Passaggi per pesci

Criteri base per la progettazione ed il monitoraggio

Claudio Comoglio
Politecnico di Torino – DIATI

POLITECNICO DI TORINO
Dipartimento di Ingegneria dell'Ambiente, del Territorio e delle Infrastrutture

- **Prelievi idrici** (dighe, traverse, sbarramenti precari,...)
- **Opere di sistemazione idraulica** (briglie, soglie, ...)
- **Attraversamenti fluviali** (soglie a valle di ponti,...)

Frammentazone della continuità del corso d'acqua

WFD Dir.CE 2000/60

Ostacolo alle migrazioni delle specie ittiche

(trofiche, riproduttive, svernamento)

La struttura è ancora indispensabile?

SI NO → **DAM REMOVAL**

Misura mitigativa:

Passaggio per pesci

+ continuità idraulica tratto valle

PASSAGGI PER PESCI

SCOPO: ATTRARRE IN UNO SPECIFICO PUNTO DEL CORSO D'ACQUA IN PROSSIMITÀ DI UNO SBARRAMENTO I PESCI CHE INTENDONO COMPIERE UNO SPOSTAMENTO, IN MODO DA FARLI ACCEDERE ALL'INTERNO DI UN DISPOSITIVO CHE CONSENTA LORO DI SUPERARE L'OSTACOLO SENZA STRESS, DANNI O RITARDO RISPETTO AI TEMPI BIOLOGICI DI MIGRAZIONE, IN MODO CHE POSSANO PROSEGUIRE INDISTURBATI NEL LORO PERCORSO (Larinier, 2002)

FONDAMENTALE: APPROCCIO SITO-SPECIFICO E MULTIDISCIPLINARE - INGEGNERIA ED IDROBIOLOGO

ECOHYDRAULICS

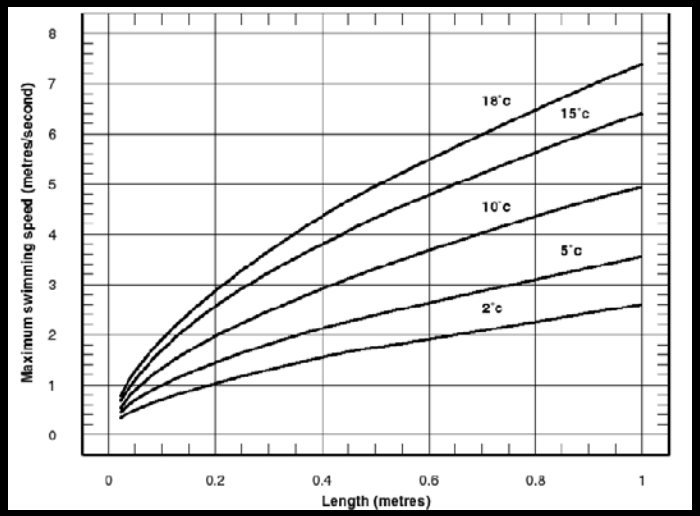
PASSAGGI PER PESCI

ELEMENTI BASE PER LA PROGETTAZIONE:

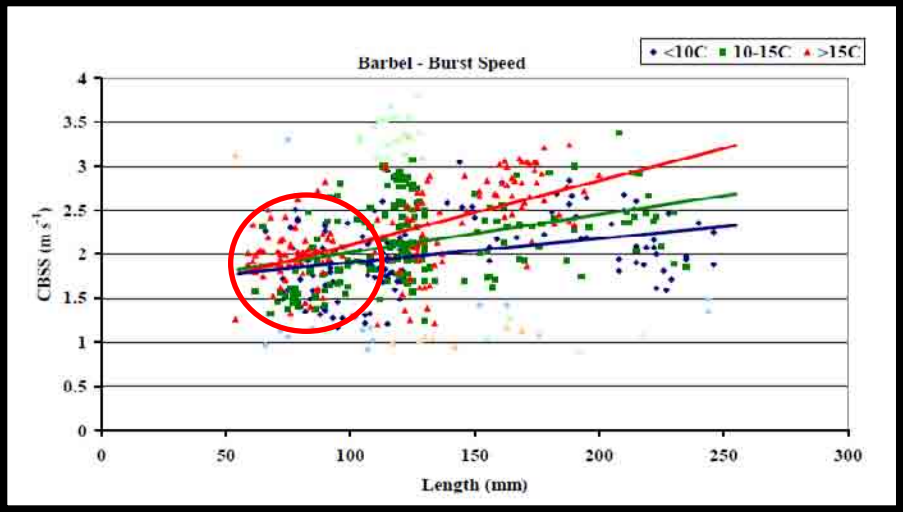
1. CAPACITÀ NATATORIE DELL'ITTIOFAUNA E PERIODI MIGRATORI
2. PORTATE/LIVELLI E CONDIZIONI IDRODINAMICHE LOCALI
3. ATTRATTIVITÀ DEL PASSAGGIO: LOCALIZZAZIONE, Q
4. SCELTA TIPOLOGICA
5. CORRETTO DIMENSIONAMENTO

CAPACITÀ NATATORIE

Burst speed (almeno 20''; anaerobica) & Cruising speed (> 200'; attività aerobica)



Salmonidi, Beach, Larinier, 2002; Barbo, Clough, 2004

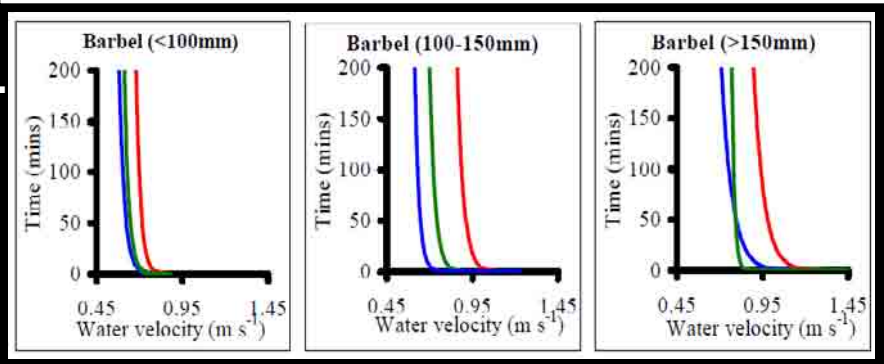


VARIABILE IN FZ SPECIE, TAGLIA, TEMP, ETC.

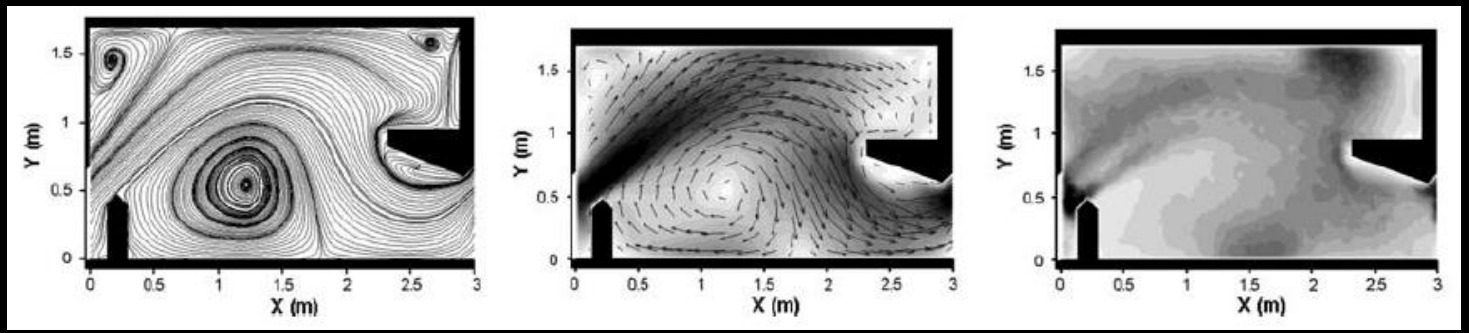
Vmax ≤ 1,5÷2 m/s e solo in sezioni critiche

Vmax = $(2gDh)^{0,5}$

Dh (20 cm=1,98 m/s; 15=1,72; 10=1,40)



ULTERIORI FATTORI: h, TURBOLENZA, Pv, vortici, streamlines, TKE… BEHAVIOURAL APPROACH



Tarrade, 2008

SPECIE E PERIODI

“**specie target**”: identificare le specie presenti (o potenzialmente presenti) e le relative esigenze di spostamento (periodi, direzione, capacità natatorie)

“**bottlenecks**”: dimensioni massime esemplari, specie con minori capacità natatorie, behavioural approach, etc. <5->200 cm

“**periodi migratori**”: Salmonidi: ott-dic; Ciprinidi: mar-mag

Da www.fishbase.org

IL PASSAGGIO DEVE FUNZIONARE TUTTO L’ANNO ED ESSERE FRUIBILE DA TUTTE LE SPECIE CHE COMPIONO SPOSTAMENTI LUNGO IL CORSO D’ACQUA **(esclusione > Q1-10..? Verificare Ciprinidi)**

CONOSCENZE BIOLOGICHE & IDRAULICHE

Requisito fondamentale: analizzare (nei diversi periodi) le condizioni idrauliche ed idrodinamiche del corso d'acqua in corrispondenza dello sbarramento (monte e valle) e le condizioni operative della (eventuale) derivazione

- **Scenari distribuzione portate: Qtotale, Qderivate, Qsfiorate, Qrilasciate a valle, DMV, etc – ricostruzione su base mensile (min, max med) e su curva durata**

- **Range di fluttuazione dei livelli monte-valle nelle diverse condizioni**

  $H_{monte\ max-min}$, $H_{valle\ max-min}$

  DH progetto: $H_{monte\ max}$-$H_{valle\ min}$

Altri vincoli locali sito-specifici
(spazio disponibile, interazione con infrastrutture, condizioni idrodinamiche a valle, etc.)

Foto Comoglio

LOCALIZZAZIONE PASSAGGIO

- **L'ittiofauna migra seguendo il filone principale della corrente**

- **Localizzazione ingresso (da valle) preferibilmente lungo una sponda (molte specie tendono a spostarsi lungo le sponde anziché in centro alveo, specie durante morbide)**

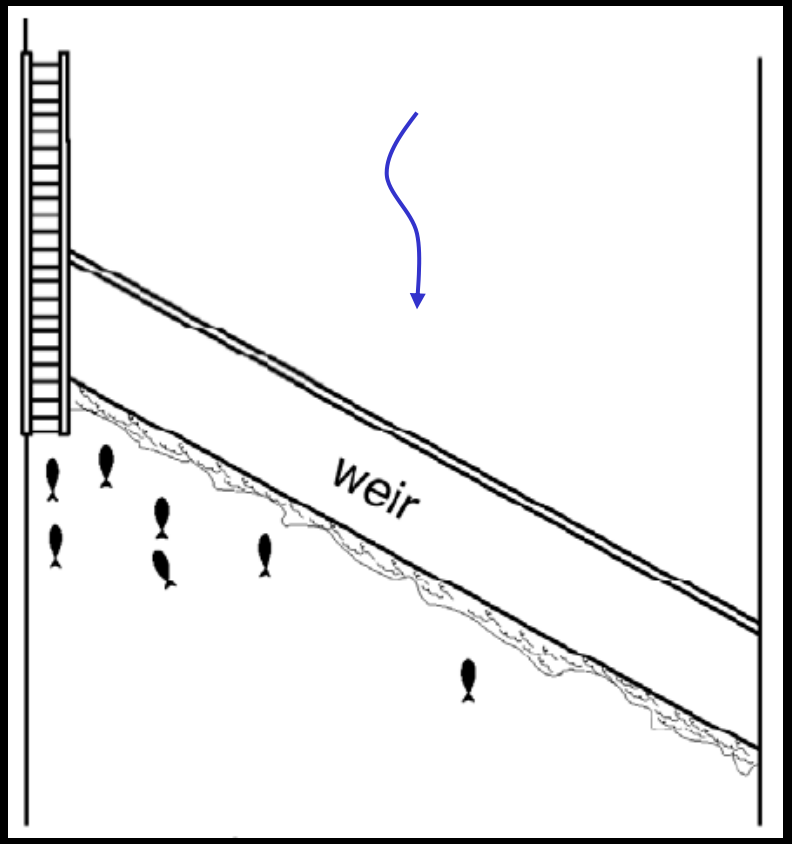
- **L'ittiofauna tende a portarsi verso l'estremo punto raggiungibile a monte**

ENTRATA DEL PASSAGGIO IL PIÙ POSSIBILE VICINA AL PUNTO PIÙ A MONTE RAGGIUNGIBILE DALL'ITTIOFAUNA, POSSIBILMENTE IN PROSSIMITÀ DI UNA SPONDA

+

IL FILONE DI CORRENTE IN TALE SITO DEVE ESSERE CHIARAMENTE IDENTIFICABILE DALL'ITTIOFAUNA IN RISALITA!!

