

**CONSORZIO DI BONIFICA DELLA
BARAGGIA BIELLESE E VERCELLESE**

**RIFACIMENTO INVASO SUL TORRENTE SESSERA IN SOSTITUZIONE
DELL'ESISTENTE PER IL SUPERAMENTO DELLE CRISI
IDRICHE RICORRENTI, IL MIGLIORAMENTO DELL'EFFICIENZA IDRICA
DEGLI INVASI ESISTENTI SUI TORRENTI RAVASANELLA ED OSTOLA,
LA VALORIZZAZIONE AMBIENTALE DEL COMPENSORIO**

DATA

DICEMBRE 2011

AGGIORNAMENTO

ATTIVITÀ DI PROGETTAZIONE



(dott. ing. Domenico Castelli)

INTEGRAZIONI VIA

**PIANO DI GESTIONE
DEI SEDIMENTI DELLA DIGA**

PROGETTO DEFINITIVO

PRATICA N°10131D

ARCH. N°IB080

MODIFICHE
AGGIORNAMENTI

Aggiornamento			
Data			

INDICE

1. PREMESSA	1
2. BREVE DESCRIZIONE DEL BACINO DEL TORRENTE SESSERA	2
3. CARATTERISTICHE PRINCIPALI DELLA NUOVA DIGA.....	4
3.1 SCARICO DI FONDO E MEZZO FONDO.	8
3.2 SCARICO DI SUPERFICIE.....	11
3.3 L'EFFETTO DI LAMINAZIONE	11
3.4 L'OPERA DI PRESA.....	13
4. QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE.....	16
4.1 STIMA DELLE QUANTITÀ DI MATERIALE SEDIMENTATO NEL BACINO E CARATTERISTICHE QUALITATIVE DEI SEDIMENTI	16
4.1.1 <i>Geologia bacino imbrifero</i>	16
4.1.2 <i>Geologia bacino invaso</i>	20
4.1.3 <i>Analisi del trasporto solido e dei sedimenti</i>	22
4.1.3.1 Documentazione fotografica	24
4.2 CARATTERIZZAZIONE DEI CORPI IDRICI E CARATTERISTICHE QUALITATIVE DELLE ACQUE DEL BACINO	30
4.2.1 <i>Indice Di Funzionalità Fluviale "IFF 2007"</i>	32
4.2.2 <i>La qualità chimico-fisica delle acque</i>	33
4.2.2.1 La comunità macrobentonica e la qualità biologica delle acque	34
5. MODALITÀ OPERATIVE DI GESTIONE.....	38
5.1 FLUITAZIONE O SPURGO	40
5.1.1 <i>Monitoraggio degli interventi</i>	42
5.1.1.1 Indicazioni circa le modalità di monitoraggio della qualità dell'acqua e degli indici biologici a valle dello sbarramento	43
5.2 ASPORTAZIONE MECCANICA DEI SEDIMENTI	49
6. ATTIVITÀ ASSOCIATE ALL'ESECUZIONE DELLE OPERAZIONI.....	51

1. PREMESSA

La redazione del Progetto di gestione dei sedimenti del nuovo invaso della diga delle Miste sul T. Sessera nei Comuni di Mosso e Trivero (BI) è stato redatto in adempimento alle disposizioni dell'art. 114, commi 2÷6 del Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152 ("Norme in materia ambientale").

Il D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. indica la necessità di predisporre, per ciascun invaso, un progetto di gestione dei sedimenti al fine di assicurare il mantenimento della capacità di invaso e la salvaguardia sia della qualità dell'acqua invasata sia del corpo ricettore, le operazioni di svasso, sghiaimento e sfangamento delle dighe. Inoltre il progetto deve individuare eventuali modalità di manovra degli organi di scarico, anche al fine di assicurare la tutela del corpo ricettore.

Tale progetto deve essere predisposto sulla base di criteri fissati con decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti e dell'Ambiente e della Tutela del Territorio di concerto con il Ministero delle Attività Produttive (art. 114 comma 4). Poiché non è ancora stato emesso il decreto contenente tali criteri, il presente progetto di gestione è stato redatto facendo riferimento al D.M. 30 giugno 2004 con il quale il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio ha precedentemente fissato le indicazioni per la redazione del progetto di gestione degli invasi secondo quanto previsto all'articolo 40, commi 2 e 3, del D.Lgs. 11 maggio 1999, n. 152.

Secondo quanto disposto dal D.M. 30 giugno 2004, *"il progetto di gestione, predisposto dal gestore e approvato dalle regioni, previo parere preventivo dell'Amministrazione competente a vigilare sulla sicurezza dell'invaso e dello sbarramento, è finalizzato a definire il quadro previsionale delle operazioni di svasso, sfangamento e spurgo connesse con le attività di manutenzione dell'impianto per assicurare il mantenimento e il graduale ripristino della capacità utile propria dell'invaso e per garantire prioritariamente in ogni tempo il funzionamento degli organi di scarico e di presa, nonché a definire i provvedimenti da porre in essere durante le suddette operazioni per la prevenzione e la tutela delle risorse idriche invasate e rilasciate a valle dello sbarramento, conformemente alle prescrizioni contenute nei piani di tutela delle acque e nel rispetto degli obiettivi di qualità dei corpi idrici interessati"*.

Il Piano di gestione è strutturato in una serie di capitoli preliminari che esprimono la sintesi di tutte le attività sperimentali, analitiche, di ingegneria e di modellazione che si sono rese necessarie alla redazione del Progetto di gestione nel suo complesso.

2. BREVE DESCRIZIONE DEL BACINO DEL TORRENTE SESSERA

Il territorio su cui insiste il bacino del T. Sessera è situato in provincia di Biella e si estende fra le coordinate 45°32'48'' Nord, 45°32'22'' Sud, 4°14'48'' Est e 4°24'8'' Ovest.

L'altimetria varia da 2530 m s.l.m.m. agli 870 m s.l.m.m. della sezione di chiusura posta in corrispondenza della diga.

Il regime termico è molto temperato, con modeste escursioni annue, mensili e diurne. Il regime pluviometrico è caratterizzato da precipitazioni molto elevate in senso assoluto con una distribuzione prettamente equinoziale: massimi molto marcati in primavera ed in autunno e minimi in inverno ed in estate. Il clima ha così un tono tipicamente "atlantico", molto umido e molto livellato dal punto di vista termico. L'orientamento prevalente del bacino del Torrente Sessera (verso Sud-Est) fa sì che le correnti umide risalenti dalla pianura padana si attenuino leggermente ed il fatto stesso è accusato dalla vegetazione spontanea.

La vegetazione arborea mette in evidenza una fascia pedemontana e montana inferiore (fino a 900-1000 m s.l.m.) ed una fascia montana superiore (da 900-1000 m fino a 1500-1600 m).

Nella prima si possono distinguere due consociazioni principali, con tutte le fasi di passaggio dall'una all'altra: sui terreni piuttosto superficiali prevale un bosco a querce, betulla, castagno; il sottobosco è a ginestra, rovi, calluna, evidente espressione di aridità. Nei tratti peggiori si passa alla vera brughiera a calluna. Sui terreni più profondi si è invece insediato un bosco misto di latifoglie mesofite con presenza di tiglio, frassino, acero montano, querce.

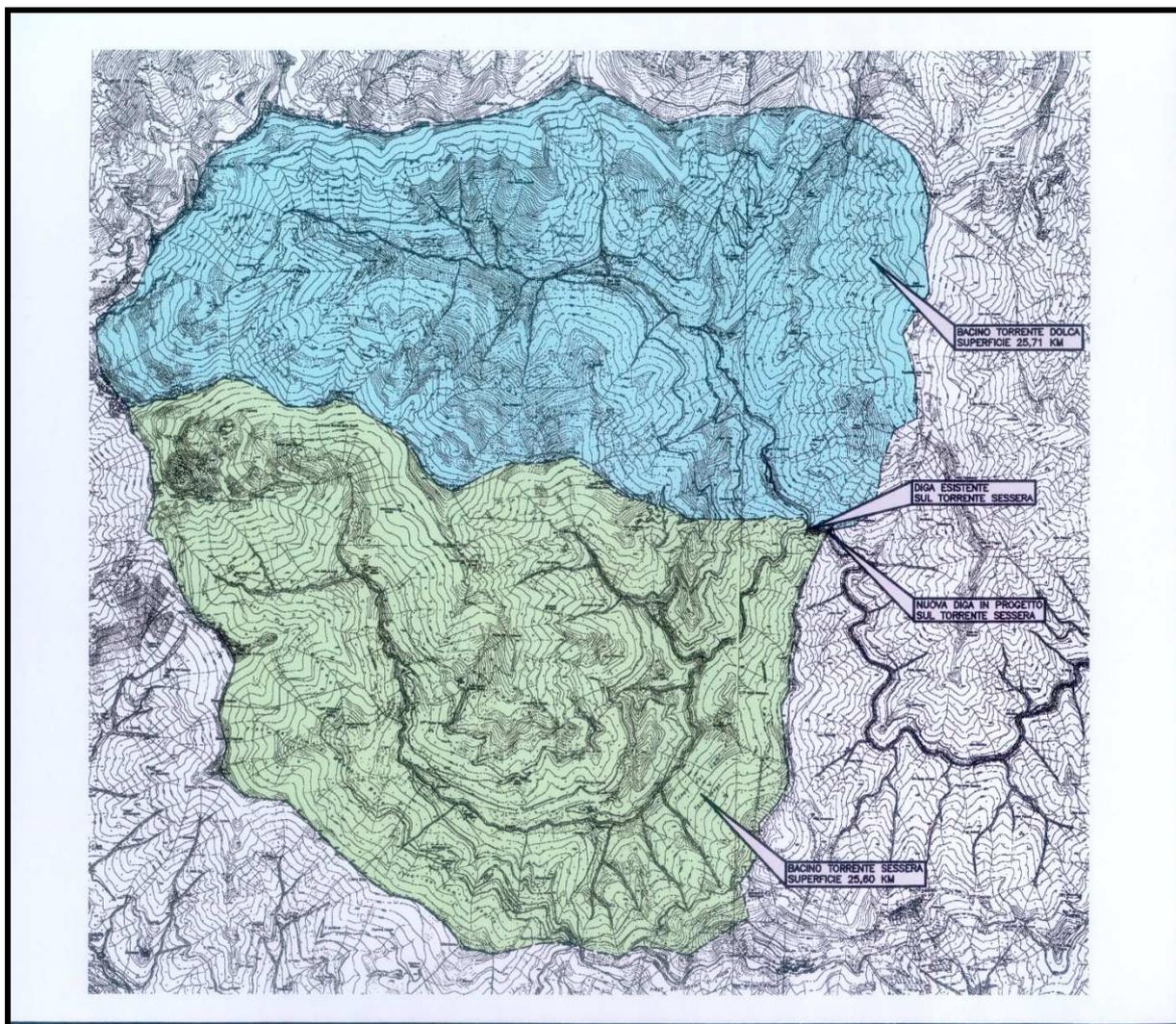
Oggetto del presente studio è il bacino del T. Sessera in corrispondenza della sezione di chiusura individuata dalla nuova diga delle Miste.

Il nuovo sbarramento di ritenuta avrà capacità d'accumulo pari a 12.500.000 di metri cubi d'acqua, dotazione minima per assicurare gli utilizzi idrici in precedenza elencati. La quota parte utilizzabile di tale invaso è pari a 12.000.000 mc essendo di circa 500.000 mc il cosiddetto volume morto non derivabile e fruibile solamente attraverso lo scarico di fondo.

Tale manufatto sarà realizzato in corrispondenza di una sezione di sbarramento ubicata circa 240 metri a valle della diga esistente ove caratteristiche geometriche e geologiche assicurano l'idoneità realizzativa.

Il bacino idrografico sotteso risulta caratterizzato da una morfologia complessivamente acclive e da un grado di impermeabilità molto elevato per effetto della matrice rocciosa (prevalentemente graniti e gabbri) priva di importanti sistemi di fatturazioni o notevoli coltri di ricoprimento. La vegetazione, prevalentemente di tipo alpino, risulta rada e scarsa, limitandosi oltre i 1.500 m.s.m. a prati o arbusti alpini laddove non affiora direttamente la roccia.

Il bacino idrografico ha una estensione di 51,31 Km² con un'altitudine media di 1439 m s.l.m. Morfologicamente si presenta come una struttura ad anfiteatro chiusa sulla diga suddivisa in due sottobacini uno sotteso dal Torrente Sessera e l'altro dal Torrente Dolca. La confluenza dei due torrenti è in prossimità della diga.



I principali dati del bacino idrografico sono i seguenti:

- Altitudine dell'alveo alla sezione di sbarramento: 877,00 m.s.m.
- Superficie del bacino imbrifero alla sezione di sbarramento: 51,31 Km²
- Altitudine massima del bacino imbrifero: 2.530,00 m.s.m.
- Altitudine media del bacino imbrifero: 1.439,00 m.s.m.

