

Le opere

Le opere di difesa

**Le opere di derivazione
delle acque superficiali**

**Le opere di immissione
nelle acque superficiali**



Le opere di derivazione delle acque superficiali

CHE COS'È UNA DERIVAZIONE

Con il termine di derivazione si intende un qualsiasi prelievo di acqua da corpi idrici superficiali, sotterranei o sorgenti, esercitato mediante opere mobili o fisse (regolamento regionale 10/R del 29 luglio 2003).

Le derivazioni sono classificate in base all'uso dell'acqua prelevata e alla portata derivata.

Tutti i prelievi d'acqua devono essere preventivamente autorizzati con specifici atti di *concessione* che, a seconda dell'uso richiesto e fatto salvo quanto previsto da eventuali norme speciali, possono avere validità massima compresa tra 15 e 40 anni.

Date le finalità del presente Manuale, questo lavoro si limita a presentare e a trattare le opere di derivazione da **corpi idrici superficiali**.

GLI USI DELLE ACQUE PUBBLICHE

Il regolamento regionale 10/R del 29 luglio 2003, all'art.3 classifica l'**uso delle acque pubbliche** secondo le seguenti tipologie:

- **agricolo**: qualunque uso dell'acqua, ivi compresi quello irriguo e quello antibrina, effettuato da un'azienda agricola e funzionale all'attività dell'azienda stessa;
- **civile**: l'uso dell'acqua per il lavaggio di strade e superfici impermeabilizzate, lo spurgo di fognature, l'irrigazione di aree verdi pubbliche, la costituzione di scorte antincendio;
- **domestico**: l'utilizzazione di acqua destinata all'uso igienico e potabile, all'innaffiamento di orti e giardini, all'abbeveraggio del bestiame, purché tali usi siano destinati al nucleo familiare e non configurino un'attività economico-produttiva o con finalità di lucro;

- **energetico**: l'uso dell'acqua finalizzato alla produzione di energia elettrica o di forza motrice;
- **lavaggio di inerti**: l'uso dell'acqua finalizzato al lavaggio degli inerti;
- **piscicolo**: l'uso dell'acqua finalizzato all'allevamento di specie ittiche;
- **potabile**: l'uso dell'acqua per approvvigionamento idrico alle persone, comunque effettuato;
- **produzione di beni e servizi**: gli usi dell'acqua direttamente connessi con il processo produttivo o con l'attività di prestazione del servizio, ivi comprese le infrastrutture sportive e ricreative, nonché gli usi dell'acqua per l'innevamento artificiale o per la fabbricazione, il trattamento, la conservazione o l'immissione sul mercato di prodotti o di sostanze destinate al consumo umano;
- **riqualificazione di energia**: l'uso dell'acqua, sostanzialmente a ciclo chiuso, finalizzato ad incrementare l'energia potenziale della stessa con l'obiettivo di renderla idonea alla produzione di energia elettrica nelle cosiddette ore piene;
- **zootecnico**: l'uso dell'acqua destinato alla gestione dell'allevamento, purché di volume annuo superiore a mille metri cubi.

Sulla base della **portata d'acqua derivata**, e del volume annuo prelevato si distinguono grandi e piccole derivazioni.

Secondo la legislazione vigente (R.D. 1775/33, D.Lgs 152/06) sono considerate **grandi derivazioni** quelle che eccedono i **1000 l/s** per gli **usi irrigui** e i **100 l/s** per gli **altri usi**. Per le derivazioni ad uso idroelettrico, il limite tra piccole e grandi derivazioni non è definito in termini di portata derivata massima, bensì di *potenza nominale media* annua: si parla di grandi derivazioni laddove le portate derivate consentono lo sviluppo di una potenza nominale media annua **> 3.000 kW**.

La maggior parte delle derivazioni che incontriamo sul territorio della nostra regione sono realizzate a fini idroelettrico ed irriguo. In questo Manuale, pertanto, si è scelto di presentare nel dettaglio queste due tipologie di prelievo.

DERIVAZIONI AD USO ENERGETICO (IDROELETTRICO)

Per uso idroelettrico si intende l'utilizzazione dell'*energia potenziale idraulica* di un corpo idrico per produrre energia elettrica.

Il principio su cui si basa tale utilizzazione è quello per cui una certa massa d'acqua, per il fatto di trovarsi ad una determinata quota, possiede in sé una quantità di energia ben definita (detta *energia potenziale*, ovvero l'energia della massa d'acqua in quiete a quella quota). L'acqua, nel passare da una quota di monte ad una di valle, "perde" una parte di tale energia, "trasformandola" in un'altra forma detta *energia cinetica*, che dipende dalla velocità e dalla massa dell'acqua che cade.

La massa d'acqua, a valle del suo percorso, avrà una minore quantità di energia totale per le perdite di carico dovute all'attrito (in alveo o in condotta) e ad eventuali ostacoli incontrati; la forma in cui la stessa sarà disponibile sarà inoltre cambiata poiché, contestualmente alla diminuzione di energia potenziale, si sarà verificato un aumento di quella cinetica.

Nel caso delle derivazioni a scopo idroelettrico, si cerca di utilizzare la differenza di energia potenziale dell'acqua tra due punti posti a quote diverse, il cosiddetto **salto**, per produrre **energia elettrica**.

L'acqua derivata per scopi idroelettrici viene generalmente restituita interamente al corso d'acqua attraverso apposite opere. Il tratto di asta fluviale

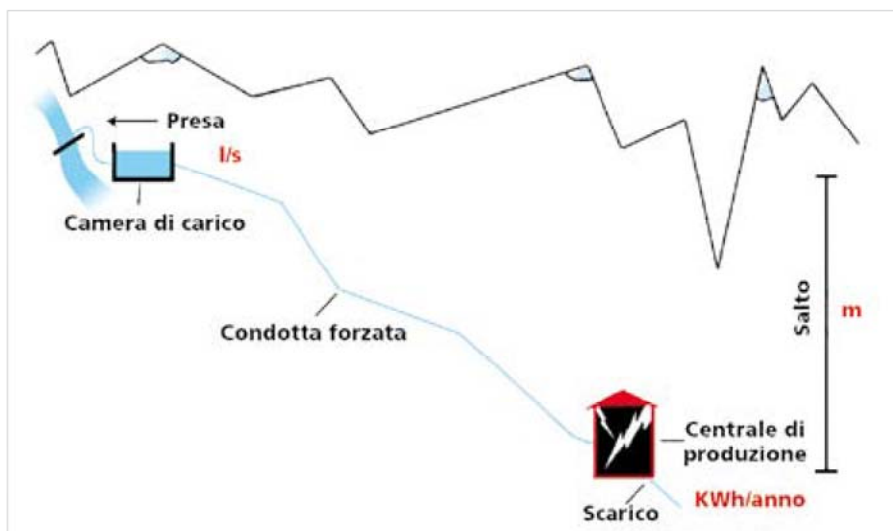
compreso tra il punto di presa ed il punto di restituzione è definito tratto sotteso e, a seconda delle caratteristiche costruttive dell'impianto, può estendersi anche per alcuni chilometri, in genere per disporre di un salto adeguato. In alcuni casi l'acqua, anziché essere restituita in alveo, può essere scaricata direttamente alla presa di un altro impianto posto più a valle, generando i cosiddetti "impianti in cascata". A volte, per la presenza di più impianti così progettati, il tratto sotteso del corso d'acqua può raggiungere anche molti chilometri. In altri casi, come per esempio quando la centrale è ubicata nel corpo della traversa, il tratto sotteso è invece nullo.



Esempio di condotta forzata

Un impianto idroelettrico è generalmente così composto:

- **opera di sbarramento**, diga o traversa (con organi di rilascio del DMV e scala di risalita per l'ittiofauna);
- **opera di presa**, la cui configurazione dipende dalla tipologia del corso d'acqua, dall'*orografia* della zona e dalle caratteristiche di erodibilità del bacino e dei sedimenti trasportati;
- **opere di convogliamento delle acque**, costituite da canali o condotte forzate. La scelta è funzione dell'*orografia* e conseguentemente della tipologia dell'impianto, a basso o ad alto salto;
- **edificio di centrale**, contenente le opere elettromeccaniche (gruppo pompa o turbina-alternatore, trasformatore, contatori, quadri elettrici e sistemi di controllo);
- **opere di restituzione**, delle acque derivate nel corso d'acqua principale.



Schema raffigurante un generico impianto idroelettrico ad acqua fluente

Si possono individuare due tipologie impiantistiche:

• Impianti con riserva d'acqua

Permettono di eseguire una regolazione dei volumi d'acqua derivati in quanto immagazzinano parte degli apporti idrici nell'invaso a servizio dell'opera; possono quindi produrre energia idroelettrica nei momenti di maggiore richiesta.

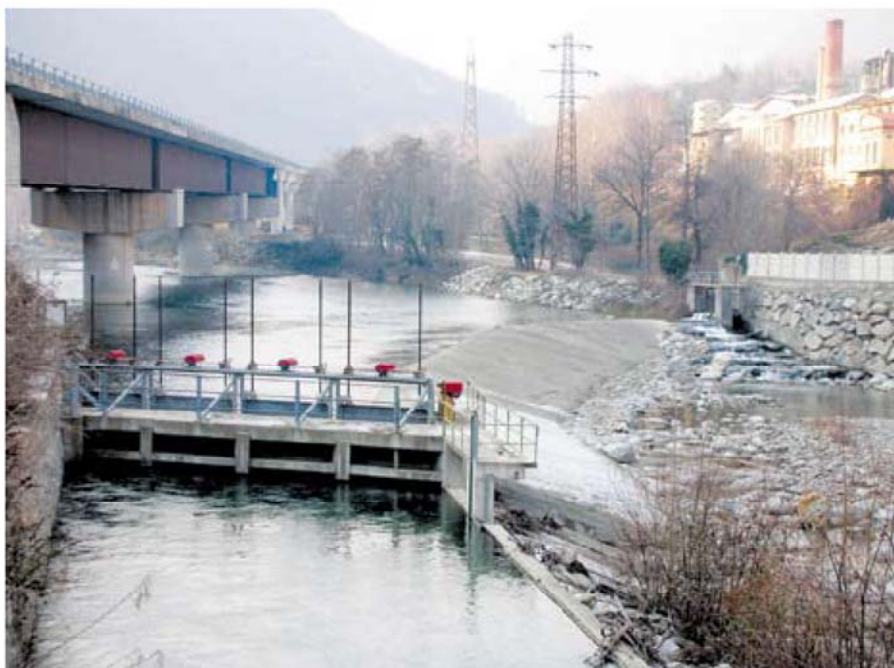


Diga di Pian Telessio – Locana

In funzione della durata di riempimento dell'invaso si possono suddividere in **derivazioni a bacino**, se permettono l'accumulo d'acqua per un periodo di poche settimane, e in **derivazioni a serbatoio**, se sono in grado di accumulare acqua per un periodo superiore (anno idrologico).

• Impianti ad acqua fluente

Sono quelli privi di qualsiasi capacità di regolazione e, pertanto, la portata utilizzata è pari alla quantità d'acqua derivabile dal fiume, al netto del rilascio del DMV da garantire, e fino alla portata massima derivabile attraverso le opere di presa. La restituzione dell'acqua in alveo avviene attraverso apposite opere.



Derivazione a servizio di impianto idroelettrico ad acqua fluente

DERIVAZIONI AD USO AGRICOLO (IRRIGUO)

Per distribuire l'acqua dai corpi idrici alle zone da irrigare, la soluzione più semplice e tradizionale è quella di scavare canali a *pelo libero* (**canali adduttori o derivatori**), collegati e alimentati dal corso d'acqua attraverso organi di presa.



Esempio di rete di distribuzione irrigua: in blu il canale derivatore principale, in azzurro la rete secondaria

In funzione della presenza o meno di un'opera di sbarramento, si possono distinguere due diverse tipologie (derivazioni irrigue dirette e con sbarramento). In alcuni casi si rende necessario immagazzinare le acque fluenti superficiali durante i periodi di maggior deflusso, per poterle utilizzare nel corso della stagione irrigua. A tale scopo si realizzano veri e propri **serbatoi stagionali**, che consistono in invasi artificiali opportunamente regolati.

Le **derivazioni irrigue dirette** si realizzano nei casi in cui il pelo libero del corso d'acqua da cui si deriva si trova ad un livello superiore rispetto a quello del canale adduttore; in questo caso non si rende necessario lo sbarramento e la derivazione può essere realizzata semplicemente aprendo luci di ingresso sulla sponda o sull'argine del corso d'acqua. Oltre agli organi di presa possono esserci strutture ausiliarie (paratoie) atte ad assicurare la regolarità della *captazione* e a ridurre i fenomeni d'interramento.

Le **derivazioni irrigue con sbarramento** si realizzano qualora la quota del pelo libero del corso d'acqua sia insufficiente ad alimentare la derivazione; in tal caso il livello idrico viene innalzato mediante una traversa che, in funzione delle caratteristiche di portata e di trasporto solido del corso d'acqua, potrà essere di tipo fisso, mobile o precario.



Derivazione irrigua con traversa di tipo fisso



Derivazione irrigua con sbarramento precario



Esempio di attingimento tramite tubo in gomma

Tra i prelievi ad uso irriguo, molti sono a carattere provvisorio, definibili **attingimenti**. L'attingimento è una derivazione da corpo idrico superficiale utilizzata per prelievi saltuari o di soccorso di durata determinata e definita, che prevede l'impiego di opere mobili o semifisse, di sifoni oppure di altri congegni elevatori posti sulle sponde o sugli argini.

Secondo il regolamento regionale 10/R del 2003, un attingimento, per essere tale, deve rispettare le seguenti condizioni:

- la portata dell'acqua attinta non deve superare i 60 l/s, e il volume complessivo annuo non deve essere superiore ai 300.000 m³;
- non devono essere intaccati gli argini, né essere pregiudicate le difese del corso d'acqua;
- non devono essere alterate le condizioni del corso d'acqua con conseguente riduzione della risorsa disponibile per le concessioni esistenti e deve essere salvaguardato e garantito il DMV nel corso d'acqua.

