



**LE SCALE DI RISALITA
PER I PESCI**

SCOPO DEL LAVORO

Studiare:

- l'utilità delle scale di risalita per i pesci
- le varie tipologie di scala
- il dimensionamento di ognuna
- i criteri per la scelta della tipologia
- il monitoraggio delle scale

UTILITA' DELLE SCALE DI RISALITA

La fauna ittica migra all'interno dei corsi d'acqua per esigenze periodiche e quotidiane.

La migrazione viene impedita dalla costruzione di manufatti che interrompono la continuità del flusso idrico.

Il R.D. 1486 “Regolamento per la pesca fluviale e lacuale” del 1914 e il “Testo Unico delle leggi sulla pesca” (Art.10) del 1931 prevedevano la presenza obbligatoria di scale di risalita in modo tale da:

- attirare i pesci migratori in un punto a valle dell'ostruzione e indurli a passare a monte
- evitare l'estinzione, lo sconfinamento e la limitazione della biodiversità

ASPETTI DA CONSIDERARE NELLA PROGETTAZIONE

Aspetti biologici

Velocità natatoria (m/s):

$$V = Af$$

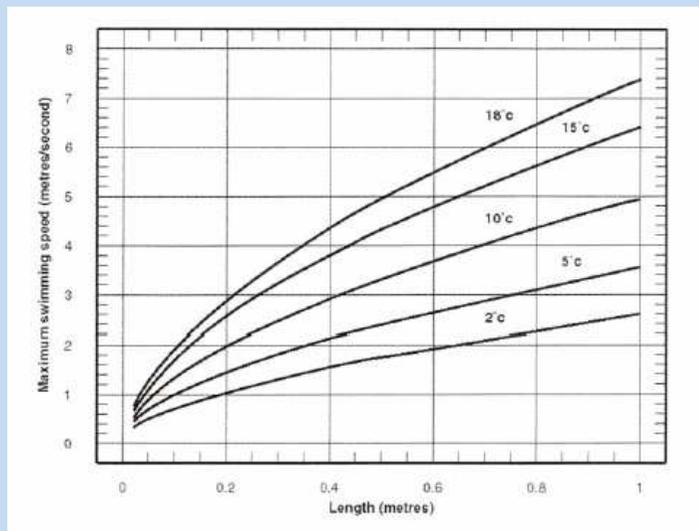


Figura 1: Relazione tra velocità, lunghezza del pesce e temperatura dell'acqua con $A=0,7L$. Wardle (1975).

Massima distanza percorribile (m):

$$D = (V - U)T$$

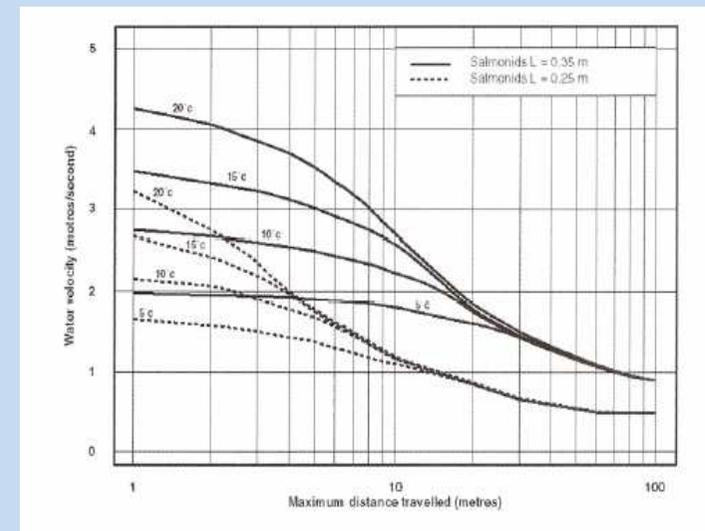


Figura 2: Relazione tra distanza percorsa, velocità dell'acqua e temperatura per due salmoni di 0,25 m e 0,35 m.

Capacità di salto:

$$Y_{\max} = \frac{(V_0 \sin \alpha)^2}{2g}$$

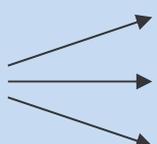
ASPETTI DA CONSIDERARE NELLA PROGETTAZIONE

Aspetti idraulici

Portata transitante: almeno pari al deflusso minimo vitale (DMV), determinato dalle Amministrazioni locali.

$1\% < \text{DMV} < 5\%$ portata del corso d'acqua.