LOCALIZZAZIONE PASSAGGIO



Corretto: vicino alla sponda e presso il punto più a monte raggiungibile dall'ittiofauna

Larinier et al., 2002, mod

LOCALIZZAZIONE PASSAGGIO

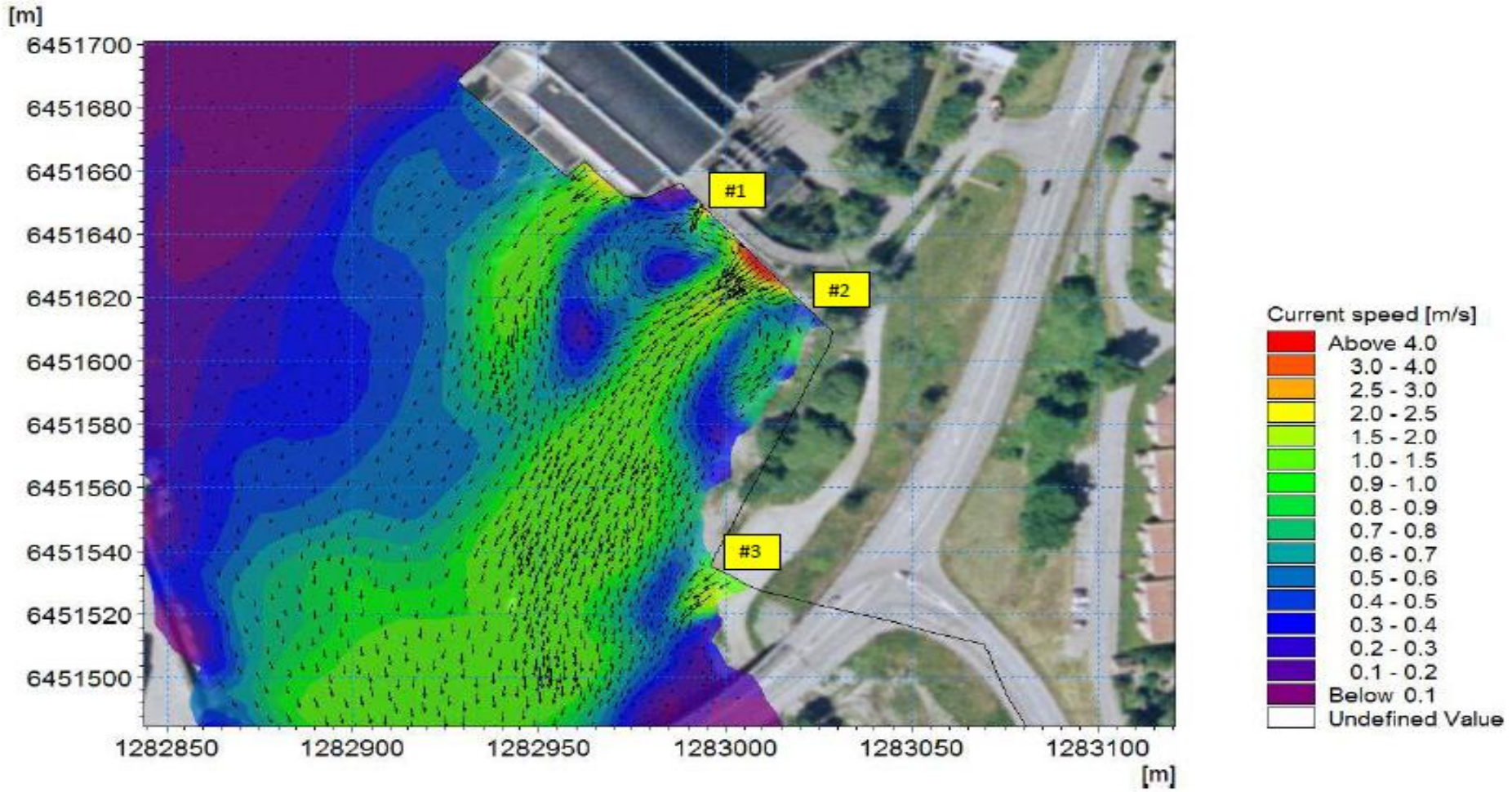
LOCALIZZAZIONE PASSAGGIO

ANALISI PRELIMINARI A VALLE DELL'OSTACOLO

- **Caratteristiche morfologiche e batimetriche**
- **Caratteristiche idrodinamiche**
- **Aree dove l'ittiofauna tende a congregarsi nel periodo migratorio**

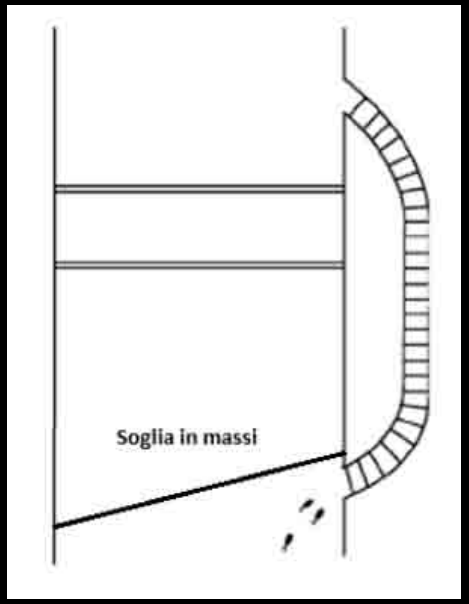
PER DIFFERENTI CONDIZIONI IDROLOGICHE ED OPERATIVE!!

EV. NECESSITÀ DI INDAGINI ECOIDRAULICHE DIRETTE/SIMULAZIONI: ADCP, modelli 2-3D, modelli fisici, campionamenti a valle ostacolo, Didson sonar imaging, radiotracking, etc.



Calles pers.com.

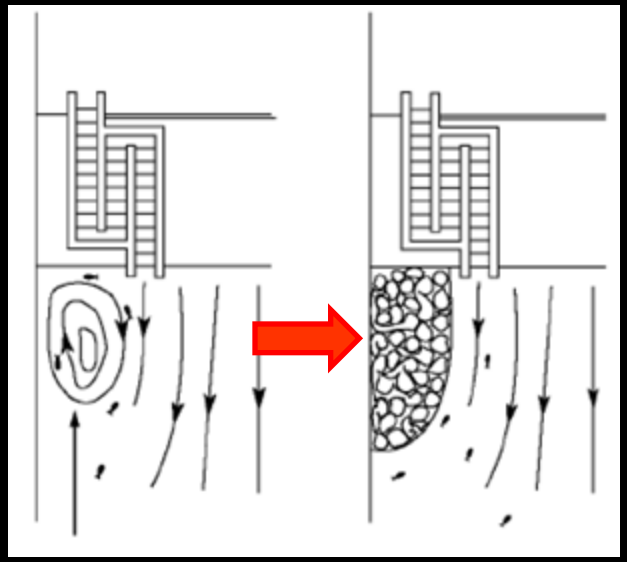
LOCALIZZAZIONE PASSAGGIO



Se l'entrata non può essere ubicata al piede dell'ostacolo, compensare con un aumento della portata (+ sistemazioni)

Larinier et al., 2002, mod

Condizioni idrodinamiche a valle dello sbarramento: l'accesso del passaggio non deve essere "mascherato" da un eventuale risalto idraulico o dalla formazione di zone di ricircolo della corrente



PORTATA PASSAGGIO - ATTRATTIVITÀ

ATTRATTIVITÀ PASSAGGIO (facile identificazione accesso di valle) = **LOCALIZZAZIONE + PORTATA**

IL FILONE PRINCIPALE DI DEFLUSSO A VALLE DELLO SBARRAMENTO DEVE ATTRARRE L'ITTIOFAUNA VERSO L'IMBOCCO DEL PASSAGGIO

Portata di "attrazione" minima = 1-5 % portata in alveo a valle dello sbarramento durante il periodo migratorio

Ove applicabile DMV = Q passaggio

Maggiore è la portata, maggiore è l'attrattività MA ANCHE il costo del passaggio

La portata di attrazione (presente a valle dello sbarramento presso l'imbocco del passaggio) può essere opportunamente divisa tra Q passaggio e Q ausiliaria

PORTATA PASSAGGIO - ATTRATTIVITÀ

Q passaggio:

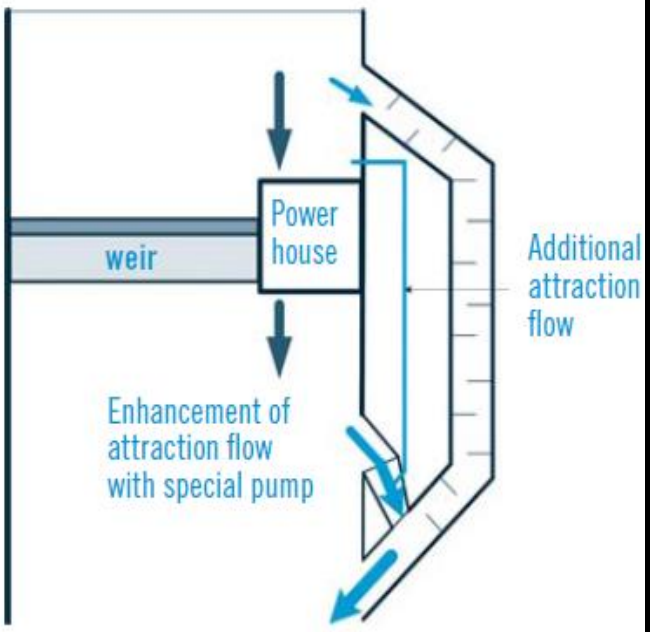
- ✓ Vmax vs capacità natatorie delle specie più esigenti
- ✓ Dissipazione energetica: «exhaustion», ritardi, lesioni
- ✓ Dimensioni delle sezioni più strette (fenditure, stramazzi, orifizi) e zone di calma vs esemplari di maggiori dimensioni

(larghezza fenditura ≥ 3 larghezza pesce; lunghezza bacini ≥ 3 lunghezza pesce)

Maggiore è la larghezza della fenditura (stramazzo, orifizio) maggiore è la portata defluente e maggiore il volume dei bacini per limitare la turbolenza

Q ausiliaria:

- ✓ Alimentata da monte per gravità
  - ✓Bassa velocità e minima aerazione
  - ✓Recupero energetico
- ✓ Pompata da valle

