una riduzione della sezione trasversale con gradiente invariato della scala determinerà un deflusso minore e velocità infe-

riore e una diminuzione delle spese d'impianto. Il limite dello spazio di passaggio attraverso una scala Denil è stabilito dallo spazio natorio occorrente ad un pesce ascendente.

McLeod e Nemenij (1940) riferiscono che un pesce gatto (del peso di Kg. 11 ca.) riuscì a risalire una Scala Denil avente un passaggio di m 0,25 soltanto. La lunghezza del pesce era di m 0,84 e la larghezza della sua testa m 0,23!

Comunque, lunga o ripida che sia una scala Denil, la velocità dell'acqua deve essere tale che né la velocità massima né la resistenza del pesce, calcolata in base alla lunghezza corpora del pesce e alla temperatura dell'acqua, siano soverchiate. (figura 1).

Si ritiene che la velocità massima dell'acqua di m . S<sup>-1</sup> sia al di sopra della capacità natoria di ogni tipo di salmone e di quasi tutte le trote marine.

Il progetto di una scala Denil implica la conoscenza del rapporto tra flusso e profondità dell'acqua. I dati disponibili su tale rapporto sono molto scarsi, e ciò che è disponibile, riferendosi a svariati tipi di sito, non facilita le comparazioni. Lonnebjerg (1980) ha investigato gli effetti della pendenza e delle dimensioni del flusso, usando modelli. È giunto alla conclusione che le forze significative sono quelle dell'inerzia e della gravità. Usando la legge di scala di Fronde, egli propone le seguenti equazioni approssimate in base alla velocità media e al flusso:

$$V_f/V_m = \lambda^{0.5}$$

$$Q_f/Q_m = \lambda^{2.5}$$

in cui  $\lambda$  è il rapporto di scala  $L_F / L_M$ ,  $L_F$  è una dimensione di una scala di risalita a piena sezione e  $L_M$  è la dimensione equivalente di un modellino di scala di risalita. Poiché la velocità dell'acqua in una scala Denil aumenta in proporzione della radice quadrata del gradiente,

$$V_f / V_m = [af/am]^{0.5}$$

in cui  $a$  è il seno dell'angolo di pendenza, come sopra.

Nel **Report of the Committee on Fish Passes (Anon, 1942)**, si propose una scala Denil molto pratica, avente un canale di m 0,91 di ampiezza, con quinte poste alla distanza corrispondente a due terzi della larghezza del canale (m 0,60 ca.) e inclinate a 45° rispetto al fondo del canale, la pendenza del quale non eccedente 1 : 4 (id est : sin a = 0,25). Per il riposo dei pesci erano previsti bacini posti ad intervalli verticali di m 2, delle seguenti dimensioni:

lunghezza m 3 x larghezza m 2 x profondità m 1,2.

Fu allora costruito un canale sperimentale in cemento e quinte di metallo delle dimensioni dette sopra, a cura della stessa Commissione sulle scale di rimonta.

La lunghezza del canale compresa tra due bacini per il riposo dei pesci era di m 9, con gradiente 1 : 5. Si otteneva un flusso continuo di  $m^3 0,60 \cdot S^{-1}$  ai valori di una velocità media dell'acqua di soltanto m 1,8  $\cdot S^{-1}$  e una profondità dell'acqua di m 0,91.

Ad un flusso minimo di  $m^3 0,28 \cdot S^{-1}$  (corrispondente ad una profondità dell'acqua di m 0,61) si sostenne che vi fosse ancora spazio sufficiente per consentire ai pesci di nuotare verso l'alto. E infatti è stato accertato nella Repubblica d'Irlanda che la risalita dei pesci avviene persino in una scala Denil avente una profondità d'acqua di appena m 0,30, la quale è equivalente ad una profondità di appena m 0,15 sulla volta invertita.

Lonnebjerg collaudò nel 1978 un impianto a Horsens (Danimarca), in cui erano inclusi modelli sperimentali di scale Denil. Gli esperimenti confortarono le scoperte originali di Denil, il quale aveva proposto l'inclinazione di 45° delle quinte ed una distanza ottimale tra di loro corrispondente al 67% della larghezza del canale. Questi criteri progettuali furono adoperati successivamente da Arup Molle in una scala sul fiume Rohden - Arum, avente una larghezza di m 0,57 e un passaggio centrale di m 0,33. La pendenza era del 1 : 4 (sin.  $a = 0,25$ ), la lunghezza m 9,4. Esaurienti misurazioni del flusso fatte sulla scala si riportano graficamente alla figura 21.

La profondità  $h$  dell'acqua fu misurata a partire dal fondo della scanalatura, cosicché l'altezza dell'acqua al di sopra della volta invertita era di circa m 0,12 o 0,13 inferiore all'altezza  $h$ .

Un rapporto lineare approssimativo tra flusso e profondità si stabilisce in un arco di profondità dell'acqua compreso tra m 0,35 e m 0,65; la velocità media dell'acqua varia soltanto tra i valori di m 1,32  $\cdot S^{-1}$  e m 1,42  $\cdot S^{-1}$ .

Durante gli esperimenti furono rilasciati presso l'imbocco a valle 16 Salmerini di fontana (*Salvelinus fontinalis* - Mitchell) e 2 Trote iridate (*Salmo Gairdneri* - Richardson). Dopo 7 ore e mezza dal rilascio 8 Salmerini ed entrambe le Trote Iridate avevano risalito la scala. Di questi il pesce più piccolo era un Salmerino di m 0,25.

In seguito fu costruita una scala Denil, la cui sezione aveva la larghezza di m 0,57, passag-

gio centrale di m 0,32; distanza tra le quinte di m 0,32; gradiente 1 : 5 in un allevamento di pesci sul fiume Skiern, a Hesselvig (Danimarca).

In questa scala le quinte occupavano soltanto i due lati del canale. Tuttavia, nonostante che le quinte non avessero l'ostacolo sul fondo e nonostante la risultante più alta velocità anche nelle magre, la scala si dimostrò molto efficace nel ridurre l'energia a coefficienti Chezy\* compresi tra 5,9 e 7,1. Questo tipo di disposizione delle quinte fu raccomandato dal Committee on Fish Passes (Anon, 1942) come quello particolarmente adatto allorché ci si trovasse in presenza di corsi soggetti a larga variazione di flusso. Le misurazioni dei flussi e delle velocità effettuate in questa scala sono riportate alla figura 22, nella quale è possibile notare che un innalzamento di altezza da m 0,42 a m 0,53 comporta un cambiamento del flusso da  $m^3 0,12 \cdot S^{-1}$  a  $m^3 0,19 \cdot S^{-1}$ , con un aumento contemporaneo della velocità da m 0,90  $\cdot S^{-1}$  ad appena m 1,12  $\cdot S^{-1}$ .

La relazione tra il flusso dell'acqua e l'altezza dell'acqua a monte  $h$  al di sopra della volta rovesciata della quinta posta più in alto è data alla figura 23, e la relazione tra il flusso e la profondità nella scala (normale nel canale) è riportata alla figura 24.

Le misurazioni furono fatte con tre gradienti (sin.  $a = 0,10-0,15$  e  $0,20$ ) e aggiungono informazioni molto utili ai dati limitati disponibili per questo tipo di scala.

---

\* Il coefficiente Chezy è la misura dell'effetto esplicato dalla rugosità di un canale sulla velocità dell'acqua che lo attraversa. Una superficie in vetro avrebbe un coefficiente in eccesso di 100, mentre un letto di fiume ostruito con erbe e ciottoli, rive e spazi liberi centrali, con meandri stretti avrebbe un coefficiente di ca. 30.

## APPROVAZIONE DI UN PROGETTO DI SCALA DI RIMONTA

La legge sul salmone e la pesca in acque dolci dal 1975 (Parlamento inglese, 1975) impone che ogni nuovo impianto o alterazione degli impianti preesistenti in Inghilterra e nel Galles che comportino ostacolo alla migrazione ittica nei fiumi devono essere approvati dal Ministero dell'Agricoltura, Pesca e Alimentazione.

Il progetto, da sottoporre per tempo all'ispettorato ministeriale per il salmone e la pesca nelle acque dolci, deve riportare dettagli riguardanti:

- a) l'ubicazione;
- b) i disegni degli ostacoli preesistenti (naturali o artificiali), in piano o in sezione;
- c) dati dei rilievi e dei livelli dell'acqua, sia a valle che a monte;
- d) un grafico sulla frequenza e sul flusso nella scala;
- e) interventi operativi (prosciugamenti, manipolazioni delle chiuse, ecc.) che possono influire sul flusso utilizzabile nella scala;
- f) informazioni sulle popolazioni delle specie ittiche migranti (specie, lunghezza, distanze percorse dai migranti, l'epoca della deposizione delle uova, ecc.), la temperatura delle acque;
- g) qualsiasi altra informazione relativa alla struttura (limiti di progettazione, proprietà societaria, prelievi d'acqua, diritti di pesca, ecc.)

Il Ministero, esaminato in dettaglio il progetto, può effettuare sopralluoghi. A volte si chiedono chiarimenti e si impone una modifica. Bisogna prevedere un anticipo temporale sufficiente per evitare che alterazioni molto costose siano da dover apportare dopo la costruzione.

Se il sito in cui impiantare la scala non è di proprietà dell'Ente delle Acque (Water Authority), questa Amministrazione deve fornire informazioni sul proprietario o sul locatario del sito, insieme ad un piano dettagliato sul progetto che si intende realizzare. Il proprietario o il locatario di un sito possono opporsi alla realizzazione della scala.

Dopo l'approvazione da parte del Ministero e dell'Ente delle Acque e, quando è il caso, della Consulta degli Ingegneri, il Progetto è inoltrato dall'Ente delle Acque di nuovo al Ministero per l'approvazione provvisoria. Per ottenere la quale bisogna fornire tre copie del Progetto (quattro se si tratta di proprietà privata) con tutte le informazioni rilevanti. Ottenuta

l'approvazione, le varie copie sono sigillate e archiviate e una inviata al proprietario del sito.

Dopo circa tre anni, il Ministero chiede all'Ente delle Acque informazioni sulla gestione e sull'efficacia della struttura. Se l'Ente si dichiara soddisfatto, si può richiedere l'approvazione definitiva fornendo le prove sull'efficacia della scala.

Se è il caso di apportare modifiche prima dell'approvazione definitiva, bisogna nuovamente rivolgersi al Ministero per ottenere una nuova autorizzazione provvisoria.

## 2° RELAZIONE

MICHEL LARINIER

Ministero dell'Agricoltura, Francia

Ingeniere idraulico, dirige la sezione che valuta l'impatto delle opere idrauliche, esamina, sperimenta, collauda e approva le soluzioni necessarie.

L'autore durante il Seminario ha commentato un audiovisivo. Per comodità si offre la traduzione di una pubblicazione scritta dallo stesso A. e dalla quale sono stati estratti i concetti sviluppati a Modena.

Il testo originale integrale, le foto e i disegni sono contenuti nella sezione "allegati" di questo volume.

M.LARINIER.

*Guida per la progettazione di scale di risalita per i pesci migratori.*

*Da "Bulletin français de pisciculture", numéro special, édité par le Conseil supérieur de la pêche, juillet, 1983, BOVES (France).*

### Sommario

In queste note l'autore delinea i principi basilari a cui ci si dovrà ispirare nel progettare scale di risalita dei pesci che consentano di superare sbarramenti e ostacoli. Un' enfasi particolare è posta sul luogo in cui situare la scala e sul grado di attrazione da essa esercitata sui pesci. Si espongono i principi di funzionamento e i criteri di scelta delle dimensioni per i diversi tipi di scala (a bacini successivi, a rallentamento, a chiusa e ad ascensore). Nell'ultima parte si fornisce l'elenco completo degli elementi di cui tener conto nel progettare un scala.

### Avvertimento

Con il presente scritto si intende dare una documentazione concisa sui problemi delle scale di risalita: in genere malgrado gli esempi concreti che si espongono, essa non può certo dare risposta a tutti i quesiti che possono insorgere soprattutto sui grandi corsi d'acqua.

Per i problemi particolari ci si potrà rifare alla bibliografia delle pubblicazioni, già edite o in corso di stampa, che si menzioneranno in seguito.

## 1 - Aspetti generali delle scale di risalita

### 1.1. Qual'è il principio fondamentale per la costruzione di una scala di risalita?

In generale le scale di risalita debbono possedere il requisito fondamentale di saper attrarre i pesci migratori in un punto determinato del corso d'acqua posto a valle dell'ostacolo e saperli incitare, meglio, costringere a risalire a monte mettendo a loro disposizione una via d'acqua (scale di risalita in senso stretto), oppure catturandoli in un contenitore da vuotare a monte (sistema di cattura e trasporto).

La velocità e l'altezza di ricaduta nelle scale devono essere compatibili con la capacità natatoria e di salto delle specie interessate:



**le scale devono consentire la risalita a tutti i pesci, e non soltanto agli "atleti".**

Ma devono essere presi in considerazione anche altri parametri, come la turbolenza, la chiarezza, il rumore, ecc..., che possono influire notevolmente sul comportamento del pesce.

E' molto difficile saper concepire scale efficaci per specie particolarmente esigenti come la cheppia (*alosa fallax nilotica*) mentre per altre specie, come i salmonidi in genere, lo è meno.

### 1.2 Quali sono i diversi sistemi di scale?

Nel mondo vi è un'infinità di tipi di scale, tuttavia, è possibile raggrupparle in categorie.

La scala cosiddetta "rustica" congiunge due tronchi del corso d'acqua, a monte e a valle, per mezzo di un canale scavato su una delle due rive. Canale dalle pareti e dal fondo provvisti di rugosità e ostacoli imitanti in qualche modo quelli di un ruscello naturale.

La pendenza dell'opera non è di solito molto accentuata (poche unità percentuali).

Il tipo di scala che è stato usato più di frequente è senza dubbio quella a **bacini successivi**. Con questo tipo di scala l'altezza da superare è suddivisa in una serie di piccole cascatelle che alimentano altrettanti bacini comunicanti tra loro per mezzo di stramazzi-stretti o larghi-, di orifici o fenditure verticali. I bacini servono a un duplice scopo: da zone per il riparo eventuale dei pesci e per l'opportuno assorbimento dell'energia dell'acqua scorrente attraverso la scala. E' perciò importante costruire i bacini nelle dimensioni più opportune. Il dislivello tra due bacini successivi è da prestabilire in funzione delle specie migratrici che si considerano.

**La chiusa dei pesci** (o chiusa "Borland") funziona quasi secondo lo stesso principio della chiusa per la navigazione. I pesci vengono catturati in un comparto e poi richiusi come avviene per i battelli.

Con altri sistemi di scala i pesci vengono catturati in una vasca, poi trasportati a monte, sia per via d'acqua (se si tratta di una chiusa per la navigazione), che per mezzo di un ascensore o di una funicolare; oppure semplicemente per mezzo di un autocarro.

**Nelle scale a rallentamento** - o Denil, dal nome del loro inventore-, si dispongono sul fondo e/o sulle pareti d'un canale a forte pendenza (fino al 20%) una serie di deflettori, di forma più o meno complessa, desti-

nati a ridurre le velocità medie di scorrimento dell'acqua.

### 1.3 Esiste un tipo di scala più efficace delle altre?

Non esiste un tipo di scala più efficace delle altre.

L'esperienza dimostra che tutti i tipi di scale (a bacini, a rallentamento, ad ascensore, ecc...) si sono rivelati efficaci o inefficaci allo stesso modo. **Il punto più delicato nel progettare una scala non è tanto la scelta del tipo -poichè si offriranno spesso diverse soluzioni ugualmente soddisfacenti -quanto il fare in modo che essa possa attrarre i pesci verso il suo ingresso non appena questi siano giunti a ridosso dell'ostacolo.**

L'attrattività di un dispositivo di risalita dipende strettamente dall'ubicazione dell'ingresso e dalle condizioni idrodinamiche (portata, velocità, direzioni della corrente) nei pressi dell'ingresso, il quale non deve essere occultato né da scoli di turbine (di un impianto idroelettrico) né da altri scoli d'evacuazione, né da mulinelli o acque morte.