Velocità dell'acqua e tirante idrico:

DMV 

- tirante che permette la risalita dei pesci
- velocità minima = 1 m/s circa
- velocità massima = dipende dalle specie ittiche

Localizzazione 

- sulle sponde (velocità minore)
- ingresso il più vicino possibile all'ostacolo

Se sono rispettati tutti questi fattori, la scala risulta facilmente accessibile.

LE TIPOLOGIE DI SCALE DI RISALITA

Le diverse tipologie di scale sono:

- le scale a bacini successivi
- i canali artificiali aggiranti l'ostacolo o scale rustiche

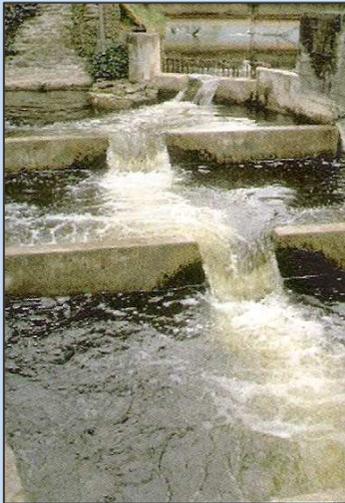


Foto 1: Scala a bacini successivi (Normandia).

- le scale a rallentamento o tipo Denil



Foto 2: Scala Denil (Bretagna).

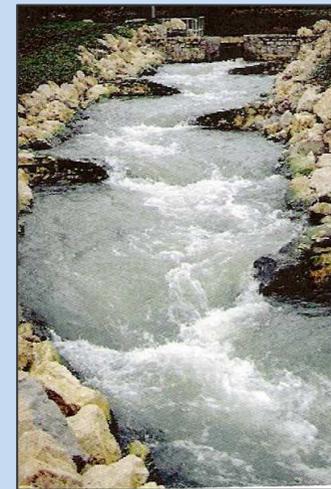


Foto 3: Scala Rustica (Francia).

LE SCALE A BACINI SUCCESSIVI

Le scale a bacini suddividono l'altezza da superare in una serie di bacini che comunicano tra loro attraverso:

- Aperture superficiali
- Fessure verticali
- Orifizi di fondo

I bacini  dissipano l'energia cinetica dell'acqua
costituiscono zone di riposo

Per il dimensionamento è necessario considerare:

- la differenza di livello tra i bacini
- le dimensioni dei bacini e delle fessure
- la portata transitante

LA DIFFERENZA DI LIVELLO TRA I BACINI

Il salto tra i bacini dipende dalle capacità di nuoto e salto delle specie considerate.

La velocità massima della corrente determinata da un salto ΔH è:

$$V = (2g\Delta H)^{0,5}$$

Il salto può essere del tipo:

- a stramazzo
(salto alto, turbolenza)
- a stramazzo rigurgitato
(circolazione ampia)

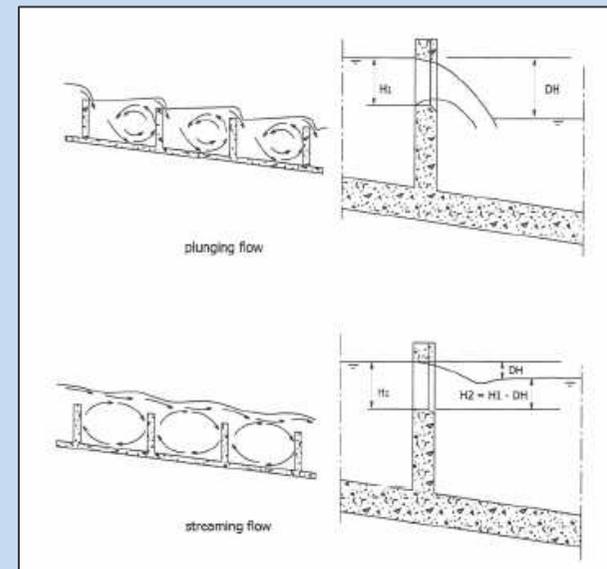


Figura 3: Salto a stramazzo e stramazzo rigurgitato

LE DIMENSIONI DEI BACINI E DELLE FESSURE

Il volume dei bacini può essere determinato considerando la potenza dissipata per unità di volume:

$$P_v = \frac{\rho g Q \Delta H}{W}$$

dove:

$$P_v = 150-200 \text{ watt/m}^3$$

Le dimensioni delle fessure dipendono dalle specie considerate:

- 0,45 m per le alose
- 0,30-0,40 m per i salmoni
- 0,20 m per le trote

LA PORTATA TRANSITANTE

La portata transitante dipende dalle caratteristiche geometriche delle fenditure.