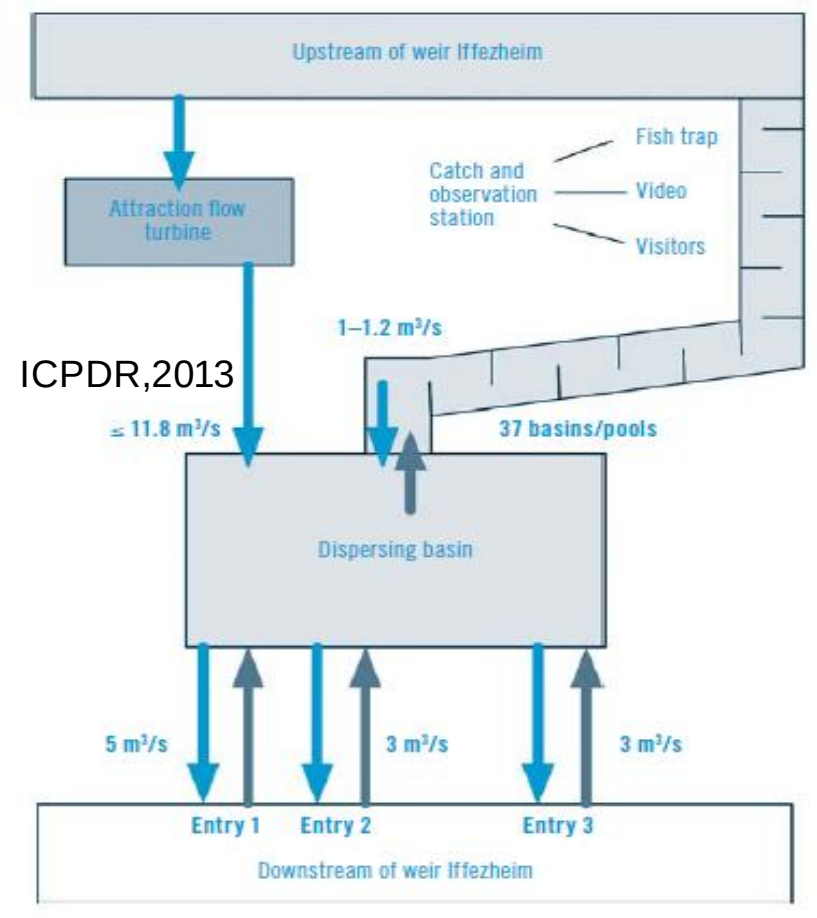


ICPDR, 2013

PORTATA PASSAGGIO - ATTRATTIVITÀ

Unificare i flussi (Q passaggio e Q ausiliaria) indirizzando (grigliati) l'ittiofauna verso il passaggio

Multiple entrances-collection channels

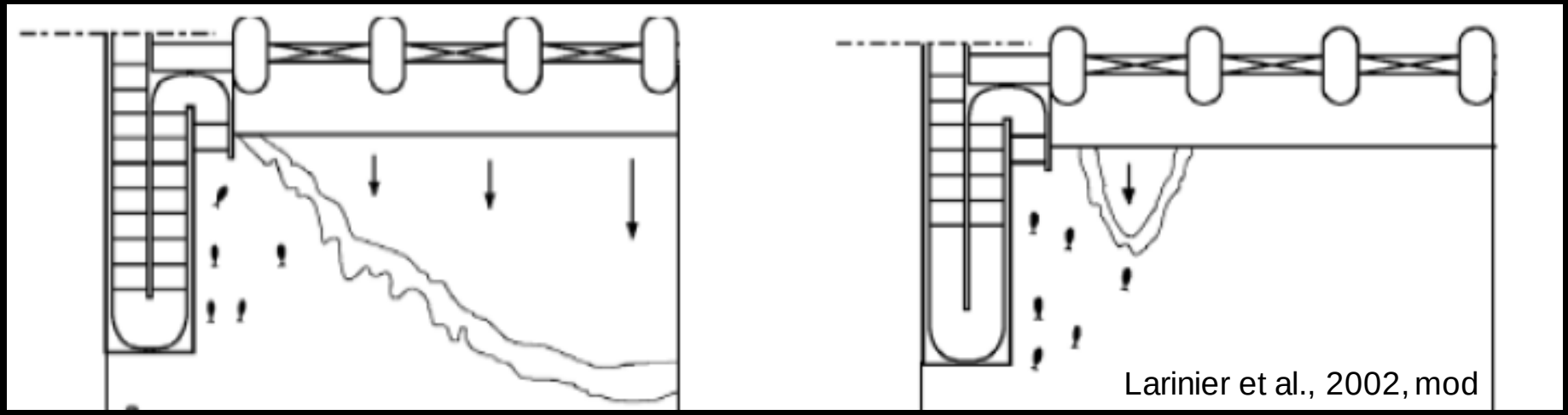


ICPDR,2013

PORTATA PASSAGGIO - ATTRATTIVITÀ

Accorgimenti operativi per incrementare l'attrattività mediante regolazione degli organi mobili

- **Q elevate: creare gradiente verso accesso passaggio**
- **Q basse: creare attrazione mediante rilasci in prossimità del passaggio**

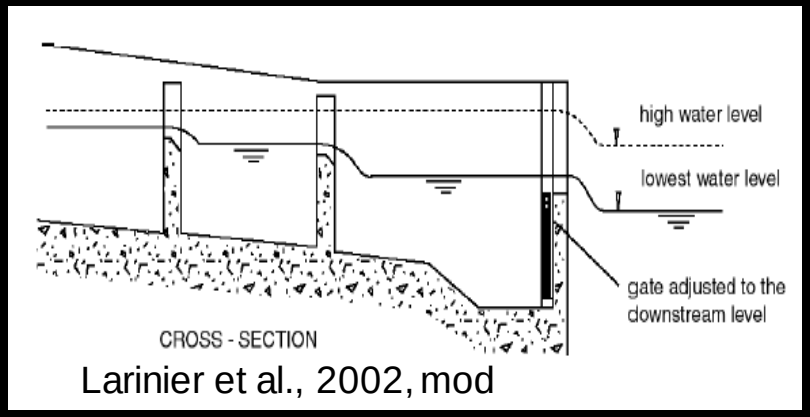


In ogni caso bisogna fare in modo che il deflusso del DMV si attesti, possibilmente al 100% presso l'imbocco del passaggio; ove applicabile garantire anche il rilascio delle portate sfiorate verso tale sponda

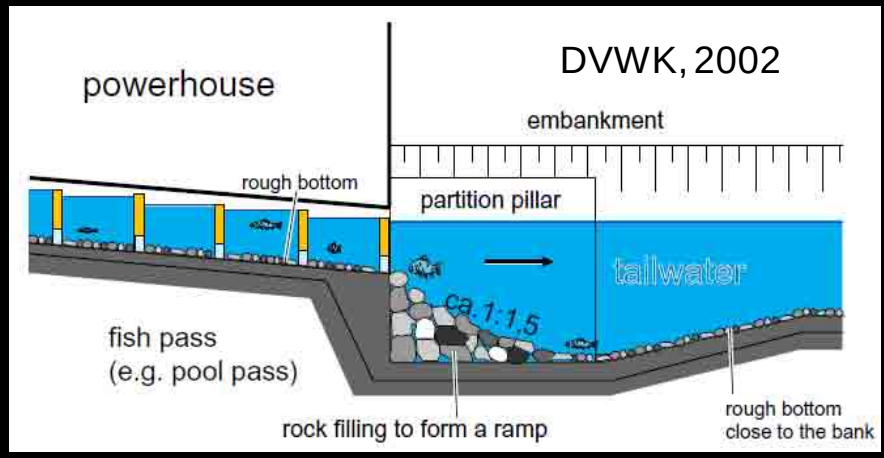
PORTATA PASSAGGIO - ATTRATTIVITÀ

Connessione all'alveo

- Rilascio parallelo al filone principale (o angolo < 30°)
- Velocità identificabile 1-1,5 m/s (Dh 10 cm)
- Per fluttuazioni elevate livelli di valle: paratoie regolabili o entrate multiple o connessione mediante fenditura verticale profonda
- Garantire continuità substrato per passaggio specie bentoniche e macroinvertebrati



Larinier et al., 2002, mod



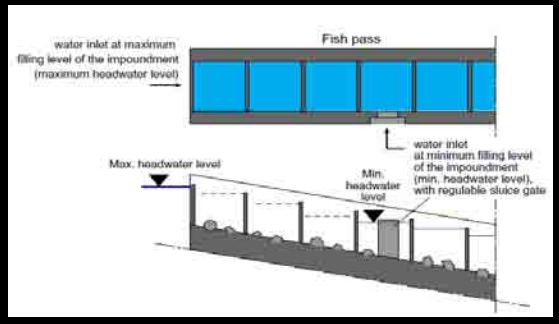
DVWK, 2002

LOCALIZZAZIONE PASSAGGIO

USCITA A MONTE

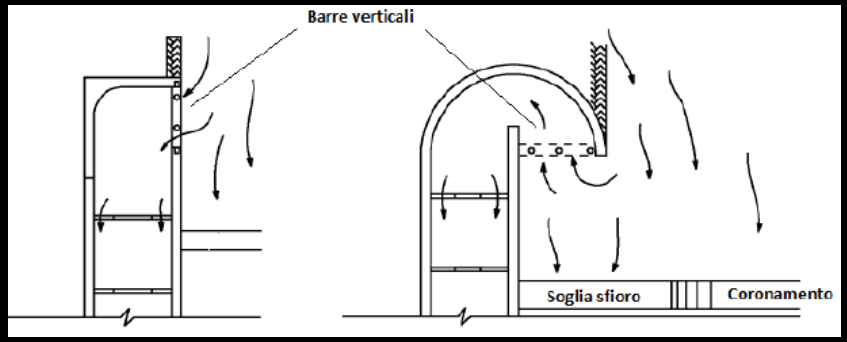
- Evitare zone ad elevata velocità ed in prossimità di organi idraulici
- Evitare zone statiche a corrente nulla e zone con ricircoli della corrente e vortici
- Accessibilità per ispezione, monitoraggio e manutenzione

Nel caso di significative variazioni (ca 0,8-1 m) dei livelli di monte: prevedere uscite multiple



Larinier et al.& DVWK, 2002, mod

Protezione da materiale flottante



TIPOLOGIA PASSAGGIO

NATURALISTICI

Rampe in massi o canali by-pass che simulano rapide o torrenti; uso di materiali d'alveo; generalmente meno selettivi; costituiscono esse stesse habitat