Il flusso proveniente dalla scala deve poter essere scoperto dal pesce ad una distanza dall'ingresso la più lontana possibile.

E' per questo motivo che si rende indispensabile creare a livello dell'ingresso velocità d'acqua elevate, compatibili tuttavia con le capacità natatorie di tutte le specie migratrici verso cui si ha interesse. Si ritiene che la velocità minima che consente l'ingresso nella scala sia di un metro al secondo, la velocità ottimale dei salmonidi essendo dell'ordine di 2m/secondo.

Cura particolare, allorchè si progetta una scala, deve essere data alla ubicazione dell'ingresso, particolarmente se la si impianta su un grande corso d'acqua. Si avrà modo di verificare che le velocità presso le entrate della scala restino elevate nelle condizioni di livello che si determinano nei periodi delle migrazioni.

Generalmente si possono mantenere velocità sufficienti agendo sulle sezioni regolatrici del flusso ("pizzicando" più o meno in profondità in flusso all'entrata), e modulando la portata nella scala a seconda delle condizioni del livello dell'acqua a valle dell'impianto.

### 1.4 Come si sceglie l'ubicazione d'una scala?

Dovendo ovviare ad uno sbarramento preesistente - o ad un ostacolo naturale come una rapida - bisogna sottoporre ad osser-



vazione il comportamento dei migratori: prendere in esame, cioè, il percorso, le zone di stabulazione e i punti dello sbarramento nei quali si attuano i tentativi di superamento dell'ostacolo.

Queste rivelazioni saranno molto utili per la scelta dell'ubicazione dell'ingresso della scala.

Nel caso di un'opera ancora da costruire si possono soltanto fare ipotesi sul comportamento del pesce. Perciò ci si limita a fare affidamento sull'esperienza del progettista. Il pesce tende a risalire il corso il più a monte possibile finché non si imbatte in una cascata d'altezza insuperabile o in punti con turbolenza o velocità di corrente troppo violenta.

Perciò, come regola generale, conviene installare l'ingresso della scala il più vicino possibile alla linea mediana o al punto più alto sino ai quali rimontano i pesci.

Nel caso d'una diga idroelettrica, in cui il flusso d'uscita sia interamente reso turbinoso, i pesci saranno generalmente attirati verso gli aspiratori delle turbine. Perciò converrà installare l'ingresso a lato dell'impianto idroelettrico.

È possibile disporre lungo tutta la lunghezza dell'impianto un canale collettore che convogli i pesci verso una serie d'ingressi situati a un livello superiore agli aspiratori delle turbine. Oltre a diverse entrate, possono essere previsti dispositivi di scale di diverso genere funzionanti contemporaneamente. In presenza di un impianto idroelettrico avente uno sbarramento di ritenzione provvisto di evacuatori e di un canale di derivazione che salti lo sbarramento dell'impianto idroelettrico, il pesce può avvicinarsi per la rimonta sia dal lato dell'impianto idroelettrico che da quello dello scarico dallo sbarramento. In questo caso conviene predisporre due dispositivi di risalita totalmente indipendenti l'uno dall'altro e ognuno avente eventualmente più entrate. Il comportamento del pesce non è il solo fattore di cui tener conto per la scelta dell'ubicazione della scala. Altri fattori da prendere in considerazione sono la protezione contro i corpi galleggianti, l'accessibilità per la sorveglianza, il controllo e il mantenimento. Una scala di risalita per il pesce è un'opera idraulica, allo stesso modo di un'opera per la captazione dell'acqua per cui è necessario poterla gestire, fastidioso o meno che la cosa possa essere.

Diversamente sarà molto difficile che possa funzionare in modo conveniente.

La protezione contro i corpi galleggianti è assicurata dai dispositivi classici adoperati negli impianti idraulici: droma galleggiante, griglie a riquadri di una lunghezza sufficiente per il passaggio dei pesci (dai 25 ai 30 cm.). Si utilizzano anche schermi in legno o in cemento, barriere di sbarre di ferro o anche steccati in legno (palancole) a monte della scala.

Nei corsi d'acqua che trasportano alberi o branche in periodi di piena, è importante che la scala sia facilmente accessibile per poter curare il mantenimento o effettuare le riparazioni. Per quest'esigenza le scale situate sulla riva sono da preferirsi rispetto a quelle impiantate nello stesso corpo degli scarichi o delle soglie.

L'uscita d'una scala (uscita per il pesce, dunque la parte terminale della scala a monte) non deve trovarsi né in un tratto di forte velocità in prossimità di un dispositivo d'evacuazione (cateratta o stramazzo) affinché il pesce non sia di nuovo trascinato a valle, né vicino ad una zona d'acque morte oppure nelle quali il pesce potrebbe rimanere intrappolato.

### **1.5 Qual'è la portata da destinare al funzionamento di una scala di risalita?**

Il dispositivo di risalita non deve utilizzare, in scala, la stessa portata del corso d'acqua su cui è impiantata. La portata da utilizzare nei pressi dell'entrata deve corrispondere, in scala, ai valori delle portate in periodo di migrazione (dall'1 al 5%). Per cui si può operare in modo che nella scala non transitino se non una parte della portata. L'eccedenza di portata necessaria per l'attrazione nell'ingresso può essere allora iniettata a bassa pressione(\*) nel tronco a valle della scala, o anche in prossimità del suo ingresso. Quest'aggiunta di portata può essere fatta per mezzo di un diffusore laterale o di un diffusore dal fondo.

La velocità dell'acqua attraverso le griglie installate presso l'uscita dei diffusori deve restare sufficientemente debole ( 0,30 m/s) in rapporto alla velocità nella scala, affinché il comportamento del pesce non sia turbato.

La portata supplementare per l'attrazione è data sia dalla gravità dell'acqua dopo che abbia perduto l'energia in un bacino, sia, nei grandi impianti, da acqua pompata dal tronco a valle o fatta passare prima attra-

verso piccole turbine speciali per ridurre le perdite d'energia.

### 1.6 Esiste una scala tipo per ciascun ostacolo avente certe caratteristiche?

Ordinare i diversi ostacoli in più classi (in base all'altezza, ad esempio) e proporre per ognuno di esse, in dipendenza delle specie migratorie, un tipo di scala appropriato è idea molto seducente. Tuttavia, la molteplicità dei limiti obbligatori imposti dagli ostacoli artificiali preesistenti e dei fattori d'ordine biologico, idrologico, idraulico, topografico, ecc... fa sì che ogni situazione sia un caso speciale.

E l'esperienza conferma che una classificazione rigida di tal genere potrebbe comportare errori molto grossolani:

Qui di seguito si danno alcuni consigli utili per scegliere un tipo di scala che possa essere ottimale in una data situazione.

---

(\*) - Allorchè, per opere preesistenti, si è obbligati a impiantare l'ingresso in luogo appartato dagli scoli principali, è possibile utilizzare una frazione della portata senza dissipare l'energia preesistente sotto forma di getti a grande velocità.

1.6.1 - Soluzioni sommarie quali scanalature scale trasversali, e scale a imbuto (o a gozzo) devono limitarsi:

- ad ostacoli di lieve altezza (di altezza superiore al metro e sino a m.1,50, per i due primi tipi di scala, e di altezza superiore a m.1,50 sino a m.2, per il terzo tipo di scala) che del resto sono facilmente sormontabili con portate medie o alte (\*).

- allorchè si vuol assicurare la risalita delle specie più robuste (salmoni, trote di mare e trote in genere), e ciò soltanto quando la situazione locale non consente per diverse ragioni che si costruisca una scala di risalita propriamente detta.

Nel caso di uno sbarramento con parete verticale verso valle, basta aprire una breccia che lasci passare una falda di spessore sufficiente perchè sia consentito ad acque basse la risalita delle specie in grado di saltare. Ad ogni modo il pesce non può saltare se non dispone d'acque profonde a sufficienza per la sua "rincorsa" alla base dell'ostacolo. Basta la presenza di asperità rocciose in questi punti per impedire la risalita.

Nel caso di sbarramento con parete inclinata verso valle, l'acqua si sponde in falda sottile, cosa che rende impossibile la risalita in condizione di acque basse. General-

mente basta allora aumentare lo spessore della falda - ad esempio concentrando il flusso - per rendere l'ostacolo superabile: si utilizza sia una traversa disposta diagonalmente sulla parete verso valle, sia un imbuto o gozzo, intagliato nella stessa parete.

Bisogna, ad esempio, non dare un'eccessiva lunghezza ad un'opera di tal genere, a pena di imporre al pesce uno sforzo esagerato visto che deve superarla di un solo tratto.

Si ritiene che il massimo della lunghezza della traversa possa essere di 20 metri, e il massimo dell'imbuto di una decina di metri. E' essenziale che in questi due tipi di scala (a traversa e a imbuto) non vi siano sporgenze del declivio atte a bloccare i pesci. I profili concavi, in particolare quelli creati innalzando preesistenti sbarramenti con parete inclinata verso valle, sono nefasti per i pesci, i quali il più delle volte restano bloccati al punto di rottura del declivio creato dal rialzamento.

---

(\*) - Alcune soglie rocciose, benchè d'altezza moderata (da m 1,50 a m 2,50) sono praticamente insuperabili con acque di media portata, poichè il flusso non diminuisce se non progressivamente allorchè la portata aumenta e la velocità e la turbolenza al livello della soglia non consentono il passaggio dei pesci. Si tratta in particolare in quei tipi di soglia che fissano il corso minore di fiumi dissestati dal prelievo intensivo di materiali alluvionali e che "pizzicano" il flusso per compensare l'abbassamento del livello verso valle accentuando l'assorbimento dell'energia dell'acqua.

1.6.2 - Le scale a rallentamento si possono adattare ad una grande varietà di siti. Sono particolarmente funzionali.

- Per il salmone e la trota di mare  
- per ostacoli d'altezza moderata (m 2,50 circa)

- in caso d'impianto su opere preesistenti, poichè è relativamente più facile integrare questi tipi di scale nel corpo preesistente, rispetto a una scala a bacini successivi che utilizzi una stessa portata d'acqua.

Alcuni tipi di scala a rallentamento (con rallentatori di fondo a scaglie spesse, per esempio) possono essere utilizzati come scivoli per kaiak, sempre che lo consenta la larghezza (minimo m 1,40)

1.6.3 - Se si deve assicurare la risalita di diverse specie migratrici (salmoni, trote di mare, pesce bianco, ecc...), la scala a bacini successivi sembra essere la migliore soluzione, in quanto meno selettiva delle sca-

le a rallentamento. Almeno di gran parte di esse.

Si distinguono quattro tipi di scala a bacini successivi:

- le scale a pareti o scanalature di deflusso,
- le scale a orifizi sommersi,
- le scale di tipo misto (pareti o scanalature, più orifizi),
- le scale a fessure verticali.

In generale la scala ad orifizi sommersi è di poca utilità. La scala a fessure verticali è conveniente soltanto per portate considerevoli (superiori a 1 m/s circa) e quando vi siano fluttuazioni di livello importanti, a monte e a valle.

1.6.4 - Di fronte a ostacoli artificiali molto alti, è più facile impiantare un ascensore o una chiusa di tipo Borland che sono meno costose d'una scala classica. Ma la complessità del funzionamento (numerosi organi mobili e cateratte, vasche, griglie) richiede spese di gestione e funzionamento notevoli. E' questo il motivo che fa preferire ad esse, in certi casi, una scala di tipo statico più costosa come costo d'impianto ma con spese di gestione molto meno onerose.

Generalmente un ascensore è da preferirsi a una chiusa Borland. Il problema dell'attrattività è identico, ma mentre i pesci catturati dalla vasca dell'ascensore giungeranno senz'altro a monte, la stessa cosa non può dirsi dei pesci confinati a valle nel comparto di una chiusa Borland.

A meno che non vi sia nei pozzetti verticali della chiusa una bilancia che rimonti con il livello dell'acqua e obblighi così il pesce a risalire quando la chiusa si riempie.

1.6.5 - L'esperienza di scale predisposte per le cheppie (alose), è molto limitata in Francia. Alcune prove fatte sul Rodano e sulla Garonna parrebbero indicare un comportamento migratorio molto vicino a quello della grande **alosa** d'America, specie per la quale esistono scale molto efficaci.

- Poichè le alose migrano in banchi, è essenziale offrir loro scale più larghe possibili.
- Gli ingressi principali delle scale devono essere situati verso le rive.
- Le alose sono più riottose dei salmonidi ad entrare e a risalire una scala, fanno più andirivieni (fall-back activity) nel dispositivo di risalita prima di passare definitivamente a monte.
- Il miglior tipo di scala per l'alosa è l'ascensore meccanico, una volta che si sia

assicurata l'attrattività alla base del dispositivo di risalita.

- Allorchè non sia possibile impiantare un ascensore, per difficoltà dovuta al tipo di ostacolo, è preferibile evitare per l'alosa (stante l'attuale scarsa conoscenza del suo comportamento) scale a rallentamento (\*) o a bacini con pareti versorie, con scanalature laterali o a fessure verticali, a meno che non si adottino i seguenti accorgimenti:

a) scanalature e fessure sufficientemente larghe (da m 0,40 a m 0,50 come minimo) e poste lungo le pareti (ma c'è il rischio di bloccare le alose negli angoli).

b) evitare che si formino getti mediante scanalature curve per la formazione di nappe d'acqua regolari, fare scanalature in pareti sottili,

---

(\*) Benchè esistano sia in Francia che negli USA e in Canada alcune scale a rallentamento (deflettori piani o di Lachadenède) destinate alle alose è difficile giudicare obiettivamente la loro efficacia.

però sufficientemente sommerse per facilitare il passaggio del pesce da un bacino all'altro attraverso la nappa d'acqua.

- Le scale ad orifizi sommersi si sono dimostrate generalmente inefficaci per l'alosa, essa evita di servirsi di orifizi posti ad eccessiva profondità.

- Poichè l'alosa non salta, l'entrata della scala sommersa ad una profondità che le consenta di penetrarvi montando (il fondo dell'entrata a valle deve essere posta ad una profondità dal livello dell'acqua che va da m 0,50 a m 0,60)

- Bisogna evitare il formarsi d'acque morte nella scala. Particolarmente nelle parti a valle sommerse. Bisogna perciò assicurare velocità di scorrimento dell'acqua (di m 0,30 m/s) che incitino i pesci a passare verso l'alto.

## 2. Scale a bacini

### 2.1 Tipi di scala

- A pareti versorie (con stramazzo per l'intera lunghezza dello sbarramento tra due bacini) o a scanalature;
- ad orifizi sommersi;
- mista;
- con fessure verticali (ad una o due fessure).

### 2.2 Dislivello tra due bacini (DH).

2.2.1 Scale a pareti o a stramazzi con getti (il pesce deve saltare nel getto d'acqua per risalire da un bacino all'altro)



Salmoni e trote di mare: da m 0,30 a m 0,60 (preferibilmente m 0,30-m 0,40)

Trote: da m 0,30 a m 0,45 (preferibilmente minimo m 0,30)

Non adatte per alose e pesce bianco

2.2.2 Scale a pareti versorie, a scanalature e scale miste a getto in superficie (il pesce passa da un bacino all'altro nuotando in superficie)

Salmoni e trote di mare: da m 0,30 a m 0,45 (preferibilmente da m 0,30 a m 0,40)

Trote: circa m 0,30

Alose: da m 0,20 a m 0,30 (preferibilmente 0,20-0,25)

Pesce bianco: da m 0,15 a m 0,30 (secondo le specie)

2.2.3 Scale a orifizi sommersi come 2.2.2, non adatte per l'alosa

2.2.4 Scale a fessure verticali

Salmoni e trote di mare -

Trote: m 0,30

Alose: m 0,20 a m 0,30 (di preferenza 0,20-0,25)

Nota: di solito non è conveniente aumentare troppo la ricaduta tra due bacini (salvo forse all'ingresso della scala per renderla più attrattiva). Si vedrà, in effetti, che il volume utile di ciascun bacino deve essere proporzionale alla ricaduta.

In caso di scale a fessure verticali, il flusso tra due bacini non lo si riduce perchè si deve tener conto della velocità natatoria dei pesci, bensì per assicurare il passaggio del pesce tra fessure di una larghezza proporzionale al deflusso.