Portata attraverso apertura superficiale rettangolare:

$$Q = C_d b (2g)^{0,5} H_1^{1,5}$$

dove:

C_d = coeff. di efflusso

$0,33 < C_d < 0,5$

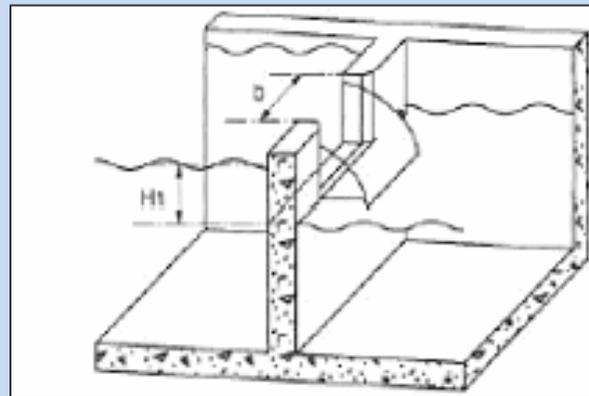


Figura 4: Portata attraverso apertura superficiale.

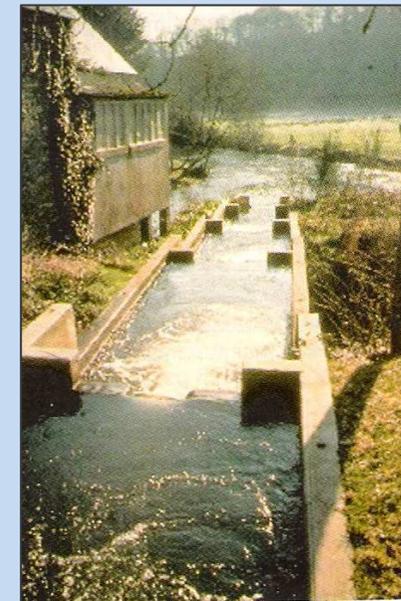


Foto 4: Scala a bacini con apertura superficiale (Francia).

LA PORTATA TRANSITANTE

Portata attraverso una
fessura verticale
(stramazzo rigurgitato):

$$Q = C_d b H_1 (2g\Delta H)^{0,5}$$

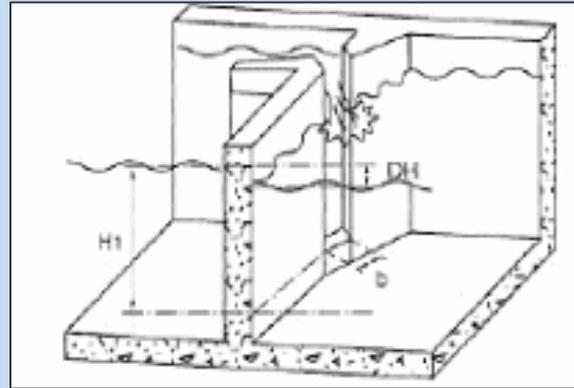


Figura 5: Portata attraverso fessura verticale.

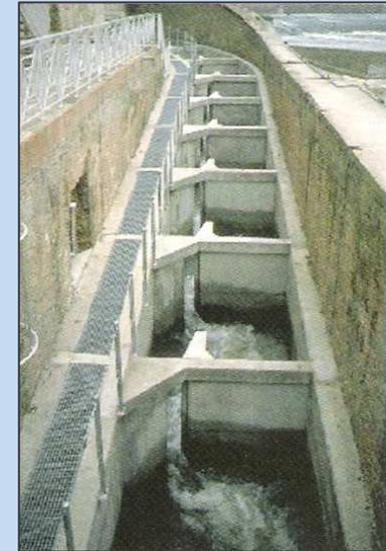


Foto 5: Scala con fessura verticale (Francia-Garonna).

