REGIONE PIEMONTE

PROVINCIA
VERBANO CUSIO OSSOLA

COMUNE DI VARZO

UTILIZZAZIONE A FINI ENERGETICI DEL RIO RII PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI CENTRALE IDROELETTRICA.

D.LGS.VO 387/2003 E VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE AI SENSI DELL'ART. 12 DELLA L.R. 40/1998 E S.M.I

RELAZIONE SCALA RISALITA PESCI

COMMITTENZA

Edifica S.r.l.
Via Marconi n°14
28845 Domodossola (VB)

Maggio 2023

GRAIA

Redazione: Ing. Francesco Delmiglio

SOMMARIO

1. PREMESSA 3

2. LA FAUNA ITTICA DEL RIO GRANDE 5

3. IL PASSAGGIO ARTIFICIALE PER LA FAUNA ITTICA 6

3.1. Il passaggio a bacini successivi: criteri di dimensionamento e principi di funzionamento.....6

3.1.1. Dislivello tra i bacini e natura del flusso idrico.....6

3.1.2. Dimensioni dei bacini.....7

3.1.3. Il dimensionamento delle aperture degli orifizi e delle fenditure.....8

3.1.4. La portata nel passaggio.....8

3.2. Dimensionamento del passaggio 9

3.3. Localizzazione del passaggio e caratteristiche costruttive 16

1. PREMESSA

L'intreccio del reticolo idrografico di superficie rappresenta per i pesci l'insieme delle strade percorribili, dei "corridoi ecologici" lungo i quali i pesci possono spostarsi per le loro funzioni biologiche. Moltissime specie ittiche infatti compiono migrazioni più o meno lunghe per il corretto espletamento di funzioni vitali, quali la riproduzione, l'accrescimento, lo svernamento o l'estivazione. Alcuni grandi migratori si spostano dall'acqua dolce al mare e viceversa: l'anguilla (*Anguilla anguilla*) adulta scende dai fiumi per raggiungere il Mar dei Sargassi in cui si riproduce ed i suoi piccoli dopo tre anni di viaggio raggiungono nuovamente le coste italiane, allo stadio di "ceche", per iniziare a risalire i corsi d'acqua ed accrescersi in acqua dolce; gli storioni (*Acipenser spp.*), ormai in Italia prossimi all'estinzione, crescono in mare e risalgono invece i fiumi per riprodursi in acqua dolce, così come la cheppia (*Alosa fallax nilotica*) o la lampreda di mare (*Petromyzon marinus*). Ma moltissime altre specie ittiche compiono migrazioni di lunghezza decisamente minore, comunque importantissime per il loro ciclo vitale. Ad esempio la trota marmorata (*Salmo (trutta) marmoratus*) e la trota fario (*Salmo (trutta) trutta*) si spostano verso monte per raggiungere le aree di frega; la stessa marmorata nel Ticino in estate si porta in corrispondenza delle "fresche" che sono le zone di risorgenza di acqua fredda; la trota lacustre risale i tributari dei laghi per riprodursi; i lavarelli (*Coregonus spp*.) – almeno in parte – si spostano dal lago ai tratti terminali dei tributari. Oltre ai Salmonidi, quasi tutti i Ciprinidi compiono migrazioni riproduttive: cavedano (*Leuciscus cephalus*), pigo (*Rutilus pigus*), lasca (*Chondrostoma genei*), alborella (*Alburnus alburnus alborella*), savetta (*Chondrostoma soetta*), si raggruppano in branchi localizzati su specifiche aree di riproduzione in cui trovano tutti i parametri ambientali necessari all'efficace deposizione e schiusa delle uova. Oltre a salmonidi e ciprinidi, si ricordano ancora, a titolo esemplificativo, la bottatrice (*Lota lota*) che dai laghi risale i tributari e l'agone (*Alosa fallax lacustris*).

Tutti questi spostamenti, poco noti ai non esperti in materia, sono di fatto oggi in molti casi preclusi, parzialmente o completamente, dalla presenza di numerosissimi sbarramenti dei corsi d'acqua ad opera dell'uomo che, finalizzati al bene della collettività o dei privati (derivazioni idriche a scopo irriguo o idroelettrico, briglie di stabilizzazione del fondo dall'erosione e opere di regolazione del livello dei laghi) ma che hanno tra gli "effetti collaterali" anche l'impedimento alla migrazione dei pesci. Spesso poi, oltre ai pesci, si impedisce anche il corretto svolgersi dei flussi trofici, come accade ad esempio se la derivazione toglie l'acqua dal fiume senza restituirla, ma andando fuori bacino o a spagliare nei campi coltivati. Si interrompono o comunque quantomeno si alterano le originarie funzioni di corridoio ecologico svolte dal reticolo idrico.