La **licenza di attingimento** è rilasciata per una durata non superiore a un anno, salvo rinnovo per non più di cinque volte, e può essere revocata per motivi di pubblico interesse.

OPERE DI UNA DERIVAZIONE



Opera di sbarramento caratterizzata da particolare traversa a gommone

Vengono di seguito elencate e illustrate le diverse tipologie di opere che costituiscono una derivazione, tenendo conto che non esiste, ad oggi, una classificazione ufficiale di questi manufatti. I sopralluoghi in campo, insieme all'attività istruttoria sulle concessioni di derivazione di acqua pubblica, hanno reso possibile procedere ad una catalogazione delle diverse tipologie di opere connesse alla derivazione individuabili sui corsi d'acqua del territorio. Una generica derivazione può essere costituita dalle seguenti opere:

- **opere di sbarramento;**
- **opere di presa;**
- **opere di convogliamento.**

OPERE DI SBARRAMENTO

• Le dighe

Le dighe costituiscono lo sbarramento tipico per l'alimentazione degli impianti a serbatoio o a bacino. Sono opere che, oltre ad intercettare il corso d'acqua, creano un accumulo utile ai fini della regolazione delle portate.



Vista da valle dello sbarramento della diga di Pian Telesio – Locana

• Le traverse

Sono opere costruite trasversalmente al flusso della corrente. Non hanno il compito di creare un invaso ma semplicemente di rialzare i livelli idrici a monte per alimentare la presa della derivazione, in modo continuo o periodico. Si possono individuare diverse tipologie di traverse, le principali delle quali vengono di seguito descritte:

- traverse fisse (prive di organi di regolazione);
- traverse mobili (con organi di regolazione);
- sbarramenti precari (a carattere temporaneo).

TIPOLOGIA	DENOMINAZIONE	SCHEDA
Traversa fissa	Traversa semplice	S1
	Traversa con rialzo	S1
	Traversa a trappola	S2
	Traversa a trappola rialzata	S2
Traversa mobile	Traversa con paratoie piane	S3
	Traversa con paratoie a settore	S4
	Traversa con paratoie a ventola	S5
	Traversa con paratoie cilindriche	S6
	Traversa con paratoie miste	S7
Sbarramento precario	Traversa precaria	S8



Esempio di traversa fissa



Traversa fissa con rialzo in legno

Le **traverse fisse** sono tipiche dei corsi d'acqua montani e si presentano in genere sotto forma di sbarramenti costituiti da materiali diversi. Questa tipologia di traversa è progettata per essere tracimata dall'acqua nel caso di piena o di portate superiori a quelle derivabili dall'impianto e, a tale scopo, è sagomata opportunamente per contenere i fenomeni erosivi a valle e per assicurare la necessaria protezione contro gli scalzamenti.

Qualora presente, una paratoia sghiaiatrice permette di riversare in alveo, a valle della traversa, il materiale solido trasportato dalla corrente ed evitare che lo stesso si depositi all'imbocco dell'opera di presa.



Paratoia sghiaiatrice

Nella categoria delle traverse di tipo fisso rientrano anche le cosiddette traverse derivanti comunemente definite “a trappola”, nelle quali è la stessa opera di sbarramento che funge anche da opera di presa (attraverso una griglia).



Traversa a trappola con griglia a piano alveo

Si tratta di un'opera cava che raccoglie al suo interno l'acqua filtrata da una griglia; i ciottoli, ed in genere il materiale più grossolano, rimangono all'esterno e possono defluire verso valle.

La traversa a trappola può essere a piano d'alveo, se totalmente incassata, oppure rialzata (trappola rialzata), se emerge dal fondo alveo.



Traversa mobile con paratoie piane

Le **traverse mobili** sono più tipiche dei corsi d'acqua di pianura o comunque dei corsi d'acqua soggetti a forti piene. Sono in genere costituite da una parte fissa in muratura o calcestruzzo (platea e pile di guida) su cui si innestano organi mobili (paratoie) che possono essere di vario tipo e che sono tenuti aperti durante gli eventi di piena in modo da non creare ostacolo al deflusso delle acque.

Molto spesso il medesimo sbarramento è caratterizzato in parte da traversa fissa (es. soglia in pietra o calcestruzzo) e in parte da traversa mobile dotata di organi di regolazione.



Traversa mobile, in parte costituita da soglia fissa in calcestruzzo

Gli **sbarramenti precari** si possono incontrare soprattutto nei corsi d'acqua di pianura e di media montagna e sono realizzati mediante l'accumulo in alveo di materiali sciolti (ad esempio ciottoli o cumuli di terra). Tali sbarramenti sono a servizio di opere di presa spesso sprovviste di organi di regolazione; nel caso questi ultimi siano presenti sono generalmente a movimentazione manuale.

Tali sbarramenti vengono rimodellati ogni anno e sono utilizzati nella gran parte dei casi per prese ad uso irriguo, con funzionalità soltanto stagionale.



Sbarramento precario in ciottoli d'alveo a servizio di una presa irrigua

PASSAGGI ARTIFICIALI PER L'ITTIOFAUNA

Per assicurare la compatibilità ambientale dei prelievi idrici e, in senso lato, la tutela degli ambienti acquatici, la normativa regionale e provinciale impone, oltre alla garanzia di un'adeguata quota di rilascio a valle delle derivazioni (deflusso minimo vitale), la realizzazione di appositi passaggi per la fauna ittica. La finalità di queste opere è di ristabilire quanto più possibile la continuità longitudinale dell'habitat fluviale, consentendo alla fauna acquatica (essenzialmente ittiofauna) di superare un ostacolo (un dislivello) quale ad esempio una traversa a servizio di una derivazione o una briglia di sistemazione idraulica. In questo modo sono assicurati i naturali spostamenti migratori della fauna ittica di un corso d'acqua.

LA MIGRAZIONE DEI PESCI

La **migrazione** dei pesci, come per altri animali, consiste in spostamenti in massa da un ambiente ad un altro (da molto brevi e frequenti a lunghi ed addirittura unici in un ciclo vitale). Si distinguono tre principali forme di migrazione tutte essenziali alla sopravvivenza delle *popolazioni ittiche*:

- la migrazione **trofica** – verso aree caratterizzate da migliore disponibilità di cibo, indispensabile per le fasi del ciclo vitale di crescita e sviluppo;
- la migrazione **riproduttiva** – da zone adatte alla crescita o allo svernamento a zone caratterizzate da condizioni idonee alla deposizione e alla schiusa delle uova;
- la migrazione di **svernamento** – verso zone in cui trovano adeguate condizioni e abbondanza di ripari per poter trascorrere la stagione avversa.

Le capacità natatorie dei pesci sono quantificabili in termini di **velocità** e **resistenza** e, all'interno di una stessa specie, dipendono essenzialmente dalla lunghezza del corpo del singolo individuo e dalla temperatura dell'acqua. Un individuo di taglia maggiore è in grado di sviluppare una spinta propulsiva superiore rispetto ad un altro individuo di dimensioni inferiori; inoltre acque più calde consentono scatti migliori. In ultimo, come facilmente intuibile, all'aumentare della velocità di nuoto diminuisce la resistenza allo sforzo.



Esempio di passaggio artificiale per l'ittiofauna

I **passaggi per pesci**, detti anche **scale di risalita** o **scale di rimonta**, sono realizzati con una serie di precisi accorgimenti al fine di permettere ai pesci presenti nel corso d'acqua lo spostamento da monte verso valle e, soprattutto, da valle verso monte rispetto all'opera di sbarramento.

La funzionalità di una scala di risalita dipende strettamente dal suo posizionamento rispetto all'ostacolo in alveo e da una serie di specifiche caratteristiche costruttive e dimensionali. Gli obiettivi sono attirare i pesci e ricreare sul manufatto condizioni *idrodinamiche* compatibili con le capacità natatorie e di salto specifiche delle specie ittiche presenti. Principalmente:

- l'imbocco del dispositivo di risalita deve essere posto in prossimità dello sbarramento in modo da risultare di comodo accesso ai pesci che, impegnati in una risalita, si fermano a ridosso dell'ostacolo;
- le portate defluenti nella scala devono essere tali da richiamare e indirizzare i pesci sulla stessa;
- le caratteristiche costruttive del passaggio (materiali, dimensioni, pendenza) devono garantire la riduzione della velocità di scorrimento ed una certa omogeneità di condizioni di deflusso (è fondamentale tener conto della resistenza alla velocità della corrente delle specie per le quali si realizza il manufatto).

Si distinguono tre principali categorie di passaggi:

- **passaggi semi-naturali;**
- **passaggi tecnici;**
- **passaggi speciali.**

TIPOLOGIA	DENOMINAZIONE	SCHEDA
Passaggio seminaturale	Rampe di risalita in pietrame	IT1
	Scale rustiche	IT1
Passaggio tecnico	Passaggi a bacini successivi	IT2
	Passaggi a rallentamento	IT2

• I passaggi semi-naturali

Comprendono tutti quei manufatti di risalita realizzati con l'obiettivo di simulare il più possibile le condizioni naturali di un corso d'acqua. Sono impiegati comunemente massi e ciottoli di diversa pezzatura, con o senza l'ausilio del calcestruzzo, in modo da creare microambienti diversificati e caratterizzati da aree a diversa corrente. Se realizzati correttamente consentono l'insediamento e gli spostamenti anche alla fauna macrobentonica.

A seconda del dislivello che occorre superare si realizzano:

- le **rampe in pietrame** (dislivello contenuto);
- le **scale rustiche** (dislivello elevato).

• I passaggi tecnici

Si tratta di passaggi realizzati in genere in muratura, eventualmente con porzioni metalliche o in legno, simili a comuni opere di ingegneria civile. Non imitano situazioni naturali, bensì si mostrano marcatamente artificiali, caratterizzati da soluzioni progettuali diverse, spesso riconducibili a scivoli o a scale: per le caratteristiche intrinseche non consentono comunemente la risalita alla fauna macrobentonica.

Come per i passaggi semi-naturali, le finalità principali sono il rallentamento della velocità di deflusso e la diversificazione di aree a corrente rapida e aree a corrente lenta.

A seconda della soluzione tecnica prescelta si distinguono principalmente:

- le **scale a bacini successivi;**
- le **scale a rallentamento.**



Passaggio a bacini successivi visto da valle

• I passaggi speciali

Comprendono opere particolari, anche di notevoli dimensioni, realizzate per consentire il superamento dell'ostacolo senza però ripristinare in alcun modo la continuità longitudinale del corso d'acqua. In questo caso, a differenza delle precedenti tipologie, la risalita dei pesci è generalmente passiva, attuata per mezzo di **sistemi a chiuse** (con meccanismo del tutto simile a quello delle chiuse da navigazione) o da veri e propri **ascensori**.

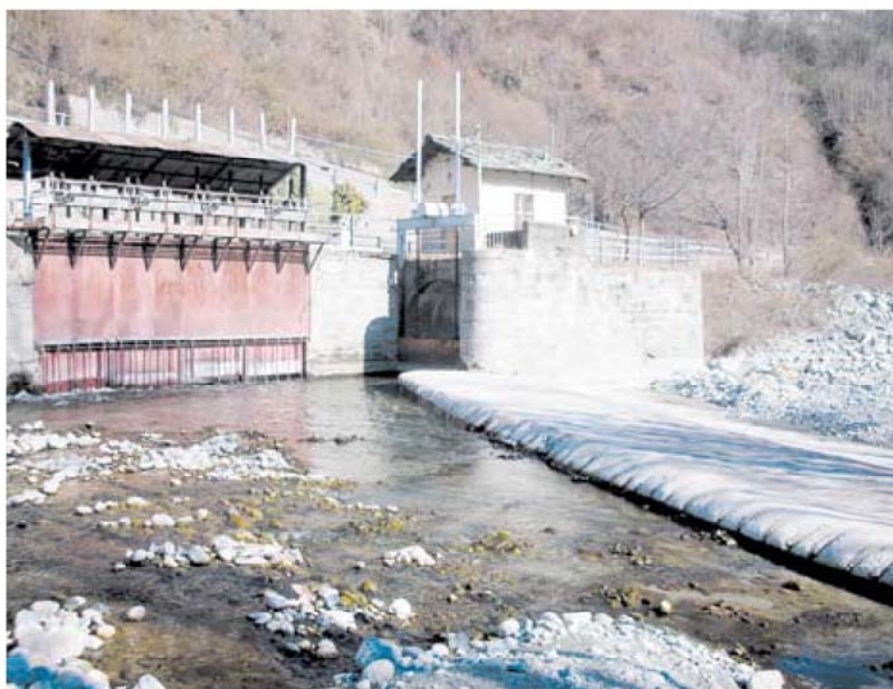
Si tratta di strutture complesse e molto costose adatte a dislivelli elevati, non superabili per mezzo delle tipologie di passaggi sopraelencate. In considerazione del fatto che essi non trovano particolare riscontro applicativo, non si ritiene di approfondire gli aspetti tecnici di queste opere in un'apposita scheda.

OPERE DI PRESA

Le opere di presa **Scheda P** sono generalmente composte da una o più **luci d'ingresso** dell'acqua, da **opere di filtraggio** (griglie dotate di sgrigliatori), da **bacini di calma** (canali sghiaiatori e dissabbiatori) e da **dispositivi di regolazione** delle portate derivabili (paratoie, sfioratori, aste idrometriche).

La luce d'ingresso è ubicata generalmente su una delle due sponde a monte dello sbarramento dove il livello idrico risulta innalzato, nella concavità di un'ansa naturale del corso d'acqua, oppure direttamente in alveo (nel caso delle traverse con soglia a trappola).

Le derivazioni degli impianti idroelettrici ad acqua fluente, così come quelle irrigue e industriali, sono generalmente dotate di **opere di presa a pelo libero**.



Esempio di opera di presa a pelo libero

Le derivazioni con serbatoio di regolazione (invaso) hanno, invece, **opere di presa in pressione** dove una bocca di derivazione munita di griglia si raccorda direttamente con una condotta in pressione.

Le opere di presa a pelo libero possono variare molto nelle dimensioni e nelle caratteristiche, in funzione delle peculiarità del corso d'acqua, del tra-

sporto solido, del tipo di sbarramento, dell'uso a cui è destinata la risorsa e della necessità o meno di consentire la regolazione delle portate derivabili.