Portata attraverso
orifizio di fondo
(efflusso sottobattente):

$$Q = C_d S (2g\Delta H)^{0,5}$$

dove:

$$0,65 < C_d < 0,85$$

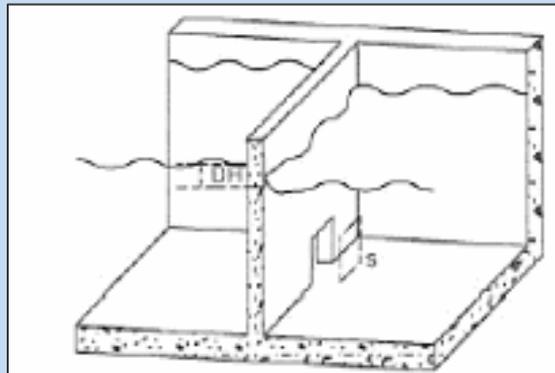


Figura 6: Portata attraverso orifizio di fondo.



Foto 6: Scala con orifizio di fondo (Scozia).

LE SCALE A RALLENTAMENTO

La velocità viene diminuita tramite una serie di deflettori posti:

- sul fondo
(per diversi valori di portata)
- sulle pareti
(per alte variazioni di livello d'acqua)
- sul fondo e sulle pareti
(efficienti, ma difficile manutenzione)

Le quinte, ravvicinate e inclinate, creano canali secondari.

Il rimescolamento che si crea dall'incontro tra il flusso di rientro dai canali secondari col flusso principale, fa sì che venga assorbita l'energia cinetica dell'acqua.



Foto 8: Scala Denil con deflettori sulle pareti (Bretagna).



Foto 7: Scala Denil con deflettori sul fondo (Bretagna).

LE SCALE A RALLENTAMENTO

Le caratteristiche geometriche usuali sono:

- pendenza del canale = 12-20%
- inclinazione delle quinte = 45°
- distanza P tra due deflettori = 0,60-1 m
- B , C , D e H dipendono da L , attraverso parametri determinati sperimentalmente
- la larghezza L dipende dalla profondità e dalla larghezza del corso d'acqua, il valore limite da rispettare è $h/L = 0,5$
- deflettori in acciaio inossidabile o lamiera zincata di spessore 8-10 mm

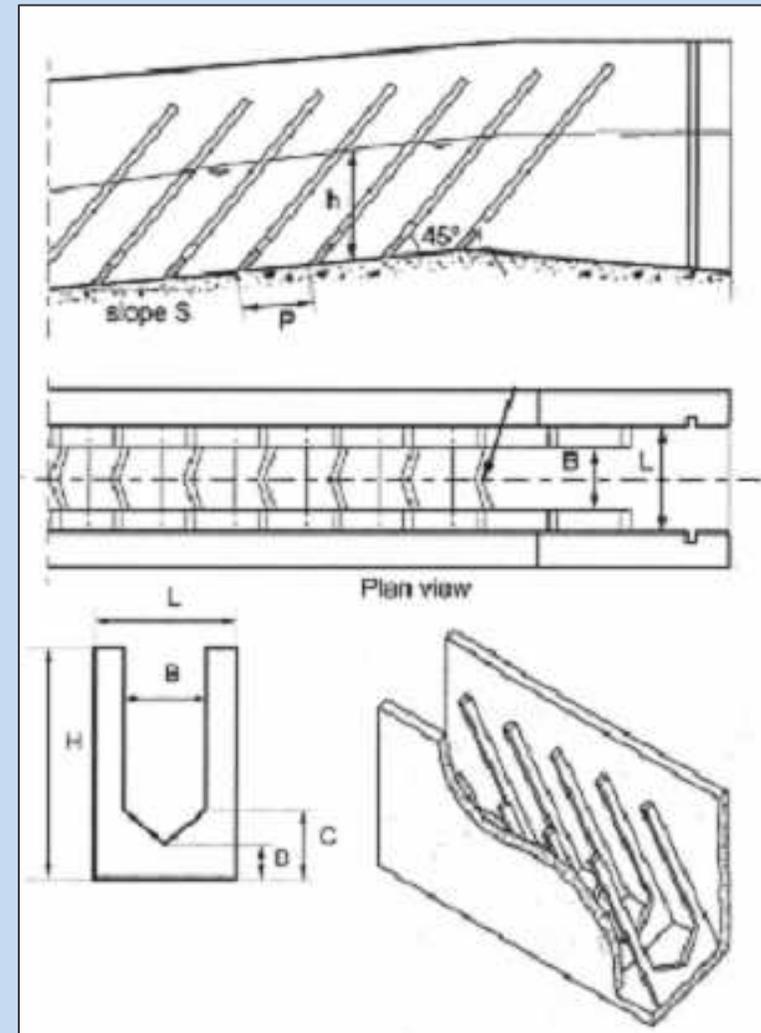


Figura 7: Caratteristiche geometriche di una scala Denil.