Il bacino idrografico sotteso alla nuova diga delle Miste è ricompreso nel sito Alta Val Sessera che è stato proposto dalla Regione Piemonte al Ministero dell'Ambiente e quindi all'Unione Europea come Sito di Importanza Comunitaria (SIC) ai sensi della Direttiva 92/43/CEE "Habitat". La Commissione delle Comunità Europee ha approvato la lista dei SIC della regione biogeografica alpina (Decisione del 22/12/2003 numero C (2003) 4957, G.U.U.E. L. 14/21 del 21/1/2004), rendendo ufficiale l'inclusione dell'Alta Val Sessera nella rete Natura 2000. A questo proposito si osserva che il sito non ricade al momento all'interno di alcuna area protetta (Fonte : Regione Piemonte Direzione Turismo, Sport, Parchi – Settore Pianificazione Aree Protette, Piano di gestione del sito Natura 2000 – Alta Val Sessera IT1130002, Luglio 2004).

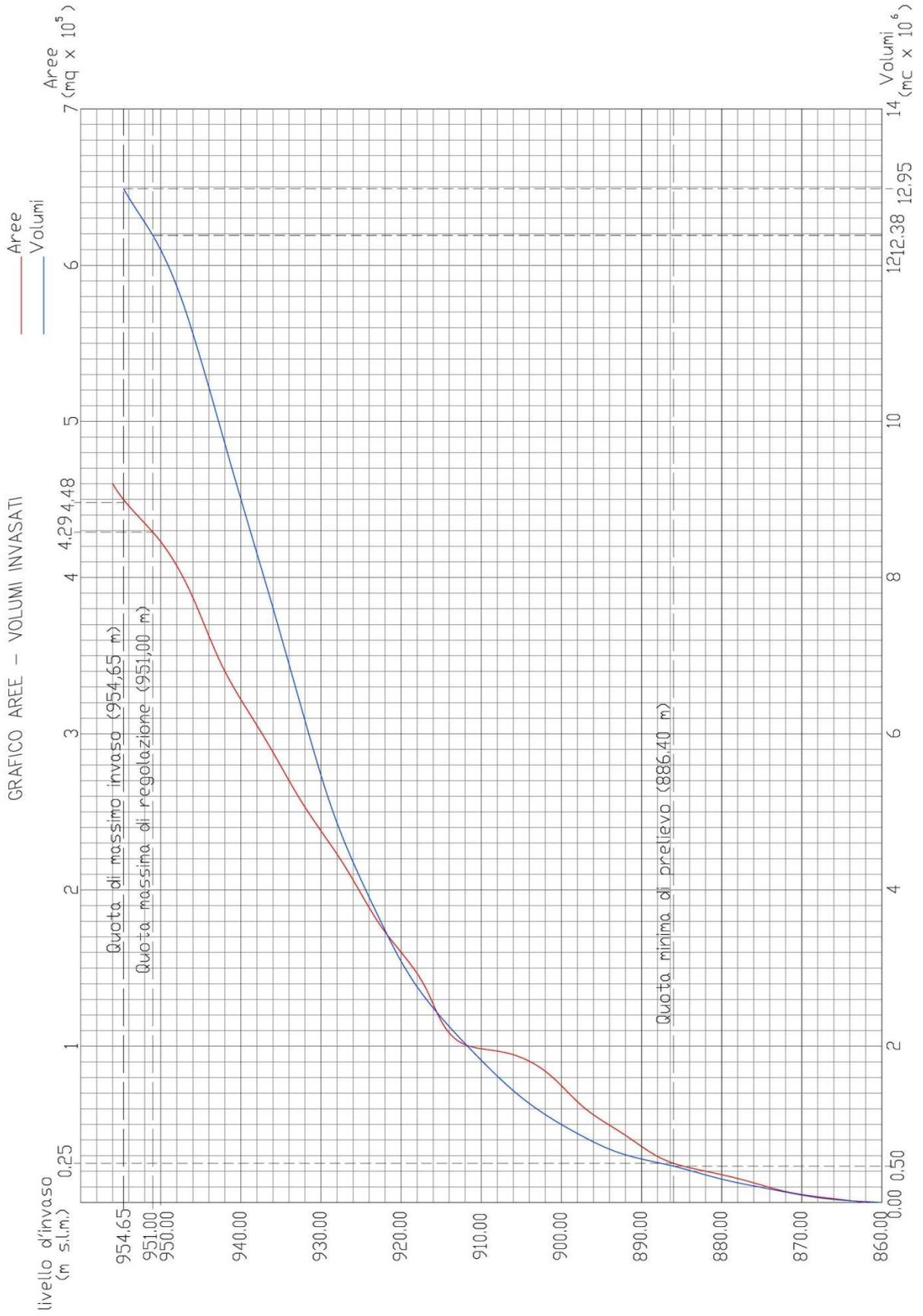
3. CARATTERISTICHE PRINCIPALI DELLA NUOVA DIGA

Il manufatto avrà un'altezza di ritenuta pari a circa 94,40 metri fuori terra e sarà in grado di costituire un accumulo idrico utile di circa 12.000.000 mc, che consentirà di soddisfare i seguenti usi:

- distribuire al comprensorio irriguo del centro Sesia una portata di soccorso variabile fino a 3,35 mc/s nel periodo aprile – agosto a seconda dei momenti siccitosi. La portata media continua distribuibile nello stesso periodo è pari a 1,27 mc/s;
- garantire un rilascio biologico al torrente Sessera a valle del nuovo sbarramento sempre superiore a quello minimo di base previsto dalla normativa pari a 251 l/s e mai inferiore a quello di 308 l/s su 365 giorni attualmente concessionato tra gli obblighi dell'esistente diga. La curva di durata di progetto risulta dei rilasci a valle risulterà mediamente:
 - pari a quella esistente di 308 l/s per 155 giorni all'anno;
 - superiore a quella attuale, fino al doppio, per 135 giorni all'anno;
 - inferiore a quella esistente (sfiori) solamente allorché la portata rilasciata è superiore a 750 l/s per 75 giorni all'anno;
- assicurare una dotazione idrica a carattere potabile pari a 221,75 l/s medi continui per gli insediamenti civili e produttivi del biellese, della valle Sessera e del vercellese secondo il seguente schema:
 - 85,35 l/s da destinare ai comuni della Val Sessera comprensivi di Borgosesia;
 - 80,00 l/s riservati per i comuni dell'alto biellese (valle di Mosso) e della città di Biella;
 - 56,75 l/s da destinare agli invasi sui torrenti Ostola e Ravasanella quale dotazione idrica integrativa per i comuni del vercellese in ragione delle nuove esigenze.
- dare luogo ad una produzione idroelettrica complessiva mediante la realizzazione di tre nuove centrali idroelettriche ed il potenziamento di quella esistente sulle sponde dell'invaso sul torrente Ravasanella pari a circa 22.500.000 kWh/anno.

Si veda il diagramma dei volumi d'invaso caratterizzanti la sezione in esame del torrente Sessera che di seguito si riporta.

GRAFICO AREE - VOLUMI INVASATI



Date le elevate caratteristiche meccaniche e strutturali dell'imposta in grado di accogliere una tipologia di sbarramento di tipo iperstatico, la soluzione tecnica individuata per la costruzione dello sbarramento è quella classificata, ai sensi del vigente D.M. 24.03.1982 "*Norme tecniche per la progettazione e la costruzione delle dighe di sbarramento*", come **diga muraria a volta del tipo ad arco-gravità**.

Lo scarico superficiale sarà realizzato in corpo diga con risvolto a salto di sci (trajectory bucket) in asse al torrente Sessera al fine di ottimizzare sia l'entità delle opere di restituzione verso valle della portata sfiorata nonché quelle dello scarico di fondo. L'opportunità infatti di realizzare uno sfioratore con restituzione a salto di sci, grazie alle ottime caratteristiche di resistenza meccanica della roccia in alveo, consente di ridurre al minimo le opere di canalizzazione da monte a valle con conseguente notevole economia di spesa.

Il nuovo sbarramento sarà caratterizzato dai seguenti dati geometrici e dimensionali:

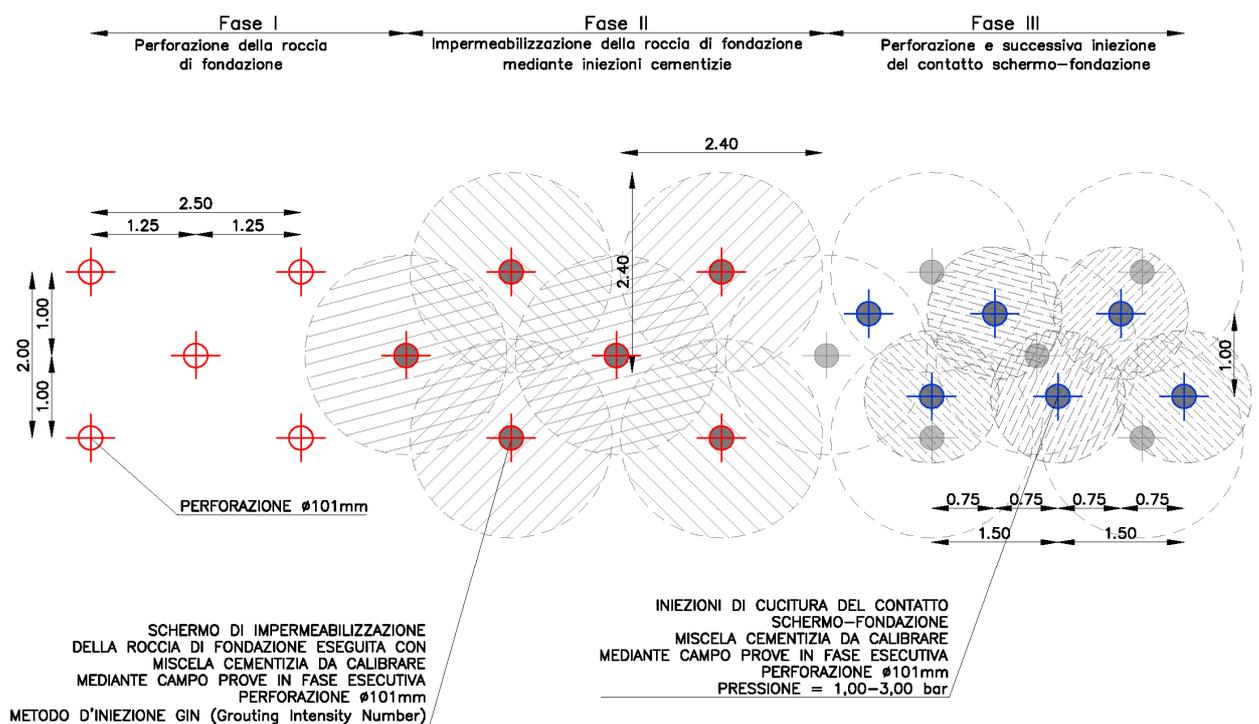
- Quota di fondazione: 858,87 m.s.m.
- Quota alveo naturale: 864,75 m.s.m.
- Quota di massimo invaso: 954,65 m.s.m.
- Quota massima di regolazione: 951,00 m.s.m.
- Quota coronamento: 957,40 m.s.m.
- Altezza diga (D.M. 24.03.82): 98,53 m.
- Altezza diga (D.L. 584/94): 94,40 m.
- Altezza di massima ritenuta (D.M. 24.03.82): 90,65 m.
- Lunghezza del coronamento: 256,60 m.
- Larghezza del coronamento: 4,75 m.
- Massima larghezza alla base fuori dallo scarico superficiale: 38,86 m.
- Massima larghezza alla base in corrispondenza dello scarico superficiale: 92,82 m.
- Massimo raggio di curvatura: 131,78 m.
- Minimo raggio di curvatura: 67,90 m.
- Massimo angolo orizzontale: 98,05°
- Minimo angolo orizzontale: 70,29°
- Volume di calcestruzzo: 290.000 mc.
- Volume di scavo per le fondazioni: 120.000 mc.
- Volume totale invaso (D.M. 24.03.82): 12.950.000 mc.
- Volume utile di regolazione (D.M. 24.03.82): 12.000.000 mc.
- Volume invaso (D.L. 584/94): 12.380.000 mc.
- Volume di laminazione: 570.000
- Franco: 2,75 m.
- Franco netto: 2,00 m.

Il trattamento delle fondazioni rocciose avverrà attraverso la costituzione di uno schermo impermeabile cementizio realizzato mediante iniezioni a media pressione con il compito di assicurare:

- la perfetta tenuta idraulica, anche in profondità, nei confronti delle acque dell’invaso;
- un collegamento efficace tra fondazione e corpo diga;
- ridurre le sottopressioni sul piano di fondazione e nell’ammasso roccioso.