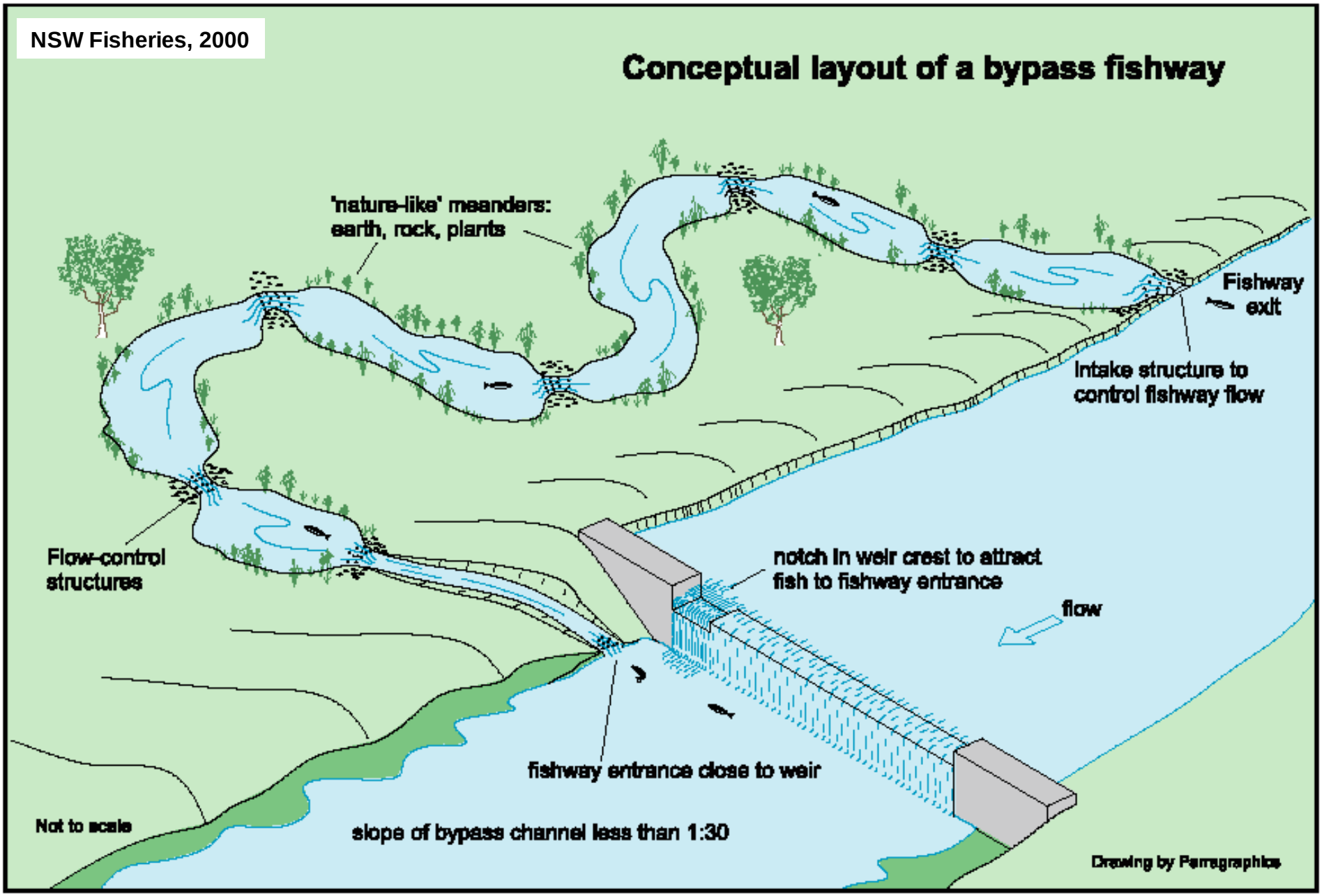
TECNICI

Bacini successivi, canali con elementi dissipativi, conche o ascensori; strutture in c.a.-metallo; ingombro limitato; più selettivi

SCELTA TIPOLOGIA – ORDINE DI PRIORITÀ:

1. **CANALI BY-PASS**
2. **VERTICAL SLOT**
3. **ALTRE TIPOLOGIE**

CANALI BY-PASS



CANALI BY-PASS

Canale “naturale” che by-passa un ostacolo senza interventi strutturali sullo stesso

Pendenza fondo: 1-5%variabile lungo il tracciato (2% media)

h > 0,25 m

q ~ 100 L/s·m

Variabilità morfologica, meandri, boulders e cover..

+ Utilizzabile da specie di ridotte dimensioni e cap. nat.

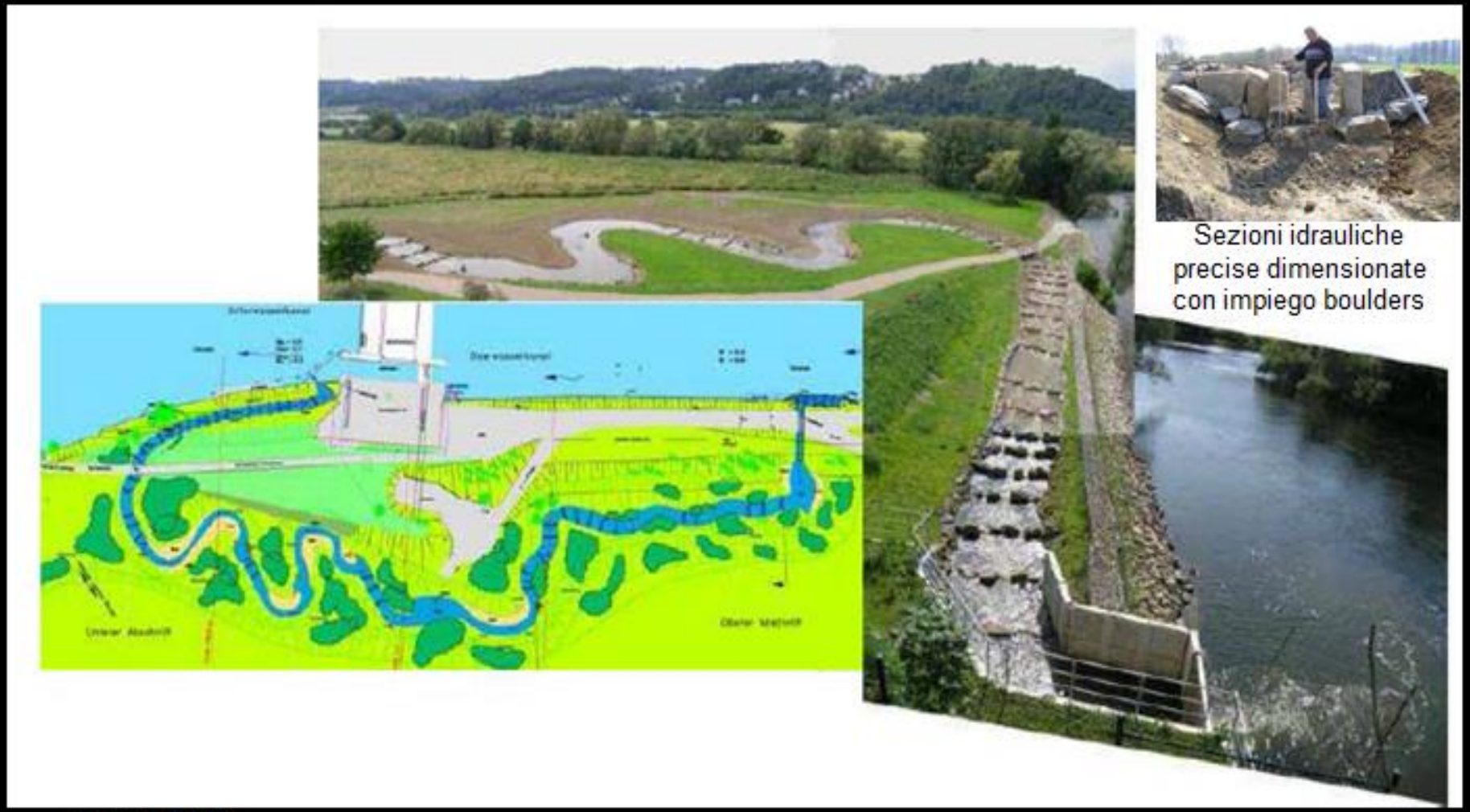
+ Crea nuovi habitat – zone frega

- Richiede ampie superfici (lunghezza elevata)

- Sensibile a variazioni di livello (uso parti tipo “tecnico”)

- Profondi scavi a valle dello sbarramento per connessione al piede dello stesso (necessità di sistemazioni)

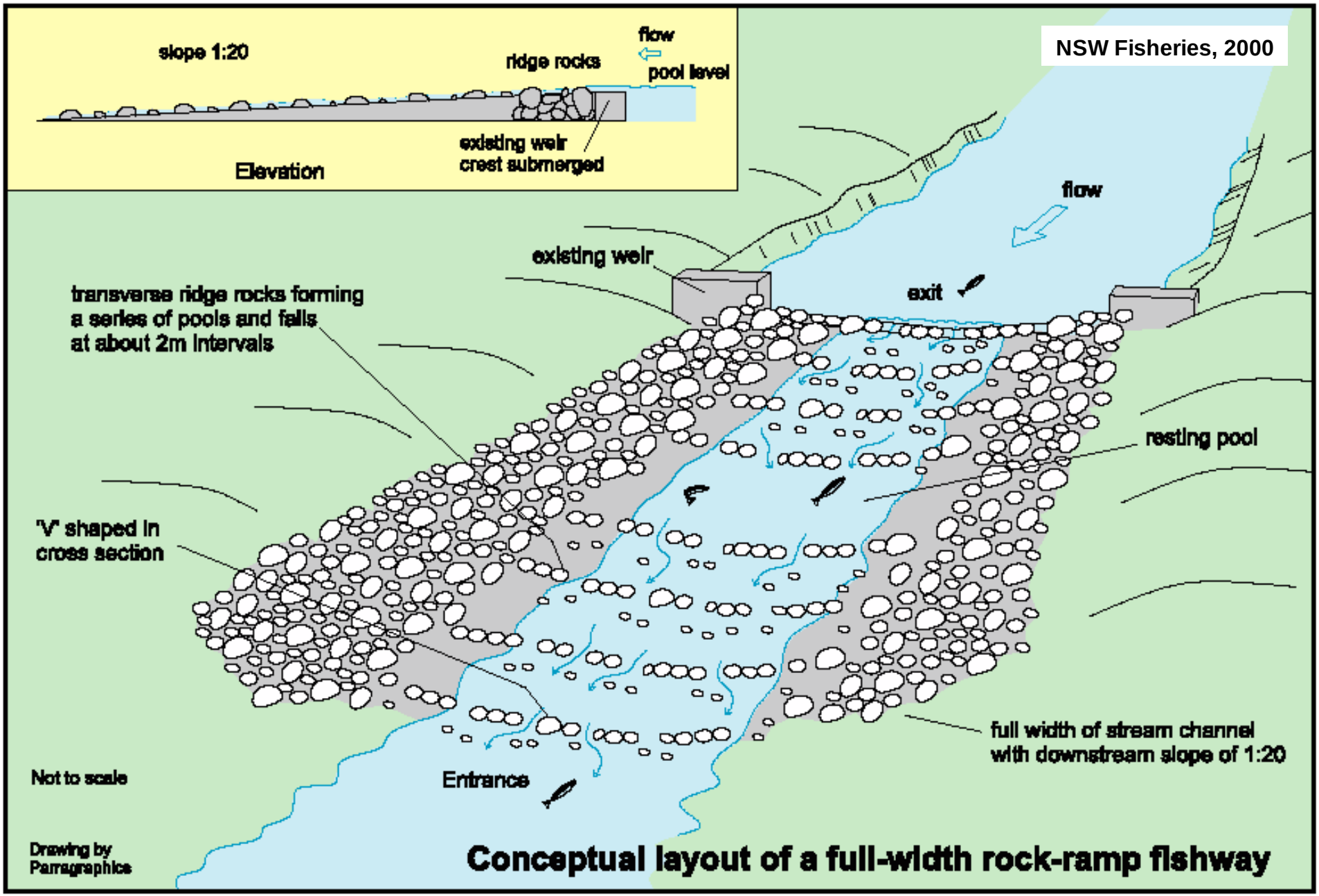
CANALI BY-PASS



Sezioni idrauliche precise dimensionate con impiego boulders

Gebler, 2007
Harkort, Ruhr (D); L 370 m, DH 8,20 m, Qppp 1m^3/s, Q centrale 19-850 m^3/s