LE SCALE RUSTICHE

Scala rustica = canale simile a un ruscello naturale che permette il superamento di uno sbarramento

Le parti fondamentali sono:

- lo scivolo
- i massi (dissipazione energia e sosta)
- le piazzole di sosta

Caratteristiche principali:

- pendenza = 5-10%
- tirante idrico > 0,35-0,45 m
- materiale = inerte di grosse dimensioni

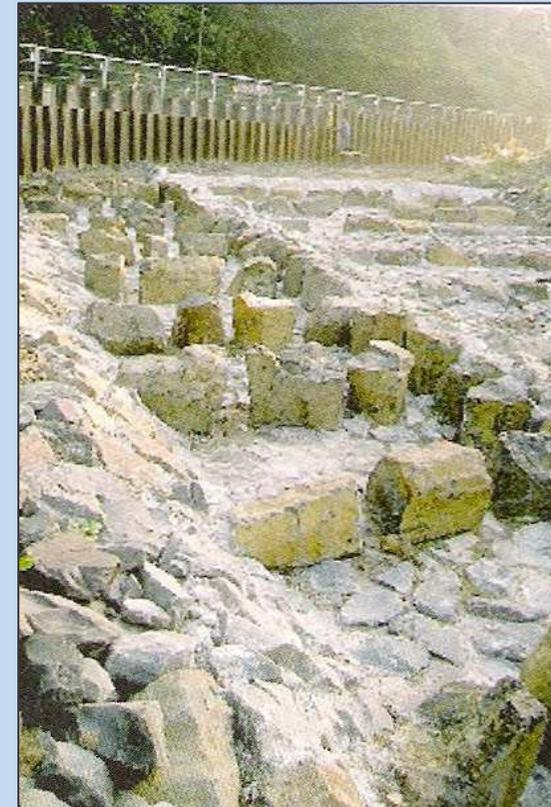


Foto 9: Scala rustica (Germania).

PASSAGGI DIVERSI DALLE SCALE: GLI ASCENSORI

Ascensore: sistema meccanico che intrappola i pesci in una vasca e li trasporta, sollevandoli, a monte dell'ostruzione.

I pesci vengono rilasciati a monte:

- dalla vasca al corso d'acqua attraverso uno scivolo
- dalla vasca a un canale che collega l'ascensore al corso d'acqua.



Foto 10: Scivolo tra ascensore e corso d'acqua.



Foto 11: Ascensore-vasca con griglia (Bretagna).

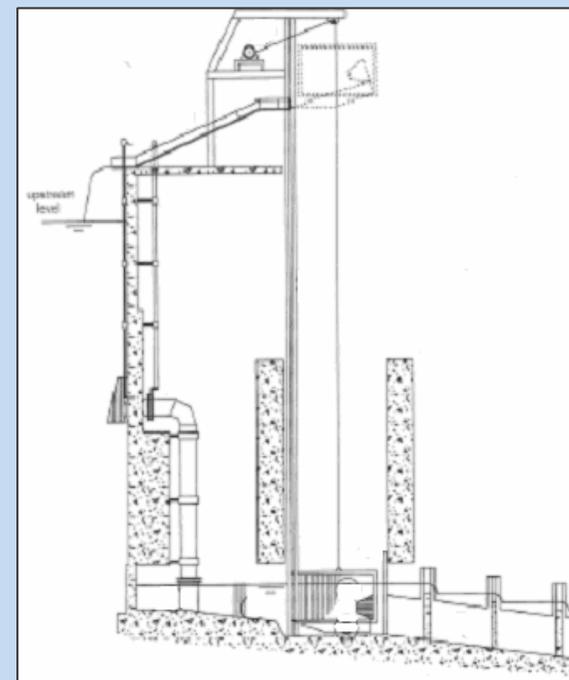


Figura 8: Struttura di un ascensore.