Le iniezioni per l’impermeabilizzazione dell’ammasso roccioso verranno eseguite a scavi ultimati mediante carotaggi a distruzione. I fori saranno disposti su tre file longitudinali allo sviluppo degli archi, a interasse di 1,00 m e 2,50 m lungo la fila con disposizione a quinconce.

Durante la fase di perforazione si procederà a campione all’esecuzione di prove di permeabilità per consentire una taratura più precisa della miscela di acqua e cemento da utilizzare per la fase successiva di iniezione. Di seguito si riporta uno schema della geometria delle perforazioni, delle iniezioni per lo schermo di tenuta e le successive perforazione di cucitura del corpo diga con lo schermo.

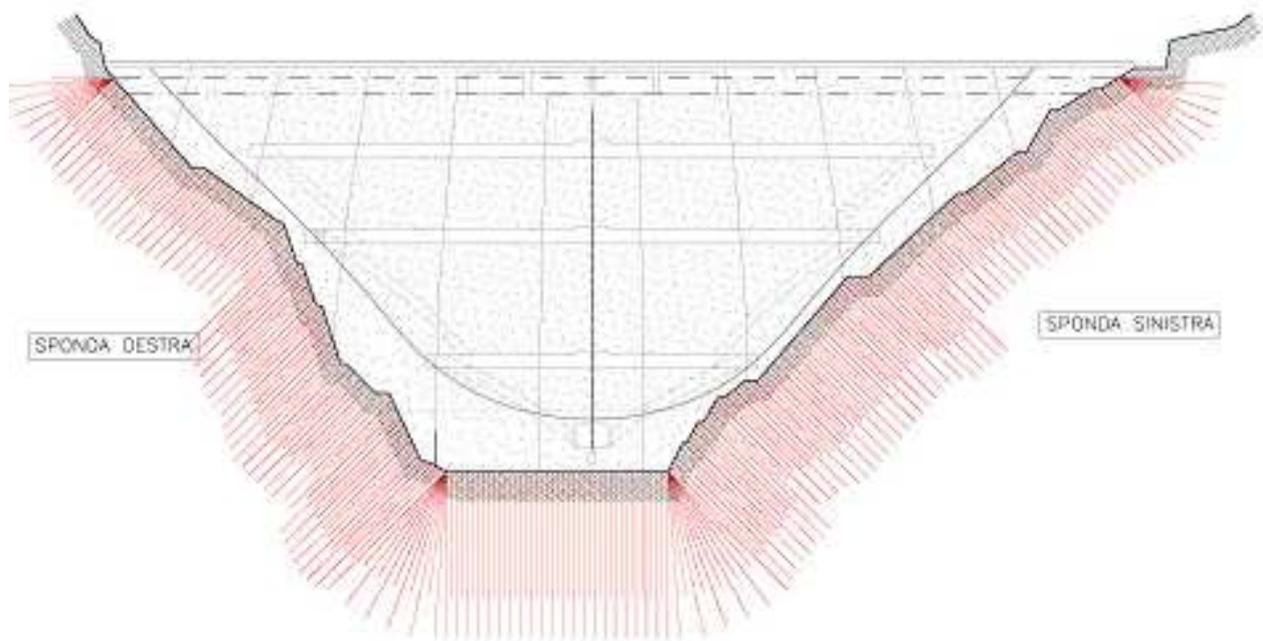


La profondità dello schermo sarà variabile a seconda della quota per seguire progressivamente l’andamento delle pressioni idriche in fase di esercizio d’invaso. Per tale motivo si procederà con il presente criterio:

- sino a quota 875,00 m.s.m. perforazioni file esterne profondità 40,00 m, perforazione fila interna 30,00 m
- da quota 875,00 m.s.m. a quota 915,00 m.s.m. perforazioni file esterne profondità 35,00 m, perforazione fila interna 25,00 m

- oltre quota 915,00 m.s.m. perforazioni file esterne profondità 25,00 m, perforazione fila interna 15,00 m

Le profondità di perforazione risulta riferita al piano di scavo, quindi già depurata dello spessore di roccia disturbata ed eliminata dagli scavi superficiali.



Profilo di scavo con indicazione delle iniezioni di cucitura

Gli organi di scarico dello sbarramento sono tre:

- scarico di fondo;
- scarico di mezzo fondo
- scarico superficiale;

3.1 Scarico di fondo e mezzo fondo.

Lo scarico di fondo sarà ricavato in corpo diga in posizione centrale a quest'ultimo al fine di mantenere l'asse del torrente quale asse di restituzione a valle.

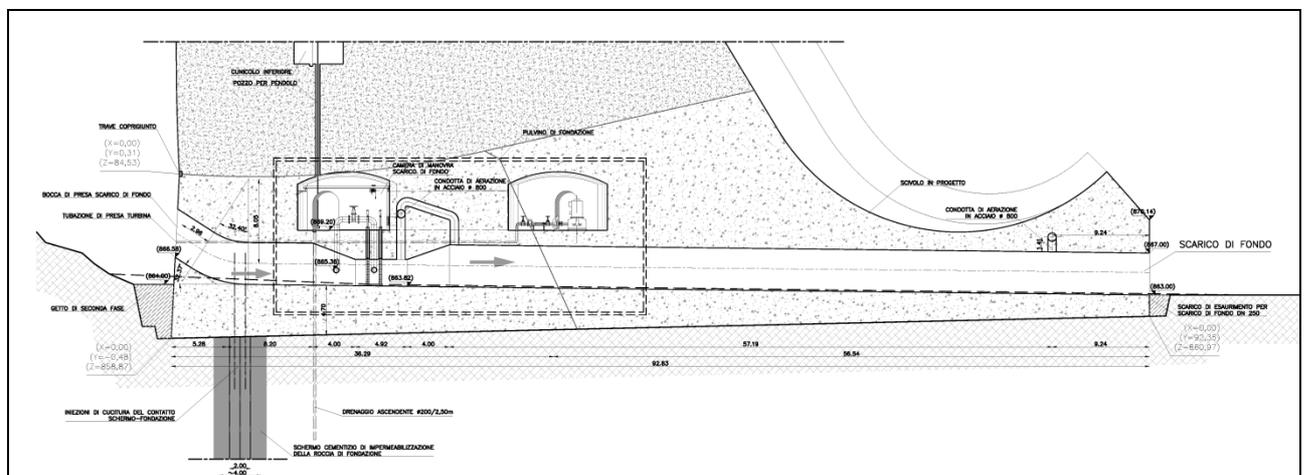
Esso sarà realizzato in posizione sottostante al profilo di salto di sci dello scarico superficiale ed avrà sezione variabile da 4,00 x 4,00 m. agli imbocchi a 2,50 x 2,00 in corrispondenza delle due paratoie di sezionamento.

La portata massima esitabile in corrispondenza della quota di massimo invaso sarà pari a 157,5 m³/s.

Lo scarico di fondo sarà caratterizzato da una doppia paratoia in acciaio ad azionamento oleodinamico comandabile sia direttamente dalla camera paratoie in corpo diga che dalla casa di guardia che dalla cabina di manovra della torre di presa in adiacenza al coronamento. Le paratoie saranno ispezionabili dalla camera paratoie posta a quota 867,30 m.s.m. nel corpo

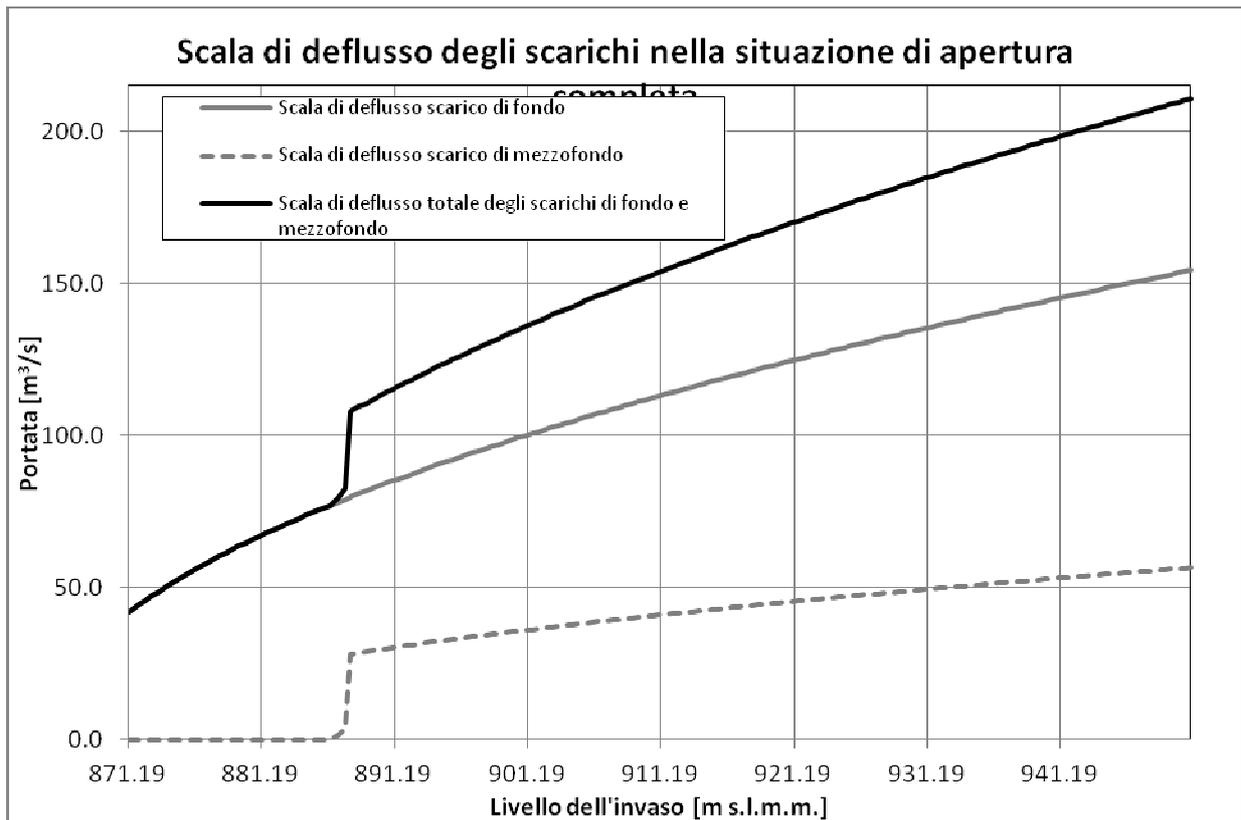
diga alla quale si potrà accedere dall'apertura di servizio dell'opera di presa ubicata sul paramento di valle alla quota dell'edificio di derivazione a valle diga. Le scale di collegamento di tale accesso (carrabile) alla camera dello scarico di fondo sono state progettualmente dotate di scivoli attrezzati con argani per la movimentazione delle parti in manutenzione.

Un by-pass in acciaio del DN. 500 mm sezionato mediante valvola a farfalla motorizzata di pari diametro consentirà l'equilibratura della pressione del vano intermedio alle due paratoie. L'aeroforo per il controllo della laminarietà della corrente a valle delle paratoie sarà realizzato in acciaio a sezione circolare con un valore massimo consentito dalla velocità della corrente d'aria nell'aeroforo di 50 m/s (essendo i valori tipici compresi nell'intervallo tra 40 e 100 m/s) ed avrà quindi un diametro (confronta relazione idraulica) pari a 800 mm.