Pertanto risulta necessario ripristinare la continuità fluviale attraverso specifiche opere quali i passaggi artificiali per la fauna ittica e i manufatti di rilascio del deflusso minimo vitale del corso d'acqua.

In questo caso specifico il manufatto da realizzare avrà sia la funzione di rilascio del DMV (deflusso minimo vitale) che la funzione di agevolare la risalita della fauna ittica in corrispondenza della traversa di progetto.

Il dimensionamento del passaggio artificiale per la fauna ittica è stato effettuato in accordo con le "*Linee guida tecniche per la progettazione e il monitoraggio dei passaggi per la libera circolazione della fauna ittica*" approvate con Deliberazione della Giunta Regionale 13 luglio

2015, n. 25-1741, in attuazione del punto 8 della "*Disciplina delle modalità e procedure per la realizzazione di lavori in alveo, programmi, opere e interventi sugli ambienti acquatici ai sensi dell'art. 12 della legge regionale n.37/2006*", approvata con D:G:R: n. 72-13725 del 29 marzo 2010, modificata con D:G:R: n. 75-2074 del 17 maggio 2011.

Un altro riferimento utilizzato è *Fish Passes – Design, dimensions and monitoring*; Food and Agriculture Organization of the United Nations, Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau e.V. (DVWK), Roma, 2002.

2. LA FAUNA ITTICA DEL RIO GRANDE

Il Rio Grande, altresì chiamato Rio Sangiovanni o Rio Rii presenta pendenze piuttosto elevate e salti idraulici naturali anche intorno ai 50 cm di altezza.

Come indicato dall'"*Aggiornamento delle linee guida per la tutela e la gestione degli ecosistemi e della fauna acquatica nella Provincia del Verbano Cusio Ossola, sulla base delle indicazioni PIR" redatto da Cesare M. Puzzi e Alessandra Ippoliti di G.R.A.I.A. srl nel 2019,* il Torrente Diveria, nel quale sfocia il Rio Sangiovanni, è valutato come **Zona Salmonicola** a valle della confluenza con il Rio Sangiovanni e come **Zona Alpina** a monte di essa. Queste zone così definite fanno capo alle tipologie per la fauna ittica individuate da Forneris (2007), in particolare alla *Tipologia Alpina* e alla *Tipologia Salmonicola.*

La Tipologia Alpina nella quale ricade quindi il Rio Sangiovanni indica corsi d'acqua sulle testate dei principali bacini, caratterizzati da acque naturalmente torbide e molto fredde anche in estate per i torrenti alimentati dai nevai e dai ghiacci, pendenze elevate (frequenti invalicabilità naturali), forti variazioni di portata. La comunità ittica naturale (attesa) è povera di specie (talvolta assente) e in genere costituita da Salmonidi accompagnati dallo scazzone; in tali situazioni la presenza di comunità ittiche potrebbe essere conseguenza di immissioni. In qualche caso potrebbero risultare presenti, con popolazioni esigue, altre specie di accompagnamento (es. vairone). Le caratteristiche fisiografiche possono essere così riassumibili: temperature massime estive inferiori a 10 °C; superficie dei bacini sottesi generalmente inferiore a 100 km2 ; regime idrologico nivoglaciale o nivopluviale, in qualche raro caso anche pluviale; portata di magra invernale; pendenze elevate; ghiaia grossolana, massi e roccia, con netta prevalenza dell'erosione sui processi sedimentari; bassi valori medi annui assoluti delle portate idriche.

Lo sbarramento previsto sul Rio Sangiovanni aumenterà le difficoltà di risalita delle specie presenti e in particolare non garantirà il passaggio del deflusso minimo vitale durante il funzionamento dell'opera di presa. Il DMV è in questo caso corrispondente a 50 l/s.

Il passaggio artificiale permetterà quindi il movimento di pesci appartenenti a specie ittiche che potrebbero utilizzarlo dalla tarda estate fino all'inverno e garantirà lo scorrere di almeno 50 l/s per tutti i giorni dell'anno in cui è presente tale portata.

3. IL PASSAGGIO ARTIFICIALE PER LA FAUNA ITTICA

La scelta della tipologia di passaggio per pesci è ricaduta nel caso in esame nel "**passaggio a bacini successivi"** data la sua versatilità con portate di diversa entità, infatti il Rio Grande durante l'anno passa da condizioni con pochi litri al secondo fino a portate di quasi 800 l/s, come indicato nella *Relazione idrologica*.

3.1. Il passaggio a bacini successivi: criteri di dimensionamento e principi di funzionamento

Il passaggio a bacini successivi consiste nel distribuire il dislivello da superare in un congruo numero di salti formanti una serie di bacini. Il passaggio dell'acqua da un bacino all'altro può effettuarsi:

- per flusso superficiale;
- per passaggio attraverso uno o più orifizi ubicati nel setto che separa due bacini adiacenti (luce a battente);
- per stramazzo da una o più fenditure (luce a stramazzo).