Griglia a protezione di un'opera di presa

A protezione dell'opera di presa dal trasporto solido che accompagna il deflusso si adottano appositi dispositivi di filtraggio e di sedimentazione. Le **griglie** all'imbocco delle luci di presa trattengono foglie e corpi galleggianti. I **canali sghiaiatori** intercettano il trasporto grossolano che viene scaricato in alveo a valle della traversa con manovre di "cacciata d'acqua" o in continuo. I **canali dissabbiatori**, generalmente posti a valle del canale sghiaiatore, fanno defluire l'acqua a velocità ridotta in

modo da consentire, lungo il percorso, la sedimentazione del materiale solido in sospensione. Le stesse canalizzazioni di derivazione possono a volte funzionare da dissabbiatori oppure, in alternativa, possono esserci apposite vasche dissabbiatrici.



Scarico del canale sghiaiatore a valle di una traversa mobile



Opera di presa con in evidenza il canale dissabbiatore

La regolazione dei livelli idrici, e quindi della portata da derivare, è praticata attraverso specifici dispositivi collocati in prossimità delle luci d'ingresso (paratoie con annessi sensori di livello e/o aste idrometriche) o in corrispondenza degli organi di derivazione (sfioratori, stramazzi, luci sotto battente).

OPERE DI CONVOGLIAMENTO DELLE ACQUE

L'acqua derivata viene immessa nei **canali di derivazione**, la cui natura costruttiva varia essenzialmente al variare dell'uso della derivazione e della morfologia del territorio.



Canale derivatore irriguo realizzato in terra



Canale derivatore irriguo rivestito in muratura e massi



Condotta di derivazione in pressione a servizio di una stazione di pompaggio

Nelle derivazioni ad uso irriguo, la rete di distribuzione è in genere costituita da canali derivatori e canali distributori a pelo libero realizzati in terra, rivestiti in muratura oppure prefabbricati. Quando è necessario il superamento di un dislivello tra il punto di captazione e l'area di distribuzione, si impiegano condotte in pressione o parzialmente in pressione costituite da tubazioni metalliche o in materiale plastico.

Le derivazioni ad uso idroelettrico e industriale, caratterizzate dall'avere opere di presa a pelo libero, hanno in genere canali adduttori in cemento oppure tubazioni interrate, singole o affiancate, nelle quali la presenza di specifici dispositivi consente la regolazione delle portate derivate.

Possono esistere, inoltre, soluzioni miste che prevedono canali con tratti in galleria scavati nella roccia, altri in muratura a mezza costa ricavati nel pendio del terreno ed altri ancora realizzati in elevazione e definiti ponti-canale, atti a superare corsi d'acqua ed avvallamenti o a creare salti utili per la produzione idroelettrica.



Esempio di ponte-canale

OPERE ACCESSORIE ALLE DERIVAZIONI IDROELETTRICHE

Nelle derivazioni ad uso idroelettrico agli organi di derivazione precedentemente descritti si aggiungono le opere deputate alla trasformazione dell'energia potenziale dell'acqua in energia elettrica. Al termine del canale



adduttore, o in alcuni casi nelle immediate vicinanze dell'opera di sbarramento, è ubicata la **vasca di carico**, struttura di modesta capacità avente la funzione di assorbire momentanee eccedenze di portata o fornirne di maggiori in caso di necessità. In questo modo è in grado di ridurre gli effetti delle brusche variazioni di portata operate a valle. Le vasche di carico sono inoltre

dotate di *sforatori di superficie* o di *sifoni* atti a smaltire l'eventuale portata eccedente.

Dalla vasca di carico si dipartono le **condotte forzate** che trasportano l'acqua alle macchine della centrale. Sono costituite da tubazioni (fuori terra o interrate) in genere in lamiera di acciaio a sezione circolare, dotate di valvole in testa ed al piede che, se necessario, permettono di interrompere il passaggio dell'acqua.



Cantiere di posa di una condotta forzata

Nella **centrale** sono installati i gruppi di produzione di energia elettrica con le relative apparecchiature di protezione, comando e controllo, nonché i vari servizi ausiliari. La centrale può presentarsi con edificio sotterraneo, semi interrato oppure sopra terra; in quest'ultimo caso la struttura, in muratura o calcestruzzo, potrebbe essere rivestita in modo da limitare al minimo l'impatto sul paesaggio.

Semplificando il funzionamento di una centrale idroelettrica si può dire che, a mezzo di una **turbina idraulica**, l'energia potenziale dell'acqua, poi energia cinetica, viene trasformata in energia meccanica; successivamente l'**alternatore** ad essa collegato provvede a trasformare l'energia meccanica in energia elettrica, sotto forma di corrente alternata.



Centrale di produzione e centrale di trasformazione e smistamento

RILASCIO A VALLE DELLO SBARRAMENTO

I corsi d'acqua, soprattutto quelli a carattere torrentizio, hanno *regimi idrologici* contraddistinti da spiccate variazioni naturali di portata a carattere stagionale o anche giornaliero, conseguenti principalmente alla variazione delle condizioni climatiche. Le installazioni finalizzate alla derivazione delle acque sono, in questo senso, in grado di variare la capacità di prelievo, in funzione delle disponibilità e delle necessità. Le diverse possibilità di prelievo rientrano entro limiti determinati dal dimensionamento delle opere e da quanto disposto dal *disciplinare di concessione*. Per questo rivestono notevole importanza tutti quegli accorgimenti progettuali che consentono di smaltire verso valle le portate naturali in eccesso.

Ciascuna opera di derivazione è quindi progettata in modo da captare una determinata quantità d'acqua; la risorsa non derivata rimane in alveo e viene fatta defluire verso valle attraverso appositi organi di rilascio.

Il **rilascio** **Scheda R** può avvenire con diverse modalità e a diversi livelli del complesso di derivazione anche in contemporanea. In particolare:

- **dall'opera di sbarramento;**
- **dall'opera di presa / adduzione;**
- **dalla sponda opposta all'opera di presa.**

La più diffusa applicazione pratica è senz'altro rappresentata dagli **stramazzi** e dalle **luci a battente**.

Tuttavia, a fronte della varietà di tipologie di opere di derivazione presenti sul territorio, è possibile disporre di un ampio spettro di soluzioni, la cui scelta dipende dalla specificità di ogni sito e dall'onerosità degli interventi strutturali che si rendono necessari.

• Rilascio dallo sbarramento

L'acqua da rilasciare non viene intercettata, ma lasciata defluire verso valle direttamente alla traversa, per semplice sfioro superficiale o mediante soluzioni progettuali diverse.

Negli sbarramenti precari la via di rilascio principale si può attuare per mezzo di una sezione di deflusso sagomata nel corpo dell'accumulo del materiale in alveo, oppure attraverso la posa di un tratto di tubazione, sempre all'interno del corpo dello sbarramento, in grado di collegare monte e valle.



Rilascio da sezione di deflusso su sbarramento

- **Rilascio dall'opera di presa / adduzione**

Parte dell'acqua intercettata dalla canalizzazione di presa ritorna in alveo grazie a dispositivi differenti, fissi o mobili: in questo caso il rilascio avviene in genere poco più a valle rispetto all'opera di sbarramento.

- **Rilascio dalla sponda opposta all'opera di presa**

Questo tipo di soluzione presuppone un aggiramento dello sbarramento. Essa consiste nella realizzazione di una sezione di rilascio collegata ad un tratto di canalizzazione o di tubazione con lunghezza e pendenza ridotte, sufficienti a collegare la sezione a monte dello sbarramento con quella a valle.

Secondo la normativa vigente è reso obbligatorio rilasciare a valle delle captazioni idriche una portata di **Deflusso Minimo Vitale (DMV)**. La quota di DMV rilasciata deve essere prioritaria rispetto alla quantità di acqua da captare e deve essere garantita immediatamente a valle del prelievo: ciò comporta che, se le portate naturali in alveo sono prossime ai valori di DMV, il concessionario debba interrompere il prelievo.

IL DEFLUSSO MINIMO VITALE (DMV)

Il regolamento regionale 8/R del 2007 definisce il **DMV** come “la portata minima istantanea che deve essere presente in alveo immediatamente a valle dei prelievi, al fine di mantenere vitali le condizioni di funzionalità e di qualità degli ecosistemi interessati”. Il valore di DMV rappresenta, dunque, la portata minima che il concessionario deve garantire nel corso d'acqua a valle delle opere di captazione, mediante opportuni accorgimenti e dispositivi. Nei periodi durante i quali la disponibilità idrica nel corso d'acqua sia pari o inferiore al DMV, il concessionario è tenuto ad interrompere il prelievo.

Secondo il Piano di Tutela delle Acque della Regione Piemonte, del quale il succitato regolamento rappresenta norma di attuazione, il DMV è condizione necessaria per il rilascio delle nuove concessioni di derivazione di acqua pubblica e per i provvedimenti di rinnovo delle concessioni.

Occorre precisare, però, che non tutte le opere di derivazione del territorio regionale ad oggi in funzione rilasciano le portate di DMV previste dalla normativa: infatti, molte delle installazioni risalgono a parecchi anni fa, cioè a quando i disciplinari di concessione non imponevano ancora il rilascio del DMV. A fronte di ciò, la normativa regionale di riferimento offre indicazioni specifiche relativamente alle modalità e soprattutto alle tempistiche grazie alle quali giungere ad una piena regolarizzazione della situazione esistente: il Reg. 8/R impone che tutte le derivazioni in atto da corpi idrici naturali rilascino, anche con soluzioni provvisorie, il DMV di base entro il 31 dicembre 2008 e stabilisce il termine ultimo per l'adeguamento delle opere di presa al 31 dicembre 2010.

SCHEDE TECNICHE

OPERE DI SBARRAMENTO

Scheda S1

Tipologia: Traversa fissa

Denominazione: “Traversa semplice” – “Traversa con rialzo”

Breve descrizione generale

Sbarramento fisso costituito da muratura, massi cementati o altro materiale stabilizzato, e caratterizzato da asse rettilineo (o curvilineo per estendere la soglia di sfioro) in genere disposto perpendicolarmente all'andamento del corso d'acqua. In relazione alle caratteristiche geomorfologiche dell'alveo, al trasporto solido e alla specifica necessità di derivazione si avrà un determinato dimensionamento dell'opera ed una sua precisa configurazione. In linea generale, sulla base del dislivello che si produce tra i livelli idrici di monte e di valle, si ha una diversa *capacità d'invaso*.



Traversa fissa in muratura

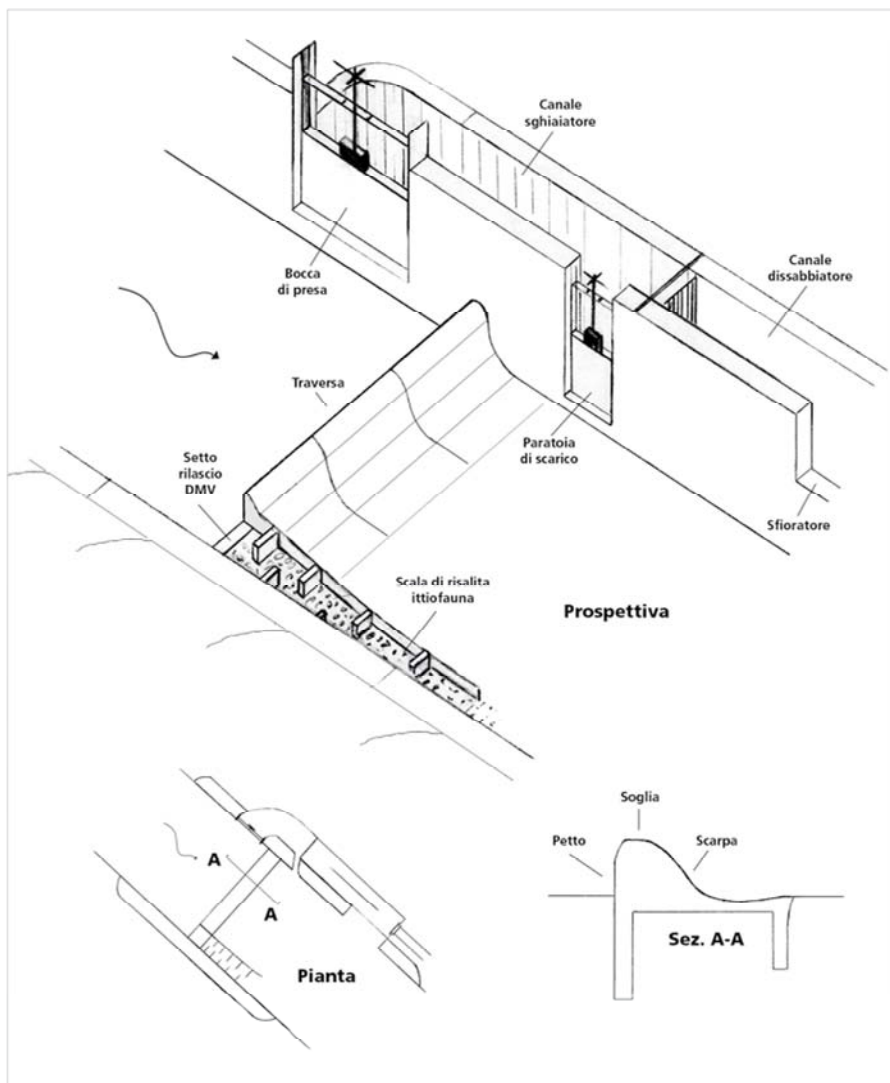
La forma delle traverse fisse dipende strettamente dal fatto che, per la loro natura, esse sono destinate ad essere periodicamente tracimate (superate dall'acqua). Analizzando il profilo tipo di uno sbarramento fisso (vedi sez. A-A a pag. 123) si possono distinguere:

- una parete verso monte, grossomodo verticale, detta **petto**;
- una parete piana orizzontale detta **soglia**;
- una parete a pendenza decrescente detta **scarpa**.