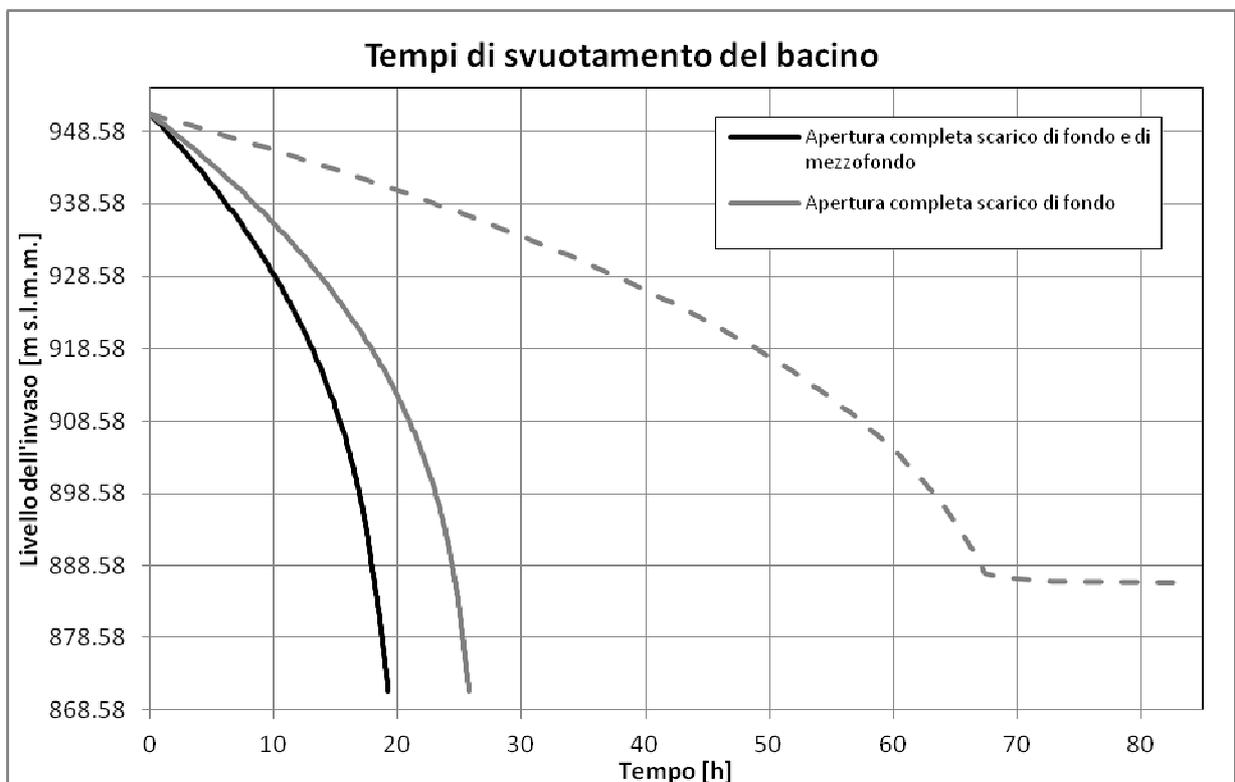


Lo scarico di mezzo fondo trarrà origine dall'edificio, posto immediatamente a valle della diga a quota 886,00 m.s.m. in sponda sinistra, di ripartizione dall'opera di presa. Qui la condotta in acciaio del DN. 2.000,00 mm. viene intercettata da un sistema di doppia paratoia e by-pass avente le stesse caratteristiche dello scarico di fondo ed indirizzata verso il corpo diga per restituire i deflussi centralmente all'alveo in posizione parallela a quella dello scarico di fondo.

La portata massima esitabile in corrispondenza della quota di massimo invaso sarà pari a 56,5 m³/s. L'aeroforo corrispondente sarà costituito da tubazione metallica del DN pari a 300 mm. Di seguito si riporta, per comodità, il diagramma della variazione della portata dello scarico di fondo e mezzo fondo in funzione della quota d'invaso.



Il tempo di svuotamento, a nullità di afflussi e con l'invaso alla quota di massimo invaso risulta pari a:



3.2 Scarico di superficie

I dati di dimensionamento dello scarico di superficie sono i seguenti:

- Portata al colmo (Tr=1000 anni): 817 mc/s

L'esitazione della portata di massima piena sarà organizzata mediante uno scarico di superficie diviso in 4 luci da 13,50 metri di larghezza con profilo sagomato tipo Creager con sommità a quota 951,00 m.s.m. Tre pile centrali costituiranno l'appoggio per la passerella carrabile di coronamento la cui larghezza complessiva sarà pari a 4,60 m.

- Quota di massimo invaso: 954,65 m.s.m.
- Quota massima di regolazione: 951,00 m.s.m.

Il valore della portata esitata dallo scarico di superficie è stato definito mediante l'applicazione della formula relativa allo sfioratore tipo Creager che si è progettato:

$$Q = \mu \cdot h^2 \cdot \sqrt{2 \cdot g} =$$

dove $\mu = 0,48$ e $h = 3,65$ coincidente con la massima portata affluente al bacino con un tempo di ritorno di tipo millenario.

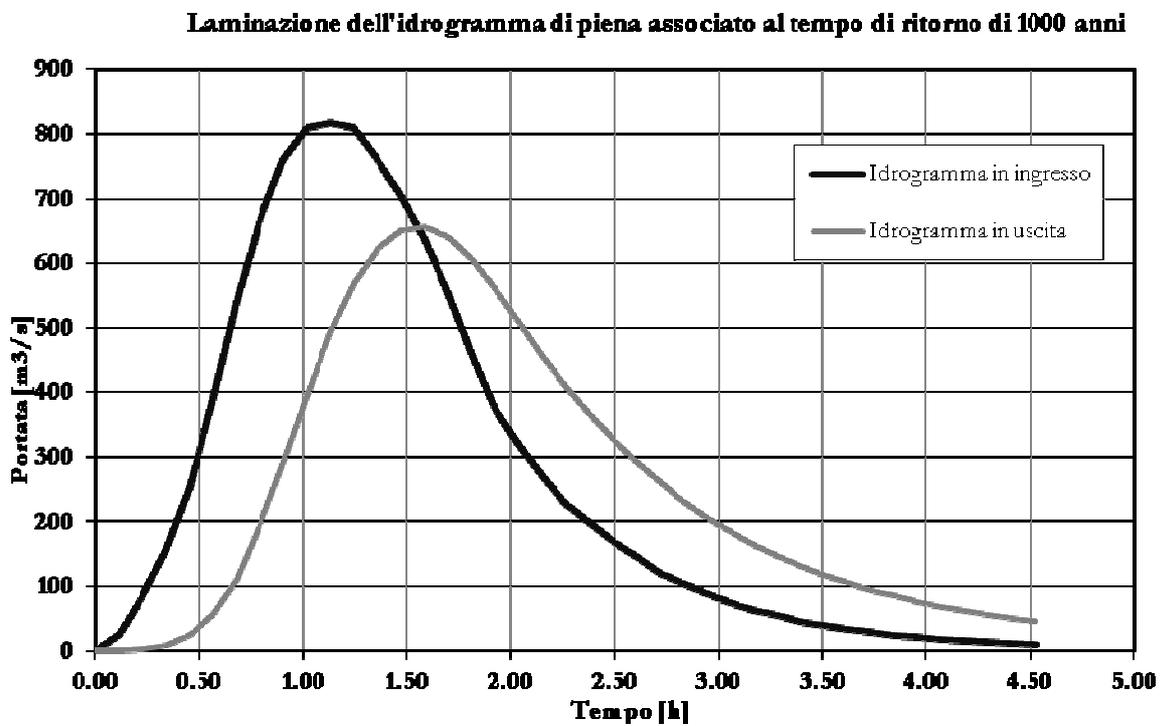
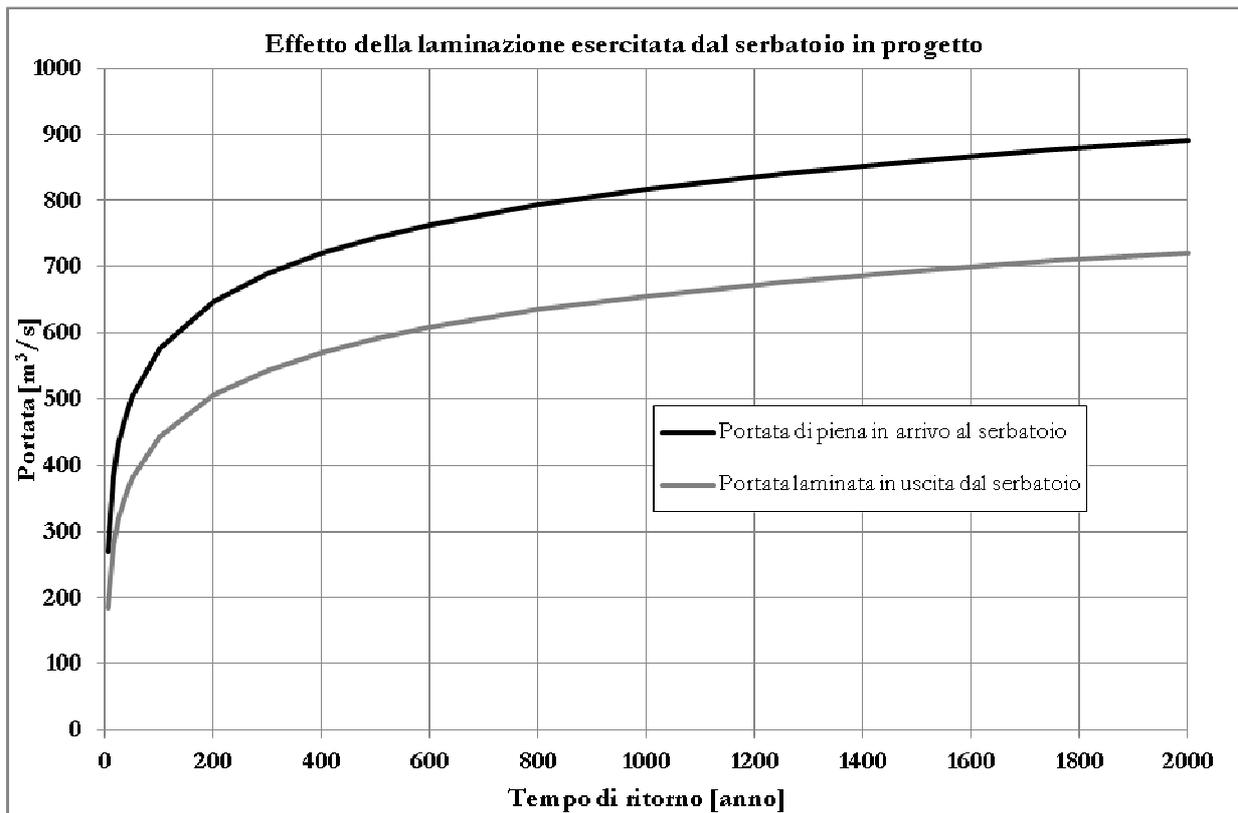
Di seguito si riporta l'idrogramma di piena in afflusso al bacino d'invaso e quello laminato per effetto dello sfioratore progettato, l'andamento del sovranzo idrico e del relativo volume di laminazione.

Il franco idraulico sarà di 2,75 m. sopra la quota di massimo invaso e quindi coinciderà con la quota di 957,40 m.s.m.

Per i dati dimensionali e descrittivi del dissipatore a salto di sci (trajectory bucket) si rinvia all'apposito capitolo della relazione idraulica.

3.3 L'effetto di laminazione

L'effetto di laminazione espletato dal serbatoio d'accumulo sarà sensibile ed in grado di ridurre di circa il 20% il picco massimo di piena millenaria; infatti il valore massimo dell'idrogramma di ingresso della portata millenaria è pari a 817 m³/s mentre il corrispondente in uscita è 656 m³/s. Il corrispondente rapporto di laminazione vale circa 0.80. Di seguito, per semplicità di lettura, si riportano il grafico relativo al potere laminativo della diga in funzione della frequenza di accadimento dell'evento e della deformazione dell'idrogramma di piena millenario.



3.4 L'opera di presa

L'opera di presa sarà costituita da una struttura a torre realizzata in aderenza al paramento di monte, in sponda sinistra del corpo diga, in corrispondenza del concio D. La sezione sarà di tipo scatolare con spessore delle pareti variabili al variare dell'altezza. La fondazione risulterà un tutt'uno con il corpo diga in quanto il getto verrà realizzato in concomitanza con quest'ultimo. Dal piano di fondazione sino a quota 908,82 m.s.m. la struttura sarà di tipo scatolare con pareti di spessore 1,20 m e dimensioni interne 7,10 x 8,10 m.

Da quota 908,82 m.s.m. a quota 928,82 m.s.m. la sezione sarà sempre di tipo scatolare con pareti di 1,00 m di spessore e dimensione interna 7,30 x 8,50 m. Da quota 928,82 m.s.m. sino a quota coronamento la sezione si ridurrà ulteriormente con pareti di 0,80 m di spessore e dimensione interna 7,50 x 8,90 m.

All'interno della struttura verrà installata la tubazione di presa in acciaio in posizione verticale avente diametro di 2000 mm caratterizzata da derivazioni di presa di pari diametro a varie quote per l'ottimizzazione della temperatura dell'acqua da prelevare. Tali prese saranno costituite da un tratto convergente tronco-conico, da un giunto di smontaggio e da una valvola a farfalla motorizzata di sezionamento del prelievo. La valvola sarà comandata da un attuatore elettrico installato direttamente sul corpo valvola.

La portata massima prelevabile sarà come ampiamente riportato nei capitoli precedenti pari a 4,00 m³/s

La tubazione scenderà verso il piede della fondazione della torre di presa, all'interno del quale verrà inghisato un elemento a quattro vie: un tronco verticale in arrivo dalle bocche di presa, una orizzontale in arrivo dalla deviazione provvisoria della galleria di derivazione esistente e prosegue verso il corpo diga e un tronco di tubazione in arrivo dalla bocca di presa più depressa a quota 886,40 m.s.m. Dal convergente si staccherà la tubazione di derivazione in acciaio DN 2000 che proseguirà verso valle del corpo diga, per raggiungere l'edificio di ripartizione in progetto. In questo tratto di condotta verranno installati un venturimetro, un pezzo speciale completo di botola d'ispezione, una valvola per la chiusura rapida della derivazione e un giunto di smontaggio.