2.3 Volume ottimale nei bacini (V).

Calcolo in base ad una potenza di dispersione massima per unità di volume d'acqua nei bacini (P/V) compresa tra i valori di 150 e 200 watts/m<sup>3</sup>

$$P/V = \frac{9810 \times Q \times DH}{L \times B \times T \text{ moy}}$$

P/V = potenza di dispersione per unità di volume (watts/m<sup>3</sup>)

Q = flusso nella scala (m<sup>3</sup>/S)

DH = caduta tra due bacini (m)

L = lunghezza dei bacini (m)

B = larghezza dei bacini (m)

T moy = profondità media dell'acqua nei bacini rispetto al flusso considerato (m)

Grandi scale per salmonidi: 200 watts/m<sup>3</sup>

Piccole scale per alose: 150 watts/m<sup>3</sup>

Se la scala ha pochi bacini, possono stabilirsi valori di P/V sensibilmente maggiori per i salmonidi.

2.4 Dimensioni dei bacini (LB)

La forma ottimale dei bacini, dopo che si sia prefissato la capienza volumetrica utile, dipende dall'orientamento e dalla configurazione dei getti d'acqua tra due bacini (modalità di comunicazione tra i comparti, forme e dimensioni delle fenditure, orifizi o scanalature, livelli dell'acqua al di qua e al di là di un divisorio).

Bisogna evitare che si formino i cosiddetti "corti circuiti", cioè il transito d'un getto a forte velocità in un bacino senza che vi sia dispersione sufficiente della sua energia cinetica.

Del resto i getti non devono investire troppo violentemente le pareti divisorie, poichè ciò può perturbare il comportamento dei pesci.

Di regola, è preferibile non discostarsi troppo dalle caratteristiche delle scale esistenti che abbiano già dimostrata la loro efficacia. Per questo tipo di scala la lunghezza "L" è generalmente compresa tra i valori di 7 e di 12 d, d essendo una unità che per le varie scale è fissata come segue:

- scala a scanalature: il più piccolo valore di larghezza della scanalatura o del carico sulla scanalatura

- scale a pareti versorie: carico sulla parete

- scale a fenditura verticale: larghezza della fenditura

- scale a orifizi sommersi: diametro o la dimensione minore dell'orifizio.

2.5 Dimensioni minime delle scanalature, degli orifizi e delle fenditure.

1 - Scanalature e fenditure (\*)

Salmoni e trote di mare: m 0,30 - 0,40

Alose: m 0,40 - 0,50 (lung. delle pareti)

Trote, pesce bianco (\*\*): m 0,20

2 - Orifizi

Salmoni e trote di mare: m 0,10 - 0,15

Trote e pesce bianco: m 0,05 - 0,10

2.6 Stima delle portate e calettatura delle scale a bacini

Le usuali formule idrauliche per calcolare le portate che oltrepassino le pareti versorie (spesse o sottili, con o senza asperità, sommerse o emerse) o che attraversino gli orifizi permettono di prevedere in modo approssimativo portate determinate in funzione delle caratteristiche dei restringenti (dimensioni delle scanalature, fenditure e orifi-



zi) della calettatura della scala (lato verso-rio delle scanalature e delle fenditure, dislivello tra due restringimenti successivi) e dei livelli dell'acqua a monte e a valle.

E' necessario studiare il funzionamento della scala (evoluzione della portata, dell'energia emessa per unità di volume e per caduta tra i bacini) nelle diverse condizioni di portata (a monte e a valle) in periodo di migrazione.

Se a partire da un certo livello a monte, le condizioni idrauliche diventano ostative per il passaggio del pesce, conviene prevedere l'installazione di un dispositivo per la regolazione del flusso a monte, oppure scegliere un altro tipo di scala. Allorchè si controlla il flusso a monte, bisogna far in modo che non si creino localmente delle difficoltà come una caduta, una accelerazione che possano bloccare la risalita.

E' per questo motivo che di solito si controlla il flusso intervenendo su più bacini a monte (con serie di scanalature regolabili mediante apposita sezione delle fenditure o degli orifizi sommersi).

---

Note(\*) Allorchè il pesce deve risalire saltando, adottare larghezze superiori. (di m.0,50 per i salmoni e le trote di mare e di m.0,30 per le trote.)

(\*\*) Può darsi che, questa dimensione non sia adatta al luccio, di cui non si conosce bene il comportamento durante la risalita.

### 3. Chiuse e ascensori

Una chiusa è composta da una camera a monte, posta allo stesso livello della superficie che vi scolma, collegata ad un'altra camera di grandi dimensioni verso valle mediante un condotto inclinato o mediante un pozzo verticale. Ad ognuna delle estremità delle camere sono installate delle paratoie, di solito automatiche.

3.2. Il ciclo di funzionamento è il seguente:

– **fase d'attrazione:** il pesce è attirato nello scomparto a valle, mentre il flusso è controllato dalla paratoia verso monte;

– **fase di riempimento e d'uscita:** la paratoria a valle è chiusa, il pesce si eleva con la superficie liberata dal riempimento della chiusa. Si incita il pesce a passare nella ritenuta creando una corrente d'attrazione mediante l'apertura di un "by-pass" nello scomparto inferiore.

– **fase dello svuotamento:** dopo un certo tempo si procede alla riapertura della paratoia a valle e allo svuotamento della chiusa.

3.3 L'efficacia di questo dispositivo dipende

non soltanto dalla sua capacità d'attrazione(\*) ma anche al comportamento del pesce nella chiusa. Il pesce deve restare nella camera durante tutta la fase d'attrazione, elevarsi con il livello dell'acqua allorchè questo cresce e uscire dalla chiusa al momento dello svuotamento.

A questo riguardo, è necessario che la velocità e le turbolenze nella camera verso valle siano compatibili con le capacità, natatorie del pesce. D'altro canto bisogna evitare un riempimento troppo rapido con turbolenze eccessive e forti correnti d'aria in superficie, altrimenti i pesci restano nel comparto inferiore.

E' impossibile prevedere a priori quali saranno le condizioni idrauliche ottimali per il pesce. Per cui conviene predisporre una chiusa dal funzionamento molto flessibile (durata delle varie fasi, larghezza e durata delle aperture delle paratorie, ecc...)

3.4 Malgrado tutte le precauzioni, molte chiuse si sono rivelate poco o per niente efficaci. Per superare alcune difficoltà per certe specie di pesci negli USA e in URSS si sono adoperati i seguenti accorgimenti:

– i pesci vengono catturati in un vasto bacino di stabulazione situato a valle delle chiuse.

– sono spinti in seguito nella vasca della chiusa per mezzo d'una griglia mobile fissata su carrelli scorrenti su rotaie orizzontali lungo le pareti laterali del bacino.

– si obbliga il pesce a spostarsi verso monte per mezzo d'un bilancino scorrente lungo il pelo dell'acqua nella fase del riempimento.

---

(\*) Così come ogni altro dispositivo, la chiusa deve essere situata bene. Il flusso deve essere limitato ad alcune centinaia di litri al secondo. Può essere necessario provvedere un flusso supplementare d'attrazione. La paratoia a valle deve essere assoggettata al livello dell'acqua così che questa possa entrare con velocità sempre sufficiente, qualsiasi sia il livello stagionale. Occorre assicurare un'illuminazione nella camera inferiore che la rischiari in modo che la transizione dall'esterno non comporti un passaggio verso il buio.

3.5 Il principio di funzionamento dell'ascensore è simile a quello della chiusa. Consiste nel catturare i pesci in una vasca al piede dell'ostacolo, sollevando e vuotando poi questa a monte.

Per garantire un buon funzionamento del dispositivo, così come per la chiusa, bisogna:

- evitare al pesce di uscire dalla vasca (adottando un sistema a "V" o una griglia di ritegno)
- attirare e catturare i pesci in un bacino di stabulazione e in seguito obbligarli a passare sopra la vasca per mezzo di una griglia mobile scorrente in superficie.

3.6 Sia per la chiusa che per l'ascensore è particolarmente delicato il problema di assicurare una corrente d'attrazione efficace, soprattutto nel caso di forte marnatura (differenza nel livello) per la ritenzione dell'acqua a monte e della stratificazione termica e chimica dell'acqua.

#### 4. Le scale a rallentamento

4.1 La progettazione e l'installazione di una scala a rallentamento sono più complesse di quelle di una scala a bacini successivi.

4.2 Esistono molti tipi di rallentatori: alcuni ancora sperimentali, poichè sono stati poco usati, quindi è sconosciuto il loro funzionamento in condizioni diversificate. Diamo qui di seguito, a titolo d'esempio, le caratteristiche dei rallentatori già provati, in situ.

4.3 Le caratteristiche geometriche dei rallentatori le diamo in modo adimensionale. Tutte le dimensioni sono da rapportare ad una lunghezza di riferimento (la larghezza del canale o l'altezza dei rallentatori). È imperativo non trascendere dalle caratteristiche geometriche date: ogni tipo di rallentatore è stato sperimentato in modello ridotto, per cui ogni alterazione proporzionale può comportare un'alterazione significativa della struttura pregiudicando l'efficacia della scala.

4.4. Il pesce oltrepassa un scala a rallentamento d'un sol tratto. Non può riposarsi tra due rallentatori. Per cui di fronte a un dislivello importante, è opportuno prevedere bacini di riposo (generalmente ad ogni due metri lungo la ricaduta)

4.5. I rallentatori devono essere allineati tra loro. Ogni deviazione dalla linea retta può farsi soltanto all'altezza di un bacino di riposo avente una lunghezza sufficiente per assorbire, prima che urti violentemente contro la parete di fronte, il getto d'acqua del flusso (ciò è richiesto specialmente nel caso di cambiamenti di direzione di 180°)

4.6 In una scala avente dati caratteristici, il flusso è determinato prima di tutto dalla posizione del primo rallentatore rispetto al livello dell'acqua a monte, e in misura minima dalle condizioni d'invaso (se vi siano o meno arrotondamenti sui muri di sponda, e sui rivestimenti a monte).

In generale, bisogna evitare a monte del primo rallentatore qualsiasi restringimento che crei forte velocità o getti o che ritardi l'"innesco" della scala (formazione di correnti ad elica).

4.7 La parete di rivestimento a valle deve essere sufficientemente immersa rispetto al livello dell'acqua, di modo che sia evitata un'accelerazione locale nel flusso che risulterebbe pregiudizievole alla risalita del pesce.

4.8 È possibile giustapporre alcune bande di rallentatori sommersi (scaglioni, acceleratori, ecc..) in modo da ottenere scale della larghezza desiderata in funzione del flusso disponibile).

4.9 Scale a rallentatori piani

4.9.1 Per le caratteristiche geometriche.

4.9.2 Condizioni d'uso:

- Salmoni, trote di mare: preferibilmente  $m$   
 $0,8 \leq L \leq m$  massimo:  $L = m$  1,20  
 pendenza: (valori consigliati)

- per  $L = m$  0,80 l: 20%
- per  $L = m$  0,90 l: 17,5%
- per  $L = m$  1,00 l: 16%
- per  $L = m$  1,20 l: 13%

Trote di preferenza:  $0,6 \leq L \leq 0,9$  m  
 pendenza: (valori suggeriti):

- per  $L = 0,6$  m l = 20%
- per  $L = 0,7$  m l = 17%
- per  $L = 0,8$  m l = 15%
- per  $L = 0,9$  m l = 13,5%

4.9.3 Caratteristiche idrauliche

Le figure hanno un flusso "Q", l'attrazione media dell'acqua "h" in funzione della pendenza "l" e il carico a monte "ha" (alle condizioni d'invaso prossime a quelle indicate alla fig.14)

4.9.4 Valori minimi di "h" (che consentono il nuoto ai pesci e l'"innesco" alla scala)  
 - h min. ~ L da 0,5 a 0,6

#### 4.10 Scala a rallentamento del tipo FATOU

4.10.1 Per le caratteristiche geometriche.

4.10.2 Condizioni d'uso: identiche a quelle delle scala precedente.

4.10.3 Caratteristiche idrauliche. Le figure hanno un flusso "Q", l'attrazione media "h" in funzione della pendenza "l" del carico a monte (alle condizioni prossime a quelle indicate alla fig.17).

4.10.4 Valori minimi di h:  
h min ~ 0,4

4.11 Scale con rallentatori sommersi del tipo A

4.11.1 Per le caratteristiche geometriche che v. la fig. 20 del testo originale.

4.11.2 Condizioni d'uso.

Salmoni, trote di mare: a: valore consigliato m 0,15

massimo m 0,20

pendenze per m 0,15  $l \leq 15\%$

per m 0,20  $l \leq 11\%$

Trote:

a: valore consigliato m 0,10

massimo m 0,15

pendenze: per a = m 0,10  $l \leq 15\%$

per a = m 0,15  $l \leq 10\%$

4.11.3 Caratteristiche idrauliche V. testo originale.

4.11.4 Valori minimi di h

h min a ~ 1,15

### 5. Tutto ciò che deve contenere un progetto di scala

Per la progettazione di una scala si presuppone che si conoscano un certo numero di fattori (d'ordine biologico, topografico, idrologico e idraulico) che dovrebbero essere precisati preliminarmente. Questi elementi devono figurare nel progetto in modo da consentire una valutazione dello stesso.

1 - Nome del corso d'acqua

Indicazioni in scala 1/20000 oppure 1/25000

2 - Copia dell'autorizzazione, servitù e limitazioni in cui sia specificata la necessità dell'impianto della scala e dell'uso eventuale da parte dei canoisti.

3 - Specie dei pesci, periodi di migrazione.

4 - Caratteristiche idrologiche del corso - flussi medi mensili e giornalieri per un periodo sufficiente ad una valutazione, curve dei flussi già classificati (annuali e mese per mese)

5 - Sezione in lungo del corso d'acqua. Pendenza del corso d'acqua.

6 - Piano del sito dell'ostacolo e topografia sommaria del letto del corso a valle.

7 - Caratteristiche dell'ostacolo o dello sbarramento

- Natura e scopo dell'ostacolo (impianti idroelettrici, presa d'acqua potabile ecc...)

- Configurazione dell'ostacolo. Impianto evacuatori, posizione delle turbine, cabine ecc..

- Gestione dell'acqua e sfruttamento dello sbarramento (regime di produzione, flussi in uscita dalle turbine ecc.)

- Livello medio dell'acqua a monte.

- Livello a valle nelle magre.

- I due livelli, a monte e a valle, in periodo di migrazione e flussi corrispondenti.

8 - Caratteristiche della scala e suoi annessi.

- Piani d'ubicazione.

- Sezioni e progetti in lunghezza e trasversali.

- Descrizione della scala.

- Comportamento idraulico della scala previsto.

- Modalità d'attrazione con flusso supplementare.

- Flussi e velocità.

## SCHEDA "SCALA DI RISALITA DEL PESCE"

Sbarramento (cascata, traversa) di: Codice idrologico

Corso d'acqua:

Demaniale Non demaniale

Comune di: Regione:  
(Dipartimento)

Proprietario:

Indirizzo:

Ruolo dello sbarramento o, in generale dell'ostacolo:

Idroelettricità Presa d'acqua (Irrigazione  
Navigazione  
Turismo  
Centrale termica)

Alimentazione acqua Piscicoltura Stabilizzazione letto

Altro Precisare:

Derivazione acque Si No

Lunghezza derivazione

Portata massima deriva Portata riserva

### CARATTERISTICHE FAUNA ITTICA

Categoria: Prima Seconda

### POPOLAMENTO ITTICO

Specie

% Biomassa

### PERIODO DI MIGRAZIONE PER SPECIE O GRUPPO DI SPECIE

Mese

Specie

### CARATTERISTICHE IDROLOGICHE DEL CORSO D'ACQUA

Portata media annuale: Periodo di riferimento:

### PORTATE MEDIE MENSILI

Portata in periodo di magra (1)

(1) Precisare (portata caratteristica in periodo di magra...)