FISH RAMP


slope 1:20
ridge rocks
flow
pool level
existing weir
crest submerged
Elevation
NSW Fisheries, 2000
flow
existing weir
exit
transverse ridge rocks forming
a series of pools and falls
at about 2m intervals
resting pool
'V' shaped in
cross section
full width of stream channel
with downstream slope of 1:20
Not to scale
Entrance
Drawing by
Parragraphics
Conceptual layout of a full-width rock-ramp fishway

FISH RAMP

Possono essere per tutta larghezza (bottom ramp) o a larghezza parziale (partial width)

Massi o soglie in massi/boulders messi in opera in modo da dissipare energia e garantire tiranti idrici e velocità adeguati a consentire la risalita

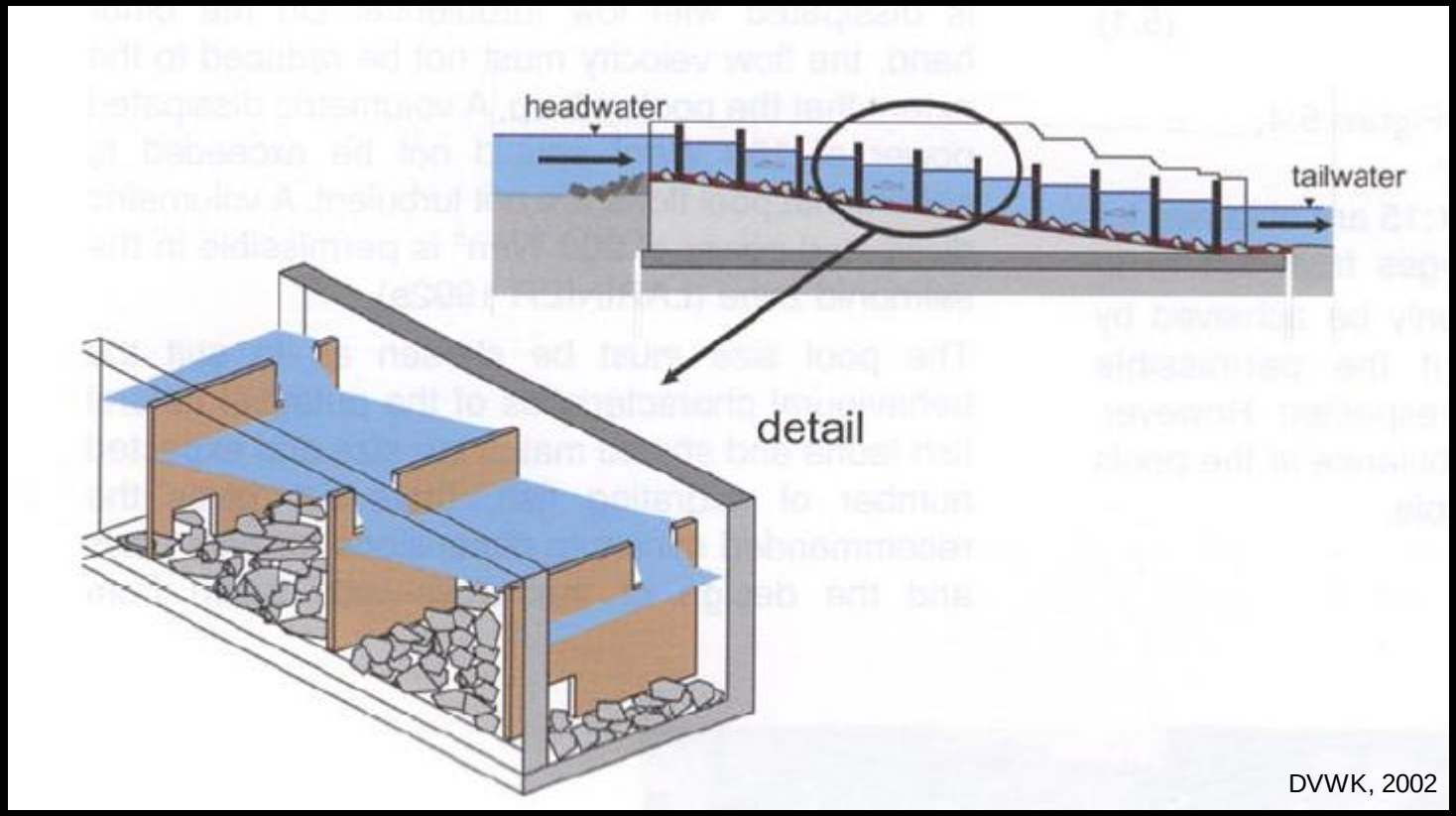
Pendenza 2-4% per DHmax < 2-3 m

h > 0,3-0,4 m

Se L > 50 m, inserire bacini di calma e ridurre pendenza

\+ Fruibili anche da specie meno performanti
\+ Limitata manutenzione necessaria
\- Sensibili a variazione livelli idrici
\- Interventi su sbarramento necessari (demolizioni parziali per creazione gaveta deflusso)
➢ Q elevate – preferibili per soglie fondo (no derivazioni)

BACINI SUCCESSIVI



Il dislivello totale DH determinato dallo sbarramento è diviso in una serie di salti Dh di ridotta entità, seguiti da bacini

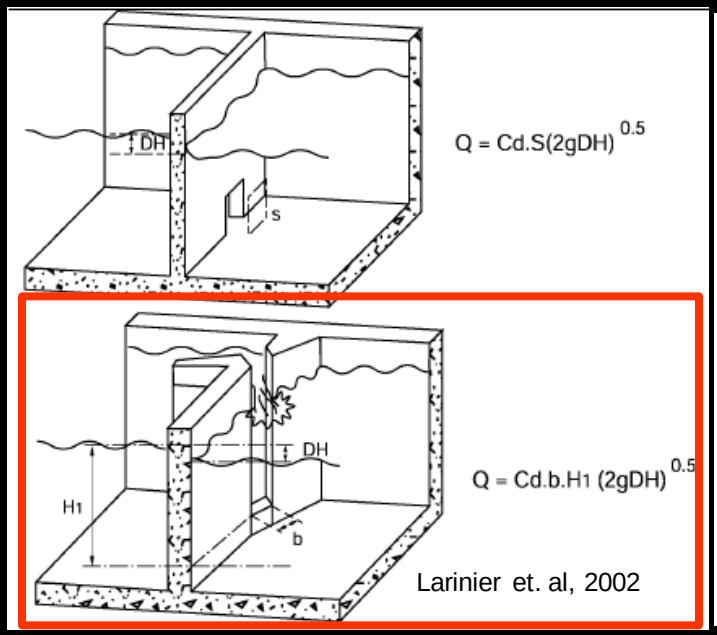
Q attraverso fenditure, stramazzi ed orifizi, a Vel e turbolenza controllate

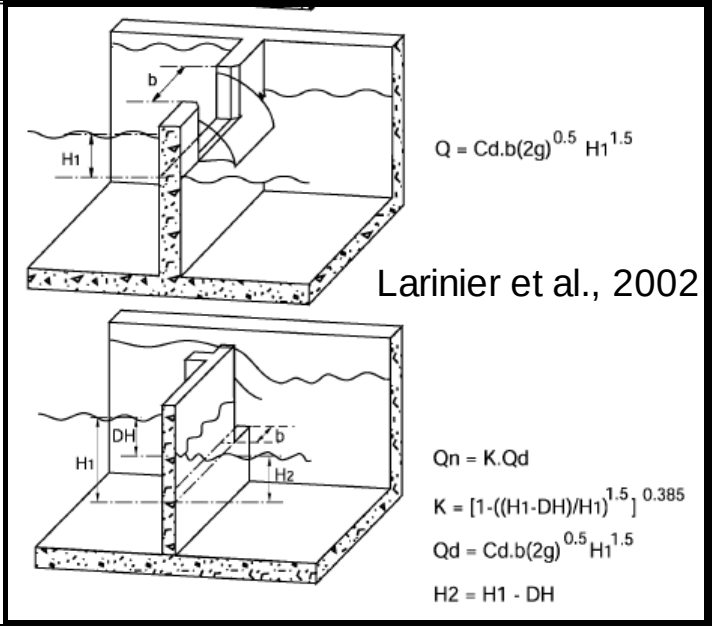
BACINI SUCCESSIVI

Dh & Vmax: $V=(2 \cdot g \cdot Dh)^{0,5}$ **Dh≤20cm!!**

15cm=1,72m/s; 20cm=1,98m/s; 25cm=2,21m/s (> 2m/s!)

Correlare alle capacità natatorie delle specie in esame…





DEFLUSSO CONTINUO (STREAMING FLOW): EVITARE SEMPRE STRAMAZZI LIBERI AL DI SOPRA DEI SETTI TRA BACINI SUCCESSIVI (PLUNGING FLOW) - USARE FENDITURE VERTICALI (oscillazione livelli)

BACINI SUCCESSIVI

Dimensioni bacini

Lunghezza: 7÷12·d

(d= larghezza fenditura, minimo valore larghezza-altezza stramazzo-orifizio)

Lmin: 1,5-1,6 m

Hmin = 0,6 m

Pendenza 5-10%

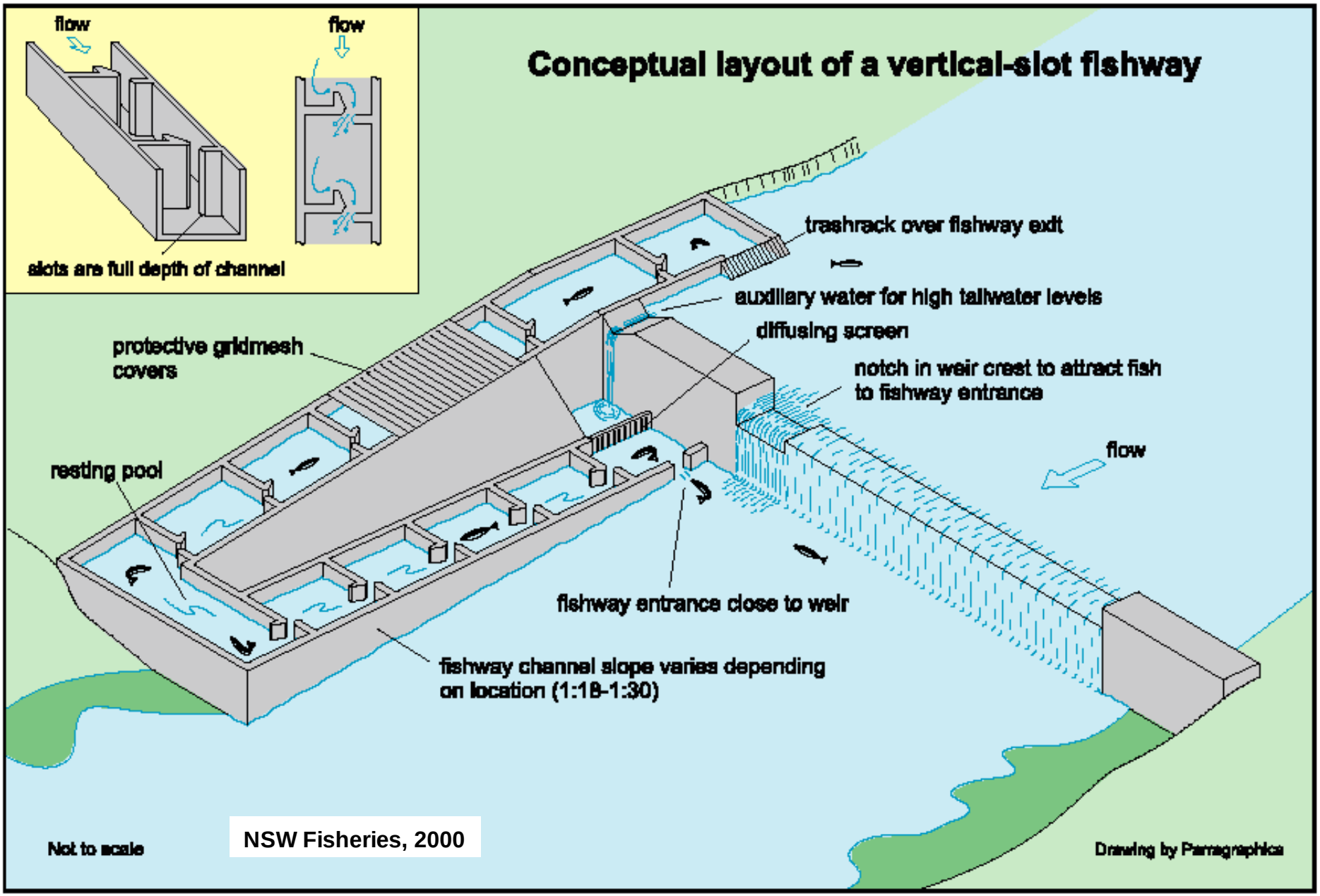
N° bacini: (DH/Dh)-1 3m/0,15m – 20 bacini; 0,3m fenditura/3m – 60m (5%)