Le opzioni sopra illustrate possono essere combinate in differenti soluzioni realizzative.

I principali parametri di un passaggio a bacini successivi sono le dimensioni e le caratteristiche geometriche del setto divisore; sono queste caratteristiche geometriche che in funzione delle quote idriche a monte ed a valle dell'apertura, determinano il comportamento idraulico del passaggio e la differenza del livello tra due bacini adiacenti.

3.1.1. Dislivello tra i bacini e natura del flusso idrico

Il passaggio dei pesci sarà tanto più facilitato quanto minore risulterà il salto delta H tra due bacini; tuttavia la minimizzazione di tale scalino non dovrà rendere eccessivamente lungo il passaggio per pesci (numero elevato di bacini).

In via approssimativa, la massima velocità determinata dallo scalino ΔH è ricavabile dalla relazione:

$$V = \sqrt{2 \cdot g \cdot \Delta H}$$

in cui g rappresenta l'accelerazione di gravità (9,81 m/s^2). La curva descritta è illustrata in Figura 1.

Nella zona dell'apertura in cui si ha il distaccamento della lama d'acqua la velocità del flusso diminuisce notevolmente, creando le condizioni idonee alla risalita di specie di piccola taglia.

La scelta del tipo di passaggio tra due bacini è funzione della capacità natatoria o di salto delle specie che dovranno risalire il corpo idrico; il collegamento può avvenire:

- attraverso uno stramazzo (salto);
- attraverso lo scorrimento superficiale (stramazzo rigurgitato);
- attraverso l'orifizio di fondo.

I passaggi a "salto" sono riservati esclusivamente ai salmonidi che hanno la capacità di effettuare salti anche prossimi ai 60 cm (limite per salmoni); per le trote, il dislivello massimo superabile da esemplari di grossa taglia è di 45 cm. Autorevoli studiosi consigliano nella progettazione di passaggi a bacini per trote di mantenere un salto nell'intorno dei 30 cm al fine di garantire la risalita anche di esemplari di media taglia.

I passaggi a "flusso superficiale" consentono la risalita anche di specie ittiche che non sono in grado di compiere salti (ciprinidi). Per la maggior parte dei ciprinidi si consigliano dislivelli tra i bacini di 15-20 cm che possono essere ridotti nel caso si preveda la risalita di esemplari con taglie particolarmente ridotte (come nel caso in esame).

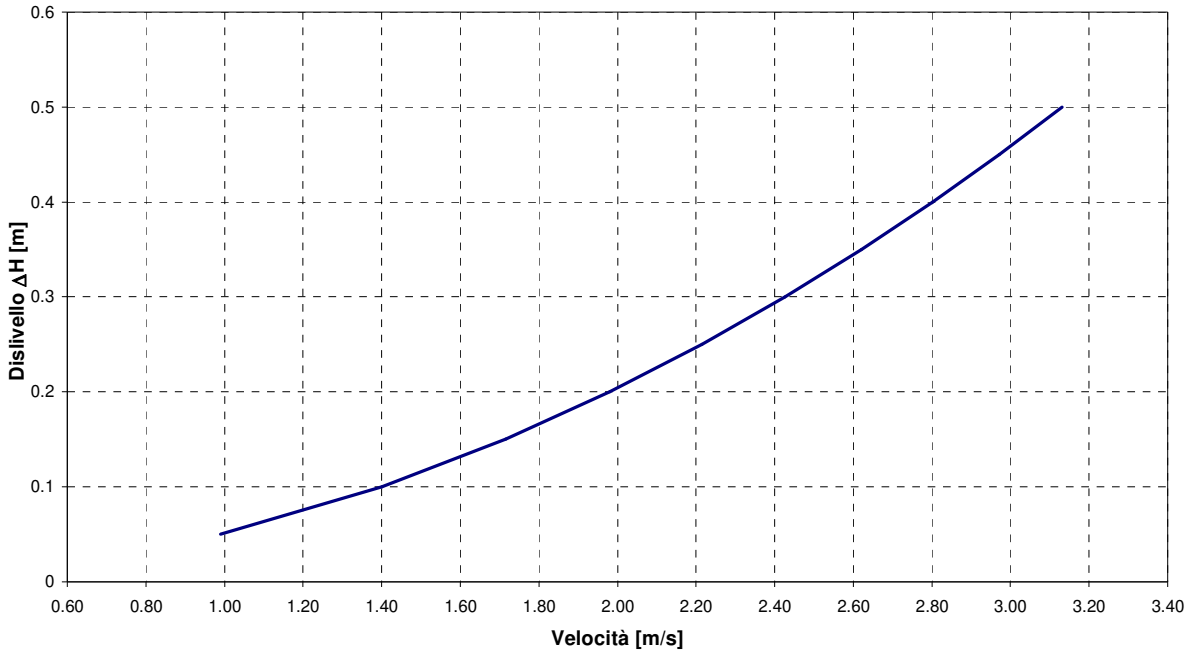


Figura 1: Andamento della velocità della corrente idrica creata dal getto d'acqua al variare del dislivello tra due bacini successivi