## CARATTERISTICHE DELL'ASSETTO IDROELETTRICO

Lunghezza del canale d'adduzione:

Lunghezza della gallerie d'adduzione a carico o condotte forzate:

Lunghezza del canale di scolo:

Potenza installata:

Altezza cascata netta in acque medie:

Portata impianto:

Funzionamento

Corrente acqua

Concate

Livelli acqua in periodo di migrazione da un lato e dall'altro della centrale e relative portate (1):

Livello a monte

Livello a valle

Portata

(1) Nel caso in cui il dispositivo di superamento può essere installato nella centrale e quando tali livelli sono sensibilmente diversi da quelli sopradetti, in particolare nel caso di una derivazione importante.

## **SBARRAMENTO DI:**

### **CARATTERISTICHE DELLA SCALA DI RISALITA E DELLE OPERE CONNESSE**

Livello min. a monte      Liv. medio a monte      Liv. max. a monte (1)

Quota NGF

Portata (scala di risalita)

Portata d'attrazione complementare

Portata del corso d'acqua

#### **Scale di risalita a bacini successivi**

Tipo (2):

Cascata tra i bacini:      Numero cascate:

Larghezza bacini (B):      Lunghezza (L):

Pescaggio medio nei bacini (per livello min. a monte):

Altezza muri laterali:

Potenza dispersa per livello minimo a monte:      Massimo:

Larghezza scanalature o fessure:

Numero scanalature o fessure per ogni traversa:

Sezione degli orifizi:      Numero orifizi per ogni traversa:

Quota di afflusso scanalatura a monte

Quota di spianatura dei muri laterali-bacino a monte: -bacino a valle:

Larghezza ingresso (a valle) della scala:

Quota d'afflusso ingresso:

#### **Scala di rallentamento**

Tipo:      Pendenza:

Larghezza della scala di risalita:

Dimensioni caratteristiche dei dispositivi di rallentamento:

Bacini di riposo

– Larghezza:      – Numero

– Pescaggio medio:      Lunghezza

Quota afflusso dal dispositivo di rallentamento a monte:

Altezza muri laterali:

#### **Altri tipi di dispositivi di rimonta**

Dimensionamento e funzionamento

(1) Per il quale la scala di risalita deve rimanere efficace

(2) Pareti di scarico o scanalature, orifizio sommerso, misto (scanalature + orifizio sommerso) fessure verticali.

## SBARRAMENTO DI:

### Caratteristiche delle turbine

Tipo	Diametri girante (3)
Asse (1)	Quota asse girante
Numero turbine identiche	Altezza girante
Costruttore	Portata nominale (m <sup>3</sup> /s)
Anno d'installazione	Potenza nominale (Kw)
Numero pale o palette	Velocità di rotazione (giri/min.)
Distributore (2)	Velocità specifica (NS giri/min.)
Numero pale direttrici	Portata minima di funzionamento
Altezza direttrice	Forma aspiratore (4)
	Sezione in uscita aspiratore

(1) Verticale, orizzontale, inclinato

(2) Fisso, mobile

(3) Diametro in entrata e in uscita per le **Francis**, della ventola e del mozzo per le **Kaplan** e le ventole

(4) Verticali, a gomito, inclinato.

## DOCUMENTAZIONE DA ALLEGARE

- Piante di ubicazione (1/20 000 oppure 1/25 000)
- Copia dell'autorizzazione, del capitolato o della corrispondenza che specifichino la necessità di costruire una scala di risalita del pesce ed eventualmente quelle di uno scivolo per canoe-kayak.
- Profilo in lunghezza della sezione del corso d'acqua interessato dall'insediamento
- Pianta del luogo interessato dallo sbarramento e topografia del letto a valle dell'opera
- Pianta relativa alla configurazione dello sbarramento e caratteristiche delle opere di scarico, posizione della centrale e delle opere connesse.

### - Scala di risalita del pesce

- Piante di ubicazione
- Piante dettagliate, compresi i profili in lungo e sezioni
- Modalità d'iniezione della portata di attrazione
- Portata e velocità all'entrata della scala in funzione delle portate dei corsi d'acqua
- Sistema di protezione contro i corpi derivanti

Redatto a

Il

Firma:



## ALCUNE RACCOMANDAZIONI FONDAMENTALI

(da "Laissez - les remonter" M.Larinier, apparso su Adour-Garonne, Nov. 1983, n.27

- E' preferibile, quando ciò sia possibile, progettare l'impianto per la risalita contemporaneamente all'opera di sbarramento.
- Progettare una scala che sia efficace è operazione molto delicata, poichè sono da prendere in considerazione esigenze imposte sia dall'idrotecnica che dalla biologia. Spesso è impresa impossibile - e ad ogni modo molto più costosa - se la scala deve essere integrata ad un impianto in cui non sia stato previsto niente per poterla accogliere.
- I progetti della scala devono essere elaborati sino al minimo dettaglio.
- E' indispensabile seguire da presso l'esecuzione dei lavori. Qualsiasi improvvisazione, a cui si ricorra per supplire alla mancanza di indicazioni precise nel progetto, può comportare l'inefficacia parziale o totale del dispositivo di risalita (ad esempio, a causa di velocità o turbolenze del flusso incompatibili con la capacità natatoria dei pesci)
- Affinchè una scala diventi efficace occorre una messa a punto molto lunga. Di solito alcuni anni a partire dalla costruzione. E' quindi importante prevedere un sistema il più duttile possibile per le modifiche e gli aggiustamenti successivi.
- L'osservazione costante degli impianti preesistenti può fare evitare il ripetersi degli stessi errori e far progredire la tecnica specifica (osservazione sul comportamento del pesce, sul sistema di controllo, sui miglioramenti successivi, ecc...).
- E' necessario che vi siano ricerche e sperimentazioni se si vuol fare progredire la tecnica del settore.
- Si dimentica spesso che la costruzione di una scala è un rimedio. Anche se ben concepita, specialmente sui grandi corsi d'acqua, la sua efficacia non è mai totale e induce, nel migliore dei casi, sempre un ritardo nella migrazione. La distribuzione o la rimozione dell'ostacolo (sbarramento che no, ha più ragion d'essere, chiuse mobili...) sono migliori soluzioni dell'impianto d'una scala, per quanto questa possa dimostrarsi efficace.

## 3ª RELAZIONE

*Tilbert Strubelt*

*Ministero Agricoltura del Baden Württemberg, Repubblica Federale Tedesca*

Biologo, si occupa di pescosità delle acque interne.

Alcune foto commentate dall'A. durante il seminario sono contenute nella sezione "Allegati" di questo volume.

Relazione per il Seminario

**SCALE DI RISALITA DEL PESCE**

6 e 7 Dicembre 1984

Modena, Regione Emilia-Romagna, Italia

Gentili Signori,

Iniziando la mia relazione desidero ringraziare di vero cuore la Regione Emilia-Romagna a nome della Regione del Baden-Württemberg per l'invito a questo seminario e portare i saluti del Ministero per la Cultura e lo Sport e del Ministero per l'Alimentazione, l'Agricoltura, l'Ambiente e le Foreste.

Desidero unirvi il mio personale ringraziamento.

È un diversivo gradevole dal lavoro di routine ricevere l'occasione di riferire in un altro Paese le esperienze acquisite nel proprio. Prima di passare a presentarvi esempi di scale e di altri ausili di risalita per pesci con immagini, ritengo necessario soffermarmi su alcune particolarità del comportamento migratorio delle specie ittiche. Su questa base possono spiegare perché impieghiamo solo pochi tipi di scale di risalita. Desidero inoltre motivarvi la mia convinzione che questi tipi di scale, come vengono costruite da noi, dovrebbero adempiere la loro funzione anche qui, nella Regione Emilia-Romagna.

Dalla sua foce nel Mare del Nord fino alla confluenza del Neckar presso Mannheim, il Reno ha una pendenza in media di circa lo 0,2 per mille. Da Mannheim a Basilea sale di circa lo 0,5 per mille, successivamente dell'1,0 e più per mille. Nel Danubio il campo si estende fino al confine austriaco-tedesco con una pendenza, in media, di ca. lo 0,2 per mille. Da lì a Ulm sale di ca. lo 0,8 per mille, a monte di Ulm di ca. l'1,0 e più per mille.

Nel Neckar la pendenza è dell'1,0 per mille e più a monte di Heilbronn di ca. lo 0,5 per mille a valle di questa città. Da vecchie relazioni del diciottesimo, diciannovesimo e degli inizi del ventesimo secolo possiamo dedurre che, nel Reno, tutte le specie ittiche migratorie, anche i peggiori nuotatori, hanno senz'altro risalito il fiume fino alla confluenza del Neckar. Negli stessi tratti successivi, con pendenza dello 0,5 per mille il Reno fino a Basilea e il Neckar fino a Heilbronn, sono migrati almeno piccoli branchi o singoli esemplari di tutte le specie.

In passato furono catturati occasionalmente storioni presso Basilea, tra Mannheim e Karlsruhe, raramente, perfino passere di mare, presso Heilbronn furono catturati ripetutamente lamprede di mare e specie di alosa. Osservazioni analoghe, confortate dalle conoscenze sulla diffusione delle specie di pesci d'acqua dolce "stazionarie", sono disponibili anche per il sistema danubiano. Nei settori fluviali con pendenza dell'1,0 e più per mille

riuscirono a inoltrarsi, delle specie di pesci migratori, solo i buoni nuotatori, la lampreda di fiume, il salmone, la trota marina e l'anguilla. Queste ultime superavano tuttavia, allo stesso modo di tutte le specie stazionarie che vivono nei nostri fiumi, anche rapporti di pendenza almeno del 5 per mille e, su tratti più brevi, anche rapporti di pendenza varie volte maggiori.

In relazione alle migrazioni dei pesci si possono distinguere chiaramente tre regioni:

– una regione inferiore con una pendenza, in media, di ca. lo 0,2 per mille;

– una regione di transizione con una pendenza di ca. lo 0,5 per mille;

– una regione superiore con una pendenza dello 1,0 e più per mille.

(Naturalmente si dovrebbe anche citare una regione montana, che conviene tralasciare in questo caso. Là, del resto, costruiamo "per precauzione" scale di risalita del pesce secondo gli stessi criteri indicati di seguito).

In Baden-Württemberg tutti i fiumi hanno, in media, una pendenza dello 0,5 o più per mille. Poiché, secondo le osservazioni menzionate, tutte le specie ittiche che riescono a migrare superando il settore dello 0,5 per mille, riescono a migrare naturalmente anche con rapporti più rigidi, siamo dell'opinione di potere aiutare tutte le specie ittiche presenti da noi con pochi tipi di scale di risalita. Questa opinione è stata confermata dalle esperienze acquisite negli ultimi decenni. Basandomi sulla letteratura ho compilato la raccolta delle specie ittiche che possono presentarsi nel Po e nei suoi affluenti meridionali. Secondo "La Fauna d'Italia" si tratta di circa 30 specie. Solo due o tre di queste si annoverano tra quelle specie migratorie che non sono in grado di migrare attraverso il campo di pendenza dello 0,5 per mille. Si tratta del *Petromyzon marinus*, dell'*Alosa fallax nilotica* (cheppia) e, presumibilmente, anche dell'*Acipenser naccari* (storione del Naccari). Delle restanti 27 specie, 23 sono diffuse anche nei fiumi del Baden-Württemberg, come ad es. l'*Esox lucius*, il *Gobio gobio* e la *Perca fluviatilis* (pesce persico) o rappresentate da specie affini con ecologia comparabile, come il *Leuciscus souffia muticellus* (vairone) dal L. a. agassizi o il *Barbus barbus plebeius* (barbo).

Le rimanenti quattro specie appartengono o a pesci tipici di fiume, come il *Barbus meridionalis* (barbo canino) o alle così dette specie euriche, come l'*Aphanius fasciatus* (nono).

In base a questo confronto faunistico credo di potere partire dal presupposto che il compor-

tamento migratorio e la capacità di risalita di ca. il 90 per cento delle specie ittiche che vivono nei fiumi locali siano paragonabili alle condizioni date nel Baden-Württemberg. Di conseguenza dovrebbero dare buoni risultati anche scale di risalita costruite in modo corrispondente.

Non ho però alcuna esperienza di scale di risalita in fiumi con pendenze molto piccole inferiori allo 0,5 per mille poichè, come già ricordato, in Baden-Württemberg non esistono fiumi di questo tipo.

Fino alla fine del diciannovesimo secolo le scale di risalita del pesce, da noi, erano sconosciute. Ci si accontentava di richiedere che le chiuse dei mulini, allora diffuse, venissero aperte alla domenica e nei giorni festivi affinché i pesci potessero migrare. Alla fine del secolo tutto questo mutò rapidamente. Quando le ruote ad acqua dei mulini furono sostituite da turbine per la produzione di elettricità e le chiuse restarono sempre chiuse, si costruì la prima scala di risalita.

Le prime furono costruite però solo in fiumi e ruscelli con salmoni e trote, poichè queste specie ittiche erano pregiate e si sapeva che dovevano migrare verso i posti di fregola.

Posso farvi vedere alcune di queste opere storiche in fotografia e, contemporaneamente, richiamare la vostra attenzione su errori frequenti nella costruzione di scale di risalita.

## INTERVENTI

*Rappresentante Regione Lombardia*

E' una domanda molto sintetica.

Io rappresento la Regione Lombardia che, mi pare, possa assomigliare in parte alla Francia, forse anche all'Inghilterra, io non l'ho mai vista. Volevo chiedere questo ai relatori:

Se, data la loro esperienza, pensano o sanno già che il problema delle scale di risalita è un problema che può essere affrontato in tutte le situazioni. Cioè, mi spiego meglio, è possibile, secondo loro, fare sempre le scale di risalita, anche in impianti come dighe o altro che esistono da diversi anni e che possono ad una prima osservazione presentare degli ostacoli insormontabili?

*PAGANI, Assessore alla Caccia e alla Pesca della provincia di Parma.*

Come Assessore alla caccia e alla pesca, della Provincia di Parma vorrei anch'io fare una domanda così come ha fatto il funzionario della Regione Lombardia ai relatori tecnici dell'Inghilterra, della Francia e della Germania.

Credo, se quanto mi è stato detto risponde al vero, che la diga che è indicata nel manifesto del convegno sia la diga di un torrente del parmense. Una diga quindi di un metro e mezzo, due metri non di più. Sono le dighe o gli sbarramenti o le briglie che più ci preoccupano perchè sono quegli ostacoli artificiali voluti dall'uomo che impediscono un ripopolamento naturale che noi dell'Emilia sappiamo che nei nostri torrenti è possibile in modo notevole. Cioè la risalita di barbi, cavedani e altri pesci, ho citato i barbi e i cavedani per citare quelli più comuni a livello di ciprinidi e pesce bianco che in modo molto abbondante, se non trovassero ostacoli e salti di quel tipo, potrebbero risalire fino quasi alla metà dei nostri corsi d'acqua e grosso modo ad un'altezza di 600-700 metri.

Noi avevamo zone del Taro e del Parma che prima di questi sbarramenti, erano ripopolate da anguille, da barbi, da ciprinidi che non erano incrementati artificialmente, ma erano popolazioni che venivano arricchite in determinati periodi della risalita di questi pesci che provenivano da Po in determinate stagioni. Ecco, noi ci troviamo di fronte a sbarramenti, e questo è il senso della mia domanda, fatti già da qualche anno di 1 metro e cinquanta, due metri, grosso modo uguali a quelli della fotografia che sono già stati fatti senza prevedere la scala di rimonta. Sbarramenti che nel



periodo autunnale, primaverile ed invernale sono soggetti a piene impetuose, cioè a quei fenomeni naturali caratteristici dei nostri torrenti che (a differenza di quelli alpini, hanno una certa continuità) da noi hanno un'andamento discontinuo e sul piano idraulico estremamente difficile.

Ecco, se noi riuscissimo, oggi che questi sbarramenti e dighe sono state fatte, a fare delle scale di rimonta che possano permettere al pesce del Po di risalire, sicuramente avremmo risolto i più grossi problemi che riguardano il pesce bianco, i ciprinidi nei torrenti dell'Emilia.

*Carlo Rancati - Membro della Consulta Regionale Lombarda.*

Vorrei fare due domande specifiche, forse sono collegate l'una all'altra, a tutti e tre gli interlocutori basandomi un po' sulla loro esperienza.

La prima è questa: quanto dovrebbe essere una portata d'acqua minima disponibile in metri al secondo a monte di questa scala di risalita perchè possa essere conveniente?