La progettazione di una traversa deve tenere in considerazione l'insieme delle possibili alterazioni che il suo inserimento può determinare alle dinamiche del corso d'acqua in condizioni di portate ordinarie e, soprattutto, in condizioni di portate di piena. Principalmente: variazione del *profilo di corrente*, mutamento del trasporto solido con accumulo a monte dell'opera ed erosione a valle della stessa.



Traversa fissa in muratura con paratoia sghiaiatrice



Rappresentazione schematica di una generica traversa fissa

In considerazione del fatto che a monte di una generica opera di sbarramento si ha la tendenza al deposito delle portate solide (soprattutto in corrispondenza dell'opera di presa), in presenza di una traversa fissa si rende spesso necessaria l'installazione di un'apposita paratoia di scarico, detta comunemente **callone** o **paratoia sghiaiatrice**. Essa viene periodicamente

aperta (oppure aperta in continuo) per consentire la pulizia dei sedimenti accumulati in corrispondenza dell'opera di presa: quando le aperture sono discontinue si parla di “cacciate” della paratoia sghiaiatrice.

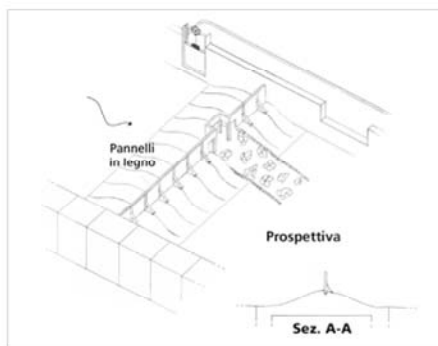


Traversa fissa con paratoia sghiaiatrice e bocca di presa multipla: si noti l'accumulo di detriti a monte dell'opera di sbarramento

In determinate situazioni, al fine di incrementare la capacità d'invaso e di conseguenza le potenzialità di presa, si prevede l'installazione di un rialzo sulla sommità della traversa. Esso, nella maggior parte dei casi, risulta costituito da tavole o panconi di legno fissati alla struttura muraria in modo differente a seconda delle specifiche scelte progettuali.



Traversa fissa con rialzo costituito da tavole di legno



Raffigurazione schematica di una generica traversa fissa dotata di rialzo

Tipologia: Traversa derivante fissa

Denominazione: “Traversa a trappola” – “Traversa a trappola rialzata”

Breve descrizione generale

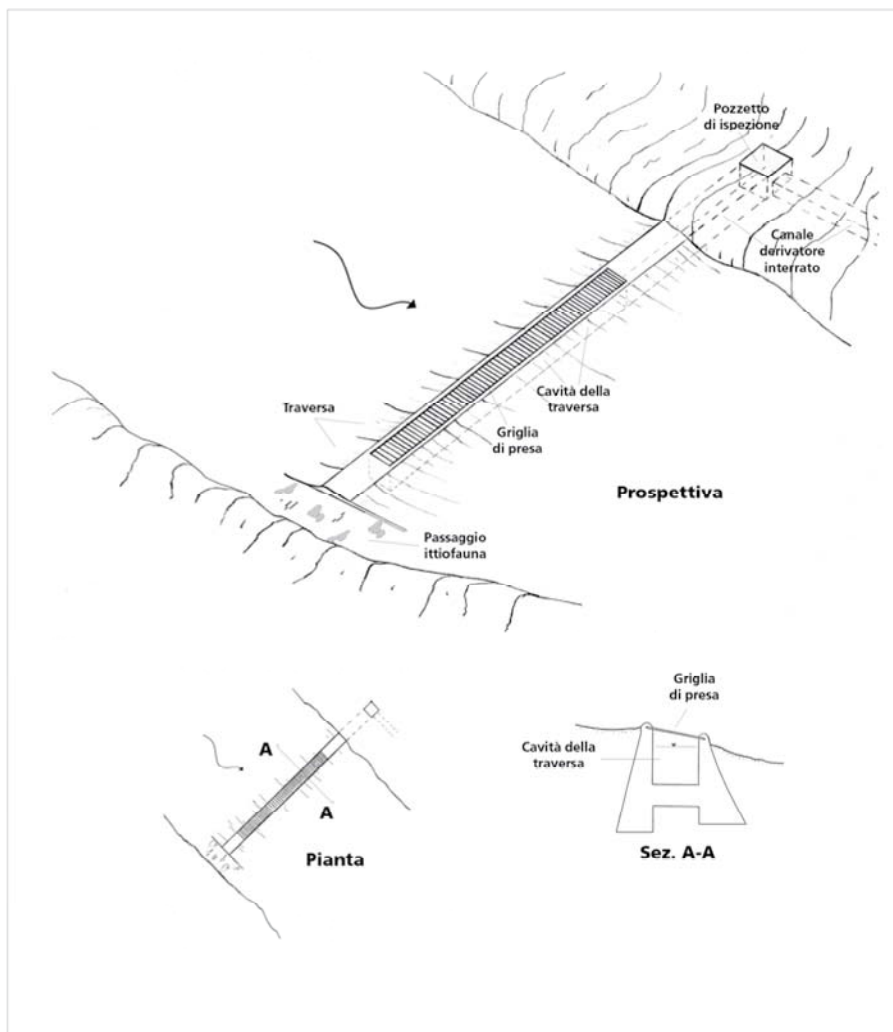
Traversa fissa, in muratura, con asse rettilineo perpendicolare alla direzione di deflusso.

Detta tipologia di sbarramento è definita comunemente **a trappola** in quanto è la traversa stessa che, dotata sulla soglia di apposita griglia metallica suborizzontale, consente la derivazione (il dispositivo di presa è inserito nel corpo della traversa). L'acqua, attraverso la griglia, entra in una cavità (singola o doppia) ricavata all'interno della traversa che conduce agli organi di presa in genere interrati, a lato del corso d'acqua.



Traversa a trappola vista da valle

Questo tipo di opera ha per sua natura la tendenza a favorire l'ingresso del materiale solido nelle strutture di adduzione e, per questo, rivestono un ruolo di primaria importanza gli **organi sghiaiatori** e **dissabbiatori** dell'opera di presa (vedi **Scheda P**), soprattutto in previsione di un utilizzo idroelettrico delle portate derivate.



Raffigurazione schematica di una traversa a trappola con griglia a piano alveo

I principali vantaggi di tali opere risiedono nel fatto che in questo modo si riducono le problematiche (di carattere idraulico e non solo) connesse all'inserimento di una generica opera trasversale in alveo come ad esempio uno sbarramento classico in muratura. Le traverse a trappola con soglia a piano alveo non creano una **ritenuta** e determinano un'interruzione della continuità longitudinale del corso d'acqua ridotta, se paragonata ad altre opere trasversali.



Traversa a trappola con griglia di presa a piano alveo

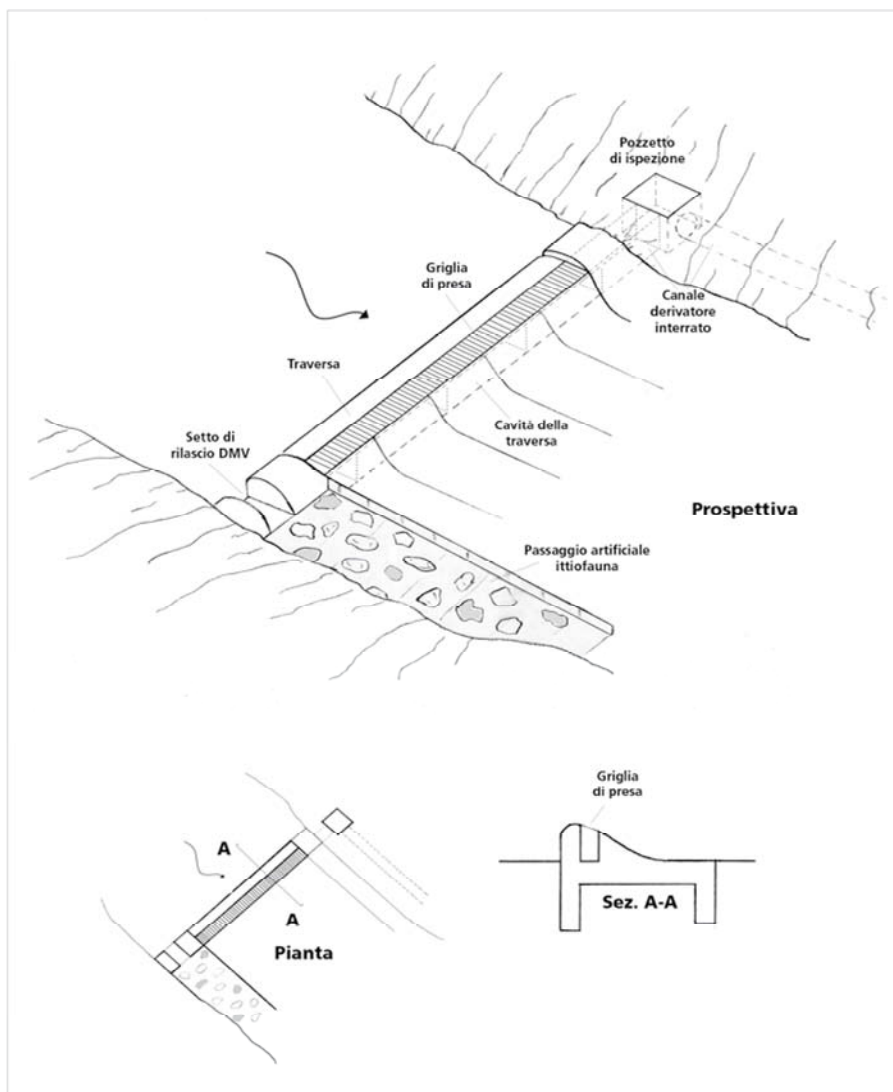


Griglia di presa, particolare

Viceversa, il fatto di avere un corpo totalmente incassato in alveo può determinare problematiche in relazione alla garanzia del rilascio del Deflusso Minimo Vitale (DMV). In assenza di una ritenuta, le naturali modificazioni nella morfologia dell'alveo, conseguenti essenzialmente al susseguirsi dei fenomeni di pieria, possono determinare uno spostamento della via di deflusso principale, allontanandola dalla prevista sezione di rilascio. In questo modo può accadere che le portate di magra transitino in corrispondenza della gri-

glia e, di conseguenza, vengano totalmente captate. Si rendono perciò necessari periodici interventi di controllo e manutenzione.

In determinati casi, al fine di ovviare a tale problema, si adotta una soluzione progettuale analoga, con la sola differenza di prevedere una soglia leggermente rialzata. In questo modo la ritenuta, seppur modesta, fa sì che le portate di rilascio transitorio con maggiore probabilità, costantemente, attraverso l'apposita sezione (setto ribassato nello sbarramento).



Rappresentazione schematica di una traversa a trappola rialzata

Tipologia: Traversa mobile

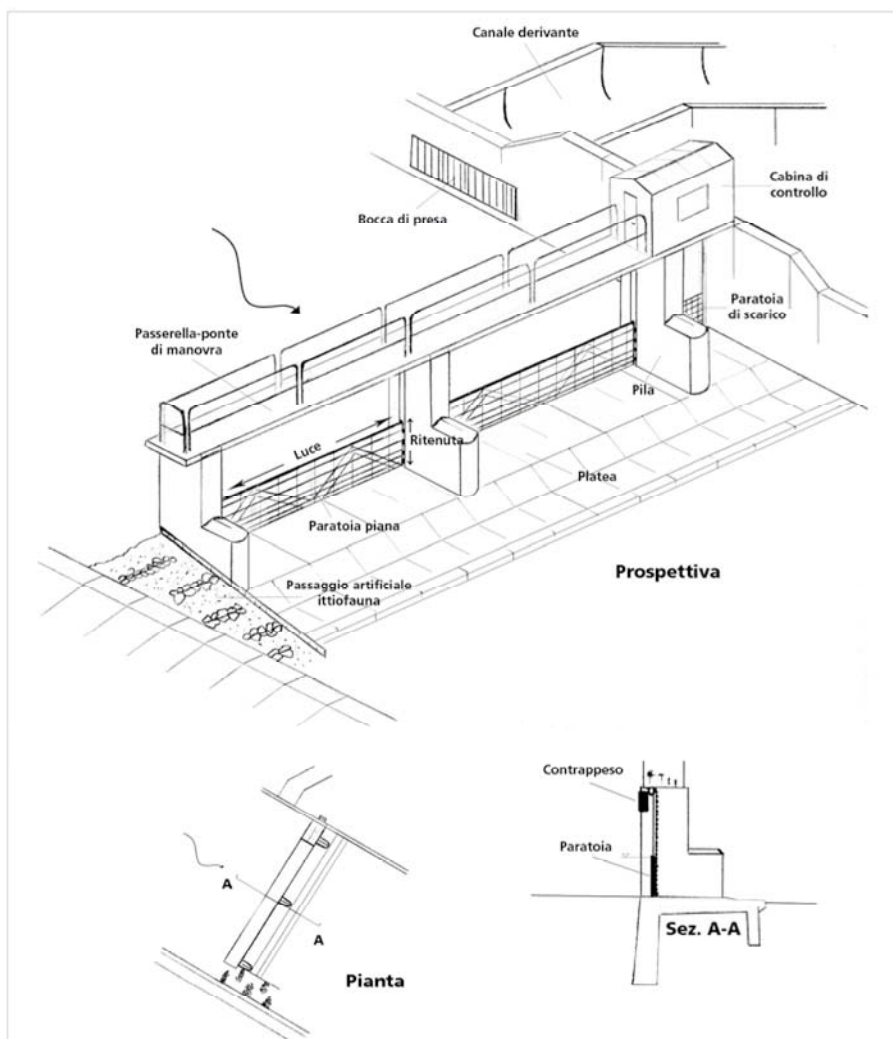
Denominazione: “Traversa con paratoie piane”



Sbarramento con paratoie piane

Breve descrizione generale

Sbarramento con asse rettilineo perpendicolare al corso d'acqua costituito da una struttura muraria, composta essenzialmente da una platea e da una serie di pile, sulla quale si inseriscono gli organi di tenuta mobili, nel caso specifico, le **paratoie piane**.