3.1.2. Dimensioni dei bacini

La difficoltà di risalita dei pesci aumenta con l'aumentare della turbolenza e dell'aerazione dei bacini. Per questo motivo è stato adottato per la progettazione come indicatore di efficienza di un passaggio a bacini la potenza dissipata per unità di volume espressa dalla formula:

$$Pv = \frac{\rho * g * Q * \Delta H}{Va}$$

in cui:

- Pv = potenza dissipata per unità di volume [W/m^3];
- ρ = densità dell'acqua = 1000 [kg/m^3];
- Q = portata d'acqua [m^3/s];
- Va = volume d'acqua nel bacino [m^3];

Questo criterio, fissata una potenza massima accettabile, permette, definito il salto e la portata, di determinare le dimensioni volumetriche dei bacini.

Per i salmonidi si consiglia di non superare i 200 w/m^3, mentre il limite scende a 150 w/m^3 per i ciprinidi.

Al fine di evitare cortocircuiti, ossia elevate velocità della corrente, si consiglia di mantenere sopra l'1,5 il rapporto Lunghezza (L)/Larghezza (l) dei bacini. La lunghezza minima deve essere preferibilmente maggiore a 3 volte la lunghezza del pesce.

3.1.3. Il dimensionamento delle aperture degli orifizi e delle fenditure

Il dimensionamento delle aperture nei setti separatori deve tenere conto delle specie ittiche ed in particolare della taglia dei singoli esemplari.

Si consigliano comunque larghezze superiori ai 15-20 cm al fine di minimizzarne il rischio d'intasamento.

3.1.4. La portata nel passaggio

Le formule dell'idraulica permettono di determinare la portata transitante attraverso le luci a battente (orifizi di fondo) e le luci a stramazzo (fenditure laterali).

La formula per il calcolo della portata attraverso la luce a battente sommersa è:

$$Q = Cd \cdot S \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot \Delta H}$$

in cui:

- S = sezione dell'orifizio [m^2];
- C_d =coefficiente di contrazione: funzione della forma e del profilo dell'orifizio.

La formula per il calcolo della portata attraverso lo stramazzo della fenditura laterale è:

$$Q = Cd \cdot b \cdot H_1 \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot \Delta H}$$

in cui:

- C_d = coefficiente di contrazione laterale
- b = larghezza della fessura [m];
- H_1 = è il carico sulla fessura [m].

3.2. Dimensionamento del passaggio

Al fine di un corretto dimensionamento del passaggio, è stato effettuato un rilievo topografico di dettaglio nell'area di interesse; in questo modo si è potuto definire, oltre alle quote assunte alla base del progetto, l'esatta localizzazione del passaggio rispetto alla traversa.

Vista la tendenza del flusso naturale a procedere, nel punto corrispondente alla nuova traversa, lungo la sponda sinistra idrografica e visto il posizionamento da progetto dell'opera di presa lungo la sponda destra, è stato deciso di inserire il passaggio per la fauna ittica in sponda sinistra, integrato all'interno della nuova traversa come da disegno progettuale: "*Passaggio artificiale per la fauna ittica e per il rilascio del DMV*".

La soluzione proposta, prevede di modificare la morfologia dell'alveo del canale come illustrato nella tavola di progetto allegata.

Di seguito si illustrano le scelte progettuali adottate.

Figura 2: Punto sul Rio Grande in cui è prevista la realizzazione della traversa e del passaggio per la fauna ittica, vista da valle verso monte.

1. ***Il salto complessivo e il dislivello tra i bacini***

Per il dimensionamento del passaggio si è assunta:

- La quota del pelo libero di monte di 624.05 m s.l.m (quota del muro di monte della traversa). Per livelli superiori a questa quota l'acqua defluirà anche nell'opera di presa. Per livelli inferiori la scala continuerà comunque a svolgere la propria funzione se pur in condizioni estreme, essendo il battente idrico sulla soglia stessa di pochi centimetri (<10 cm).
- La quota del pelo libero di valle di 623.32 m s.l.m, per un dislivello complessivo monte-valle di 70 cm. Tale quota corrisponde ad un livello misurato durante il rilievo topografico, non avendo altri dati a disposizione è stato utilizzato questo come valore di progetto.