Inserire bacini di calma (dimensioni maggiori) almeno ogni 2 m DH

Potenza volumetrica dissipata Pv: $E = 9810 \cdot Q \cdot DH/V$ [W/m^3]

- **Salmonidi < 150-200 W/m^3**
- **Ciprinidi < 100 -150 W/m^3**

VERTICAL SLOT



VERTICAL SLOT

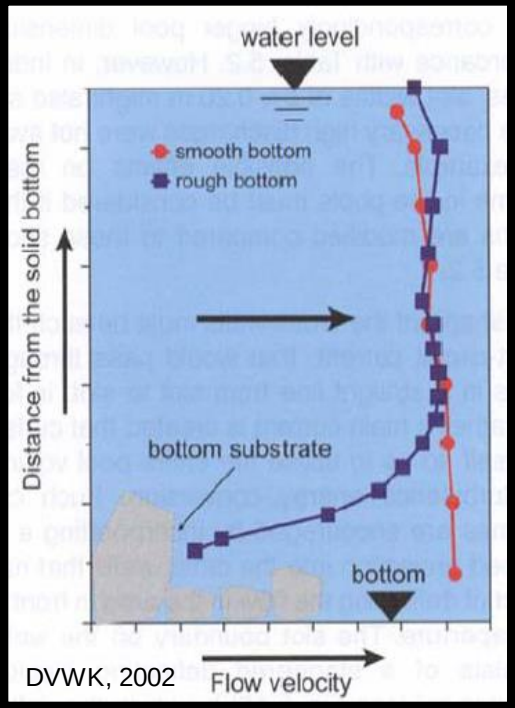
Migliore tipologia di passaggio a bacini successivi:

+ **Adeguato funzionamento idraulico anche per significative fluttuazioni dei livelli idrici monte-valle**
+ **Passaggio a diverse profondità (gradiente velocità)**
+ **“Auto-pulente”-limitata manutenzione**
+ **Standard dimensionali consolidati (e in continuo perfez.)**

Foto Comoglio

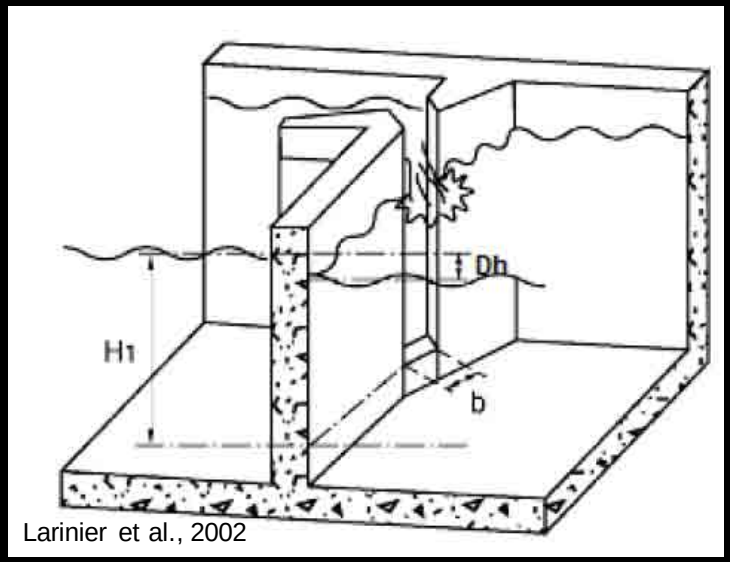
Foto Pini Prato

VERTICAL SLOT



DVWK, 2002

Substrato



Larinier et al., 2002

Foto Zitek

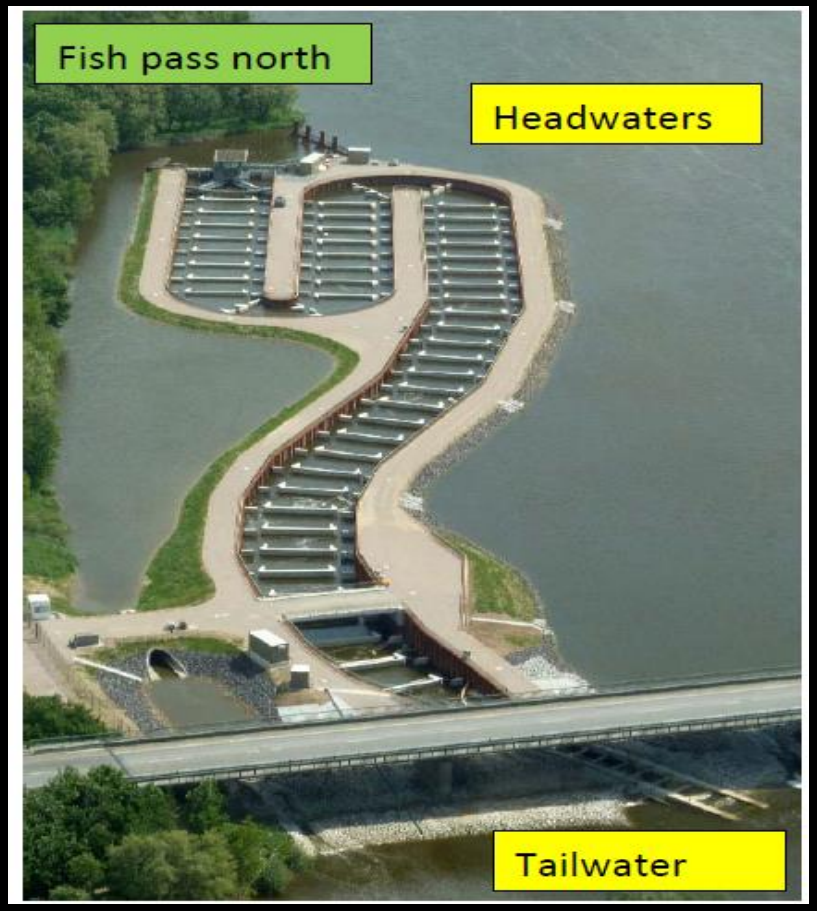
Foto Rucker e Wittmann

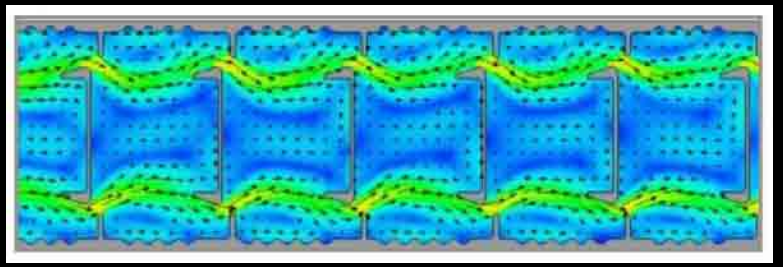
VERTICAL SLOT

Double-slot pool-pass - Elbe River – Geesthacht (D)

Dh = 0,10 m
Slot width = 2 x 1,20 m
Pool length = 9,3 m
Atlantic sturgeon (>3m)
Pool width = 16,0 m
H = 1,75 m
Q = 4 m^3/s
N. Pools = 45
Total length = 550 m
Mean slope = 1,02 %

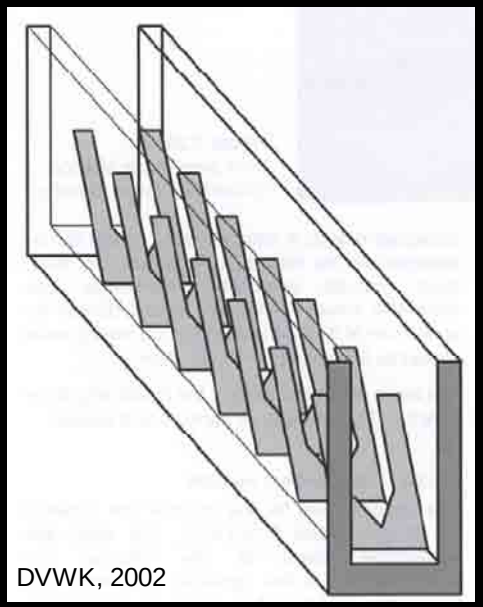
free passage to hundreds of thousands of weak species (stickleback, bleak, etc.), juveniles and river lamprey (Hufgard and Schwevers, 2012)