Rappresentazione schematica di una traversa mobile dotata di paratoie piane

A seconda della **luce** e della **ritenuta** si hanno diverse tipologie di paratoie con differenti organi di sollevamento. In relazione alla necessità di invaso, le paratoie piane possono essere in legno o in metallo (essenzialmente acciaio), con la parte a contatto con l'acqua, detta **scudo**, rinforzata da semplici traverse o travi composte o reticolari. Le paratoie sono inserite all'interno di apposite scanalature delle pile murarie, comunemente rivestite in acciaio, definite **gargami**; opportune guarnizioni in acciaio, teflon o gomma assicurano la tenuta.



Paratoie piane in posizione aperta viste da monte

Il sollevamento avviene lungo la verticale mediante specifici organi con meccanismi diversi, in relazione alle dimensioni delle paratoie e alla ritenuta: possono essere impiegate semplici aste rigide, filettate o dentate, manovrate manualmente nel caso di paratoie di modeste dimensioni. Viceversa, in caso di opere di dimensioni maggiori, sono previste aste filettate mosse da appositi **argani**



Contrappeso dotato di asta graduata utile alla regolazione dell'apertura della paratoia

idraulici oppure funi o catene dotate di avvolgitori e azionate da motori elettrici o a pressione d'olio. Nel caso di opere di sbarramento con ritenute considerevoli, al fine di ridurre l'attrito tra paratoie e gargami, spesso si ricorre ad appositi rulli o ruote; inoltre, comunemente, si fa ricorso ad adeguati contrappesi che limitano ulteriormente lo sforzo in fase di sollevamento.



Particolare di paratoia piana vista da valle



Argano di sollevamento

Scheda S4

Tipologia: Traversa mobile

Denominazione: “Traversa con paratoie a settore”

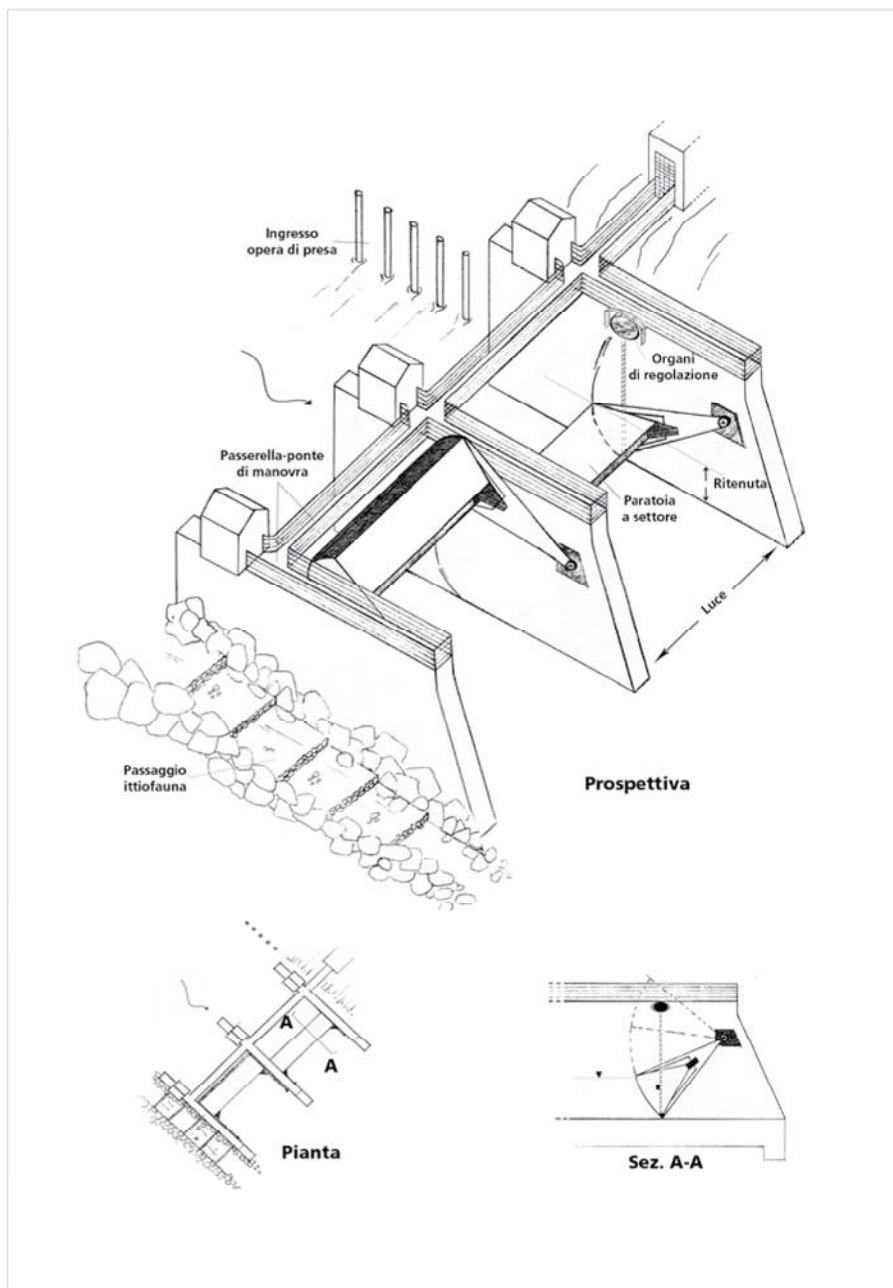


Paratoia a settore

Breve descrizione generale

Sbarramento con asse rettilineo perpendicolare al corso d'acqua costituito da una struttura muraria in cemento armato, composta essenzialmente da una platea e da una serie di pile, sulla quale si inseriscono gli organi di tenuta mobili, nel caso specifico, le **paratoie a settore**. Si tratta di una particolare tipologia di opera di sbarramento, molto impiegata, in cui la paratoia ha la forma di un **settore circolare**, definito genericamente come la porzione di un cerchio racchiusa tra due raggi ed un arco di circonferenza.

La paratoia, mossa dagli organi di sollevamento che agiscono con una trazione sulla verticale (in genere catene dotate di avvolgitori e motori elettrici o idraulici), ruota intorno ad un perno fisso assicurato alle pile laterali della struttura muraria: il movimento di apertura ricorda quello della visiera di un casco da moto.



Raffigurazione di uno sbarramento con paratoie a settore



Sbarramento mobile con paratoie a settore in posizione di massima apertura

A differenza delle paratoie piane, lo sforzo di sollevamento è inferiore; inoltre, a seconda della geometria dell'opera, l'apertura dello sbarramento può essere più o meno facilitata dalla spinta determinata dall'acqua.

Questa tipologia di paratoia, oltre al vantaggio di essere caratterizzata da sforzi di sollevamento contenuti, è spesso preferita, rispetto ad altre soluzioni, per l'assenza di dispositivi meccanici delicati sotto il livello di ritenuta e di dispositivi complessi richiedenti

frequente manutenzione. In ultimo, un ulteriore vantaggio sta nel fatto che il funzionamento di questa traversa può essere facilmente automatizzato in modo che, al superamento di un determinato e prefissato livello idrico, le paratoie si aprano automaticamente (**paratoie autolivellanti**).



Paratoie a settore

Tipologia: Traversa mobile

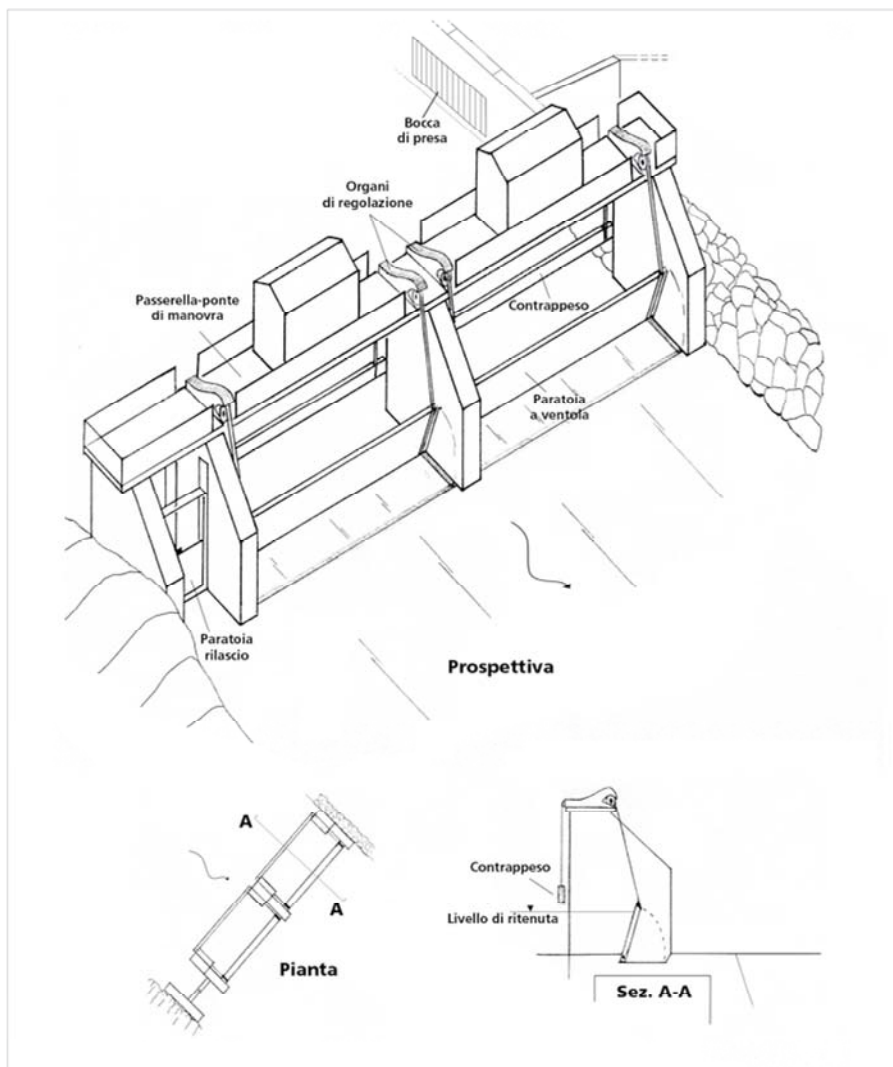
Denominazione: “Traversa con paratoie a ventola”



Invaso determinato da paratoia a ventola

Breve descrizione generale

Sbarramento con asse rettilineo perpendicolare al corso d'acqua, costituito da una struttura muraria in cemento armato sulla quale si inseriscono gli organi di tenuta mobili, nel caso specifico le **paratoie a ventola**. Esse sono caratterizzate da una struttura metallica generalmente piana, rinforzata, in grado di ruotare intorno ad un asse orizzontale fissato a cerniera alla platea: generalmente nella posizione di chiusura (massima ritenuta) la paratoia risulta inclinata di circa 30° rispetto alla verticale; viceversa, in posizione di libero deflusso (completa apertura) essa è disposta in posizione orizzontale.



Raffigurazione schematica di una traversa con paratoie a ventola

Il movimento della paratoia avviene grazie ad argani meccanici di varia natura: molto spesso il funzionamento è totalmente automatico, assistito da organi di regolazione di emergenza. Per effetto dell'aumento della pressione conseguente all'incremento del livello di ritenuta, in assenza di regolazione e controllo, se previsto, la paratoia a ventola si abbassa automaticamente liberando il deflusso.

Il punto probabilmente più critico di questo tipo di installazioni risiede nell'asse di rotazione della ventola, laddove sono disposte le **cerniere**: occorre, infatti, garantire il costante funzionamento del sistema, tenendolo al riparo da occlusioni e rischio ghiaccio.



Particolare di una paratoia a ventola

Le paratoie a ventola, per lo specifico principio di funzionamento, consentono una regolazione dei livelli a monte dello sbarramento piuttosto semplice evitando, allo stesso tempo, ad alcune problematiche ad essa connesse. Infatti, a differenza delle altre tipologie di paratoia, l'inizio delle manovre di apertura avviene dall'alto con il grande vantaggio di consentire una migliore e più semplice regolazione e, allo stesso tempo, di far defluire a valle dello sbarramento i materiali galleggianti accumulati.