Prima domanda. La seconda è di carattere abbastanza tecnicobiologico, ma si riferisce e si ricollega alla prima. Quale e quanta dovrebbe essere, oltre la quantità d'acqua, la capacità biogenica a monte dello sbarramento perchè sia conveniente la scala di risalita. Le due domande si riferiscono in particolare a due situazioni ricorrenti a noi.

La prima riguarda in particolare i torrenti a scarsità d'acqua, i torrenti montani dove, oltre allo sbarramento, di solito c'è quasi un rigagnolo d'acqua e la seconda invece gli sbarramenti già esistenti. Grazie.

*Ghelfi - Federazione Pesca della FIPS di Piacenza*

Volevo chiedere ai tecnici quali sono i problemi di manutenzione relativi a queste scale di rimonta, in particolare alla scala Denil. Perchè noi abbiamo delle realtà particolari. Abbiamo dei fiumi che hanno un trasporto notevole di materiale, ghiaia e sassi a valle e questo potrebbe andare ad intasare certe zone che secondo me richiederebbero una notevole manutenzione. Grazie.

*Gennari - Presidente ARCI Pesca di Ferrara*

Abbiamo un corso d'acqua di irrigazione che al terminale a valle si incrocia con acqua salmastro o mista. Ora, quando si aprono le paratie c'è la discesa del pesce, naturalmente, delle carpe in particolar modo ma non ne tro-

viamo morte. Poi inizia l'irrigazione e di conseguenza, quando le paratie sono chiuse, ne avviene una certa moria.

Se ci fosse un suggerimento idoneo, credo che sarebbe opportuno per la Provincia di Ferrara. Grazie.

*Alvise Vittori - Stazione Sperimentale di San Michele all'Adige (Trento)*

Abbiamo una certa non dico esperienza, ma abbiamo provato a mettere delle scale di rimonta.

La prima, fatta con uno dei sistemi tradizionali che ho visto stamattina, è stata messa sull'Adige allo sbarramento di Mori e ancora 15 anni fa l'abbiamo dovuta chiudere perchè era una scala di cattura invece che una scala di monta. Bastava una forza e un contadino di buona volontà per mettere a zero tutto il nostro lavoro per la risalita del pesce. Si poteva togliere il pesce con un facilità tale che è stato più conveniente smantellarla e chiuderla. Poi ne abbiamo messe 3 di mobili a livello sperimentale, due sull'Adige, una sul Noce in zona di Rabbi cioè la risalita della Marmolada, e ci siamo accorti del l'estrema difficoltà di gestione di queste scale.

Erano scale per salmonidi ovviamente, non per altri pesci, dovevano essere sorvegliate giorno e notte, sia per la manutenzione normale (per evitare rami, eccetera, che intasassero la scala) sia per il motivo che dicevo prima, cioè la facilità con cui si catturava il pesce. Abbiamo potuto controllarle nel periodo di manutenzione, per i 4 anni in cui le abbiamo mantenute in vita, credo siano ancora aperte in questo momento, e praticamente notavano la risalita di qualche decina di pesci quando le cose andavano bene. Abbiamo cercato, ovviamente non col sistema tradizionale, di portare un certo miglioramento all'aspetto del fiume facendo invece la cattura a valle e a monte di popolazioni autoctone, fecondandole e trasportando le uova a monte e a valle.

Non so cose ne pensino loro di questo sistema, noi lo stiamo usando da qualche anno. Grazie.

*Moderatore*

La parola a Ferri del settore Equilibrio Faunistico della Provincia di Modena

*Mauro Ferri - Amministrazione Provinciale di Modena*

Io credo che in Italia sappiamo molto poco su questo argomento e che abbiamo bisogno di farci le ossa utilizzando le esperienze realizza-



te altrove.

La domanda che faccio agli esperti è questa:

Quale consiglio darebbero loro a noi, nella nostra condizione di paese che fino ad ora non ha realizzato praticamente nulla nel campo della valutazione impatto ambientale delle opere pubbliche siano esse strade, viadotti, sbarramenti lungo i fiumi. Cioè, quale consiglio darebbero, loro a noi per riordinare questa materia dal punto di vista organizzativo e per far sì che ci siano delle collaborazioni reali e concrete fra studiosi del settore delle Opere Pubbliche e del settore biologico e gli Amministratori che di solito gestiscono la caccia e la pesca nel nostro paese.

Chiedo proprio una piccola traccia, perchè questa mattina abbiamo constatato che in UK, F e RFT da tempo hanno realizzato centri di consulenze e ricerca specifici ma interdisciplinari. In Italia invece non siamo mai andati oltre gli enunciati di massima del TU del 1931 e della LR 25/79 dell'Emilia-Romagna che impongono cose che in realtà non vengono neanche prese in considerazione (sono 53 anni che i "passaggi per il pesce" sono obbligatori nel nostro Paese, ma solo sulla carta!). In pratica i nostri progettisti idraulici lavorano senza preoccuparsi dei "passaggi" e io mi chiedo come sarà possibile in futuro far lavorare in equipe idrobiologi, ingegneri e amministratori per decidere quali interventi realizzare a miglioramento delle condizioni dei nostri corsi d'acqua.

#### *Volpelli - Comitato Regionale FIPS*

Debbo innanzi tutto assolvere ad un impegno dovuto a nome della Federazione Italiana Pesca Sportiva - Ufficio di Presidenza Nazionale, è un impegno di ringraziamento alla Regione Emilia-Romagna ed all'Amministrazione Provinciale di Modena per avere indetto questa manifestazione che abbiamo trovato talmente interessante che non tutto riusciremo a comprendere e speriamo che i documenti che saranno pubblicati ci diano la possibilità di migliorare le nostre conoscenze per poter dare a nostra volta un contributo come organizzazione ai piani e programmi che Regioni e Amministrazioni si stanno ponendo per risolvere il problema della risalita del pesce.

Siamo fortemente interessati perchè abbiamo una forte organizzazione. Una organizzazione che in primo luogo è impegnata nella lotta per riuscire a salvaguardare l'ambiente, nella lotta per riuscire a dare un contributo fattivo al piano di realizzazione che stamattina la Regione aveva proposto.

Questo nostro impegno, questa nostra disponibilità la riconfermiamo e rinnoviamo i nostri ringraziamenti.

Poi, volevo fare una domanda. Volevo chiedere se per stabilire le dimensioni delle scale di monta, le inclinazioni delle scale di monta si usa la conoscenza delle solite questioni tecniche cioè quantità e velocità dell'acqua o se invece ci sono altri fattori di cui bisogna tenere conto nel programmare le scale di monta, oltre appunto alla quantità e alla velocità dell'acqua. Vi ringrazio e ancora una volta ringrazio Regione e Amministrazioni per lo sforzo fatto anche a nome della Federazione Nazionale.

## RISPOSTE DEI RELATORI

TILBERT STRUBELT

Propongo che tutti e tre rispondiamo a tutte le domande, nei limiti in cui possiamo...

Vorrei semplicemente rispondere ai quesiti nella successione in cui sono stati formulati.

La prima domanda era se si possa installare a posteriori scale di risalita del pesce in vecchi impianti e se le predette scale siano efficaci. Noi partiamo dal presupposto che nel 99% dei casi, approssimativamente, si possano installare scale, se esista la volontà di farlo, dato che, naturalmente, talvolta si tratta di un problema di natura finanziaria...

Nella seconda domanda si trattavano principalmente traverse tra 1 e 2 m di altezza, con portata d'acqua molto variabile, del tipo illustrato sul manifesto. È senz'altro possibile installare scale di risalita in traverse di questo tipo. Talvolta è perfino più facile installare scale del genere in queste traverse in estate e in primavera, con portata d'acqua scarsa, poiché in questo caso gran parte dell'acqua corrente può essere deviata sopra le scale di risalita e, grazie a questo, i pesci individuano la scala più facilmente rispetto a quando scorre molta acqua sopra lo sbarramento, mentre dalla scala ne proviene una quantità scarsa.

In questo caso si hanno naturalmente problemi idraulici.

Forse ricordate una figura che Vi ho mostrata, con la rampa di pietre molto grandi. Spesso si possono costruire traverse in pietre di questo tipo senza impedire la migrazione dei pesci. Ciò dovrebbe essere possibile, in parte, anche qui. Naturalmente occorre considerare il problema della relazione tra la quantità d'acqua o la velocità di scorrimento nelle scale di risalita dipendono in forte misura dalla specie ittica di cui si tratta.

Noi partiamo da una semplice regola e abbiamo tentato di standardizzare le scale di risalita in ampia misura.

Nei singoli bacini la velocità della corrente non deve essere maggiore di 0,4 e fino a 0,5 m/sec. e nei fori delle traverse, nei fori di scivolamento, in acque per salmonidi non deve essere maggiore di 2 m/sec., in...

Come già detto, questo dipende particolarmente dalla specie ittica, dalla temperatura dell'acqua e da altri fattori. Si deve decidere in ogni singolo caso.

La seconda parte della domanda relativa a questo punto era se avesse senso installare scale di risalita del pesce quando su di essa scorra solo poca acqua.

Ha sempre senso costruirle, perchè non si può valutarle solo sotto il profilo economico: an-

che nei ruscelli più piccoli vivono pesci e altre specie di animali che possono continuare a riprodursi e a conservarsi solo se possono anche migrare.

Quanto detto è valido per tutti i pesci, non solo per singole specie.

Esistono problemi di manutenzione, come è naturale, in ogni scala di risalita: devono pulirsi regolarmente, e questo dipende dai detriti trasportati, dalla ghiaia e dalla sabbia nel fiume. In molti casi si possono progettare le scale di risalita in modo che in esse finisca poca ghiaia e sabbia, e cioè mediante una traversa apposita che devii i detriti.

Esistono modelli per questo.

Non sono in grado di dare risposta ai problemi delle traverse per irrigazione e dell'azione dell'acqua marina. Dato che in Baden-Württemberg c'è pochissimo mare, la mia esperienza in proposito è molto scarsa..

E' normale che nelle scale di risalita si rubi il pesce. Ma è meglio che ne venga rubato il 50% lì, piuttosto che impedire al pesce di risalire, e quindi di riprodursi.

È un calcolo molto semplice.

Come ho già detto, la manutenzione è dispendiosa. Si possono però adottare varie misure per semplificare la manutenzione, ed esattamente mediante traverse o grate per deviare detriti, come in parte avete visto oggi, affinché rami e simili non arrivino alla scala di risalita. Si tratta inoltre di un problema legato alla costruzione delle scale: se i fori sono costruiti vantaggiosamente, una buona parte dei detriti passa anche attraverso queste.

Si parlava, inoltre, del trasferimento di pesci se le scale di risalita non danno buoni risultati. Parto dal presupposto che si possano costruire scale di risalita quasi ovunque e che, quasi ovunque, possano dare buoni risultati. Naturalmente è possibile prendere uova di pesce o avannotti e trasferirli. Avrete comunque moltissime difficoltà a tenere in considerazione tutte le specie di pesci. Di solito si trasferiscono solo i pesci che si desidera avere. E' un dispendio notevole, una spesa che si deve sostenere ogni anno e in diversi periodi dell'anno per trovare sempre pesci nella stagione giusta e trasferirli. Credo pertanto che sia più semplice costruire buone scale di risalita del pesce e provvedere alla loro manutenzione.

La domanda più importante era quale consiglio diamo per la realizzazione di queste alternative e per i problemi di organizzazione e di collaborazione: non rimane altra soluzione al di fuori di questa, che sia i biologi che i tecnici riconoscano che, senza ausili per la risalita, per i pesci non esistono possibilità e che, senza questi ausili, si giungerà a un punto tale...

che molte specie spariranno. Se si riconoscerà questo, il passo per giungere a collaborare dovrebbe essere molto breve.

È impossibile standardizzare completamente una scala di risalita del pesce in modo che il tipo si adatti a tutti i fiumi, a tutte le specie, a ogni livello e temperatura. In ogni caso si deve adattare la scala di risalita del tutto particolarmente alle caratteristiche del singolo fiume, quindi non c'è altro modo che la collaborazione tra biologi e tecnici: i biologi devono contribuire con l'apporto delle loro conoscenze sui pesci; possono dire ai tecnici in quali condizioni i pesci possono farcela a risalire.

I tecnici possono quindi accingersi alla progettazione dettagliata delle scale..

Non è positivo che qualcuno affermi di potere risolvere tutto da solo. È necessaria la collaborazione e devo dire che da noi, da alcuni anni, questa funziona molto bene.

Si deve tuttavia evitare di costruire sbarramenti se, mediante misure costruttive corrispondenti, è possibile evitare ai pesci gli sbarramenti: pensate alla rampa ruvida in pietra che vi ho citato. E' una misura migliore rispetto all'installazione di una scala di risalita del pesce in uno sbarramento esistente o in uno nuovo, perchè su una rampa di questo tipo, per così dire, l'intero fiume è disponibile come scala di risalita.

Sono chiare le dimensioni e l'inclinazione della scala di risalita secondo i tradizionali criteri tecnici: naturalmente occorre però considerare anche altri fattori. La dimensione non può essere sempre uguale; si regola secondo il fiume e le specie di pesci. Lo stesso vale per il problema dell'inclinazione: si deve adeguare al singolo fiume, dato che nessun fiume è uguale a un altro. Esiste ancora una pluralità di altri fattori. Ad es., occorre sapere come sono i rapporti idrologici, in quale stagione si verifichi la piena, in quale stagione migrino i pesci, in quale stagione vi sia la magra, poichè la scala di risalita deve essere adattata, se possibile in modo ottimale, ad una condizione precisa. E questa, in sostanza, deve essere la condizione dominante quando i pesci migrano. A questo scopo è necessario conoscere l'idrologia e anche la biologia dei pesci.

Quanto detto valga ancora come avvertimento che si ottengono risultati positivi solo grazie alla collaborazione e non è possibile costruire da soli, partendo da un solo punto di vista, scale di risalita del pesce.

**MIKE H. BEACH**

Vorrei tornare su alcuni argomenti poc'anzi

sollevati, valendomi dell'esperienza acquisita nel mio paese.

Per quanto riguarda la prima domanda, che si riferiva ai tassi minimi di flusso, vorrei dire al mio collega che è molto difficile quantificare un flusso molto ridotto. Anche un flusso limitatissimo può ben alimentare una scala di risalita. Nel nostro paese abbiamo flussi anche di soli 0,2 m/sec. Questo è il nostro flusso di mantenimento.

D'altra parte, nel caso di uno sbarramento di notevoli dimensioni il flusso non verrebbe mai trovato o localizzato, e sarebbe quindi del tutto inutile. In un caso simile si giunge alla condizione in cui la percentuale di flusso totale lungo il fiume viene immessa nella scala di risalita; una percentuale dell'ordine del 2-5%. Occorrerebbe far sì che questa quantità d'acqua passi attraverso la scala di risalita.

Ora, queste considerazioni si riferiscono a un flusso minimo, non per quanto riguarda la capacità del pesce di superarlo, ma di individuare la scala di risalita, in quanto è ovvio che non è di alcuna utilità produrre una scala di risalita se poi il pesce non è in grado di trovarla.

Parimenti, come si è detto questa mattina, il deflusso della scala di risalita dev'essere progettato in modo tale che attraversi la corrente che porta allo sbarramento, affinché il pesce si veda costretto ad interrompere queste correnti e possa individuare la scala di risalita. Questi sono i criteri fondamentali per il flusso di una scala di risalita.

Veniamo ora al secondo punto. Non ho affatto compreso la seconda parte della domanda postami, e passo quindi alla domanda successiva di cui ha preso nota, che riguardava le rocce e i sassi e il problema dei detriti nella scala di risalita.

Ovviamente, è sempre meglio prevenire che curare, e forse il suggerimento del collega Larinier, che siede alla mia destra, di un contrafforte tale da ridurre la quantità di detriti che penetrano in una scala di risalita può essere un primo punto di partenza. Se poi vi fossero ancora dei problemi di penetrazione di detriti nella scala di risalita, la fase successiva può consistere nello studio di un metodo atto a chiudere periodicamente la scala di risalita. A tale riguardo essa deve essere innanzitutto accessibile dalla riva, e inoltre occorre installare un diaframma, deflettore o paratoia, così da poter prosciugare la scala di risalita e rimuovere i detriti.