Si è inoltre assunto un dislivello tra i bacini di 20 cm, vista la presenza di sole specie di salmonidi.

2. ***Il numero di bacini***

Definito il salto complessivo (0.7 m) ed il dislivello tra i bacini ([DH] =0,2 m), il numero di bacini necessari risulta di 4.

La pendenza del passaggio per pesci è del 12.5 %.

3. ***La scelta delle modalità di comunicazione tra i bacini***

Si è optato per l'utilizzo di setti in legno dotati di apertura laterale avente dimensioni tali da permettere il funzionamento della scala a stramazzo (salto). In particolare le fessure sono larghe 20 cm e profonde 40 cm rispetto alla sommità del setto.

Nell'immagine seguente sono illustrate le due tipologie di flusso adottabili per il funzionamento delle fessure laterali. La tipologia a *flusso con salto* è indicata per specie che effettuano salti (salmonidi).

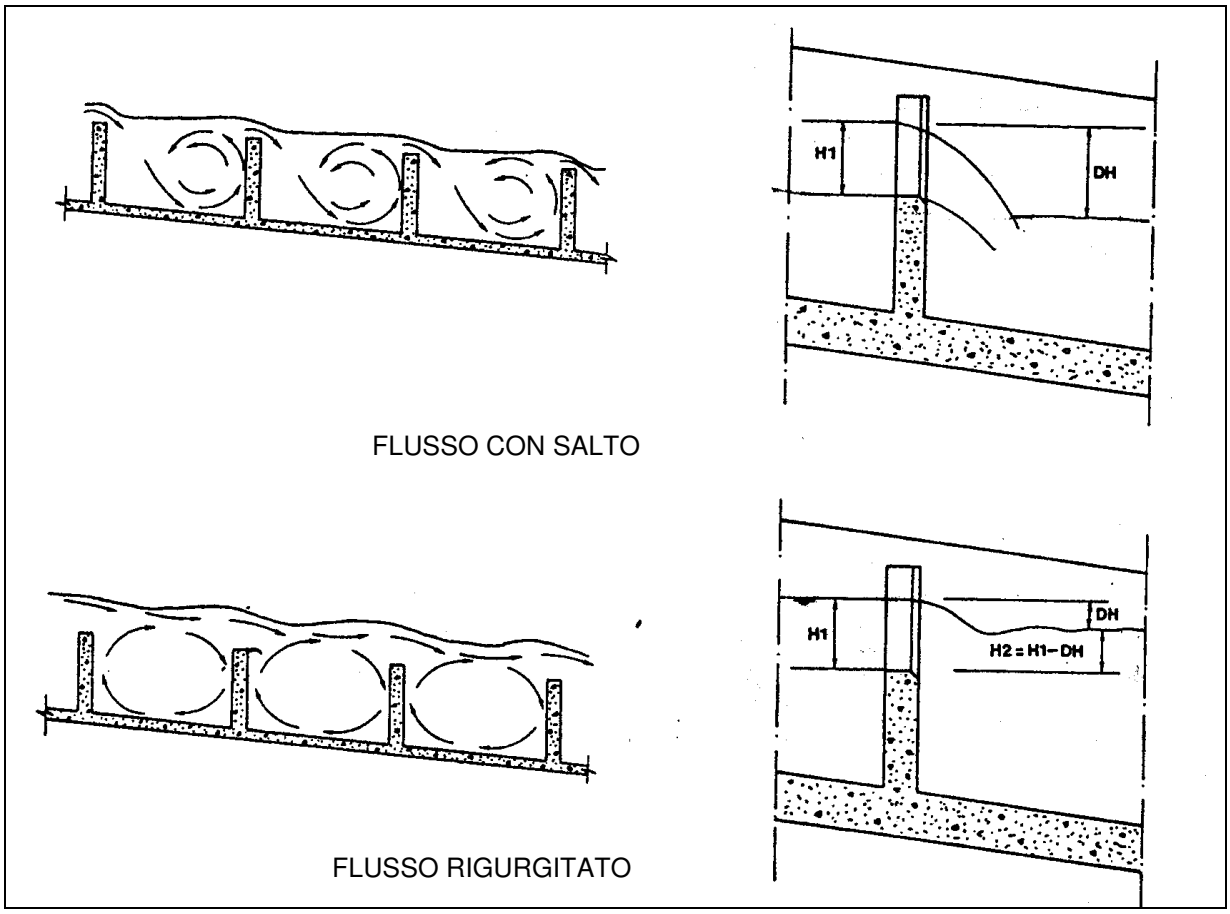


Figura 3: tipologie di passaggio attraverso le fessure laterali (il flusso con salto è stato impiegato in questo progetto)

4. *La scelta della portata nelle condizioni di progetto e le dimensioni dei bacini*

Il flusso idrico attraverso l'apertura laterale è stato fissato in 50 l/s.