Paratoia a ventola vista da valle

Scheda S6

Tipologia: Traversa mobile

Denominazione: “Traversa con paratoie cilindriche”

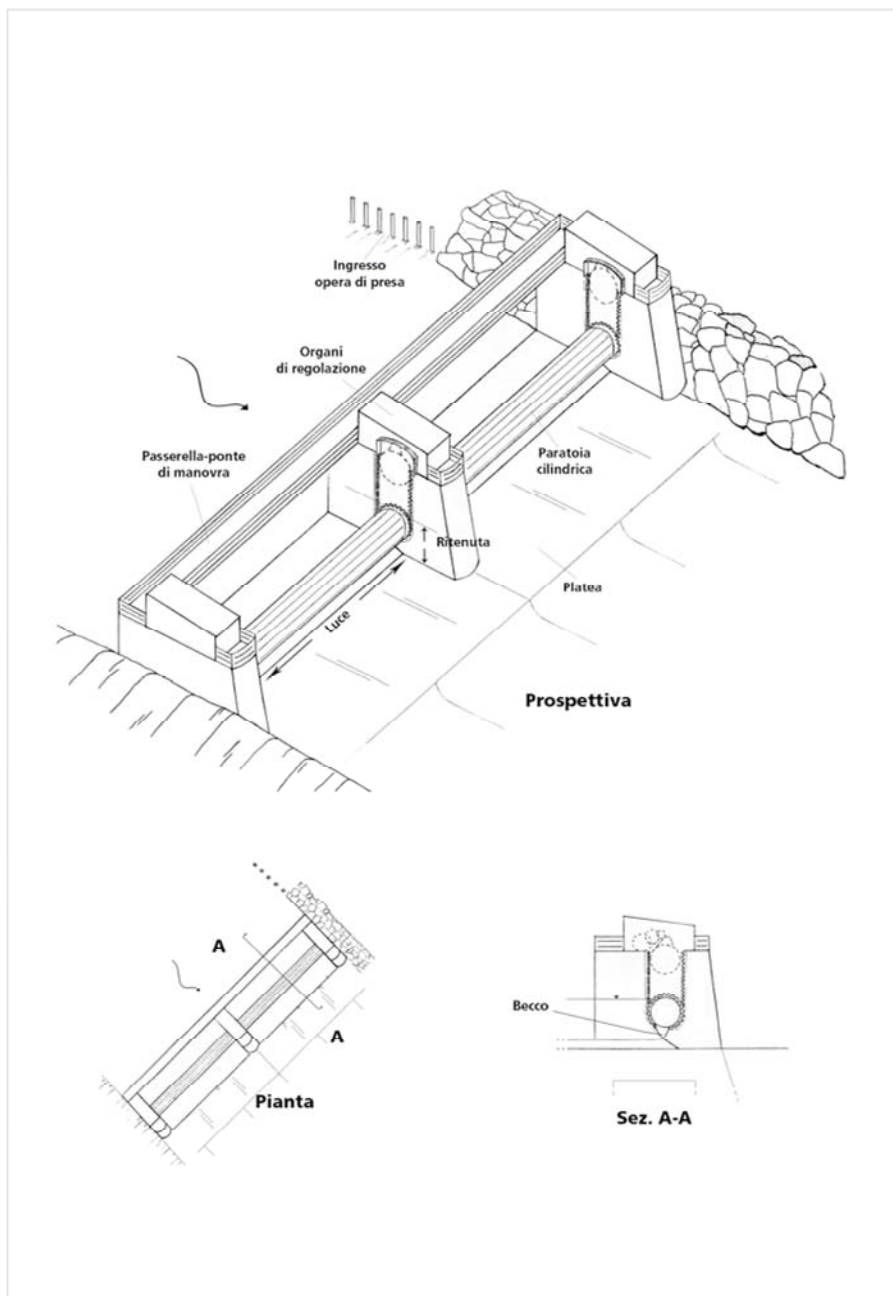
Breve descrizione generale

Sbarramento con asse rettilineo perpendicolare al corso d'acqua, costituito da una struttura muraria in cemento armato sulla quale si inseriscono gli organi di tenuta mobili, nel caso specifico le **paratoie cilindriche**. Esse sono costituite da un tubo-cilindro metallico orizzontale, caratterizzato da una struttura interna irrigidita che garantisce al complesso una notevole resistenza alle flessioni. Determinate soluzioni progettuali prevedono la predisposizione di un **becco** o di uno scudo aggiuntivi che, sagomati in modo opportuno, consentono un incremento del livello di ritenuta (vedi sez. A-A a pag. 139).

Il sollevamento avviene per rotolamento delle paratoie: ciascun cilindro mobile è infatti dotato, alle estremità laterali, di ruote dentate coassiali (caratterizzate dal medesimo asse di rotazione) che ingranano su apposite dentiere delle pile laterali. La paratoia si solleva facendo rotolare le ruote dentate lungo i piani inclinati delle dentiere.

Gli organi di sollevamento possono essere di diversa natura e, a seconda della soluzione prescelta, possono agire su una oppure su entrambe le estremità della paratoia. In genere sono impiegate catene azionate da appositi motori (argani) posti sulla sommità delle pile.

Per le caratteristiche intrinseche e la relativa facilità di sollevamento, questa tipologia di paratoia è adatta a luci molto ampie (sino a 50m) anche se preferibilmente caratterizzate da ritenute non eccessive. Per questi motivi le paratoie cilindriche sono comunemente impiegate negli sbarramenti dei grandi fiumi di pianura, mentre non trovano riscontro in ambito montano.

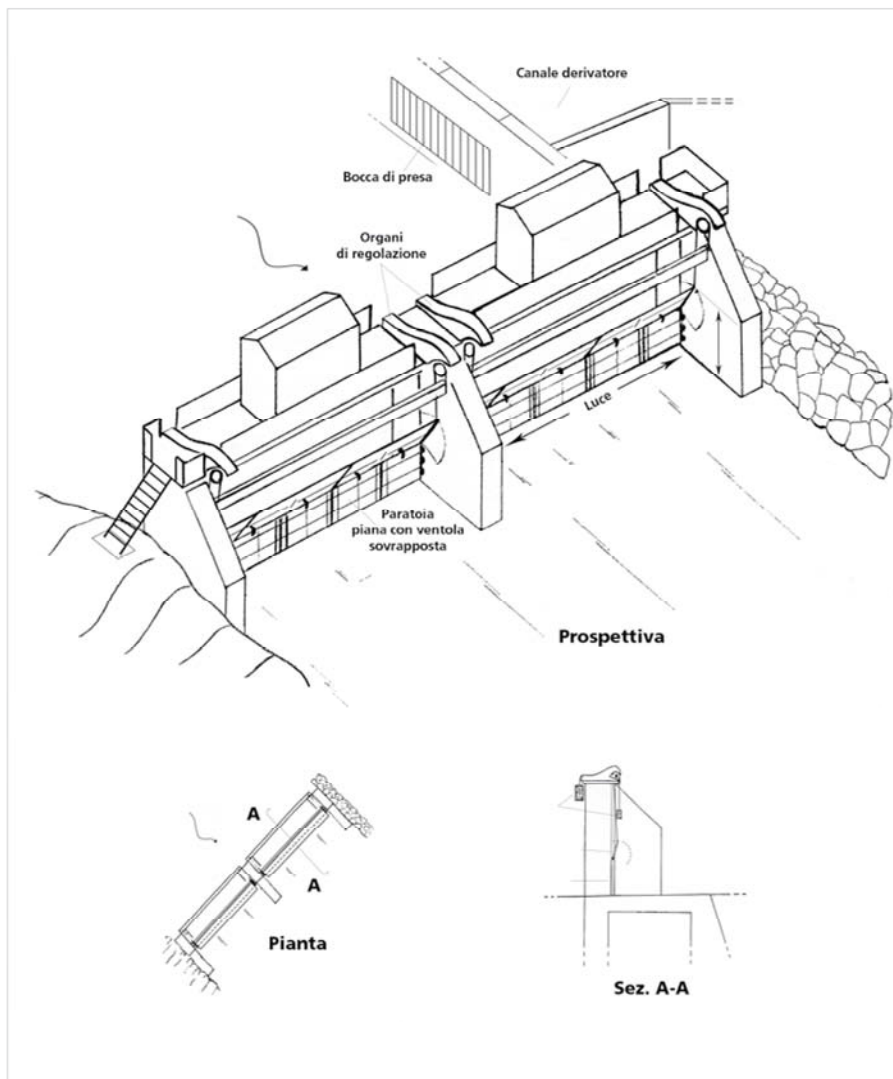


Raffigurazione schematica di una traversa con paratoie cilindriche

Scheda S7

Tipologia: Traversa mobile

Denominazione: "Traversa con paratoie miste"



Rappresentazione schematica di una traversa mobile con paratoie miste: ventola su piana

Breve descrizione generale

Sbarramento con asse rettilineo perpendicolare al corso d'acqua, costituito da una struttura muraria in cemento armato, sulla quale si inseriscono gli organi di tenuta mobili. Nel caso specifico, questi ultimi sono costituiti da una combinazione di due diverse tipologie di paratoia mobile. Tale accorgimento consente di migliorare le caratteristiche dello sbarramento soprattutto in termini di gestione, di capacità di regolazione e, più in generale, di efficacia della derivazione. La razionale fusione di diverse tipologie di paratoia, in una stessa opera di sbarramento, fa sì che siano mantenuti i pregi di ciascun tipo di organo mobile, eliminandone allo stesso tempo gli inconvenienti. In linea generale, ai suddetti vantaggi si contrappongono i maggiori costi realizzativi.

Tipicamente i più frequenti esempi di paratoie miste sono:

- **paratoia a ventola su paratoia piana;**
- **paratoia a ventola su paratoia a settore.**



Paratoia mista caratterizzata da una paratoia a settore con sovrapposta una paratoia a ventola

La combinazione tra paratoia piana (o a settore) e paratoia a ventola offre, ad esempio, grandi vantaggi in termini di gestione dell'opera. La ventola installata sulla paratoia piana (con l'asse di rotazione disposto in corrispondenza della porzione sommitale della paratoia) consente una regolazione dei livelli dell'invaso ottimale e più precisa, anche automatizzata e, allo stesso tempo, l'eliminazione dei materiali galleggianti accumulati. La paratoia piana (o a settore), dal canto suo, fa sì che si possano raggiungere ritenute e volumi d'invaso maggiori.



Paratoia mista con combinazione di ventola su piana

Tipologia: Sbarramento precario

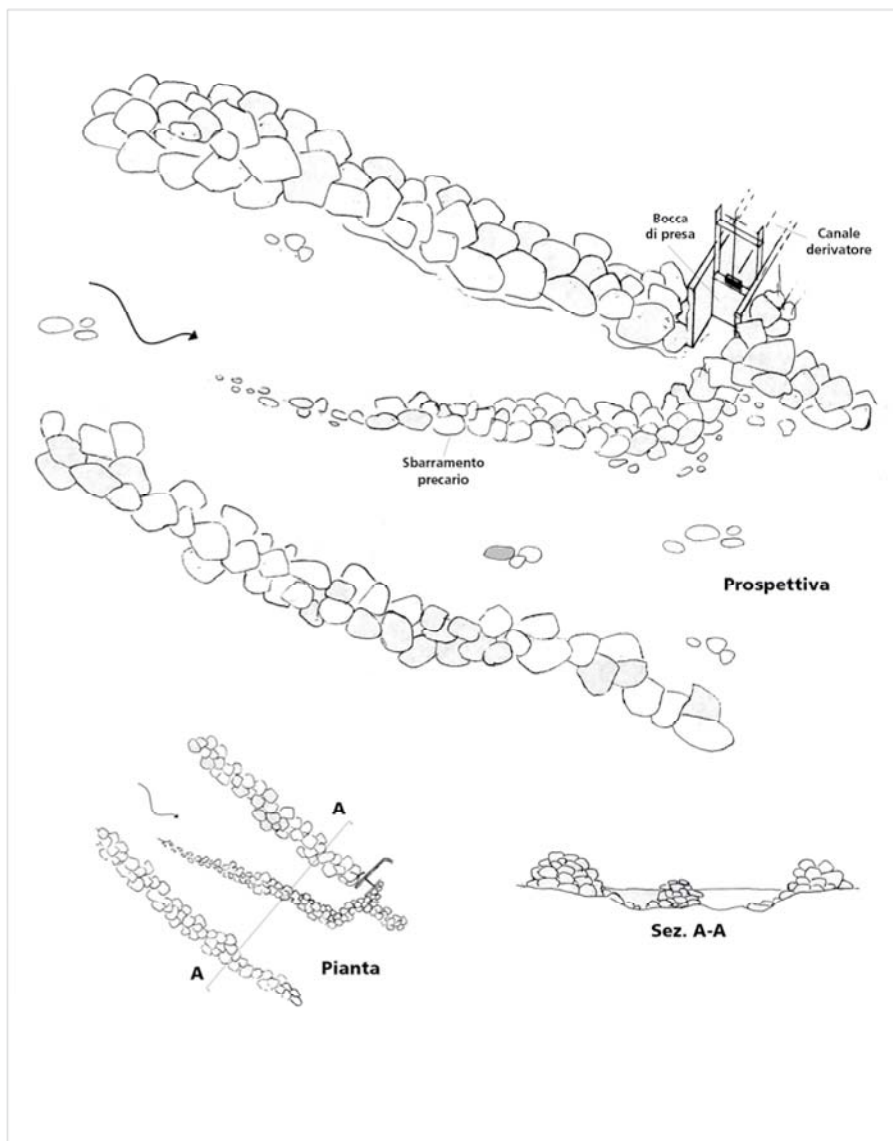
Denominazione: “Traversa precaria costituita da ciottoli”



Sbarramento precario costituito da semplice accumulo di ciottoli d'alveo

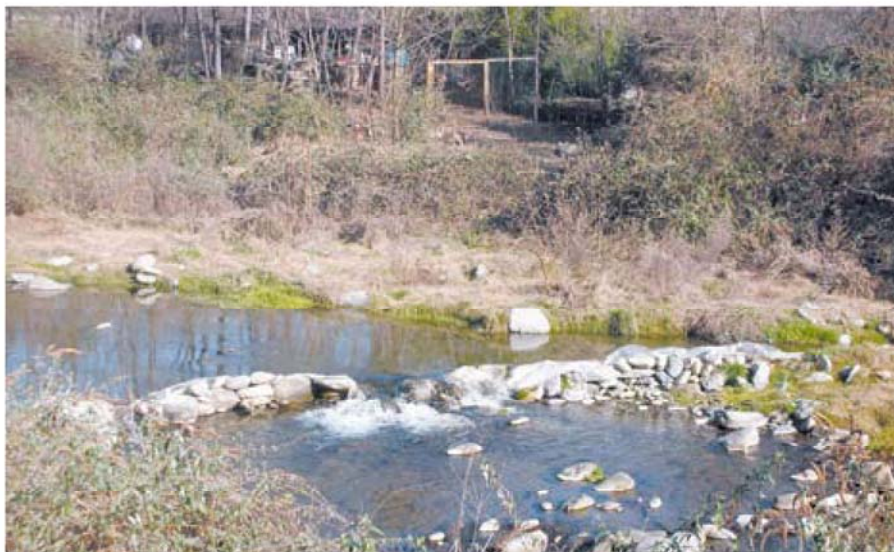
Breve descrizione generale

Sbarramento con asse più o meno rettilineo, spesso non perpendicolare rispetto alla direzione di deflusso e che, nella maggior parte dei casi, interessa solo un ramo parziale del corso d'acqua. È definito **precario** in quanto contraddistinto da soluzioni a carattere spiccatamente temporaneo, quali il **semplice accumulo di materiali sciolti**, che necessitano di periodici interventi di sistemazione. A seconda delle caratteristiche dell'opera e del corpo idrico in cui essa è inserita, si hanno diversi tempi di persistenza in alveo: nello specifico ciò che incide maggiormente sullo stato e sulla durata della traversa è il **regime idrologico** del corso d'acqua (alternanza di portate di piena e di morbida).