Credo che l'argomento successivo si riferisse ai problemi legati all'alta percentuale di pesci



morti. Dubito che ciò vada ricollegato al problema dell'acqua salata o dolce. Onestamente non saprei come risolvere questo problema.

Nel caso di un pesce che non può vivere in acqua salata, introducendo acqua salata si provocherà ovviamente la morte del pesce. Se invece si tratta di una questione di alta velocità dell'acqua, sarà allora cruciale nella progettazione di una scala di risalita il controllo di tale velocità, per evitare che i pesci non sopravvivono a velocità o turbolenze eccessive.

La domanda successiva concerneva la pesca di frodo, il pescare un pesce proprio all'ingresso della scala di risalita.

Nel mio paese vi sono leggi che vietano la pesca all'ingresso delle scale di risalita. Pertanto, a parte gli enti di legge preposti ad impedire la pesca di frodo, l'unico altro mezzo che rimane è esattamente l'opposto di quanto dicevo prima a proposito dell'avvicinamento e della pulitura delle scale di risalita.

Noi cerchiamo di disporre la scala di risalita lontano dalla riva, in modo che il pescatore di frodo abbia difficoltà a raggiungerla. Abbiamo quindi qui una contraddizione: un metodo elimina il pericolo dei pescatori di frodo, l'altro consente una agevole manutenzione. Tutto sta nel decidere quale problema è più impellente.

La domanda successiva mi è stata posta da Ferri, e riguarda tutta la concezione delle scale di risalita. Penso che la prima fase sia già stata superata semplicemente riconoscendo l'esistenza di problemi. Il fatto che noi si sia tutti riuniti qui oggi significa che tutti pensiamo che vi siano dei problemi. Ritengo che questa sia già una prima fase, evidenziatasi nell'esposizione dell'introduzione e delle contromisure.

Come ho già spiegato, abbiamo raggiunto una fase in cui la legge prescrive che ogni struttura nei fiumi con popolazione ittica migratoria sia dotata di una scala di risalita.

Penso che se si inserisce nella concezione iniziale del proprio progetto la consapevolezza del fatto che i pesci sono un elemento molto vario, questo sia già un primo passo in avanti. Penso anche che i costi oggi elevatissimi delle strutture di ingegneria civile potrebbero in molti casi "occultare" in un certo senso l'inserimento di una scala di risalita, purché ciò venga fatto in una fase precoce del progetto.

Ritengo che il problema dei costi venga posto in luce e discusso solo se diviene in un secondo tempo un progetto distinto; in tal caso ci si domanda quanto venga a costare la scala di risalita, e se ne paragona il costo ai benefici che

il pesce potrà trarne. Diviene così molto difficile giustificare l'alto costo di queste strutture. Ma se ciò viene fatto in fase di progettazione, allora si pensa maggiormente al pesce, si incorporano i costi d'ingegneria nella struttura originale, e questi costi non vengono valutati separatamente. È esattamente in questo modo che noi affrontiamo il problema.

L'ultima domanda postami riguardava quale dev'essere il fattore da tener in maggior considerazione per una scala di risalita: pendenza, velocità dell'acqua, quantità d'acqua o quant'altro?

Penso che molti dei fattori di cui si è parlato debbano essere tenuti presenti. Sono convinto del fatto che ove vi sia una velocità maggiore di quella natatoria del pesce non ha alcuna importanza il fatto che il pesce riesca o meno a individuare la scala di risalita, in quanto non potrà mai superarla. Allo stesso modo, se la scala è troppo lunga e mette a dura prova la resistenza del pesce, questo non l'attraverserà di certo.

Quindi, una volta risolto il problema della velocità dell'acqua il problema successivo consiste ovviamente nel far sì che il pesce possa trovare la scala di risalita. Quindi, la scala deve essere ubicata convenientemente, in modo che quando il pesce si trova ad aggirarsi lungo la zona di entrata della struttura non possa fare a meno di trovare questa entrata.

Penso quindi che questo sia un punto della massima importanza. Altro fattore degno di nota è quello della manutenzione della scala di risalita. Si è parlato di detriti. Ovviamente, se si arriva al punto di soffocare i pesci ciò significa che la struttura non funziona.

Quindi, queste sono tutte considerazioni della massima importanza. Grazie.

**MICHEL LARINIER.**

Risponderò seguendo un ordine diverso. Inizierò affrontando il problema della pesca di frodo con una battuta: secondo me una scala di risalita soggetta a pesca di frodo è un ottimo segno. Quando una scala di risalita è soggetta a pesca di frodo si possono sempre trovare in seguito soluzioni per evitarlo.

La prima delle soluzioni che adottiamo in Francia è di creare una riserva di pesca: si pone un divieto di pesca ad una certa distanza a monte e a valle della scala.

Tale misura viene applicata sistematicamente: 50 metri a monte e 50 metri a valle, qualche volta a distanze anche maggiori. Ciò dipende dall'importanza del corso d'acqua e dalla dif-



ficoltà dei pesci a trovare la scala in quanto a volte si riposano prima d'arrivarci.

Esistono anche altri dispositivi. Si possono disporre dei reticolati sulla scala di risalita.

La pesca di frodo è un problema che incontriamo spesso in Francia. Alcuni ritengono che sia più opportuno allontanare la scala dalla riva in modo da renderla difficilmente accessibile ai pescatori di frodo.

Ma ci sono soluzioni migliori. È più vantaggioso avere una scala di risalita a riva e potere facilmente provvedere alla sua manutenzione anziché in mezzo al corso d'acqua dove sarebbe difficilmente accessibile e sempre ostruita da rami o alberi. Perciò è meglio avere una scala di risalita soggetta a frodo e di facile accesso che una scala inefficace e non soggetta a frodo.

Passiamo al problema del dimensionamento delle scale di risalita. In Francia si lavora con corsi d'acqua molto diversi tra di loro.

Incontriamo corsi d'acqua a portata ridotta come in Bretagna, con piene non molto abbondanti, oppure corsi d'acqua quali la Dordogna e la Loira dove, in particolare nella Dordogna, si hanno variazioni di livello durante il periodo delle migrazioni pari a più di due metri a monte e tre metri a valle. In questi casi, bisogna trovare delle scale di risalita che funzionino in presenza di notevoli variazioni di livello. Nei Pirenei e nelle Alpi troviamo corsi d'acqua montani con piene molto abbondanti e con un trasporto a valle di detriti solidi relativamente consistente.

È sempre possibile dare ai bacini una dimensione tale da farli funzionare in modo corretto nella gamma delle variazioni di livello a monte e a valle che troviamo durante il periodo delle migrazioni.

Il problema è proprio quello di definire le condizioni idriche durante il periodo delle migrazioni. Perciò, prima di progettare qualsiasi scala di risalita, cerchiamo di raccogliere quanti più dati possibili sulle condizioni della migrazione dal punto di vista biologico ossia periodo di migrazione e specie migratorie, condizioni idriche durante il solo periodo delle migrazioni, in quanto le altre sono per noi di scarso interesse. Infine, altri dati sulla morfologia del corso d'acqua, l'importanza del trasporto a valle di detriti solidi e, in funzione di tutto ciò, cerchiamo di trovare una o più soluzioni, in genere più di una tra le quali scegliamo la meno costosa.

Quando ci troviamo di fronte a variazioni di livello particolarmente elevate, adottiamo delle scale di risalita sia transverticali che a sca-

nalature molto profonde; entrambe limitano l'aumento della portata e di conseguenza la velocità e la turbolenza vengono ridotte.

Scegliere la portata d'una scala di risalita rimane il punto più delicato della concezione dei dispositivi di superamento. E' difficile stabilire dei criteri, ma se si potesse parlare di cifre, potrei dire da uno a cinque e persino a 10%.

In genere, si considerano portate del 10% quando queste stesse sono ridotte. Queste percentuali sono in rapporto alla portata media del corso d'acqua.

Si parla quindi di portate del 10% nel periodo in cui le acque sono basse e man mano che la portata aumenta si scende fino ad arrivare a percentuali dell'1 o 2%.

Nel caso di piccoli corsi d'acqua abbiamo scale che funzionano entro i 100, 200, o 300 litri al secondo.

Mentre per i grandi corsi d'acqua come la Loira o la Dordogna abbiamo scale di risalita che funzionano con portate minime di 2 metri cubi al secondo fino a portate massime di 10 metri cubi al secondo quando la portata del fiume è compresa tra gli 800 e i 90 metri cubi al secondo.

Ogni caso è un caso particolare, per cui si dovranno effettuare lavori molto gravosi per i grandi corsi d'acqua e lavori meno impegnativi per quelli piccoli.

Per quanto riguarda il problema tecnico, e cioè sapere se esistono le soluzioni per le opere esistenti nella vostra regione la risposta è affermativa: la soluzione tecnica esiste, ma vi è un problema di costi.

Per sapere se un determinato impianto è redditizio, occorre effettuare un certo numero di studi biologici per conoscere l'importanza del problema, si cercano cioè delle soluzioni e poi si potrà decidere in merito. In Francia, alcune volte la scala viene costruita, ma in altri casi dobbiamo rinunciare.

Concludiamo affrontando il problema dell'organizzazione della concezione delle scale di risalita. In Francia, ci sono molte organizzazioni che si occupano della gestione delle acque: il Ministero francese dell'Agricoltura, il Ministero dell'Ambiente, della Pianificazione, l'Ente dell'energia elettrica e gli Enti di gestione acquedotti.

Nelle scale di risalita, il problema è quello di intervenire al momento opportuno, cioè nel momento stesso in cui si intraprende lo studio del progetto.

Se si interviene troppo tardi è impossibile fare un buon lavoro.

Dieci o quindici anni fa era proprio questo il problema maggiore, ma col tempo la situazione è migliorata e oggi l'Ente francese per l'erogazione dell'energia elettrica o gli organismi che intervengono sui corsi d'acqua ci avvertono quando il progetto è nella sua fase iniziale e ciò ci permette di intervenire in tempo.

Siamo riusciti a formare un gruppo di specialisti in scale di risalita all'interno di organismi come l'Ente francese per l'energia elettrica. Attualmente abbiamo cinque o sei persone che iniziano a lavorare nel campo delle scale di risalita.

Purtroppo, le cose non vanno sempre bene, a volte capita di non essere consultati per certi progetti oppure interveniamo troppo tardi. È necessario che l'ingegnere biologo responsabile della pesca si abitui a collaborare con questi specialisti.

Il problema del trasporto a valle dei detriti nelle scale di risalita dipende dal tipo di granulometria dei detriti stessi.

Quando la granulometria è fine come per alcuni tipi di ghiaia, certe scale sono autopulenti, ossia le correnti della scala impediscono che questa si depositi.

Quando invece i detriti sono di maggiori dimensioni, come ad esempio grossi sassi, la scala del tipo "Denil" è sconsigliata.

In genere è possibile limitare il trascinarsi dei detriti e dei rami operando a livello della parte a monte con l'impiego di schermi di cemento in modo tale che durante il periodo delle piene, i rami e i detriti passino sopra lo sbarramento e non entrino nella scala di risalita.

La scala di risalita è un'opera idrica paragonabile ad una presa d'acqua perciò le soluzioni utilizzate nell'idrica plastica possono venire adottate per le scale di risalita.

## ALTRI INTERVENTI

### *Domanda di un partecipante (1)*

Io volevo chiedere se in Inghilterra o in Francia esiste comunque una regolamentazione di base, una legge, regolamenti regionali, qualcosa che imponga non dico gli standard delle regole precise, ma comunque che dia già delle indicazioni anche progettuali, di comportamento per i privati o gli Enti pubblici che intervengono in questo settore, o se invece e forse mi è parso di aver capito, non si debba in Francia rincorrere questi enti che intervengono come l'Ente Nazionale dell'Energia Elettrica.

Questa è la domanda e poi volevo chiedere, se

per caso esiste questa regolamentazione se non è possibile averne una copia. Grazie.

### *Intervento di un partecipante (2)*

Volevo fare un breve intervento, non è una domanda ai relatori che ringrazio perchè ho imparato molto dalle loro relazioni ma semplicemente un chiarimento che ritengo doveroso fare perchè Bartolini mi diceva che da parte di qualcuno sono state espresse perplessità circa l'utilità delle scale di rimonta nelle nostre condizioni visto che non abbiamo pesci come il salmone. So benissimo che non abbiamo salmoni nelle nostre acque, però credo che sia necessario pensare seriamente a fare qualcosa anche se scinderei il problema in due zone. Considererei diversamente le zone di montagna dalle zone di fondovalle e di pianura.

Nelle zone di montagna abbiamo dei popolamenti a salmonidi sostenuti nella massima parte artificialmente, parlo dell'Appennino, Vittori non offenderti, non sto parlando delle Alpi. Dicevo, in queste zone dobbiamo dare una certa possibilità al pesce di muoversi liberamente, però dove già esistono degli sbarramenti tipo dighe alte 25 metri credo convenga fare un discorso di tipo economico. Di fare un impianto che risulterebbe estremamente costoso perchè dovrebbe essere fatto a posteriori forse non ne vale nemmeno la pena. Vale la pena di fare quello che suggeriva Vittori di prendere le uova e portarle a monte.

Diverso invece è il discorso nel fondo delle valli e nelle zone di pianura. Perchè qui abbiamo delle specie migratrici. Non possiamo pretendere che per la presenza di un piccolo sbarramento la cheppia non possa più riprodursi dove ci sono fondi ghiaiosi, dove quindi il successo della riproduzione sarebbe buono e sia costretta a riprodursi su fondali fangosi nel basso corso dei fiumi dove il successo sarebbe veramente scarso e quindi è necessario intervenire. E non è necessario intervenire soltanto per quelle specie che hanno necessità migratorie, ma anche per quelle che sono le specie stanziali, quelle sedentarie. Perchè noi abbiamo dei fiumi con portate molto irregolari. Con piene violente che trascinano a valle del pesce che poi non può più risalire per la presenza di ostacoli che potrebbero essere eliminati, secondo me, con costi bassissimi quando ci si pensa al momento di costruire l'ostacolo. Non tanto alti quando si debba intervenire, come si dovrà fare il molte zone dopo, che la briglia o qualche altro tipo di ostacolo è stato ostruito.

## **Mauro Ferri**

### *Amministrazione Provinciale di Modena*

Visto lo stadio informale ancora di quella che potrebbe essere la nostra indagine sulla necessità delle scale di risalita nella nostra Regione, io non escluderei completamente il fatto di poter intervenire nelle zone di alta montagna. Per il motivo che innanzi tutto non possiamo dimostrare di avere conoscenza di quello che è l'impatto ambientale delle briglie, delle dighe, degli sbarramenti in tutto il territorio, perchè noi non conosciamo il problema. Conosciamo gli effetti probabilmente dal punto di vista qualitativo anche perchè non abbiamo delle grossissime conoscenze idrobiologiche dei nostri fiumi e secondo me dobbiamo estendere questa valutazione a tutta l'Emilia-Romagna, dal Po e dal mare fino alle sorgenti. Perchè noi dobbiamo conoscere quello che succede nelle acque dei nostri fiumi prima di decidere qualcosa.

Quindi, da questo punto di vista, non mi sentirei di escludere una possibilità di intervento anche in montagna anche perchè, per quel poco che conosco della realtà della mia Provincia, in effetti è vero che noi abbiamo una presenza molto alta di piccoli sbarramenti in alta montagna. A Modena, parlando con un geometra dell'Amministrazione, un collega che lavora in pratica nello stesso assessorato, si stima una presenza di circa 3.000/4.000 briglie su una rete di acqua da salmonidi di poche decine di chilometri.

Ecco, questo è un grosso problema. Non bisogna in effetti prevedere di dover fare una scala di risalita dappertutto, ma so per esperienza che abbiamo alcuni tratti di fiumi già sedi di popolazione naturale di trote in autoriproduzione che ora sono frammentati da grandi sbarramenti che servono per costituire riserve per impianti idroelettrici. Inoltre questi grossi sbarramenti, queste dighe di decine di metri bloccano completamente il corso del fiume e funzionano come gigantesche nasse in cui i pesci si concentrano perchè, e non è una coincidenza, il modo in cui sono fatti questi bacini prevede che a monte l'alveo si consolidato. In genere quando gli animali cadono nel bacino con le piene hanno poi la risalita impedita dagli sbarramenti che di solito limitano anche a monte i bacini artificiali.