CRITERI PER LA SCELTA DELLA TIPOLOGIA

Scale rustiche

Rappresentano la *migliore soluzione*, in quanto sono caratterizzate da:

- la praticabilità da parte di tutte le specie ittiche
- i più bassi costi di realizzazione
- l'estrema funzionalità in tutte le condizioni
- il bassissimo impatto ambientale
- l'assoluta inesistenza della manutenzione (no costi gestione)

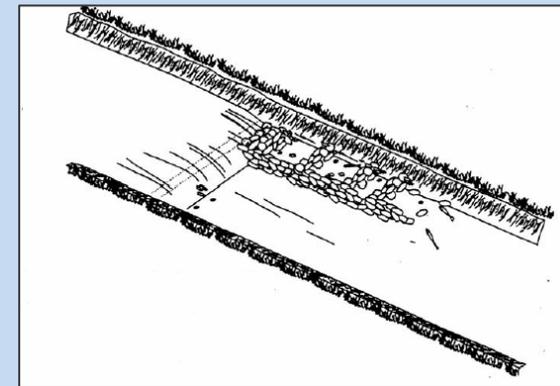


Figura 9: Struttura di una scala rustica

Unico *problema*: pendenze non maggiori del 5-10%

CRITERI PER LA SCELTA DELLA TIPOLOGIA

Scale a rallentamento

Idonee nel caso di:

- portata costante
- variazioni di livello d'acqua limitate
- ostacoli bassi (minori di 2 metri)
- assenza di materiale grossolano trasportato dalla corrente
- pesci di grossa taglia (almeno 0,30 metri di lunghezza)

Costi maggiori rispetto a quelli delle scale a bacini.

Il costo viene espresso in funzione del volume dato dal prodotto tra altezza, larghezza e lunghezza della scala.

Costo = 2.700 €/m³ circa

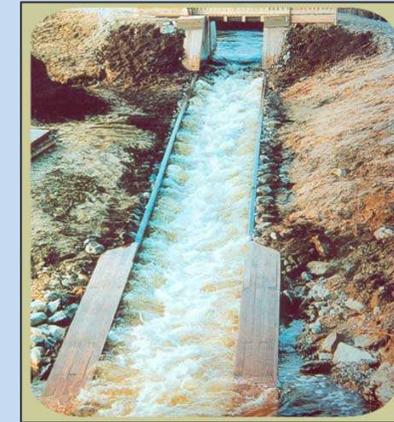


Foto 12: Scala Denil multiuso per pesci e imbarcazioni (Finlandia).

CRITERI PER LA SCELTA DELLA TIPOLOGIA

Scale a bacini

Adatte a diverse specie di pesci

Apertura superficiale: - diverse portate transitanti
- variazioni di livello d'acqua

Fessura verticale: - variazioni di livello d'acqua elevate
- $Q > 0,70-1 \text{ m}^3/\text{s}$ per grandi migratori

Orifizio di fondo: - problemi di manutenzione

Il costo si aggira intorno a 700 €/m^3

Ascensori

Utilizzati per *salti elevati*.

Costi alti: da 15.000-75.000 € per le trote a 250.000-400.000 € per i salmoni.



Foto 13: Scala a bacini successivi (Lucca).

MONITORAGGIO

Il monitoraggio è necessario per:

- verificare l'*efficienza* della scala
- ricavare informazioni tecniche e biologiche
- quantificare le popolazioni migratorie e descrivere le loro caratteristiche

I motivi principali di malfunzionamento sono:

- difficoltà a individuare la scala - posizionamento sbagliato
 - portata minore del DMV
- progettazione errata
- dimensionamento errato
- ostruzione della scala
- malfunzionamento dei dispositivi che regolano il deflusso

CONCLUSIONI

Per la progettazione di una scala di risalita è necessario considerare:

- le caratteristiche del corso d'acqua
- le specie ittiche presenti

Una scala efficiente deve essere:

1. rapportata alle capacità di nuoto di tutte le specie ittiche presenti
2. ben individuabile dai pesci
3. dotata di adeguate zone di riposo
4. efficiente con modesta portata idrica
5. non soggetta a ostruzioni

OBIETTIVO DA RAGGIUNGERE: evitare l'estinzione, lo sconfinamento e la limitazione della biodiversità di molte specie ittiche.

BIBLIOGRAFIA

- BFPP, Bulletin français de la pêche et de la pisciculture. *Fishways: biological basis, design criteria and monitoring*. FAO, CSP, Cemagref. Supplemento n°364, 1° trimestre 2002.
- BUR, Bollettini ufficiale Regione Lombardia. 1° supplemento straordinario, 8 Marzo 2005.
- Luigi da Deppo, Claudio Datei; Paolo Salandin. *Sistemazione dei corsi d'acqua*. Libreria internazionale Cortina. Padova. 2002