La torre di presa verrà completata superiormente da un edificio accessibile dal coronamento che fungerà da ingresso alla torre di presa ed ospiterà il quadro di comando locale dell'opera di presa nonché quello dello scarico di fondo oltre ad un carroponete per la movimentazione dei materiali all'interno della torre

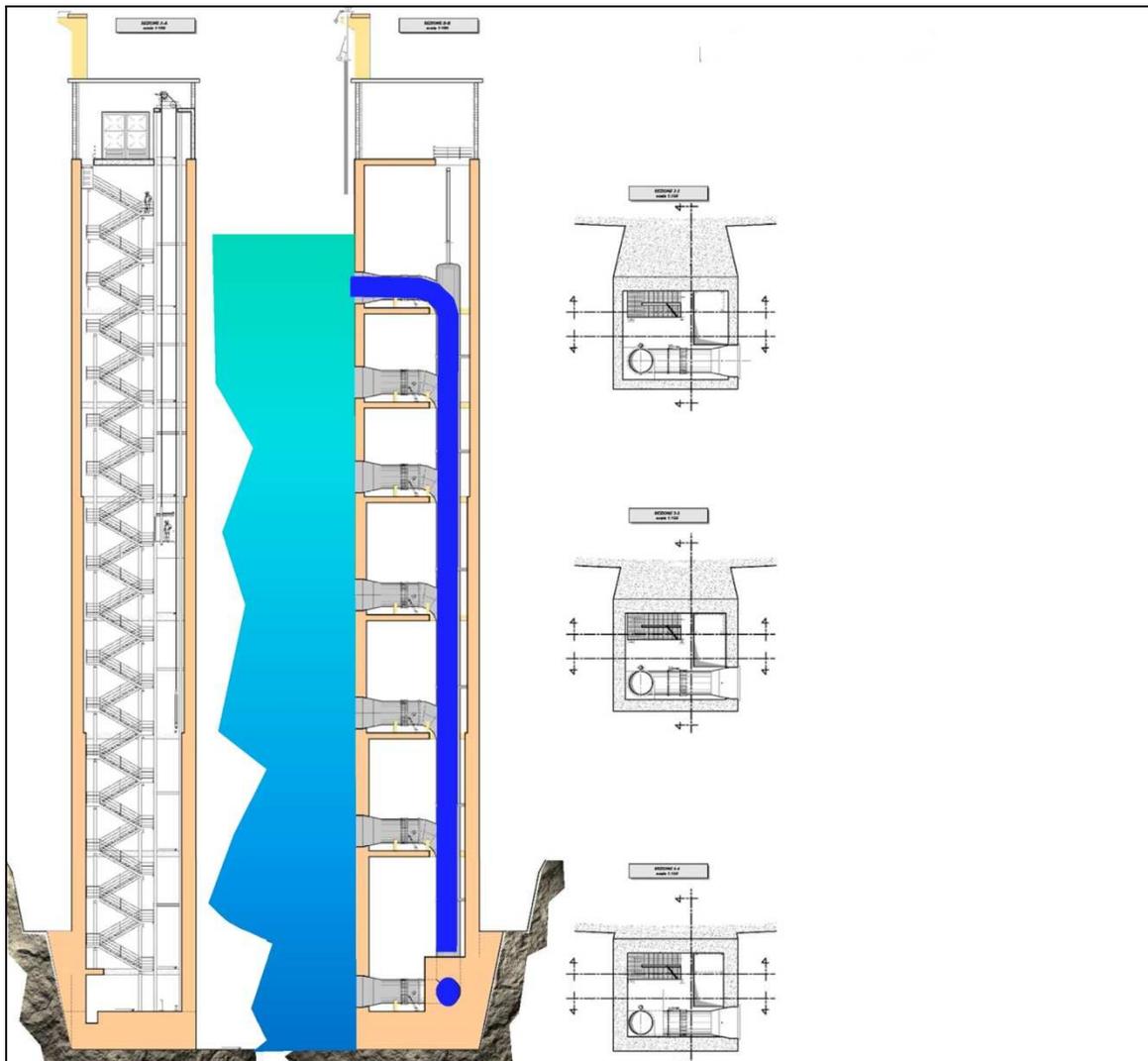
Esternamente alle bocche di presa sarà fissata alla torre di presa una griglia di selezione del materiale galleggiante. Su delle guide metalliche vincolate alla struttura in c.a., un pettine motorizzato condurrà sulla copertura dell'edificio il materiale eventualmente raccolto, dove un nastro trasportatore lo veicolerà all'apposito cassonetto presente sul coronamento in adiacenza alla torre di presa.

Oltre all'avvolgitore del pettine ed al nastro trasportatore sopra menzionato, sulla copertura dell'edificio troverà ubicazione la sirena acustica per la segnalazione delle operazioni di

manovra degli organi di scarico.

La torre di presa sarà dotata di una scala di servizio in acciaio zincato che collega i vari livelli nonché, data l'altezza, di un elevatore a fune per il trasporto del personale.

Al fondo della torre di presa, situata a quota 885,22 l'opera di presa assume orientamento orizzontale per fuori uscire dal paramento di valle attraverso la galleria dell'opera di presa, ove sono ubicati un venturimetro per la misura delle portate derivate ed una valvola a farfalla automatizzata di sicurezza ad esso collegata mediante sensore di velocità.



Nelle immediate vicinanze del paramento di valle, alla quota 886,00 m.s.m. è ubicato l'edificio di manovra della derivazione e dello scarico di mezzo fondo. Qui un ramo della condotta in acciaio imbecca la nuova galleria di raccordo all'esistente galleria di adduzione della portata derivata alla centrale idroelettrica del Piancone. L'edificio in questione ospiterà quadri ed apparecchiature di manovra delle paratoie di sezionamento sia della galleria di presa che dello scarico di mezzofondo.

La nuova galleria avrà sezione pari a m. 5,10 di larghezza e m. 3,90 di altezza per uno

4. QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE

Il quadro di riferimento ambientale si propone di valutare, dall'esame della geologia e della morfologia delle sponde del bacino imbrifero afferente l'invaso, l'apporto solido al serbatoio come derivante dall'azione erosiva dei torrenti di adduzione al bacino esercitata sui suoli presenti nel bacino imbrifero sotteso dalla diga delle Miste.

La successiva caratterizzazione dei corpi idrici e delle caratteristiche qualitative delle acque del bacino imbrifero permette di completare l'analisi ambientale valutando lo stato ecologico delle acque a monte e a valle dello sbarramento.

4.1 *Stima delle quantità di materiale sedimentato nel bacino e caratteristiche qualitative dei sedimenti*

L'inquadramento geologico generale del bacino imbrifero sotteso alla diga delle Miste e successivamente la specializzazione al bacino dell'invaso permette di descrivere fenomenologicamente la genesi del trasporto solido potenziale. A completamento dell'indagine geologica, a seguito di operazioni di svasso e sfangamento effettuate dal Gestore nel periodo 2003-2004, è stato possibile stimare su un arco temporale di un quarantennio, a partire dall'inizio dell'esercizio negli anni 1961-62 sino alla data dei lavori di rimozione dei sedimenti, il volume di materiale movimentato e quindi sedimentato nel bacino di invaso.

4.1.1 Geologia bacino imbrifero

Si riassumono brevemente alcuni temi principali di geologia regionale, necessari per la comprensione dello schema evolutivo della catena alpina e di conseguenza per l'inquadramento strutturale della zona in esame.

Come è noto, le Alpi hanno una struttura crostale "a doppia vergenza": sono costituite cioè da due catene a falde che, durante i processi orogenetici, si sono propagate, con fenomeni traslativi e plicativi, in senso opposto. Con riferimento all'impostazione del nuovo Structural Model of Italy (CNR 1990), si possono distinguere una catena a vergenza europea e una catena a vergenza africana.

La catena Europavergente, o catena alpina in senso stretto, è costituita da una sequenza di sistemi tettonici che, a partire dal Cretacico, sono traslati verso l'avanpaese europeo (in media verso NW). In breve, tale catena è suddivisa a sua volta in una serie di sistemi tettonici principali, nella quale sono compresi gruppi di falde che sono caratterizzati da una certa analogia di cinematismo (o di modalità di messa in posto) e/o di posizione degli antichi bacini paleogeografici. Si distinguono i Sistemi Australpini delle Alpi occidentali ed orientali; la Zona Penninica, dominante nelle Alpi centro-occidentali; il Sistema Elvetico-Delfinese, molto esteso nel settore esterno delle Alpi occidentali e centrali; il bacino della "molassa" (avanfossa), che si estende dal lago di Ginevra a Vienna; le falde di scollamento del Giura franco-svizzero.

La Catena Africa-vergente è costituita da un sistema tettonico meridionale che, a partire dal Neogene, ha formato una serie di falde a prevalente vergenza africana (Sud); tale sistema è noto con il termine di Alpi Meridionali o Sudalpino. Il contatto tra le Alpi Meridionali e la catena Europa-vergente è di natura tettonica ed è rappresentato da un sistema di faglie subverticali a dominante carattere trascorrente (Linea Insubrica o Lineamento Periadriatico) che si estende dalla linea del Canavese e quella del Tonale, prosegue nella Pusteria e arriva fino alle Alpi orientali in Slovenia.

La struttura attuale dell'edificio alpino è il risultato della sovrapposizione di diverse fasi di deformazioni. Vengono schematicamente distinti un primo evento (eoalpino), con la formazione di una prima catena a falde (orogenesi cretacea), e gli eventi successivi (mesoalpini e neoalpini) tra i quali si interpone la fase magmatica periadriatica.

L'Evento Eoalpino si concentra nei domini Australpini, Pennidico e Ligure-Piemontese con la formazione di falde di basamento e copertura a vergenza europea e dalla genesi delle unità o-fiolitiche; il metamorfismo di questa fase è essenzialmente di bassa temperatura e alte pressioni (eclogitico e in facies di scisti blu).

L'Evento Mesoalpino viene provocato dalla collisione del continente europeo sul fronte della microplacca adriatica; questa collisione favorisce lo sviluppo del metamorfismo regionale ad elevata temperatura e di nuove deformazioni duttili.

La perturbazione termica mesoalpina facilita lo sviluppo di un ciclo eruttivo collisionale, noto con il termine di magmatismo Periadriatico (in quanto i corpi magmatici sono localizzati lungo una fascia larga qualche decina di km che segue il Lineamento Periadriatico).

A partire dall'Oligocene-Miocene, a seguito della continuazione del movimento di propagazione della catena alpina verso l'avanpaese europeo, la struttura a doppia vergenza si sviluppa in maniera dominante. Si forma in particolare il sistema Sud-Alpino con l'attivazione del Lineamento Periadriatico. Le deformazioni principali si protraggono dal Miocene al Pliocene verso l'avanpaese padano-adriatico.

In tale contesto geologico-regionale la zona dell'alta Val Sessera, oggetto del presente studio, rappresenta un'area molto importante. Essa ricade infatti nel settore prealpino del Biellese ed è caratterizzata dalla presenza di due grandi complessi litologici, la Zona Ivrea-Verbanese e la Zona Sesia-Lanzo, separati da un importantissimo allineamento tettonico: la Linea del Canavese. La Linea del Canavese è il segmento più occidentale di un importante sistema di discontinuità (Linea Insubrica) che, come accennato precedentemente, separa lungo tutto il suo sviluppo le parti più direttamente coinvolte negli eventi deformativi e metamorfici della catena alpina (Europa-vergente) da quelle solo marginalmente deformate e prive del carattere metamorfico (Sudalpino).

Secondo le più recenti interpretazioni, la linea del Canavese rappresenta una discontinuità molto antica lungo la quale sono avvenuti importanti movimenti di subduzione ed esumazione delle placche e formazione delle falde alpine; tali importanti processi sono testimoniati dalla

presenza in questa fascia di associazioni di miloniti formati sia dai complessi litologici della Zona Ivrea-Verbano sia della Zona Sesia-Lanzo. Nella zona in esame la linea del Canavese attraversa l'area biellese da Graglia a Pralungo e taglia in due l'alta Valsessera passando per il Bocchetto Sessera e il Bocchetto della Boscarola sviluppandosi in direzione SSW-NNE.