Al fine di garantire un'adeguata dispersione della potenza generata dalla corrente sono state ricavate le seguenti dimensioni:

- lunghezza utile bacino [L]: 1,4 m;
- larghezza utile bacino [B]: 0,7 m;
- profondità media dell'acqua nei bacini rispetto alla portata di dimensionamento [T]: 0,60 m;
- altezza setto divisore: 0,8 m;
- lunghezza complessiva del passaggio artificiale: 5.85 m.

La potenza dissipata è stata stimata nelle ipotesi di progetto inferiore a 150 W/m^3.

La velocità massima della corrente transitante nelle fessure laterali è di 1,7 m/s.

5. *La definizione delle dimensioni dell'apertura laterale*

L'impiego della formula idraulica relativa agli stramazzi ha permesso di determinare le dimensioni ottimali dell'apertura laterale:

- distanza stramazzo-fondo bacino [p]: 0,40 m;
- larghezza apertura laterale [b]: 0,20 m;

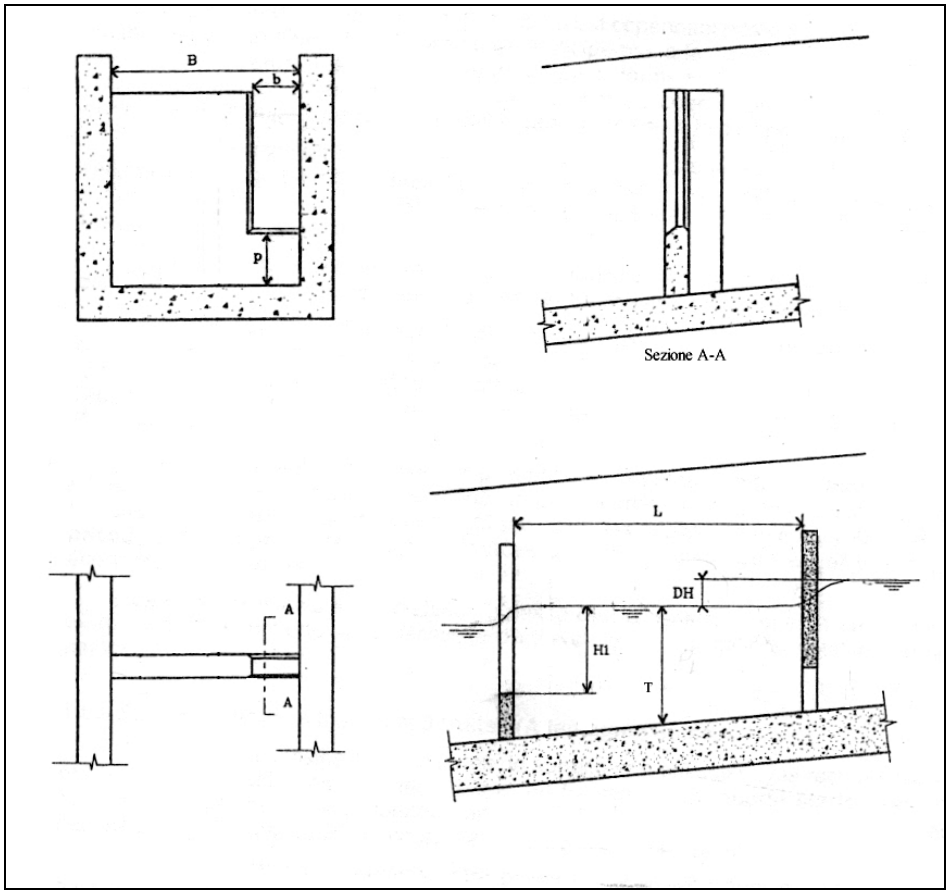


Figura 4: particolare di un bacino tipo con setto a fenditura laterale

Le caratteristiche costruttive dei setti, prevedono in corrispondenza dell'apertura laterale lo smussamento degli spigoli vivi al fine di evitare eventuali traumi ai pesci in passaggio.

6. Verifiche di funzionalità del passaggio a differenti livelli idrici di monte e di valle

Una volta dimensionato il passaggio per pesci, occorre effettuare delle verifiche funzionali in differenti condizioni idrauliche, che nel caso in esame comportano l'analisi del funzionamento dell'opera a differenti livelli idrici di valle (del canale) e di monte (lago). Il passaggio dovrà nei limiti del possibile garantire il transito dei pesci anche in condizioni idrauliche critiche.