Ebbene, io questi punti li prenderei in considerazione come possibilità quanto meno di studio, per vedere se è possibile dare una possibilità di risalita ai quintali di trote che cadono nei bacini e sono destinate a distruzione durante gli svassi biennali e annuali. Certo, è più

conveniente portare uova dove il corso del fiume è estremamente interrotto dalla presenza di briglie, però può darsi che convenga, alla luce delle spese che si fanno per i ripopolamenti per la pesca sportiva, intervenire una volta per tutte in certi punti per permettere alle popolazioni che si concentrano in determinati punti di ridistribuirsi da sole dove la presenza cala maggiormente per motivi di pesca.

Termino consegnando il testo della mia relazione "Opere idrauliche e dispositivi di risalita per la fauna ittica", presentata il 16 giugno 1984 al 2° Convegno di IDRAULICA PADANA (Parma), sperando di offrire un modesto contributo allo sviluppo della valutazione di impatto ambientale. Grazie.

## **Franco Bartolini**

Forse non mi ero spiegato bene. Non ho parlato di escludere, ho parlato di valutare. Intendevo dire questo, che se si deve fare un impianto costoso per far risalire poche trote all'anno, forse vale la pena di pensarci. Mentre in altre situazioni, se l'impianto costa meno e le trote che si muovono sono di più, allora anche le acque di montagna vanno prese in considerazione.

Dicevo, anche nelle acque di montagna dobbiamo dare la possibilità al pesce di muoversi ma entro certi limiti di costo. Quindi è una cosa che va valutata a seconda delle condizioni.



## CONCLUSIONI

### Liliano Famigli

*Assessore Difesa del Suolo, Ambiente e Riequilibrio Faunistico - Provincia di Modena*

Penso sia opportuno che giungiamo alle conclusioni.

Vorrei in modo telegrafico concludere i lavori di questa giornata. Evidentemente è doveroso un ringraziamento da parte della Regione, da parte della Provincia che hanno organizzato questo Seminario, è doveroso un ringraziamento ai relatori innanzi tutto e gli intervenuti che hanno lavorato nel corso di queste giornate e ieri dei sopralluoghi fatti nei corsi dei fiumi nel territorio della provincia di Modena. Il Seminario è un Seminario Tecnico per la Progettazione delle Scale di Risalita del Pesce, quindi non spetta certamente a me intervenire nel merito dei problemi specifici affrontati e discussi in mattinata e oggi pomeriggio.

Io vorrei brevemente esprimere un giudizio sull'iniziativa, e cercare di individuare qualche impegno che possa essere assunto nel corso di questa riunione per continuare il discorso avviato ieri e questa mattina.

Mi sembra che si debba dare un giudizio positivo per quanto riguarda i contenuti delle proposte qui avanzate, un giudizio positivo perchè usciamo da questa riunione più ricchi di conoscenze ed esperienze, soprattutto credo che escano da questa riunione più agguerriti e ricchi di conoscenza i tecnici, abbiamo acquisito una maggiore consapevolezza del ritardo nel quale ci troviamo nel nostro paese per quanto riguarda questo problema, abbiamo però avviato il discorso con alcune proposte e riteniamo di essere in fondo all'avanguardia nel paese per la soluzione di questo problema. Credo che si debba considerare una certa carenza, io non ho i dati precisi, ma se vediamo le presenze di questa giornata, vediamo che i tecnici del Magistrato per il Po e degli uffici regionali preposti a vari progetti idraulici e gli stessi amministratori che poi sono tenuti a decidere, a proporre, a presentare, deliberare questi progetti non è che abbiano avuto una presenza particolarmente qualificante, particolarmente importante. Questo vuol dire che c'è ancora molto lavoro da fare.

Io vorrei dire due parole sulle cause di questo ritardo. C'è una legge regionale che stabilisce dal '79 che i progetti delle opere di interesse pubblico e privato che prevedono l'occupazione totale o parziale del letto dei fiumi, devono essere dotate di strutture idonee a consentire la risalita del pesce ove sia necessario per il mantenimento dell'equilibrio biologico

delle specie ittiche presenti.

Esiste questa legge e c'è una legge nazionale pure vigente ma non è rispettata da nessuno. Gli uffici operativi, gli uffici idraulici, le autorità dello stato, gli organi dello stato e della regione che presentano i progetti, nel corso di questi anni hanno speso miliardi in opere idrauliche, ma in realtà nessuno si è posto seriamente il problema di fare in modo che le opere, non dico quelle già esistenti come dicevano i relatori, ma le opere nuove venissero progettate in modo da prevedere le scale di risalita. Solo con l'interesse della Regione, dopo questa legge e dopo queste iniziative, (per cui non partiamo da zero perchè c'è già un tentativo di portare avanti il discorso), finalmente si è avviata la possibilità di superare questo ritardo.

Ma quali sono le cause del ritardo? Dicevo, non credo che siano cause di carattere tecnico-scientifico, cioè non credo che i nostri tecnici, i nostri biologi, i nostri programmatori, i nostri ingegneri non abbiano la capacità di risolvere questo problema. Le cause quindi non sono di carattere tecnico ma sono politico-culturali.

Quante sono le regioni che hanno avuto la sensibilità di fare leggi di questo tipo in Italia. Quanti sono gli amministratori che di fronte alla proposta di scale di risalita, (non voglio fare il provocatore qui) sarebbero d'accordo di finanziarla ma solo a spese di un altro ente?

Ma se avessi proposto di finanziare le scale di risalita a carico del bilancio della Provincia, non so se tutto sarebbe passato liscio di fronte al consiglio provinciale che mi avrebbe certamente detto quali altri problemi dovevano essere risolti prima delle scale di risalita.

I politici, cioè gli amministratori hanno sempre ritenuto e tuttora ritengono che non sia di grande rilievo il problema di eliminare gli ostacoli dal percorso normale che dovrebbero avere i pesci. Ben altri problemi, sulle spalle ricadono sugli amministratori! Solo per parlare di fiumi, non voglio fare un discorso di ambiente, se consideriamo Modena penso alle alluvioni, penso all'inquinamento e penso alle opere idrauliche necessarie, penso all'uso di questa risorsa idrica, penso alle condotte... penso all'attività estrattiva, allo scempio che si è fatto nello scavare in modo selvaggio i nostri fiumi, per cui... dobbiamo trovare la chiave per convincere gli amministratori che occorre fare le scale di risalita quando il territorio può essere alluvionato, quando l'acqua è inquinata, quando c'è la necessità di usare l'acqua per usi plurimi, usi civili e industriali.



Mi sembra che, dico la mia opinione fino in fondo, quando anche noi stessi e la Regione abbiamo accolto la proposta delle scale di risalita, l'abbiamo intesa più una rivendicazione dei pescatori, più che l'esigenza di sistemare i fiumi, più che la esigenza di un'opera idraulica e necessaria all'ambiente. Ben venga, dico io, anche la protesta, la rivendicazione dei pescatori, mi auguro, (Volpelli interveniva) che sia un fatto non solo regionale (e qui c'è una regione che risponde) ma che deve diventare una realtà a livello nazionale. Ben venga quindi anche la risposta che diamo alle pressioni che fa continuamente la FIPS, che fanno continuamente i pescatori. Però, in sostanza, se vogliamo vincerla, questa partita non può essere relegata ad un problema di rivendicazione di una categoria. Non possiamo dire facciamo le scale di rimonta perchè i pescatori pagano le tasse e quindi hanno diritto di potere pescare e vogliono quindi che noi facciamo le scale di risalita. No, la causa prima è di carattere politico, di carattere culturale.

Non dobbiamo quindi progettare e fare scale di risalita solo per ragioni di richiesta dei pescatori. No, i problemi di equilibrio ambientale, del rapporto uomo-natura sono problemi di ordine generale che attengono alla qualità della vita, che vanno messi alla pari dell'opera idraulica che debbo costruire, che vanno messi alla pari del problema dell'uso della risorsa acqua, alla pari del fiume, perchè l'uomo ha bisogno di usare la natura. La deve usare certamente per il bene dell'umanità, per il bene degli uomini. Ma non può rompere gli equilibri della natura impunemente. E l'equilibrio si rompe anche se il pesce non può più fare il suo mestiere. Se non può più seguire il suo ciclo biologico normale. Ecco, secondo me questa è la chiave. Ma facciamo la scala perchè i pescatori si divertano e facciano dello sport, benissimo devono fare lo sport, benissimo devono andare a pescare, ma non è solo questa la ragione. La ragione di fondo è un'altra. È che la natura non si può impunemente colpire senza causare gravissime conseguenze. Ce ne accorgiamo tutti i giorni. Noi tutti ce ne accorgiamo quando succede un disastro a livello nazionale o a livello mondiale. Come gli ultimi disastri avvenuti in questi giorni. Ma meno ci accorgiamo della distruzione giorno per giorno della risorsa natura, dell'avvelenamento continuo, della qualità della vita dell'uomo che degrada. E anche il pesce che non può fare il suo mestiere, evidentemente crea un disequilibrio nella natura. Ecco, io credo che il

concetto di fondo, se vogliamo vincere la battaglia, debba essere questo.

Occorre cioè invertire la tendenza che ha fatto degradare il territorio, per invertire la tendenza occorre avere una visione a carattere globale. Invertire significa anche aiutare i pesci a superare gli ostacoli che noi abbiamo realizzato. Oltre agli ostacoli naturali, nei fiumi ci sono gli ostacoli che noi stessi abbiamo creato. La cosa migliore non sarebbe fare le scale di risalita, sarebbe prevenire evitando che si debba fare la cassa di espansione, che si debba fare un'altra diga per evitare l'alluvione e quindi bisognerebbe rispettare il fiume.

Però non posso aspettare il giorno in cui gli uomini avranno la forza, la capacità di rispettare i fiumi, intanto devo fare le scale di rimonta, come devo fare il depuratore in attesa che produciamo in modo diverso, produciamo altri tipi di beni che inquinino meno.

Credo che si possa dare un giudizio positivo a questa iniziativa che ha contribuito ad elevare la nostra consapevolezza, almeno la mia. Sono uscito dal convegno, per quello a cui ho assistito, più arricchito e più disponibile a dare il mio contributo come assessore e amministratore a questa battaglia per le scale di rimonta. Ancora di più credo si darà un contributo se nei prossimi mesi riusciremo a dimostrare qualcosa di concreto e cioè realizzare alcuni progetti, magari correggendoli e modificandoli, ma dimostrando come si possa andare su questa strada. Dovremo accogliere i suggerimenti che qui sono emersi sui nostri progetti, per modificarli. Altro contributo sarà la diffusione degli atti di questo seminario. Diffusione fra i tecnici, i biologi, i pescatori, le facoltà universitarie, fra gli amministratori, fra le forze politiche per estendere questa conoscenza e questa consapevolezza.

Credo che dobbiamo chiedere l'impegno degli enti, e per enti intendo la Regione, lo Stato, il Magistrato per il Po, gli uffici dello Stato affinché quando progettano tengano conto che c'è una legge che va applicata e rispettata. Purtroppo, nel nostro paese, quante leggi abbiamo che non vengono applicate, che non vengono rispettate? Spetta a noi intervenire sui magistrati, sulla Regione, Province e Comuni perchè questi impegni, quete leggi vengano applicate e rispettate.

Mi auguro che questo rapporto che si è avviato in questi giorni con i nostri esperti stranieri possa essere ripreso, possa continuare sia qui sia, eventualmente, nel loro territorio per meglio raccogliere dal vivo queste esperienze positive che ci hanno presentato.

In sostanza, concludo dicendo che il problema delle scale di risalita ci interessa certamente come assessorato particolare all'equilibrio faunistico, ci interessa perchè dobbiamo fare pescare i pescatori, per ripopolare i nostri fiumi, ma ci interessa ancora di più sul piano dell'equilibrio del fiume perchè il fiume faccia il suo mestiere. Dobbiamo impegnarci quindi a operare per la progettazione con il concorso tecnico-scientifico di esperti. Anche attraverso la ricerca abbiamo imparato che non è un problema settoriale, non può essere risolto da un ingegnere solo, da un tecnico, dal pescatore che chiede e rivendica; deve essere risolto da coloro che hanno una cultura, insieme, ognuno con la propria competenza. Questo è un grosso discorso che i politici forse capiscono ancora meglio, fare lavorare in modo interdisciplinare diverse esperienze di carattere culturale e scientifico. Proponiamo a conclusione che si dia vita dopo questa riunione ad un gruppo di lavoro permanente che comprenda la presenza della Regione, degli enti preposti compresi gli enti dello stato, gli enti che debbono realizzare i progetti, in modo che questa attività venga portata avanti in modo continuo e permanente.

Questo mi sembra possa essere la conclusione di questa nostra riunione. Concludo cioè dicendo che, intanto, un primo contributo è fare gli atti e diffonderli, non solo a Modena e in regione ma anche fuori dalla regione, soprattutto una diffusione finalizzata. Secondo, riuscire a fare un gruppo di lavoro permanente che segua quanto è emerso da questa riunione perchè alle parole seguano i fatti. Sottoponendo al controllo popolare dei pescatori e non pescatori le esperienze che faremo. Perchè anche loro siano consapevoli delle difficoltà; mi è sembrato di capire che il problema è molto complesso, fino a ieri mi sembrava impossibile che non si potessero fare scale di rimonta. Pensavo fosse un'opera di intervento settoriale non lo è più abbiamo capito, quindi vi è la complicazione che non esiste uno standard valido per tutti i fiumi. E poi c'è il problema della temperatura, delle piene, del corso d'acqua che segue le sue regole, quindi la cosa è molto complessa. Solo unendo le forze degli amministratori, dei tecnici dei diversi campi sarà possibile fare in modo che da oggi ci si avvii a rispettare i pesci e il fiume. Perchè se lo faremo staremo meglio anche noi come uomini nel nostro paese. Grazie.

# *Documentazione fotografica*

LE IMMAGINI PUBBLICATE  
SONO STATE SELEZIONATE  
TRA QUELLE PROIETTATE  
DURANTE IL SEMINARIO





M.H.BEACH (UK)

1 - Carreghoffa Weir, River Tanat (UK): Pool and traverse fish pass.

Questa realizzazione non funziona a causa della eccessiva altezza della "cascatella" d'ingresso; in realtà il problema è sopraggiunto con l'abbassarsi del livello dell'acqua sotto la briglia e potrà essere facilmente risolto con la costruzione di un'altra piscina alla base della "scala".

2 - particolare della n.1







3 - Warkworth Dam, River Coquet (UK): traversa insuperabile a causa del profilo concavo

4 - Warkworth fish pass, River Coquet (UK): particolare dell'ingresso alla "pool and traverse fish pass" aggiunta alla traversa della foto n. 3







5 - Clifden Weir, (Ireland): Denil fish passes in serie inframezzati da una piscina di riposo:

6 - Clondulane Weir, River Blackwater (Ireland): Denil fish pass dotato anche di fish counter automatico.







7 - Ballina fish counter, River Bunree (Ireland): particolare della parte superiore di questo Denil fish pass, dotato di automatic fish counter e trash screen.

8 - Ennistymon Falls, River Inagh (Ireland): veduta generale del complesso di cascate e del sistema di Denil fish passes che le attraversa. La parte superiore (foto n. 9) della scala è localizzata nella parte centrale della prima cascata ed è stata realizzata con accorgimenti i cui particolari sono evidenziati nella foto n. 10.







9/10 - Particolari della foto n.8







M. LARINIER (F)

11 - Riv. Ty-Mad (France): passe à bassins successifs

12 - Riv. Orne (France): Passe à bassins successifs per trote di mare e salmoni.