A nord della Linea del Canavese si estende la Zona Sesia-Lanzo, che rappresenta l'elemento inferiore di una serie di falde Australpine; si distinguono in questo sistema due complessi litologici, essenzialmente sulla base della diversa impronta metamorfica: il Complesso degli Gneiss Minuti e quello dei Micascisi Eclogitici. Nella zona in esame è rappresentato solo il secondo complesso. A sud della Linea del Canavese si sviluppa la Zona Ivrea-Verbano: questa rappresenta una unità del basamento pre-carbonifero Sudalpino ed è costituita da una sezione di crosta continentale profonda, con associazione di lembi di peridotiti (mantello). Si distinguono due principali unità litologiche di età diversa:

a) L'unità più recente e profonda (complesso gabbrico stratificato o complesso basico), che affiora con continuità a contatto con la linea del Canavese, comprende una sequenza di peridotiti, pirosseniti, gabbri e dioriti.

b) La seconda unità litologica (complesso kinzigitico) costituisce il tetto, attualmente ruotato e deformato, dei plutoni gabbrici. Essa è formata dall'associazione di metapeliti prevalenti con intercalazioni di vari tipi di metabasiti, marmi e quarziti.

Il bacino idrografico dell'alta Valsessera a monte della diga è costituito da due aste torrentizie principali, il Sessera e il Dolca, che confluiscono poco a monte della diga. Il bacino idrografico sotteso si estende fino alle creste montuose che separano le valli del Sessera e del Dolca dalle contigue valli dello Strona, del Cervo, del Sorba e del Sesia. La linea dello spartiacque culmina a ovest con le creste montuose della Cima delle Guardie, Punta del Cravile, Punta del Mauro, Punta Corteis, Punta del Campanile, Testone delle Tre Alpi (tutti rilievi con quote superiori a 2000 m). L'estensione totale del bacino idrografico è di circa 51 km², e di questi circa il 60% è relativo al bacino del Sessera e il rimanente al bacino del Dolca.

Il corso del T. Sessera a monte della diga si sviluppa in direzione SSW percorrendo un'ampia curva che aggira la dorsale montuosa della Cima dell'Asnas-Piana del Calcinone. Oltre tale dorsale il torrente piega verso ovest e quindi si sviluppa verso monte in direzione NNW fino alle sorgenti del Sessera, ubicate a quota 2000 m nella zona dei Tre Laghi. Il corso del T. Dolca si sviluppa invece verso monte in direzione NNW e quindi, dopo il Ponte dei Lavaggi, piega progressivamente in direzione ovest. La testata della valle del Dolca si estende verso sud-ovest fino alla cresta della Punta del Mauro ed è separata dalla testata della valle del Sessera dalla sottile cresta della Punta del Canalaccio a quote superiori a 2200 m.

Dal punto di vista geologico, le valli del Sessera e del Dolca lungo il loro corso a monte della diga tagliano tutta la successione di formazioni geologiche descritte in precedenza.

In particolare, nella zona della diga e per l'intero tratto che si sviluppa più a monte (fino alla zona del Baraccone sul Sessera e fino alla zona del Ponte dei Lavaggi sul Dolca), entrambi i

fianchi delle valli sono incisi nelle rocce gabbro-dioritiche del Complesso Basico (Zona Ivrea-Verbano).

Procedendo verso monte, rispettivamente nella zona de il Baraccone lungo il Sessera e in quella del Ponte dei Lavaggi sul Dolca, i due torrenti attraversano la Zona del Canavese.

La Linea del Canavese ha un andamento SSW-NNE e nell'ambito del bacino idrografico passa per la Bocchetta di Sessera, il Baraccone, tra l'Alpe Calcinone e il Dosso dell'Asino, attraversa il Torrente Dolca nei pressi del Ponte dei Lavaggi, quindi segue l'incisione del Rio Stramba fino alla Bocchetta della Boscarola. Tale fascia è ben individuabile, per caratteri morfologici, dall'interpretazione delle foto aeree ed è stata rilevata in campagna in vari punti.

Alla linea del Canavese sono associate varie litologie, più o meno tettonizzate e disturbate a seguito degli importanti fenomeni tettonici avvenuti lungo tale allineamento. Si ritrovano infatti scaglie di gneiss occhiadini metagranitoidi leucocratici (Val Dolca) riferibili ad originarie litologie della Zona Sesia-Lanzo, lembi di quarziti feldspatiche, migmatiti originatesi dalla parziale fusione delle rocce gabbriche della Zona Ivrea-Verbano, scisti argillosi con lenti calcaree, dolomie e marmi dolomitici nerastri con vene calcitiche bianche.

Associata alla linea tettonica, ad ovest della linea del Canavese, affiora una fascia, di larghezza variabile, di rocce effusive a composizione andesitica. La larghezza della fascia di andesiti è massima nella zona della Bocchetta Sessera (circa un km) e va progressivamente restringendosi procedendo verso NE fino ad annullarsi nella zona del Ponte dei Lavaggi sul Dolca.

Ad ovest della zona del Canavese (e della fascia di rocce andesitica ad essa associata) i rilievi che costituiscono il bacino idrografica del Sessera e del Dolca sono costituiti dal Complesso dei micascisti eclogitici della Zona Sesia-Lanzo. Si tratta di micascisti e gneiss minuti eclogitici (con granato, pirosseni sodici, glaucofane, ecc.), con lenti di eclogiti.

Nel settore sud-occidentale del bacino idrografico, tra i rilievi della Cima del Bonom, Punta del Cravile e Cima dell'Asnas, affiorano le rocce sienitiche dell'intrusione terziaria del Plutone della Valle Cervo. L'intrusione sienitica è accompagnata da una larga fascia in cui i micascisti sono metamorfosati per fenomeni termici ("aureola di contatto").

Nell'ambito del bacino idrografico le **coperture detritiche** coprono con spessori più o meno elevati e in zone più o meno estese le rocce del substrato. In gran parte si tratta di detriti di falda accumulatisi al piede dei versanti. In altri casi si rilevano ampie zone, soprattutto nei valloni maggiormente sviluppati, in cui l'intensa attività di erosione e di trasporto ha dato luogo ad accumuli di materiale detritico di un certo spessore.

In linea generale è possibile notare che gli accumuli detritici di maggiore importanza sono presenti nelle zone del bacino costituite dai micascisti, i quali, per la loro particolarità strutturale, hanno una maggiore predisposizione alla suddivisione e all'alterazione.

Accumuli di detriti a grana grossa, spesso sotto forma di grossi blocchi e massi e di grandi dimensioni, sono presenti sui versanti formati dalle rocce sienitiche (come ad esempio nella zona della Cost Argentera).

Altri accumuli sono connessi a fenomeni recenti di erosione e di distacco di masse detritiche che hanno dato luogo a dissesti sui versanti (come ad esempio nella zona dell'Alpe Briolo).

Qualche lembo residuo di antiche morene glaciali occupa il fondo dei circhi glaciali, sotto la cresta perimetrale dei rilievi, e colma le conche dell'Alpe Gorei e di Teggie l'Artignago.

Nelle zone di cresta e sulle cime più elevate le rocce del substrato sono denudate dall'esarazione glaciale.

Nell'area di fondovalle del Sessera e del Dolca le rocce del substrato sono per ampi tratti direttamente affioranti o coperte da massi e blocchi di rocce che lasciano comunque intravedere sul fondo le rocce affioranti in alveo. Solo in alcuni tratti il materasso alluvionale raggiunge, a stima, spessori di un certo rilievo.

4.1.2 Geologia bacino invaso

Alla quota di massimo invaso l'area del lago si estende lungo i due rami del Dolca e del Sessera. In relazione alla morfologia molto accentuata della valle l'invaso ha una forma stretta e allungata e si dirama lungo i due corsi d'acqua che, a monte della diga, divergono tra loro di circa 90°. Lungo il Dolca l'invaso raggiunge la zona a valle del Ponte dei Lavaggi, nella zona compresa tra le confluenze del Rio Barrosa, in sinistra, e del canale Tench in destra. Lungo il Sessera il perimetro d'invaso arriva poco a valle dell'innesto del Rio Caramala, affluente di sinistra.

Come desumibile dalla Carta Geologica, l'invaso interessa esclusivamente le rocce gabbro-dioritiche del Complesso basico della Zona Ivrea-Verbano. La zona del Canavese, che, come più volte ripetuto in precedenza, separa il complesso basico dai micascisti eclogitici della Zona Sesia-Lanzo, viene intercettato dai due corsi d'acqua poco più a monte della coda del lago (nella zona del Ponte dei Lavaggi lungo il Dolca e in località il Baraccone lungo il Sessera).

In questo tratto di bacino non sono evidenti **accumuli detritici** di spessore rilevante. La presenza di una estesa copertura arbustiva non permette di rilevare direttamente, in maniera areale, gli affioramenti rocciosi; tuttavia, viste le forte acclività delle sponde, è da ritenere che le rocce del substrato risultino sub-affioranti sotto una sottile coltre detritica.

Affioramenti delle rocce gabbro-dioritiche sono rilevabili su molti tratti lungo l'alveo dei due corsi d'acqua (nel tratto a monte della zona occupata dall'invaso). Lungo il T. Dolca sono presenti due zone di espansione fluviale: una in corrispondenza della coda del lago attuale, dove gli apporti terrigeni recenti del fiume hanno formato un'ampia zona di sedimenti ghiaiosi che occupano l'area golenale in sinistra del fiume. Poco più a monte di questa area si rileva

nell'area golenale, sempre in sinistra del corso d'acqua, una zona di antico terrazzo alluvionale, indicato con il toponimo di Piane di Buronzo. Si tratta una zona pianeggiante, posta a quota 920-925 circa, quindi appena lambita dall' invaso, il quale termina proprio in questa zona rimanendo confinato nello stretto alveo di magra del torrente, leggermente incassato rispetto al terrazzo. A monte delle Piane del Buronzo il corso d'acqua del Dolca risulta direttamente inciso nelle rocce del substrato.

Lungo il corso del torrente Sessera si nota una zona di **sedimentazione alluvionale** recente in corrispondenza della coda del lago; si tratta di sedimenti ghiaiosi trasportati di recente dal fiume, ma che hanno presumibilmente coperto una zona di antica espansione fluviale; in questo tratto la valle si allarga leggermente rispetto al tratto più a monte, che risulta inciso e direttamente scavato nelle rocce del substrato.

Nella zona del bacino di invaso non sono stati rilevati fenomeni di dissesto in atto o recenti né sono individuabili zone di accumulo detritico di notevole spessore che possano essere interessati dal lago. In generale le condizioni di stabilità dei versanti sono da ritenere buone. Piccoli fenomeni di crollo per distacco di frammenti e blocchi di roccia più o meno voluminosi o per scollamento delle coltri detritiche sono sempre possibili, soprattutto nelle zone interessate dalle oscillazioni dell'invaso. Si tratta tuttavia di fenomeni di piccola entità, da considerare "fisiologici" in tratti di versanti molto acclivi.

Zone con accumuli detritici di spessore notevole sono invece presenti a monte dell'invaso, nell'ambito del bacino idrografico. Tenuto conto delle forte acclività dei versanti, tali accumuli detritici possono dare luogo, soprattutto in concomitanza di eventi meteorici particolarmente intensi, a fenomeni di erosione o di scivolamento delle coltri più superficiali. Eventi di questo tipo si sono verificati in passato, anche di recente, ma non hanno dato luogo a problemi di particolare rilievo a parte l'aumento del trasporto solido o l'arrivo nel lago di arbusti e vegetazione erosi e trasportati dalle acque.

Un evento di questo tipo di particolare intensità è avvenuto nel 2001, a seguito di precipitazioni molto intense e prolungate. Si tratta in ogni caso di fenomeni che fanno parte della naturale evoluzione geomorfologica dei versanti, e che devono essere considerati possibili anche in futuro, qualora si ripresentino le condizioni meteorologiche gravose che le hanno innescate.

4.1.3 Analisi del trasporto solido e dei sedimenti

Le valutazioni geologiche consentono di classificare i suoli del bacino idrografico del T. Sessera chiuso alla diga come soggetti ad erosione bassa.

Tali considerazioni trovano il loro conforto nell'esame delle condizioni del fondale del bacino allorquando nel periodo 2003-2004 il Gestore compì un'operazione di svasso con successiva rimozione dei sedimenti al fine di ripristinare la funzionalità dello scarico di fondo.

In occasione della visita di vigilanza ex art. 17 del D.P.R. 1363/1959, effettuata in data 13 novembre 2002 del cui esito venne redatto in pari data il rispettivo verbale, il funzionario preposto riscontrò la mancata fuoriuscita d'acqua a seguito della movimentazione della paratoia dello scarico di fondo e pertanto fu ordinato il ripristino quanto prima possibile.

E' da ricordare che l'inverno 2002 fu periodo di intensi e prolungati eventi meteorici che provocarono un'elevata erosione delle coltri superficiali delle sponde del bacino. Tale fenomeno trovò ulteriore riscontro nella notevole quantità di tronchi presenti sia nel lago che nel corso del T. Sessera a valle.