Rappresentazione schematica di un generico sbarramento precario a servizio di una presa irrigua

Nella maggior parte dei casi gli sbarramenti precari sono costituiti da semplici accumuli di ciottoli sciolti, eventualmente con l'ausilio di tavole in legno o teli di nylon per aumentarne il potere di ritenuta.



Sbarramento precario caratterizzato da ciottoli d'alveo e nylon

Dato il carattere temporaneo, dette opere di sbarramento sono, nella maggior parte dei casi, a servizio di derivazioni irrigue, in ambito di media montagna. Il principale difetto di tali sbarramenti sta nel fatto che il rilascio del DMV risulta di difficile regolazione e controllo.



Nonostante sia un semplice accumulo di ciottoli sciolti l'effetto di ritenuta è consistente

PASSAGGI ARTIFICIALI PER ITTIOFAUNA

Scheda IT1

Tipologia: Passaggi semi-naturali

Denominazione: Rampe in pietrame

Scale rustiche



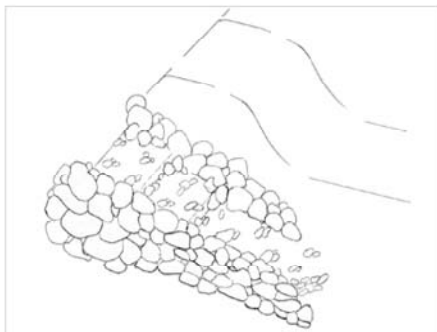
Rampa in pietrame

Rampe in pietrame • Breve descrizione generale

Sono realizzate in massi disposti in modo più o meno disordinato, in relazione alla soluzione progettuale adottata, a formare una sorta di piano inclinato: a seconda che vi sia o meno l'impiego del calcestruzzo, l'opera assume una connotazione più artificiale o, viceversa, realmente più simile ad un alveo naturale.



Rampa in pietrame



Rappresentazione di una generica rampa in pietrame



Rampa in pietrame vista da monte



Rampa in pietrame a lato di una traversa a trappola

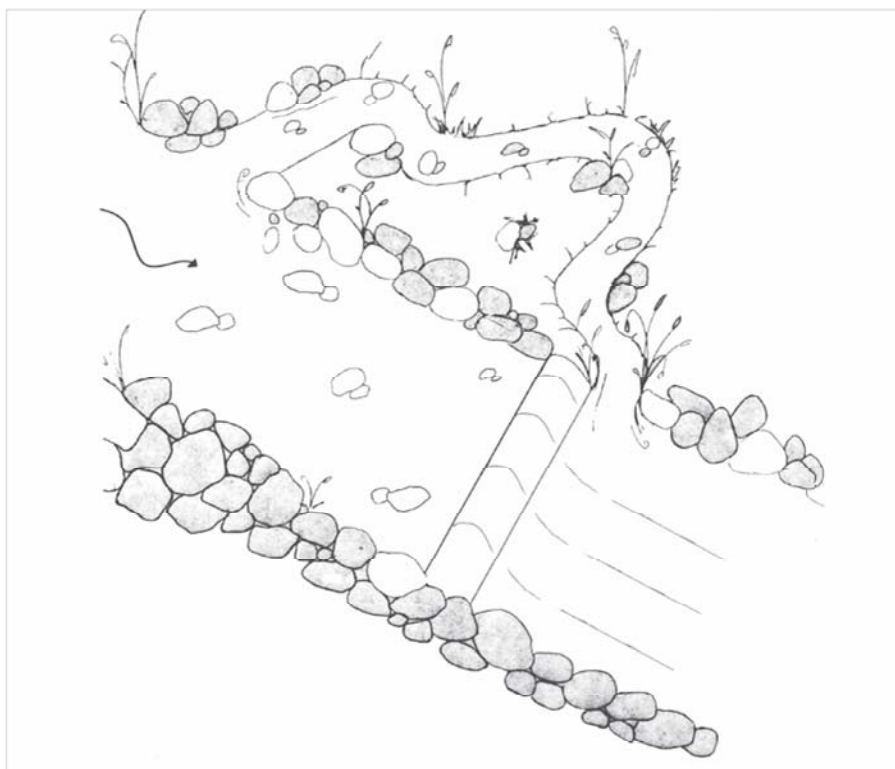
Le **rampe in pietrame** vengono realizzate in corrispondenza dell'opera di sbarramento e possono occupare una porzione laterale dell'alveo oppure l'intera sezione trasversale.

Sono adatte a dislivelli contenuti e necessitano di portate e velocità di deflusso specifiche. Tra i vantaggi si segnalano la buona integrazione con l'ambiente fluviale, i ridotti costi di manutenzione ed esercizio e soprattutto l'adattabilità del manufatto a diverse specie ittiche ed anche *invertebrate*.

Scale rustiche • Breve descrizione generale

Le **scale rustiche** sono veri e propri canali laterali con funzione di by-pass rispetto ad un ostacolo: a differenza delle rampe in pietrame, consentono il superamento di dislivelli elevati.

Dal punto di vista naturalistico, molto probabilmente, sono la soluzione preferibile in relazione all'ottimo inserimento nel sistema fluviale e alla massima adattabilità verso i pesci (di dimensioni e specie diverse) e verso le comunità macrobentoniche. Le scale rustiche, se realizzate con attenzione, possono costituire habitat semi-naturali per specie adattate a vivere in acque rapide.



Rappresentazione schematica di una scala rustica

Altri vantaggi sono da ricercare nella relativa semplicità di progettazione (in termini di calcoli idraulici) e nei bassi costi di manutenzione.

Tra gli svantaggi si ricorda che, per la realizzazione di questo tipo di passaggi, occorre disporre di una superficie inevitabilmente piuttosto estesa; inoltre, in determinate situazioni, si rende necessario prevedere la realizzazione di opere accessorie quali, ad esempio, passerelle pedonali o ponti.

MONITORAGGIO



Rampa in pietrame in pessime condizioni, scalzata alla base e praticamente in asciutta

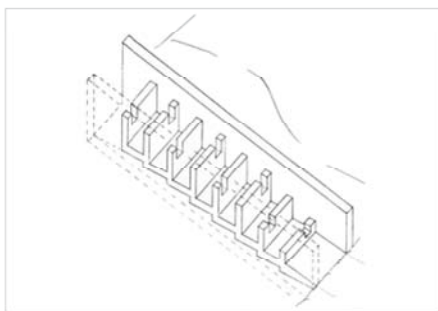
Scheda IT2

Tipologia: Passaggi tecnici**Denominazione: Passaggi a bacini successivi****Passaggi a rallentamento**

Particolare di passaggio a bacini

Passaggi a bacini successivi • Breve descrizione generale

I **passaggi a bacini** consentono il superamento di un dislivello grazie ad una successione di vasche (o bacini) comunicanti, disposte su un piano inclinato o lungo una vera e propria scala a gradoni.

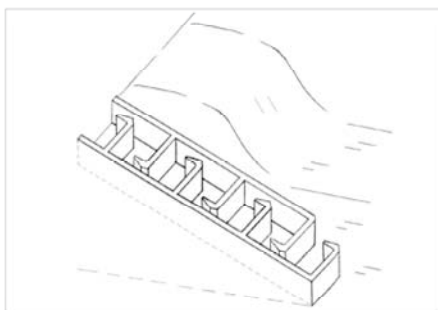


Passaggio tecnico in cui i bacini successivi sono connessi da stramazzi superficiali

Le vasche sono separate da traverse dotate di fenditure laterali, di stramazzi superficiali o di luci sommerse che permettono il deflusso delle acque e, al medesimo tempo, il passaggio dei pesci. Sulla base della tipologia di vasche e traverse, si distinguono differenti scale a bacini, tutte però caratterizzate da **tratti a corrente veloce** (salti o passaggi stretti) e **tratti a corrente lenta** (bacini) in cui i pesci possono trovare riposo.



Passaggio a fenditure verticali



Passaggio a bacini successivi connessi da fenditure verticali



Passaggio a bacini successivi



Passaggio tecnico a bacini successivi in cui le vasche sono connesse da luci sommerse

Tipicamente costituiscono vie di passaggio, anche piuttosto lunghe, che aggirano l'ostacolo, ma possono altresì essere realizzate sull'opera di sbarramento stessa. Il dimensionamento della scala deve essere tale da consentire un adeguato assorbimento dell'energia cinetica dell'acqua fluente.

Questa tipologia di passaggi ha il vantaggio di essere adatta ad un'ampia varietà di specie ittiche e, in taluni casi, anche alla fauna macrobentonica; inoltre funziona bene anche in presenza di portate ridotte.

Tra gli svantaggi si segnala il fatto che sono richiesti frequenti interventi di manutenzione in relazione alla tendenza delle vasche ad accumulare detriti e al potenziale rischio di ostruzione delle vie di deflusso, in presenza di materiale galleggiante.

Passaggi a rallentamento • Breve descrizione generale

I **passaggi a rallentamento** (detti anche **scale Denil** dal nome del ricercatore che nel 1908 ideò tale sistema) sono caratterizzati da una successione di particolari deflettori (o pannelli rallentatori) sagomati a U che, disposti lungo il piano inclinato del passaggio, riducono le velocità di deflusso.

Il moto dell'acqua su una scala a rallentamento, vorticoso e turbolento per effetto dei deflettori, entro certi limiti di pendenza, consente la risalita a diverse specie ittiche anche con capacità natatorie non eccelse. Occorre però fare un'importante puntualizzazione: detti sistemi non prevedono aree di riposo e perciò i pesci sono costretti a percorrere le rampe per intero, con scatti prolungati e di notevole intensità. Ne consegue che, in relazione alle ridotte capacità di resistenza dei pesci alle massime velocità di nuoto utili (sono in grado di scattare alla massima velocità per non più di pochi se-

condi), i passaggi a rallentamento non possono essere troppo estesi. Talvolta, per superare determinati dislivelli, si rende necessario spezzare il passaggio in due o più rampe a rallentamento distinte, con interposte apposite **vasche di riposo**.



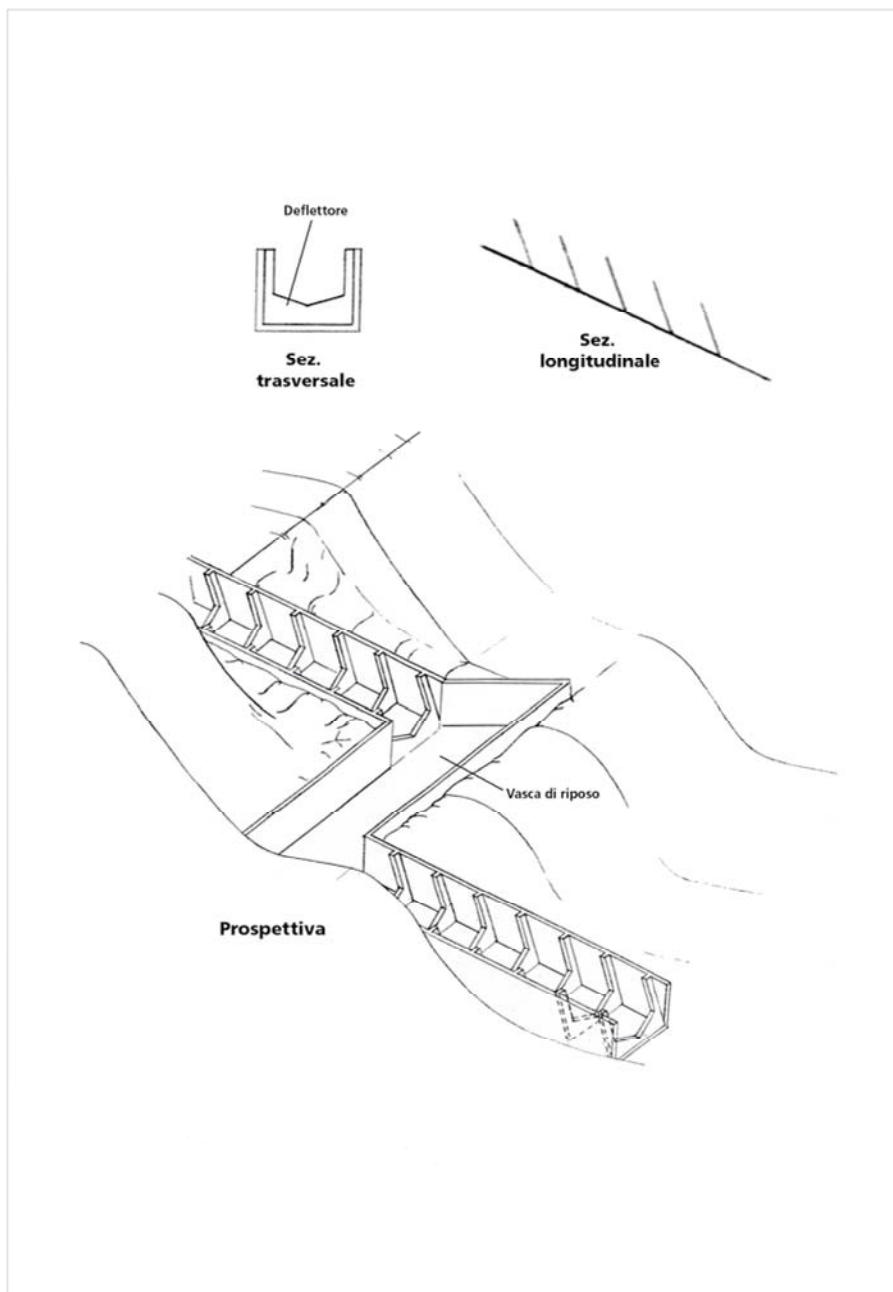
Passaggio tecnico a rallentamento



Scala Denil

A differenza delle scale a bacini successivi, i passaggi a rallentamento consentono il superamento di dislivelli inferiori e, in linea generale, si mostrano più selettivi verso i pesci. Sono inaccessibili alla fauna macrobentonica.

I passaggi a rallentamento risultano in genere di più facile realizzazione e, con semplici accorgimenti progettuali, possono essere resi compatibili con la discesa delle canoe.