Le verifiche sono state effettuate nelle seguenti situazioni:

A) livello idrico di monte inferiore al livello di progetto (624.05 m s.l.m.) e livello di valle inferiore al livello di progetto (623.32 m s.l.m.), condizione corrispondente alla portata minima per la quale il passaggio può correttamente funzionare.

B) livello idrico di monte superiore al livello di progetto (624.05 m s.l.m.) e livello di valle uguale al livello di progetto, tali da avere la portata massima per la quale è garantito il corretto funzionamento del passaggio, cioè 77 l/s portata superata mediamente per circa 86 giorni all'anno;

I risultati delle verifiche sono illustrati nella pagina seguente in cui è riportato anche il funzionamento nelle condizioni di progetto.

Dalle simulazioni si evince il funzionamento limite del passaggio.

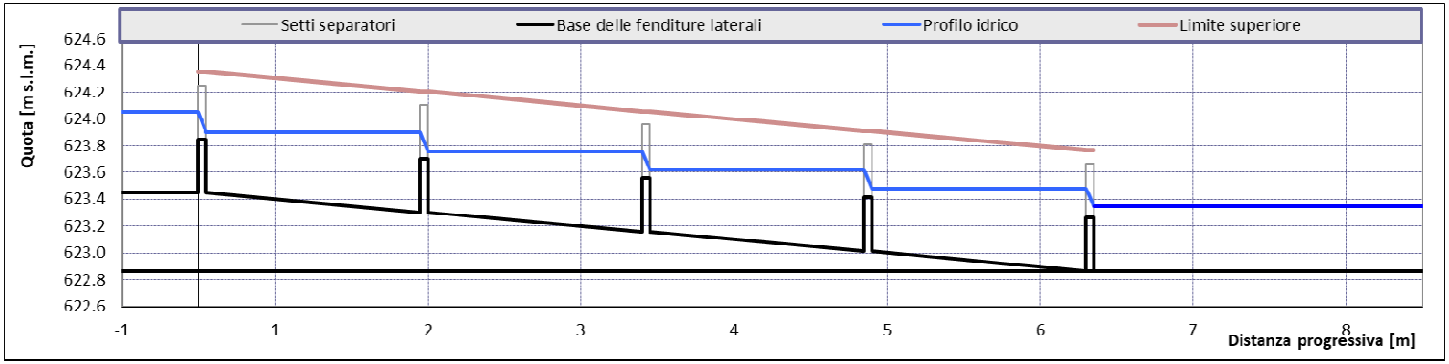
PROGETTO

Portata: 50 l/s

Quota acqua lago: 624.05

Quota acqua canale: 623.32

Potenza dissipata: 144 W/m^3



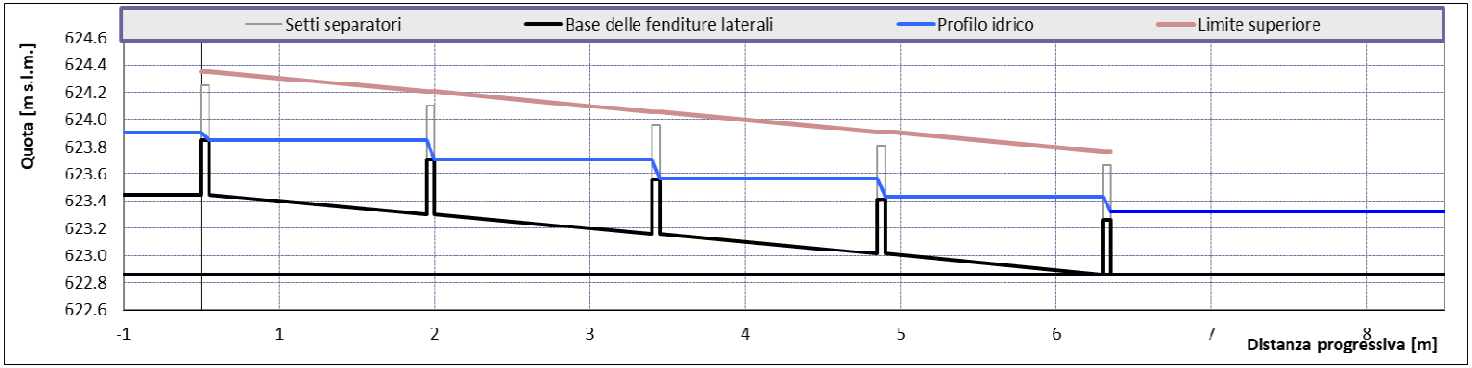
VERIFICA A

Portata: 37 l/s

Quota acqua lago: 623.90

Quota acqua canale: 623.31

Potenza dissipata: 90 W/m^3



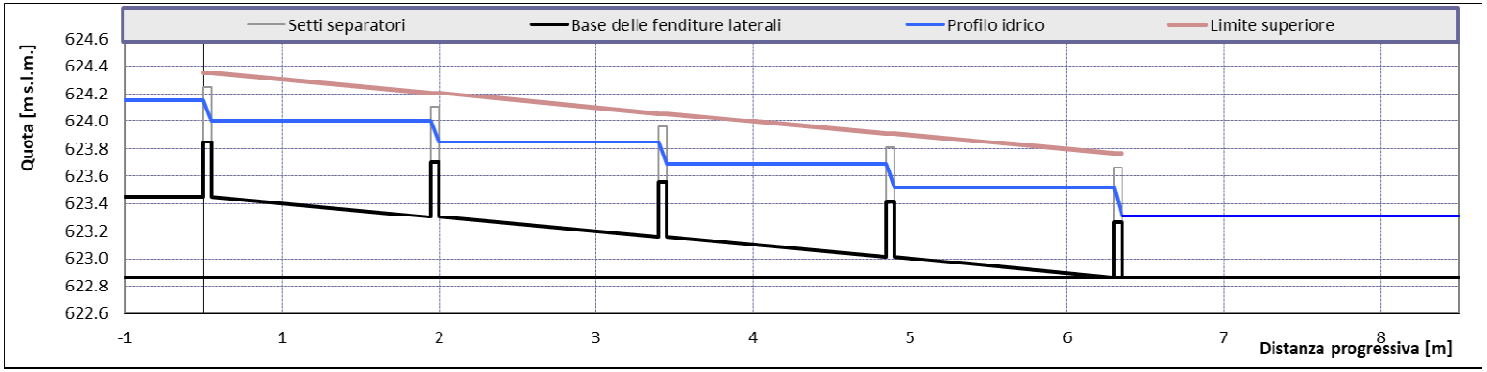
VERIFICA B

Portata: 77 l/s

Quota acqua lago: 624.15

Quota acqua canale: 623.31

Potenza dissipata: 200 W/m^3



3.3. Localizzazione del passaggio e caratteristiche costruttive

Come già precedentemente illustrato, il passaggio verrà collocato in sponda sinistra del Rio Grande, a cavallo della traversa di progetto.

Le caratteristiche costruttive del passaggio e la tipologia dei materiali selezionati sono stati definiti tenendo conto del particolare contesto in cui si inserisce l'opera.

Collegamento torrente-passaggio per pesci