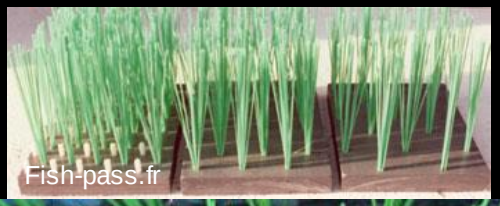


ALTRE TIPOLOGIE

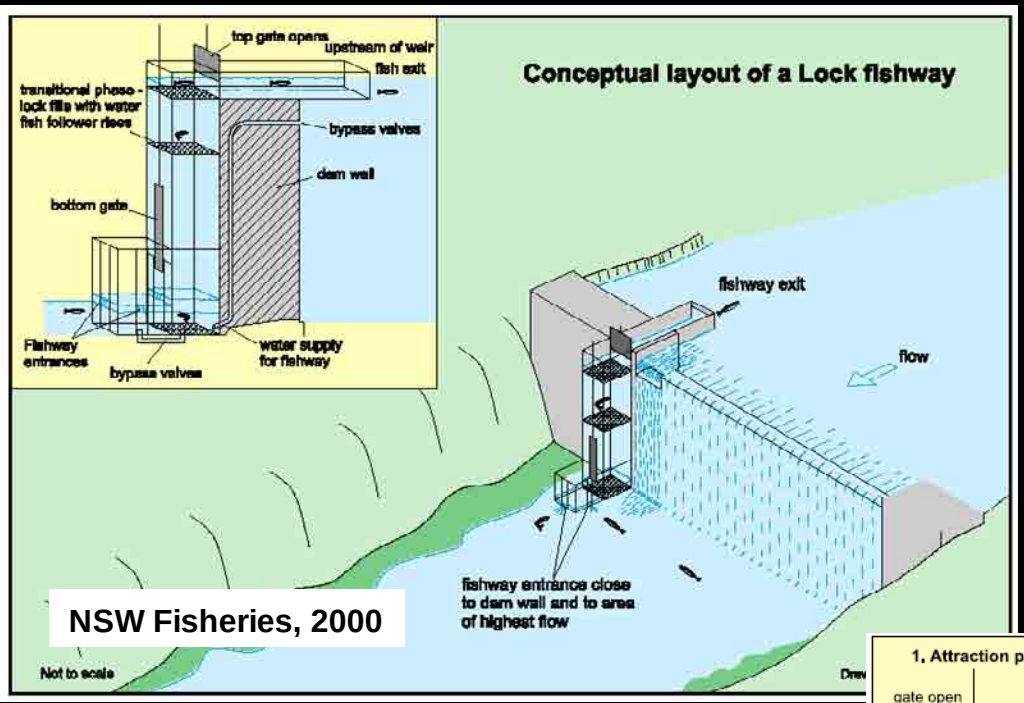
Denil



Eel pass



ALTRE TIPOLOGIE

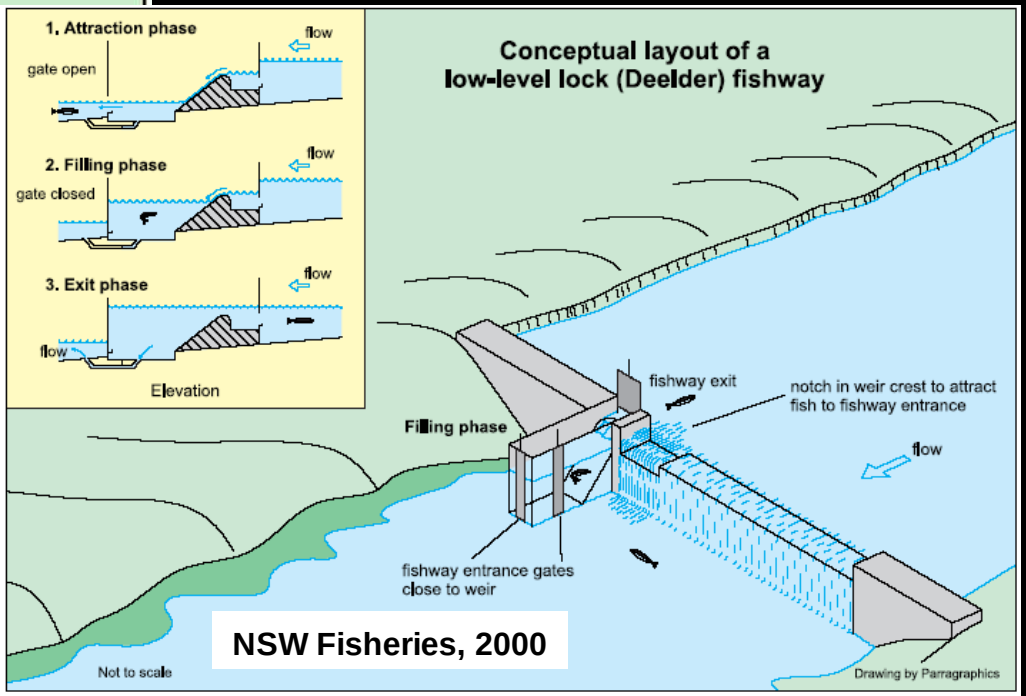


NSW Fisheries, 2000

FISH LIFT – FISH LOCK

Larinier & Travade, 2007

TRAP AND TRANSPORT



NSW Fisheries, 2000

DA EVITARE

Foto Pini Prato

Foto Comoglio

Foto Pini Prato

DA EVITARE

Foto Pini Prato

Foto Pini Prato

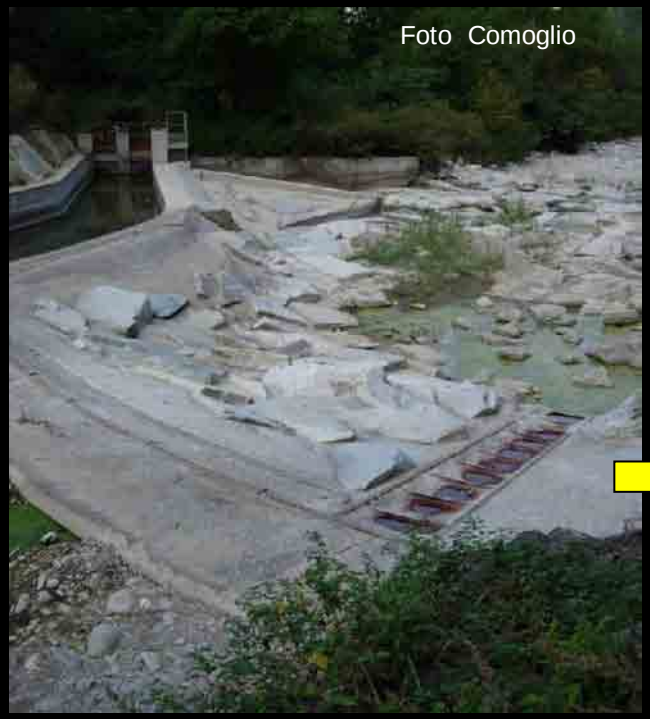


Foto Comoglio

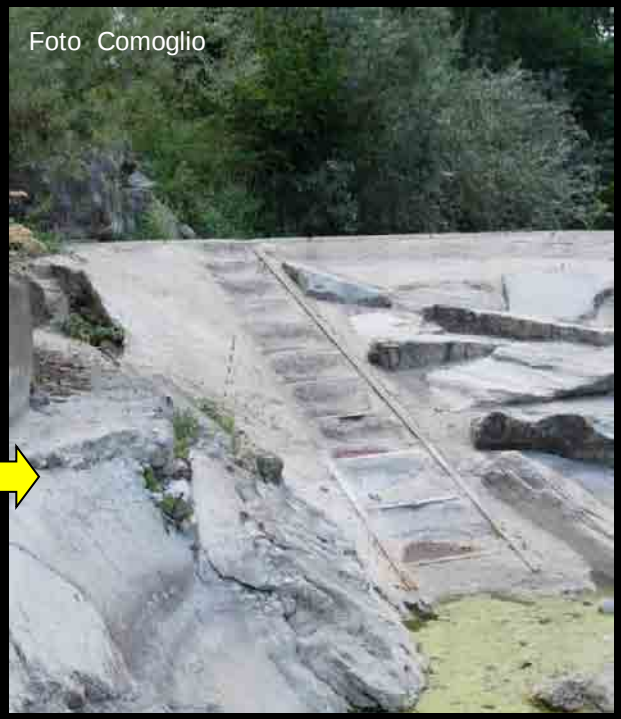


Foto Comoglio

Foto Larinier

MONITORAGGIO

Parametri idraulici (h, Q, V)

Monitoraggio nelle sezioni critiche rappresentative

Efficacia passaggio

Cattura con nasse presso l'uscita di monte (eventuale marcatura elastomeri-tags)

Larinier et al. , 2002

Foto Calles

DVWK, 2002

Foto Spairani

MONITORAGGIO

Efficacia passaggio

RFId-tags

Foto Calles

12, 23, 32 mm

Oregon RFId, 2010

MONITORAGGIO

Efficacia passaggio

Radiotracking (man/aut)

0,5 – 145 gr >12 mm

Foto Calles

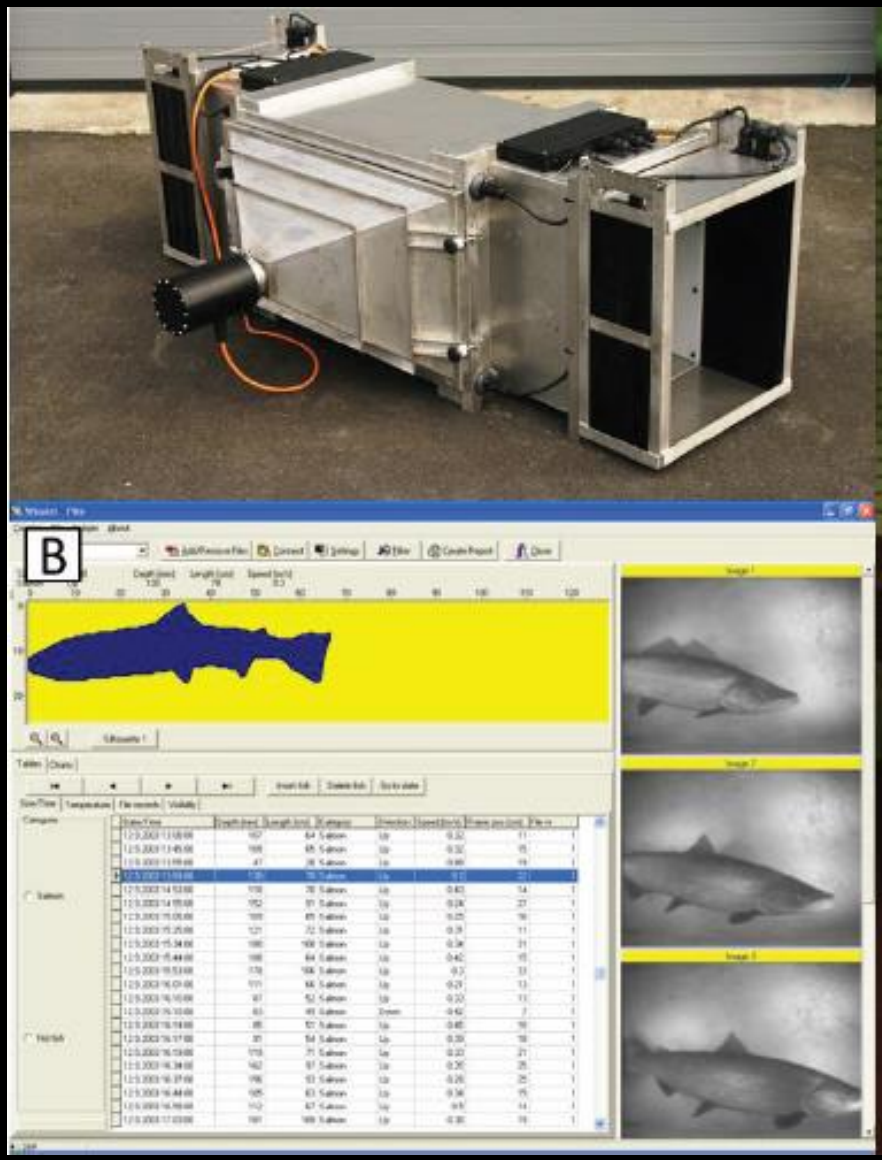
MONITORAGGIO

Efficacia passaggio

Radiotracking (man/aut)

Foto Comoglio

MONITORAGGIO



Calles pers.com.

www.regione.piemonte.it/agri/politiche_agricole/caccia_pesca/dwd/progettiUnivTO/lineeGuida.pdf

DOWNSTREAM MIGRATION

Il fiume è una strada a doppio senso di marcia!