Rappresentazione schematica di una scala Denil caratterizzata da due rampe distinte con interposta una vasca di riposo

MONITORAGGIO



Passaggio a bacini successivi scalzato ed in parte asportato nella porzione terminale



Passaggio a bacini successivi costituito da doppia rampa in parte asciutta e con marcati segni di dissesto strutturale



Passaggio a bacini successivi: la poca acqua presente rende la scala del tutto impraticabile ai pesci

OPERE DI PRESA

Scheda P



Bocca di presa multipla con griglia e sgrigliatore automatico su carrello mobile

Breve descrizione generale

Con **opera di presa** si intende l'insieme dei manufatti e delle installazioni atte, in primo luogo, al **prelievo** d'acqua da un corpo idrico superficiale e, in secondo luogo, all'**allontanamento della frazione solida** dalla portata derivata. Sulla base dell'uso cui la risorsa idrica derivata è destinata si differenziano diverse tipologie di opera di presa, caratterizzate essenzialmente da elementi differenti e più o meno complessi. In linea generale si può affermare che le opere finalizzate alla *chiarificazione* delle portate derivate assumono notevole importanza per le derivazioni ad uso idroelettrico; viceversa le necessità irrigue non richiedono acque particolarmente limpide.

Le caratteristiche del sistema "opera di presa" dipendono strettamente dalle peculiarità del corso d'acqua in termini idrologici, geomorfologici e di trasporto solido.



Organi di regolazione delle bocche di presa



Doppia bocca di presa con paratoia

Comunemente, gli elementi di cui si può comporre un'opera di presa superficiale (o a pelo libero) sono:

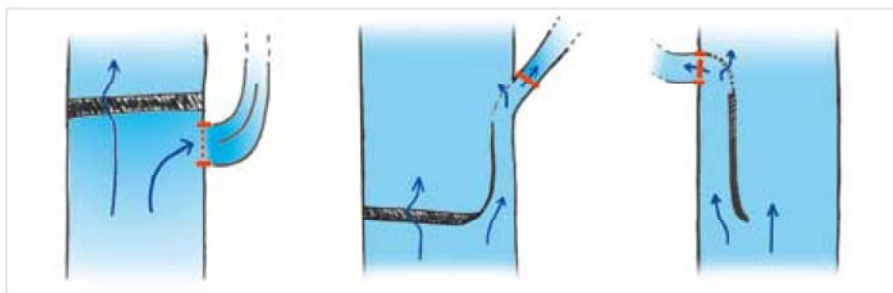
- **bocca di presa** (una o più luci di ingresso);
- **opere di filtraggio** (griglie);
- **bacini di calma** (canali sghiaiatori e dissabbiatori);
- **dispositivi di regolazione delle portate derivabili** (paratoie, sfioratori).

Come già accennato, sulla base delle caratteristiche del corso d'acqua da cui si vuole derivare e della destinazione d'uso della risorsa idrica captata, tali elementi possono essere tutti presenti o, viceversa tutti assenti (ad esclusione della bocca di presa).

La **bocca di presa** o **luce d'ingresso** può essere singola o multipla ed è, in genere, localizzata su una delle due sponde, a monte dello sbarramento: un caso particolare è rappresentato dalle traverse derivanti o a trappola in cui il dispositivo di presa è inserito direttamente nel corpo della traversa (vedi **Scheda S2**).

In campo, l'elevata varietà di configurazioni delle opere di presa spesso complica le cose nel momento in cui occorre distinguere la luce d'ingresso dal resto della canalizzazione. In questo Manuale, definiamo bocca di presa la sezione del sistema di canalizzazione dell'opera di presa oltre la quale le

portate prelevate si allontanano dall'alveo e che, in genere, risulta regolare e dotata di dispositivi di filtrazione o di regolazione delle portate quali griglie o paratoie (vedi schema a pag. 158).



Schema raffigurante tre diverse configurazioni di opere di derivazione: in rosso è evidenziata la bocca di presa

L'ampiezza e le specificità delle luci di ingresso dipendono essenzialmente dalle caratteristiche del corso d'acqua e dalle precise necessità di derivazione. Elemento fondamentale è la quota della bocca di presa: da essa, infatti, dipendono in modo rilevante quantità e qualità di prelievo.

Generalmente si possono distinguere differenti tipologie di bocche di presa, a seconda che siano luci semplici, libere da ulteriori dispositivi, oppure munite di griglia, di paratoia o di entrambe.



Canalizzazione in muratura dell'opera di derivazione con bocca di presa dotata di paratoia metallica

Le **opere di filtraggio**, comunemente costituite da **griglie** metalliche inclinate, disposte alla bocca di presa e/o lungo la canalizzazione del sistema di presa, trattengono i materiali grossolani trasportati dal flusso in ingresso. Gli impianti più recenti prevedono, inoltre, l'installazione di **sgrigliatori** automatizzati, talvolta equipaggiati da appositi nastri trasportatori, che perio-



Canale derivatore con griglia e apposito sgrigliatore



Canale sghiaiatore dotato di doppio scarico di fondo



Canale dissabbiatore con canale di spurgo parallelo

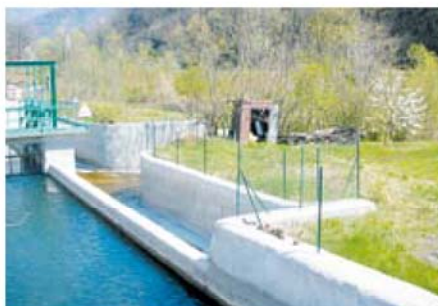
dicamente consentono la pulizia delle suddette griglie: tipicamente il meccanismo di azione è del tipo **a pettine**.

Ulteriori mezzi di chiarificazione sono rappresentati dai **bacini sghiaiatori** e **dissabbiatori** anche detti **bacini di calma** o **di sedimentazione**, dove l'acqua derivata rallenta in modo da consentire la *decantazione* delle portate solide. Alla base della progettazione di questi dispositivi vi sono specifiche considerazioni sul moto delle particelle in sospensione: in linea generale, il bacino dovrà avere dimensioni tali da garantire alle acque derivate tempi di permanenza sufficienti alla sedimentazione.

Frequentemente l'effetto desiderato si ottiene grazie alla predisposizione di due bacini successivi: il primo, sghiaiatore o sgrossatore, atto all'eliminazione della frazione solida più grossolana;

il secondo, dissabbiatore, finalizzato all'asportazione delle particelle più fini. I bacini di calma sono provvisti di scaricatori di fondo dotati di paratoie e finalizzati allo spurgo del materiale che si accumula.

Il complesso "opera di presa" comprende anche particolari dispositivi accessori, finalizzati alla regolazione delle portate derivate, importanti in condizioni ordinarie per il controllo della derivazione e fondamentali, in condizioni di piena, per la sicurezza stessa dell'impianto. Comunemente si impiegano



Sfioratore di regolazione

sistemi semplici costituiti da **paratoie piane**, disposte lungo l'opera di presa e da **sforatori laterali**.

Le paratoie possono intervenire regolando o interrompendo il flusso in ingresso; lo sfioratore laterale (vedi **Scheda R**) è dimensionato in modo da garantire la restituzione al corso d'acqua delle eventuali portate derivate in eccesso. Il principio di funziona-

mento dello sfioratore è quello dello stramazzo laterale: esso, infatti, non è altro che un setto ribassato, più o meno esteso, realizzato lungo una sponda della canalizzazione che rilascia, per sfioro superficiale, le portate eccedenti rispetto a quelle derivabili in concessione (troppo pieno).



Canale derivatore a valle di una bocca di presa multipla

RILASCIO

Scheda R

Breve descrizione generale

Si parla in linea generale di **rilascio** per indicare le portate che fluiscono a valle di una derivazione, comprendendo sia la quota di DMV imposta dalla normativa vigente, sia la **portata in eccesso** rispetto alle possibilità e alle necessità di derivazione.

Solo in pochi casi è possibile verificare in campo il rispetto del DMV ovvero che la portata rilasciata, o parte di essa, sia effettivamente quella imposta dalla normativa. Ciò è dovuto al fatto che, allo stato attuale, ancora poche delle installazioni presenti sul territorio, finalizzate alla derivazione dai corpi idrici superficiali, sono dotate dell'apposita **asta di controllo** (con tacca DMV evidente) recentemente imposta dalla normativa in vigore.



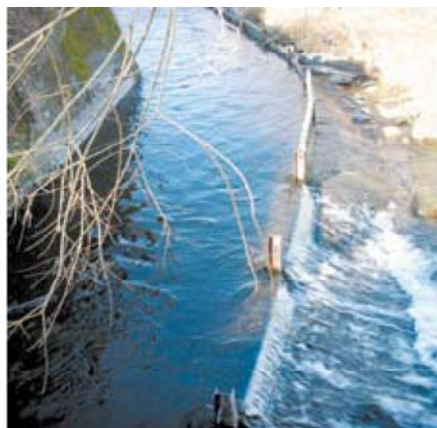
Sezione di rilascio a stramazzo con in evidenza l'asta graduata di controllo

Essenzialmente il rilascio può avvenire in corrispondenza dello sbarramento, in corrispondenza della canalizzazione dell'opera di presa o dalla sponda opposta rispetto all'opera di presa. Una condizione non esclude l'altra ed è assai frequente ad esempio che, in regime di *morbida*, si abbia sia rilascio dallo sbarramento, sia rilascio dalla canalizzazione dell'opera di presa.

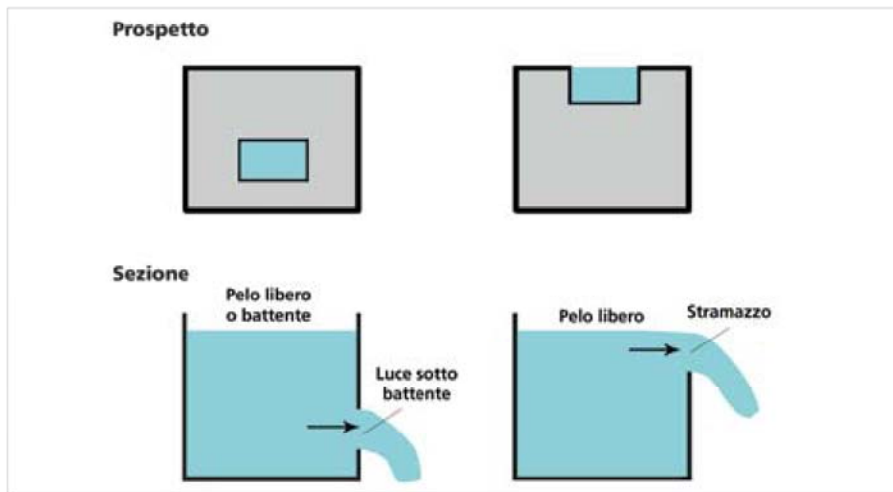
La normativa regionale impone che, in presenza di una scala di risalita per ittiofauna, il rilascio o quota parte del medesimo interessi tale manufatto al fine di garantirne il costante funzionamento.



Rilascio in corrispondenza dell'opera di sbarramento: setto ribassato direttamente connesso a scala di risalita per ittiofauna



Rilascio per sfioro superficiale in corrispondenza di un tratto di canalizzazione del sistema di presa



Rappresentazione schematica di stramazzo e luce sotto battente

Le principali soluzioni progettuali o dispositivi idraulici che consentono di rilasciare in alveo le portate in arrivo sono rappresentate dagli stramazzi e dalle luci sotto battente.

Con **stramazzo** si intende una luce caratterizzata dall'avere solo la parte inferiore del contorno bagnata dall'acqua e, allo stesso tempo, posta in posizione soggiacente rispetto alla superficie dell'acqua a monte. Un esempio di applicazione pratica del suddetto dispositivo di rilascio può essere un setto ribassato (incisione di forma variabile) realizzato lungo una traversa in muratura: in corrispondenza del setto si ha un livello di ritenuta inferiore rispetto al livello di ritenuta dello sbarramento, che garantisce il rilascio.



Rilascio da stramazzo direttamente connesso a rampa di risalita in pietraie

Con **luce a (sotto) battente** si intende, invece, una luce posta per intero al di sotto del pelo libero o *battente d'acqua* e il cui contorno risulta completamente bagnato: per le caratteristiche appena riportate il rilascio da luce sotto battente è un rilascio in pressione. Esempi pratici di luci sotto battente possono essere aperture o fori praticati nell'opera di sbarramento o lungo la canalizzazione dell'opera di presa, o anche paratoie in posizione semi aperta.



Rilascio da foro in paratoia piana



Rilascio da sfioratore di regolazione delle portate massime derivate posto lungo il sistema di canalizzazione dell'opera di presa

Una caratteristica importante di questi dispositivi idraulici è che consentono, in condizioni idonee di deflusso, di quantificare con precisione le portate effluenti (rilasciate): sia per gli stramazzi, sia per le luci sotto battente esiste una relazione univoca tra le portate che fluiscono e il carico o livello idrico a monte. In pratica, in base al battente d'acqua sul dispositivo è possibile quantificare le portate che defluiscono attraverso la sezione: si possono così installare le aste graduate per la verifica del DMV di cui si è parlato in precedenza.

Una situazione comune in cui si realizza uno stramazzo (nel caso specifico laterale) finalizzato al rilascio in alveo delle portate in eccesso è quella dello **sfioratore di regolazione**. Esso è predisposto lungo il sistema di canalizzazione dell'opera di presa, spesso in corrispondenza dei tratti dissabbiatori e sghiaiatori e consente una regolazione delle portate derivate: oltre un certo livello (quota derivata) le acque ritornano al corso d'acqua per sfioro superficiale.

Il rilascio in corrispondenza della sponda opposta all'opera di presa si realizza, solitamente, per mezzo di un vero e proprio canale by-pass, e cioè di un manufatto (talvolta interrato) che, aggirando l'ostacolo, collega la sezione di monte con quella a valle dello sbarramento.

In linea generale tale soluzione è perseguita per le opere di sbarramento dei grandi fiumi di pianura, in cui le portate di rilascio ammontano a svariati m^3/s . Le scale rustiche per la risalita dell'ittiofauna (vedi **Scheda IT1**) non sono altro che canali by-pass appositamente studiati per la fauna acquatica, finalizzati alla ricostituzione della continuità longitudinale dei corsi d'acqua e che tipicamente rilasciano specifiche portate, in sponda opposta all'opera di presa.