Per garantire la confluenza dell'acqua all'interno del passaggio in via prioritaria (rilascio DMV) e l'effetto di scolmo delle acque ad un preciso livello idrico (quota della traversa, 624.05 m s.l.m.), si prevede di realizzare uno scavo profondo e largo circa 50 cm appena a monte di tutta la traversa e del passaggio per pesci. Questo scavo si raccorderà con il terreno naturale di monte con una pendenza consona alle condizioni dell'alveo naturale. L'area di raccordo con il terreno naturale rimarrà a fondo naturale mentre all'interno del "canale di imbocco" è bene prevedere un rivestimento in massi cementati. Questo canale inoltre dovrà avere leggera pendenza verso destra così da convogliare più facilmente eventuali detriti nel lato opposto dell'ingresso del passaggio per pesci.

Passaggio per pesci

Il passaggio per pesci "a bacini successivi" è posto a cavallo della traversa.

La struttura è formata da:

- un fondo in calcestruzzo armato di spessore 20 cm avente una pendenza di circa il 12.5 %;
- apposite guide su cui verranno fissati i panconcelli in legno;
- pareti laterali in calcestruzzo armato di spessore 15 cm sormontanti di almeno 10 cm i setti divisori per tutta la lunghezza del passaggio;
- setti divisori (panconcelli) in legno pretrattato di spessore 5 cm. I setti sono composti ciascuno da panconcelli fissati a delle guide laterali. Ciascun setto sarà dotato di apposita maniglia per consentirne la rimozione.

L'ultimo bacino verrà disposto in parallelo al bacino precedente così da posizionare l'imbocco del passaggio più a monte possibile.

La sistemazione dell'alveo a valle della traversa

La realizzazione del passaggio prevede il rimodellamento dell'alveo del canale come illustrato nella Tavola di progetto al fine di raccordare l'uscita dell'ultimo bacino con il fondo dell'alveo; in particolare l'attuale quota del fondo verrà portata mediamente a circa 623.30 m s.l.m..

Il raccordo del terreno naturale di valle con l'imbocco del passaggio andrà effettuato mediante la posa di massi recuperati in loco o da cava.

I particolari dell'opera sono illustrati nella tavola di progetto allegata.

Varano Borghi, 23 Maggio 2023

Il Tecnico

Ing. Massimo Bartolelli

Redazione: Ing. Francesco Dimiguo