Problema downstream migration affrontato solo recentemente

Come nel caso della risalita, il pesce tende a muoversi a valle seguendo il FILONE PRINCIPALE DELLA CORRENTE, in superficie (ad es. stadi giovanili Salmonidi) o nei pressi del fondo (ad es. anguilla, barbo) o lungo la colonna d'acqua

OBIETTIVO: PREVENIRE L'ACCESSO DEL PESCE ALLE TURBINE GUIDANDOLO VERSO PERCORSI ALTERNATIVI A VALLE DELLO SBARRAMENTO

Gran parte dei passaggi per la risalita non sono efficaci per lo svallamento → servono soluzioni specifiche

Barriere fisiche + passaggi per d.m., regolazione sfiori..
Valutare mortalità attraverso turbine…

NECESSITÀ DI ULTERIORI STUDI

DOWNSTREAM MIGRATION

Mortalità c/o grigliati opere di presa

Mortalità attraverso le turbine

(salm .15-20 cm: pelton max; francis 15-40%; kaplan 5-12%; anguille x4-5)

Mortalità per predazione valle

Effetti cumulativi (impianti in serie)

DWA, 2005

Foto Calles

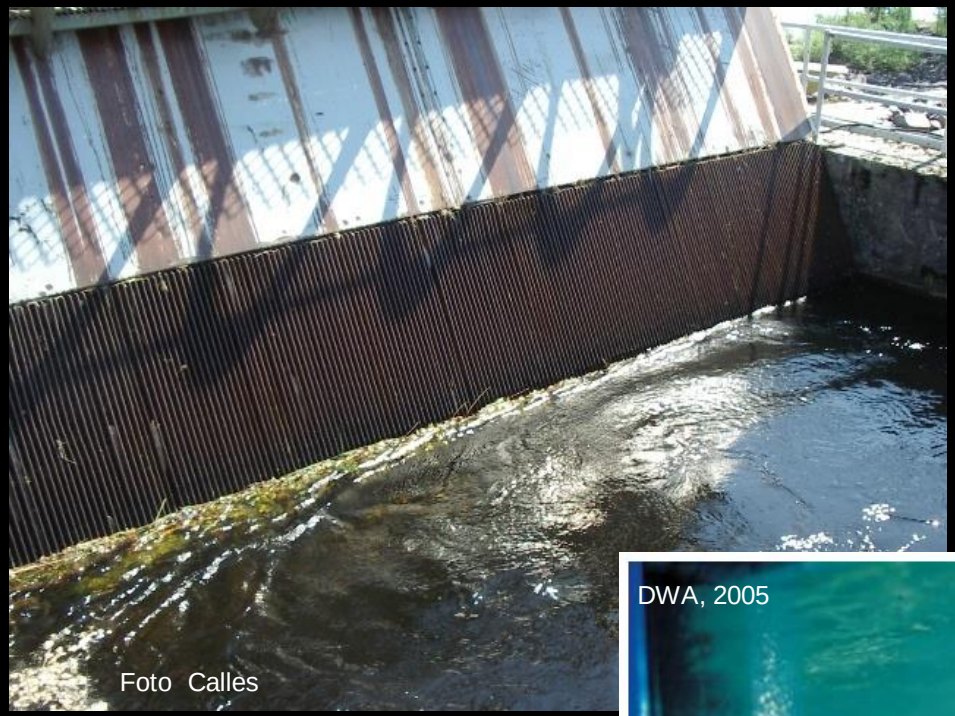
DOWNSTREAM MIGRATION

Barriera fisica: modifica grigliati a monte centrali + by-pass

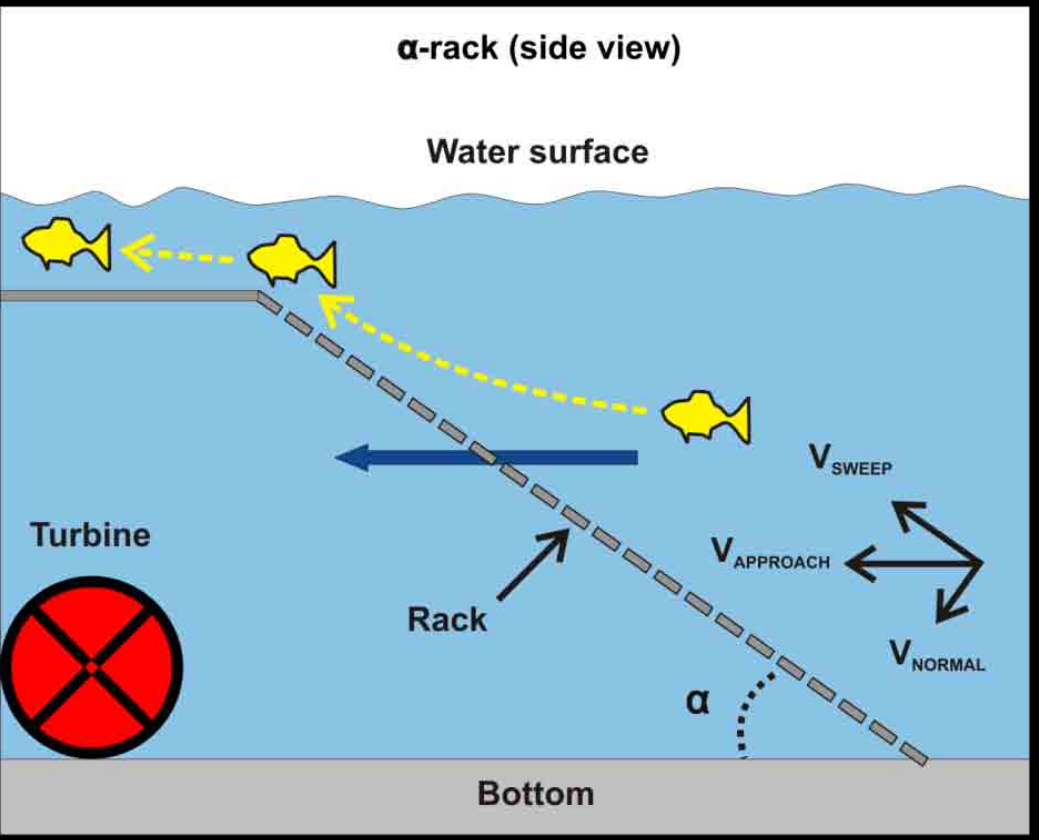
Valori raccomandati

Spazio fra barre ≤ 20 mm

Velocità ≤ 0,25-0,5 m/s

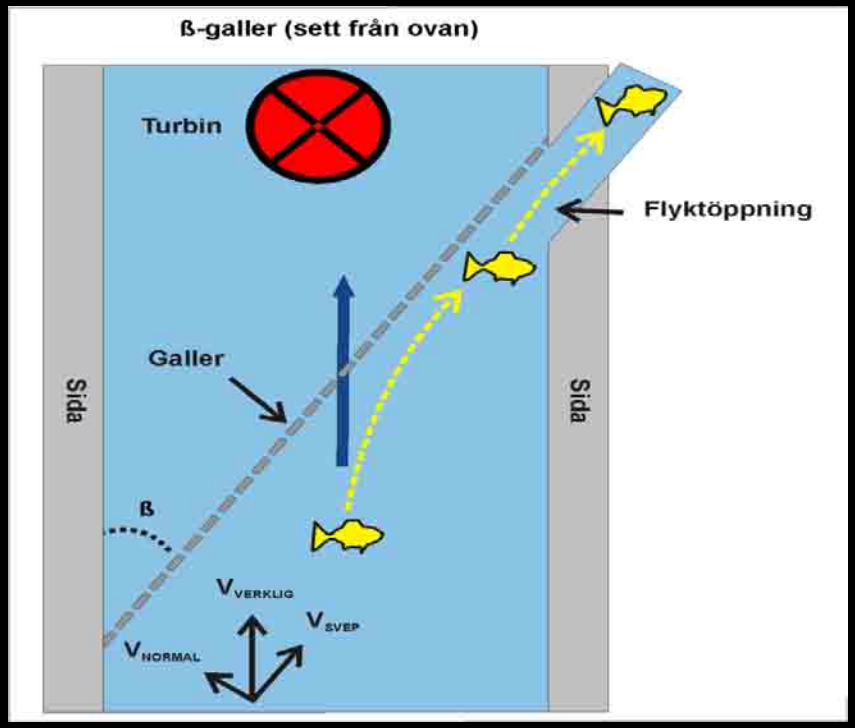


DOWNSTREAM MIGRATION



Calles, pers.com.

Q by-pass compresa tra il 2 ed il 10% della portata transitante nel canale!



DOWNSTREAM MIGRATION

α-rack

Foto Calles

DOWNSTREAM MIGRATION

β-rack

Herting – Falkenberg, Sweden

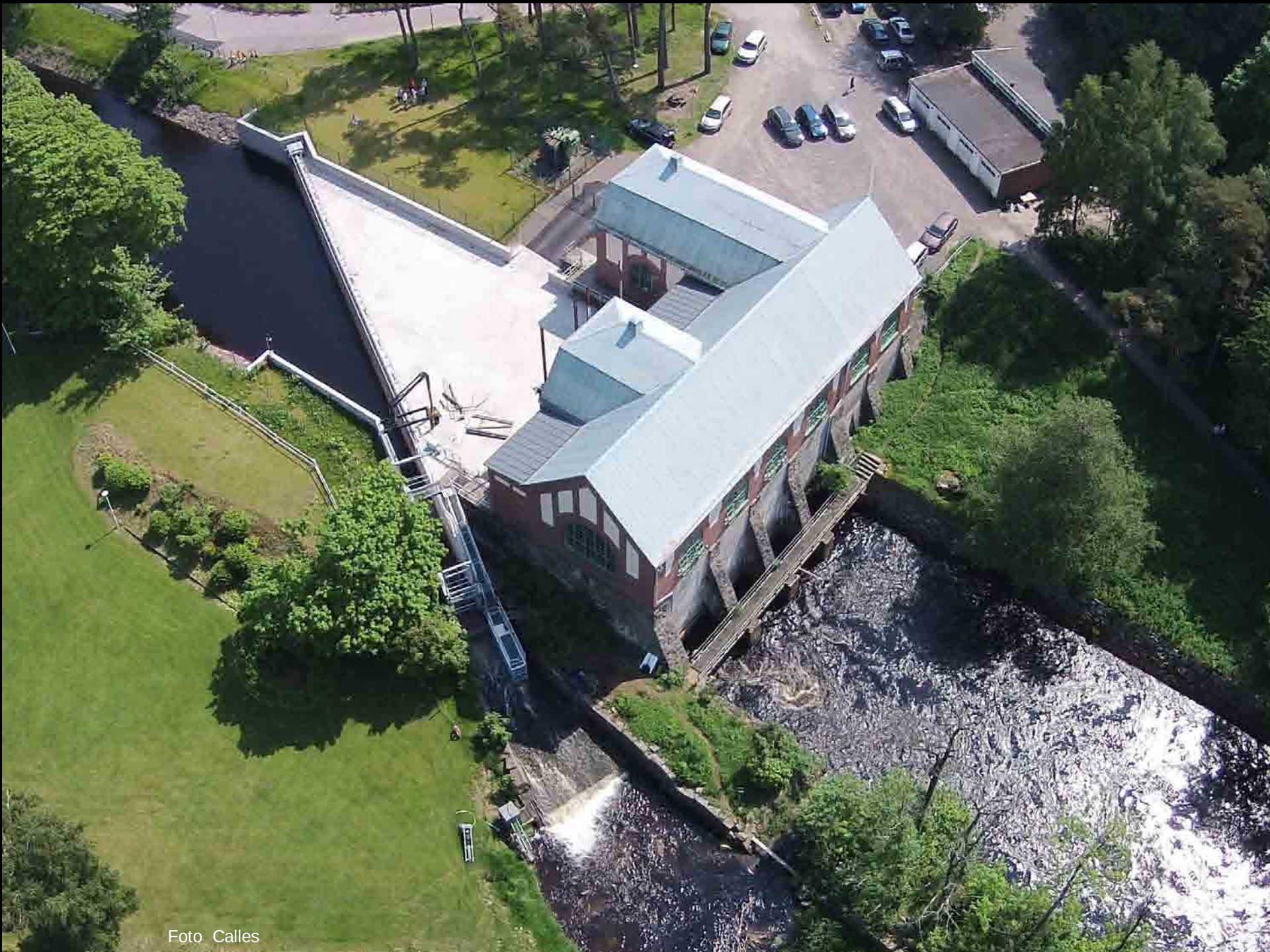


Foto Calles