L'operazione di svasso fu la prima nella storia quarantennale della struttura, la cui costruzione risale ai primi anni '60 del secolo passato e la cui entrata in esercizio è avvenuta nel periodo 1961-62. Si osservò che il livello di interrimento è condizionato dalla morfologia delle sponde nella zona immediatamente a monte dello sbarramento, la cui acclività e conformazione fa sì che si venga a creare una sorta di cono profondo a tergo dello scarico di fondo. Ciò comporta il raggiungimento di altezze elevate dei sedimenti a fronte di volumi comunque trascurabili nelle immediate vicinanze della diga mentre nelle zone più distanti si ha una digressione progressiva e rapida che porta gli spessori dei sedimenti a valori dell'ordine di qualche metro.

A seguito dello svasso si poté stimare nella zona della depressione conica un'altezza media del materiale compresa tra i 10 ed i 15 metri; a tali altezze corrispondono rispettivamente le quote di 894.00 e 899.00 m s.l.m.m. con un volume medio desunto dalla curva dei volumi stimabile in circa 100.000 m³. Considerando un arco temporale di 40 anni si ottiene una produzione media annua di sedimenti pari a circa 2500 m³/anno.

Si ricorda che essendo la quota dell'imbocco della torre si presa a 901.20 m s.l.m.m. il volume inutilizzabile ai fini della costituzione della capacità di invaso ammonta a 192.500 m³.

Concludendo in quarant'anni di esercizio il materiale sedimentato è andato ad occupare circa il 52% del volume inutilizzabile.

Attualmente lo scarico di fondo è stato verificato in piena efficienza anche in occasione delle ultime visite di vigilanza del RID in particolare in occasione delle prove di apertura non è stata osservata presenza di materiale solido grossolano trasportato dalla corrente. Considerato inoltre che ai fini di ottemperare alla prescrizioni regolamentari circa il rilascio del DMV questo viene integralmente rilasciato dallo scarico di fondo, mantenendolo parzializzato, e non osservando presenza di materiale grossolano trasportato in seno alla corrente anche in questo caso si trova conferma dell'esigua quantità di materiale di erosione prodotto dal bacino. Le

modalità di rilascio del DMV fanno presupporre che i moti idraulici dovuti al deflusso dell'acqua a battente in corrispondenza dell'imbocco mantengano sempre libero da materiale almeno un cono ubicato in prossimità dello stesso. La buona funzionalità dell'opera di scarico è peraltro garantita dalle informazioni di cui sopra.

Per il bacino in esame non risultano disponibili rilievi di portate liquide e solide effettuati prima e dopo la costruzione dello sbarramento. Non si hanno perciò dati certi per quantificare il trasporto solido in assenza dello sbarramento. Si è ritenuto pertanto di non ricorrere a modellazioni teoriche al fine di stimare tali dati in quanto trattasi di modellazioni influenzate significativamente da molteplici parametri che descrivono il corpo idrico (caratteristiche geomorfologiche dei suoli, influenza della vegetazione, reale erodibilità dei suoli) che difficilmente possono essere valutati in maniera teorica senza incorrere in approssimazioni e incertezze anche di notevole entità.

Nel seguito viene stimata la quantità di materiale solido messo in movimento e rilasciato a valle, a seguito delle condizioni idrauliche indotte dall'apertura degli scarichi della diga in prossimità delle luci di efflusso. Si trascura invece l'apporto di sedimento proveniente dal resto dell'invaso. Lo scenario di rilascio preso in esame riguarda una manovra di apertura dello scarico di fondo effettuata per mantenere la funzionalità di questo in relazione ai possibili accumuli localizzati di sedimenti. La manovra è pertanto finalizzata a mantenere efficienti gli scarichi e non ad effettuare la fluitazione a valle dell'eventuale materiale solido accumulatosi nell'invaso. I processi presi in esame –di mobilizzazione e risospensione del materiale solido nell'invaso ed il rilascio a valle della diga– sono indotti dall'incremento della capacità erosiva della corrente idrica a seguito dell'aumento localizzato di velocità nella zona antistante lo scarico di fondo durante l'apertura dello stesso. La velocità della corrente idrica in prossimità dello scarico viene assunta pari al rapporto fra portata effluente ed area della luce. Successivamente viene valutato lo sforzo indotto sul fondo, da applicare ad un'area orizzontale di dimensioni 1,5 volte la larghezza dello scarico e verificando che lo sforzo indotto dalla corrente idrica sia superiore agli sforzi critici del sedimento. Per stimare la quantità di materiale solido messo in sospensione si utilizza un modello sedimentologico basato su formule empiriche di erosione, valide per materiale di natura non coesiva oppure coesiva a seconda dei sedimenti presenti. I sedimenti sono ipotizzati monogranulari con caratteristiche dimensionali definite sulla base dei dati osservati in campo in occasione delle operazioni di svasso. Si considera che solo le frazioni fini del sedimento possano essere mobilizzate e messe in risospensione: la sabbia fine (diametro rappresentativo $d=100$ micron) ed il limo-argilla (diametro rappresentativo $d=20$ micron). Nel caso specifico nella parte di valle del serbatoio domina la sabbia, per il quale il modello sedimentologico ipotizza uno sforzo critico al fondo pari a $\tau = 0.6 \text{ N/m}^2$ e la relazione di Van Rijn. La porosità del fondo erodibile è ipotizzata pari al 40%. Si osserva che a seguito delle inevitabili incertezze legate ai dati ed alle ipotesi semplificative assunte, i valori così ottenuti sono da ritenersi necessariamente approssimati. Le condizioni idrauliche ipotizzate ipotizzano:

- livello dell'invaso alla quota di massimo invaso: 926.00 m s.l.m.m.;
- portata dello scarico di fondo = $8.6 \text{ m}^3/\text{s}$
- durata della manovra = 30 minuti

Sulla base della metodologia utilizzata e delle osservazioni precedenti, il volume di sedimenti complessivamente risospeso in prossimità dello scarico, è stimato dell'ordine di qualche metro cubo. Diluendo tale volume solido nel volume di acqua rilasciata dallo scarico di fondo durante la manovra si stima la concentrazione media nell'acqua rilasciata a valle dello sbarramento pari al più a qualche centinaio di mg/l (avendo assunto la densità secca 2.65 t/m^3).

4.1.4 Documentazione fotografica

A supporto delle considerazioni fatte nel paragrafo precedente si riportano nel seguito alcune fotografie scattate in occasione delle operazioni di svaso che danno conto delle condizioni in cui versava il bacino.



Figura 1 – Diga delle Miste. Vista della zona antistante il paramento di monte.



Figura 2 - Diga delle Miste. Particolare della zona antistante il paramento di monte in sponda destra.



Figura 3 - Diga delle Miste. Particolare della zona antistante il paramento di monte in sponda sinistra.



Figura 4 - Diga delle Miste. Particolare della zona nelle adiacenze dello scarico di fondo.



Figura 5 - Diga delle Miste. Vista dello sperone in sponda sinistra.



Figura 6 - Diga delle Miste. Particolare della zona della scarico di fondo.



Figura 7 T. Dolca . Condizioni del bacino di invaso.



Figura 8 – Torre di presa.

4.2 Caratterizzazione dei corpi idrici e caratteristiche qualitative delle acque del bacino

Le descrizioni degli habitat fluviali del T. Sessera sono state fatte tenendo distinti il tratto a monte del lago ed il tratto immediatamente a valle della diga; mentre per quanto riguarda il T. Dolca si è considerato solamente il tratto a monte del lago.

I tratti oggetto del presente studio sono comunque inseriti in un territorio scarsamente antropizzato e naturalmente molto ben conservato, a tratti selvaggio. Di fatto all'interno del bacino sotteso non sono presenti insediamenti abitativi se non alcuni alpeggi stagionali e in alcuni casi abbandonati, il resto del territorio è caratterizzato da un ambiente di tipo alpino che raggiunge quote piuttosto elevate con vette e creste fino ai 2500 m s.l.m.. Sia a monte del Lago delle Mischie sia a valle i versanti vallivi risultano molto scoscesi, a tratti inforrati e di difficile accesso, ricoperti da boschi di latifoglie.

Per le descrizioni degli habitat fluviali del T. Sessera sono stati individuati 3 tratti distinti, due a monte dell'attuale lago (T. Sessera e T. Dolca) e uno a valle della Diga esistente, appartenente solo al Sessera; di seguito elencati:

- **Tratto 1 - T. Sessera - a monte del lago.**
- **Tratto 2 - T. Dolca – a monte del lago.**
- **Tratto 3 – T. Sessera – a valle della diga.**

Nei tratti individuati è stato condotto un rilievo di dettaglio del mesohabitat su segmenti campione rappresentativi e di seguito viene fornita la relativa descrizione.

Tratto 1 - T. Sessera - monte del lago.

È stata rilevata una sequenza di unità morfologiche eterogenea, essendo presenti con diverse percentuali tutte le tipologie considerate; l'alveo scorre in questo tratto in una valle piuttosto stretta ed incisa con sponde spesso verticali in roccia; tale morfologia valliva condiziona la morfologia del mesohabitat insieme alla bassa pendenza. Il substrato è dominante da massi e ciottoli, buona anche la presenza di ghiaia e superfici idonee alla riproduzione dei salmonidi; l'ombreggiatura è ottimale data la conformazione valliva, l'esposizione solare e la presenza di una abbondante vegetazione arborea sulle sponde.

La pendenza media risulta piuttosto aggradata e favorisce la presenza di unità morfologiche a *riffle* e *run* che rispettivamente occupano circa il 30 % e il 13 % della superficie bagnata; buona comunque la disponibilità di *pool* e *step pool* che rispettivamente occupano il circa il 37 % e il 20 % della superficie bagnata. Assenti discontinuità sia naturali che artificiale al passaggio della fauna ittica, come del resto sono del tutto assenti interventi di regimazione spondale in quanto le sponde sono consolidate da massi, affioramenti rocciosi e radici.

Il rilievo è stato condotto in condizione di magra.

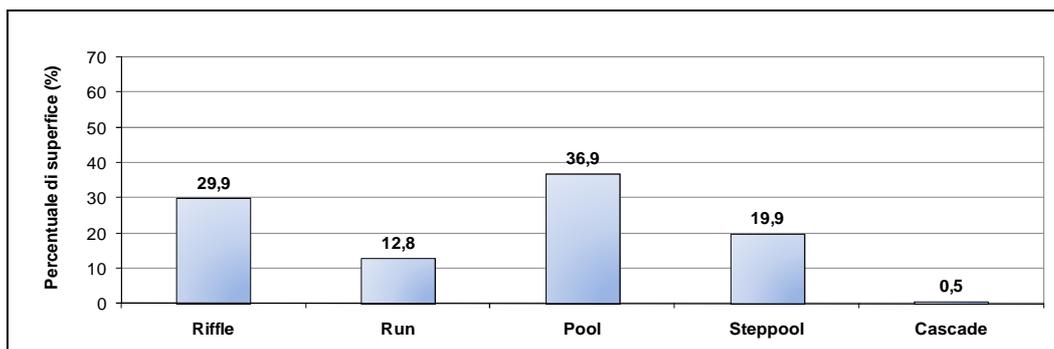


Tabella 1 - distribuzione delle percentuali di superficie dell'alveo bagnato occupate dalle unità morfologiche censite

Tratto 2 - T. Dolca – monte del lago

il tratto campione censito è costituito da una porzione valliva anch'essa caratterizzata da una relativa scarsa pendenza e una ampiezza maggiore rispetto a quanto osservato sul T. Sessera in precedenza; l'alveo del torrente risulta più aperto e non così stretto dai versanti vallivi che risultano comunque scoscesi, dando modo al torrente una maggiore libertà di divagazione, condizione che influenza la composizione e distribuzione delle unità di mesohabitat.

Anche in questo tratto il substrato è dominato da massi e ciottoli, con alcuni affioramenti rocciosi, buona anche la presenza di superfici idonee alla riproduzione di Salmonidi; l'ombreggiatura è buona, anche se la larghezza dell'alveo è morbida e la presenza di pascoli e superfici a prato limita la copertura da parte della vegetazione riparia.

Le unità morfologiche censite sono le *pool*, che dominano con poco meno del 50 % della superficie bagnata, di fatto quando presenti sono molto estese e profonde, con buche che oltrepassano i 2 m di profondità; i *run* e *riffle* sono equamente ripartiti (23,7 % e 26,8 %) fanno da raccordo tra le *pool*, continuità che non è interrotta da ostacoli agli spostamenti della fauna ittica presente.