13 - Fl. Loire (France): passe à bassins successifs à fentes verticales per salmoni, trote di mare, ciprinidi

14 - Riv. Evel (France): passe a ralentisseur plan per salmonidi (Larghe m. 0.8, pend. 20%)

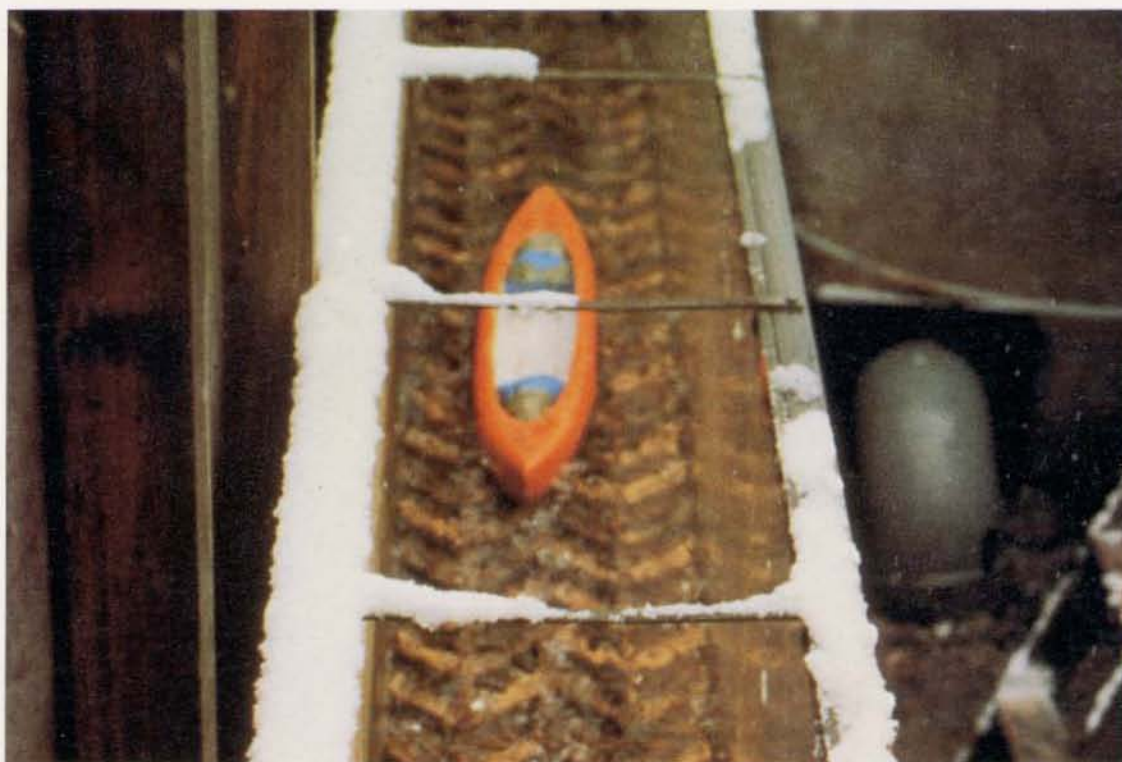




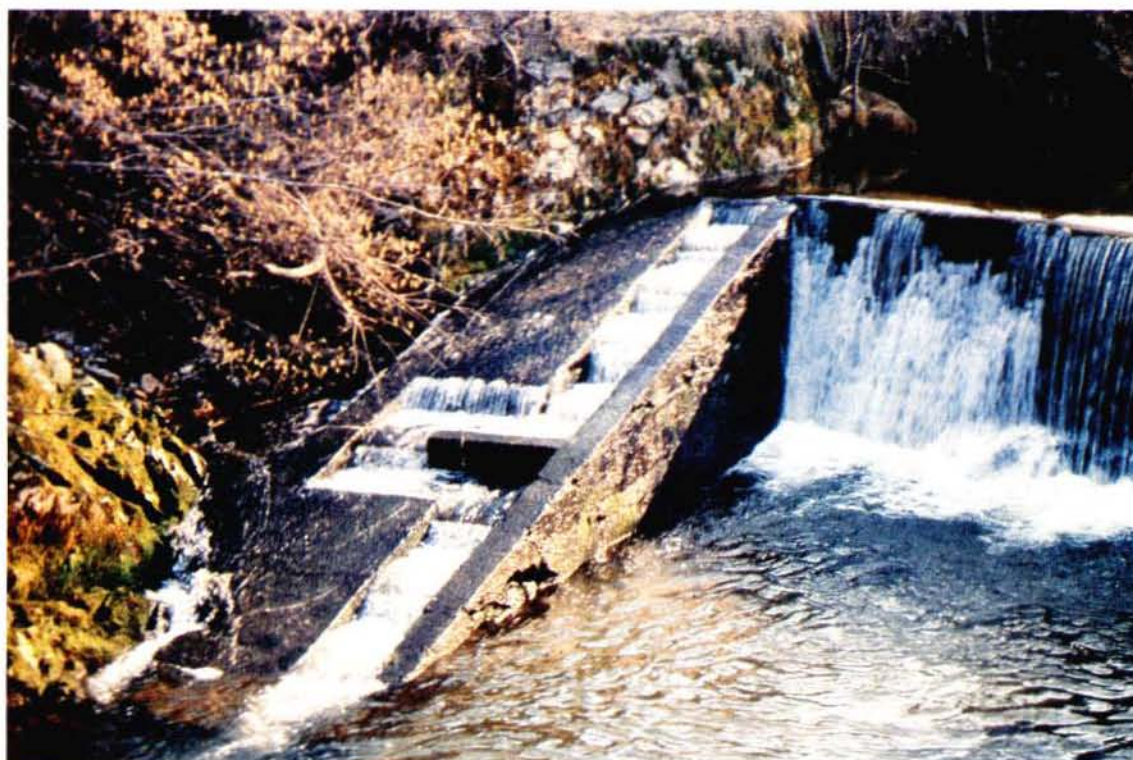


15 - Trota fario che risale un modello con dissipatori sul fondo.

16 - Modello in scala ridotta di dispositivo misto che permette sia il passaggio di pesci (salmonidi) che di Kayak.





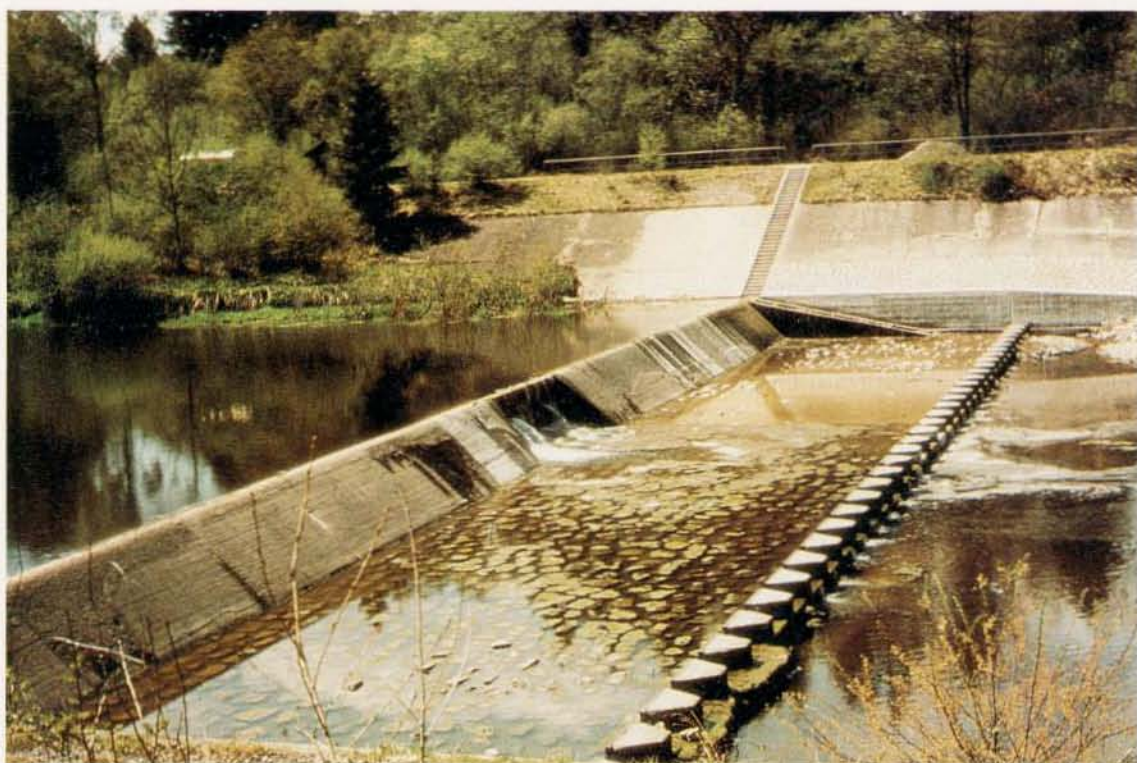


T. STRUBELT (RFT)

17/18 - Vecchie realizzazioni (quella della N. 18 ha 80 anni) che non funzionano a causa dei bacini troppo corti.







19 - Vecchia briglia con fish pass, sull'Iller. A causa della scarsità d'acqua captata non può richiamare i pesci all'ingresso mentre l'uscita è situata in acqua bassa.

20 - Particolare di un "rhomboid fish pass" in costruzione: questo modello, con alcune varianti sui pannelli che possono anche toccarsi alle estremità, è quello più usato attualmente nel Baden-W.







21/22 - Questa realizzazione sul F. Donau abbina sia un passaggio per canoe che un fish pass. Quest'ultimo, pur partendo a fianco del passaggio per le canoe, ruota a 180° intorno a un muro di sostegno per richiamare i pesci che si trovano direttamente sotto lo sbarramento.







23 - Traversa "Rauhe Rampe": il dislivello è di oltre tre metri ma la sua particolare conformazione, oltre a garantire una duratura stabilità all'alveo, può essere superata da ogni tipo di pesce. Queste rapide artificiali sono quindi preferite e realizzate ovunque sia possibile.

24 - Successione di "Rauhe Rampe"





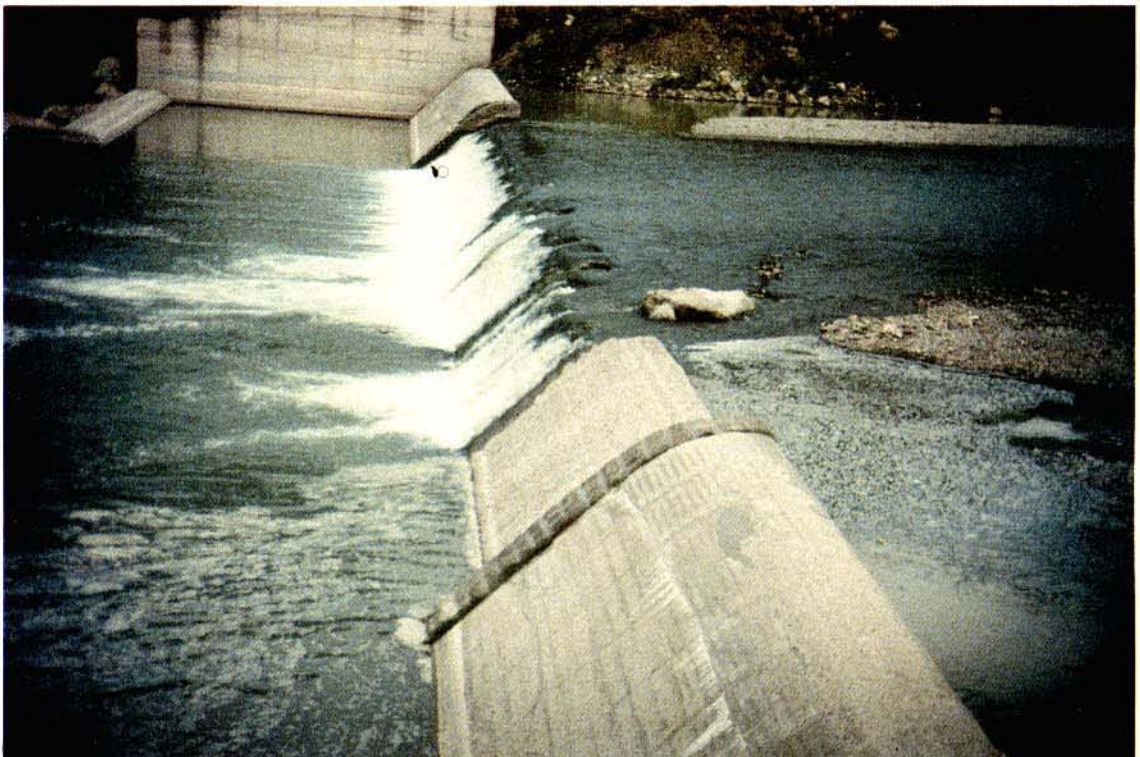


M. FERRI

Situazioni emiliane

25 - Fiume Secchia, alta pianura: grande traversa "a scatola"

26 - Fiume Panaro, collina: traversa "a scatola" di medie dimensioni; altezza della cascata (2 metri) non è superata dai pesci (vedi n. 27).



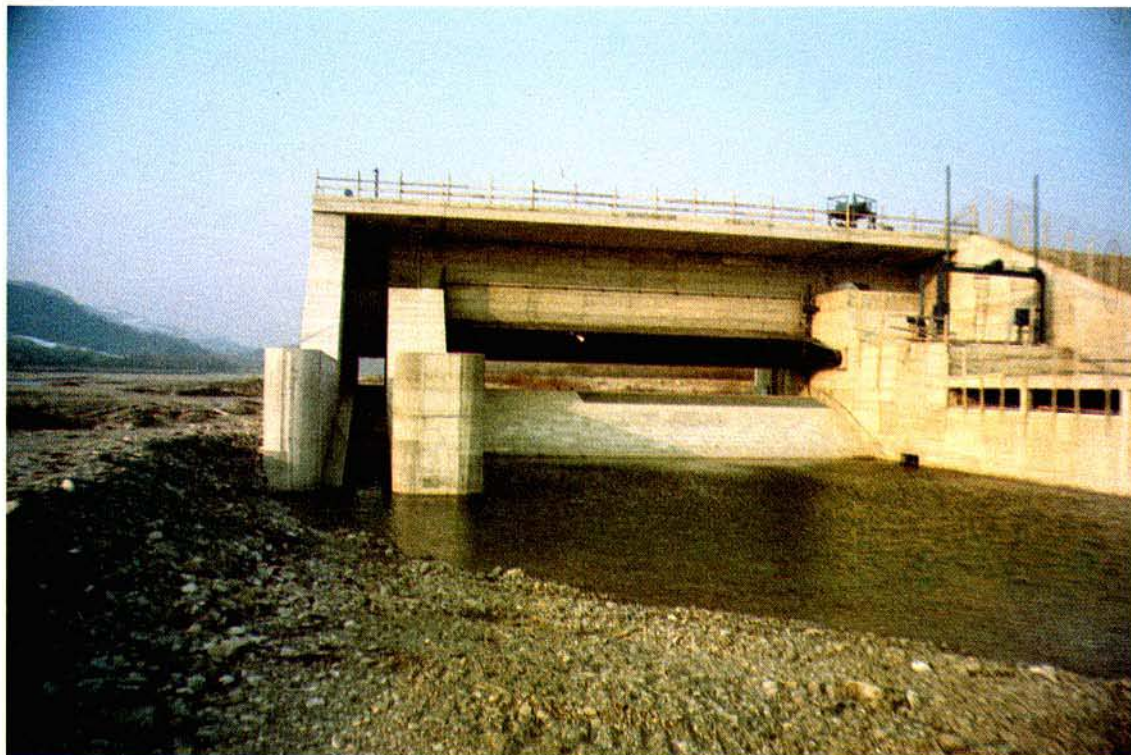




27 - Particolare della n. 26 - stesso giorno (maggio): barbi impegnati in un'impossibile rimonta.

28 - T. Dolo (Secchia), Fontanaluccia: due piccole traverse (dislivello complessivo 2.5 m ca.) dividono un lago da diversi km di torrente ancora liberi di briglie.





29 - Fiume Secchia, Castellarano: grande traversa, allora (1984) in costruzione. Il particolare mostrato evidenzia una delle due "scale" realizzate ai lati dell'opera. La forma, veramente a "scala" con i piani dei gradini inclinati verso l'interno per formare dei bacini, in realtà non è funzionale per le esigenze dei pesci.