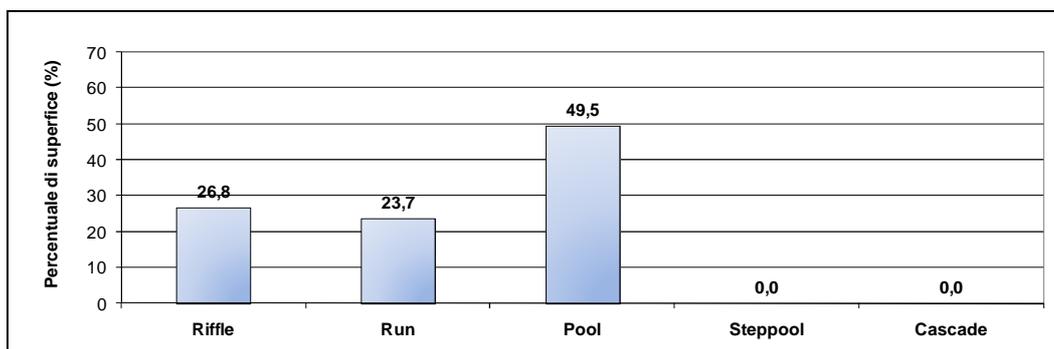


Tabella 2 - distribuzione delle percentuali di superficie dell'alveo bagnato occupate dalle unità morfologiche censite

Tratto 3 – T. Sessera – valle diga

Profondamente diversa è la conformazione valliva del T. Sessera immediatamente a valle della Diga delle Mischie; l'alveo scorre profondamente incassato in un forra stretta e con pareti

in roccia verticali, la pendenza è piuttosto accentuata e il substrato è invaso da sfasciumi di roccia (massi di notevole dimensione) staccatesi dalle pareti del canyon, che costringono alle acque a scorre in un percorso molto accidentato con frequenti salti d'acqua, spesso invalicabili per la fauna ittica.

Le unità morfologiche censite sono le *pool* con circa il 41 % della superficie occupata, di regola con estensioni e profondità piuttosto elevate, gli *step pool* che superano la maggioranza con più del 54 % e i *cascade*, spesso invalicabili, che separano sequenze di *step pool* e *pool*.

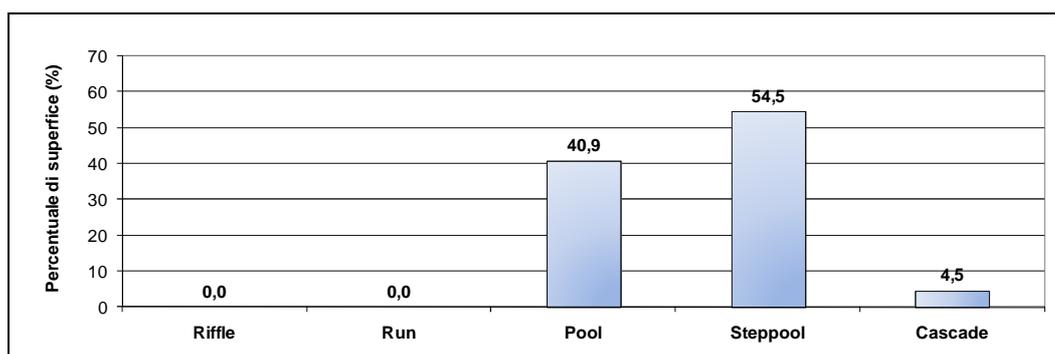


Tabella 3- distribuzione delle percentuali di superficie dell'alveo bagnato occupate dalle unità morfologiche censite a valle della diga

4.2.1 Indice Di Funzionalità Fluviale "IFF 2007"

L'indice "IFF 2007" come per il Mesohabitat è stato applicato ai tratti individuati in precedenza e ritenuti rappresentativi, data l'omogeneità del territorio.

È da tener presente che tutto il territorio e i tratti fluviali considerati si trovano in una condizione ottimale per quanto riguarda l'assenza di antropizzazione e di interventi di artificializzazione del corso d'acqua (ad esclusione della presenza della diga) che possano limitare gli apporti inquinanti del bacino e contribuiscono ad una ottimale azione filtro da parte delle aree perfluviali e riparie. Le criticità maggiori riscontrate sono, per i tratti a monte del lago, l'efficienza di esondazione data la conformazione valliva stretta che esclude la possibilità di allagare zone golenali durante le piene, mentre per i tratto a valle della diga, oltre alla criticità già indicata, sono: le condizioni idriche dell'alveo data la presenza del rilascio del solo DMV costante tutto l'anno, l'idoneità ittica e l'idromorfologia, profondamente compromesse dalla presenza della diga stessa, dalla conformazione dell'alveo e della sequenza di unità morfologiche frequentemente interrotte da salti naturali invalicabili.

Nel dettaglio il T. Sessera a monte del lago - **tratto 1** - ottiene per entrambe le sponde 256 punti corrispondenti ad un Livello di Funzionalità I-II a ad un Giudizio **OTTIMO-BUONO**.

Il T. Dolca a monte del lago - **tratto 2** - ottiene per la sponde destra 270 punti e per la sinistra 265, che corrispondono entrambe ad un Livello di Funzionalità I e ad un giudizio **OTTIMO**.

Il T. Sessera a valle della diga – **tratto 3** – ottiene per la sponde destra 202 punti e per la sinistra 192 che corrispondono rispettivamente ad un Livello di Funzionalità II e II-III e ad un Giudizio di **BUONO** e **BUONO-MEDIOCRE**.

Nella Tab. 4 sono riportati nel dettaglio i risultati della compilazione delle schede IFF con i punteggi per parametro.

IFF 2007	Tratto 1 T. Sessera monte lago		Tratto 2 T. Dolca monte lago		Tratto 3 T. Sessera valle diga	
	DX	SX	DX	SX	DX	SX
1- Stato del territorio circostante	25	25	25	25	25	25
2- Vegetazione presente nella fascia perfluviale primaria	40	40	40	40	40	40
3- Ampiezza della fascia di vegetazione perfluviale arborea ed arbustiva	15	15	15	15	15	10
4- Continuità della fascia di vegetazione perfluviale arborea ed arbustiva	15	15	15	10	15	10
5- Condizioni idriche dell'alveo	20		20		5	
6- Efficienza di esondazione	1		5		1	
7- Substrato e Strutture di ritenzione	15		25		25	
8- Erosione delle rive	20	20	20	20	20	20
9- Sezione trasversale alveo di piena	20		20		15	
10- Idoneità ittica	20		20		5	
11- Idromorfologia	15		20		5	
12- Vegetazione in alveo	15		10		15	
13- Detrito	15		15		15	
14- Comunità macrobentonica	20		20		1	
Punteggio totale	256	256	270	265	202	192
Classe	I-II	I-II	I	I	II	II-III

Tabella 4 - risultati dell'applicazione dell'IFF 2007 – ottobre 2009

4.2.2 La qualità chimico-fisica delle acque

In base a quanto emerge dai rilevamenti con le sonde (Tab. 5), in tutti i punti di campionamento il pH è risultato neutro o leggermente spostato verso l'acidità, la conducibilità elettrica risulta piuttosto bassa data la scarsità di sali disciolti e le caratteristiche cristalline delle rocce del bacino, inoltre si noti come la conducibilità a valle della diga sia la risultante dell'equa miscelazione delle acque di entrambe gli affluenti. La temperatura delle acque, piuttosto bassa, riflette la situazione stagionale, evidenziando le caratteristiche termiche di torrenti di tipo alpino; inoltre a valle della diga la temperatura è pressoché inalterata. La concentrazione di ossigeno è elevata e prossima alla saturazione sia a monte che a valle della diga, data la bassa temperatura dell'acqua e l'elevata turbolenza. I valori registrati sono pienamente idonei alla vita della fauna acquatica Salmonicola e macrobentonica.

Parametro	Unità di misura	Tratto 1 T. Sessera monte lago	Tratto 2 T. Dolca monte lago	Tratto 3 T. Sessera valle diga
Temperatura aria	°C	7.1	9.0	10
Temperatura acqua	°C	6.2	6.8	6.8
pH	u	6.72	7.00	7.00
Conducibilità elettrica a 25°C	µS/cm	26.18	33.2	30.9
Ossigeno - concentrazione	mg/l O ₂	9.40	10.22	9.17
Ossigeno - saturazione	.	96.0	101.8	96.3

Tabella 5 - qualità chimico – fisica delle acque - ottobre 2009

4.2.2.1 La comunità macrobentonica e la qualità biologica delle acque

Contestualmente alle misurazioni dei parametri chimico-fisici nelle tre stazioni è stata indagata anche la composizione e la consistenza della comunità macrobentonica, tramite l'applicazione delle metodiche APAT e IBE.

Di seguito verranno presentati i risultati suddivisi per stazione e metodologia di indagine.

Tratto 1 - T. Sessera - monte lago

Il campionamento IBE ha portato alla cattura di 18 unità sistematiche più tre di drift, la comunità macrobentonica risulta per tanto ricca e ben diversificata, con parecchi *taxa* ritenuti ottimi indicatori ambientali per la qualità dell'acqua e dell'habitat fluviale. In particolare sono stati catturati ben 5 generi di Plecotteri, tra i quali *Isoperla* e *Perla* molto esigenti sulla qualità dell'acqua e dell'habitat, altri 5 generi di Efemerottero e 2 di Tricottero. Gli altri *taxa* presenti appartengono a famiglie e a generi non necessariamente esigenti dal punto di vista della qualità ambientale e considerati per ciò più tolleranti, ma essenziali alla biodiversità e alla ricchezza della comunità macrobentonica.

Le abbondanze relative sembrano essere piuttosto scarse in quanto la maggioranza dei *taxa* sono presenti in modo raro, in questo caso probabilmente si registrano gli effetti di una minima alterazione dell'habitat che comunque non compromette il risultato di buona qualità, dovuto alla presenza di un cantiere in alveo qualche km a monte che per esigenze lavorative ha forse generato intorbidimenti e incremento del trasporto di sedimenti in sospensione nelle porzioni di valle

Dall'applicazione dell'Indice Biotico Esteso è emerso che la stazione indagata ricade in **I classe di Qualità con un punteggio pari a 10** e Giudizio di qualità dell'acqua **BUONA: “ambiente non inquinato o comunque non alterato in modo sensibile”**.

Tratto 2 - T. Dolca – monte lago

In questa stazione sono state riconosciute ben 19 unità sistematiche e 1 solo drift. Anche in questo caso la comunità macrobentonica appare molto ben differenziata e ricca di *taxa*, molte delle quali appartenenti ai tre gruppi più sensibili alle alterazioni dell'habitat acquatico, nel dettaglio: 5 Plecotteri, 6 Efemerotteri e 3 Tricotteri. La maggior parte dei *taxa* sono presenti

con abbondanze relative buone, a testimonianza dell'ottima qualità delle acque, dell'assenza di apporti inquinanti e soprattutto dell'ottimale habitat fisico che le ospita stabile nel tempo. Dall'applicazione dell'Indice Biotico Esteso la stazione indagata è in **I classe** di Qualità con un punteggio pari a **10** e Giudizio di qualità dell'acqua **BUONA: “ambiente non inquinato o comunque non alterato in modo sensibile”**.

Tratto 3 – T. Sessera – valle diga

La comunità macrobentonica è apparsa molto alterata e impoverita in quanto sono state rinvenute solamente 5 taxa con ben 4 drift (presenti in modo occasionale). I Plecotteri sono presenti unicamente con *Leucra* che è comunque conteggiato come drift, mentre gli Efemerotteri sono rappresentati da rari *Baetis* ed *Epeorus*, i Tricotteri da altrettanto rari Philopotamidae e Rhyacophilidae; Limnephilidae e Polycentropodidae compaiono come drift. Unico *taxon* presente con una buona abbondanza relativa è il Dittero Chironomidae, in quanto molto tollerante e capace di un notevole adattamento e velocità di ricolonizzazione.

L'indice IBE classifica la stazione in **IV classe** con un punteggio pari a **5** e un giudizio **CRITICO: “ambiente molto inquinato o comunque molto alterato”**.

Tale risultato è molto probabilmente da imputare alla gestione delle periodiche e obbligatorie aperture degli scarichi di fondo dalla vicina diga, per la verifica degli organi idraulici, più che alla scarsa qualità dell'acqua che non sembra subire alterazioni. Tali manovre implicano la completa apertura degli scarichi di fondo ogni sei mesi, per la verifica del loro buon funzionamento, ciò comporta che per alcuni minuti in alveo si passa, in brevissimo tempo (nell'ordine dei minuti), da qualche centinaio di litri al secondo del DMV a qualche decina di metri cubi, acqua che spesso si porta appresso un ingente quantità di sedimenti lacustri. L'evento di regola è molto negativo per tutte le biocenosi fluviali e l'ecosistema acquatico in genere.

Metodica APAT

Il campionamento tramite la nuova metodica APAT fornisce un elenco faunistico sostanzialmente simile a quanto già descritto per i risultati dell'indice IBE.

In più, dato il tipo di campionamento quantitativo, fornisce il conteggio dei singoli individui catturati e quindi delle densità relative e totali; in particolare è interessante notare come nelle due stazioni a monte del lago, quella sul T. Sessera sia risultata con un totale di individui catturati 4 volte inferiore rispetto a quella sul t. Dolca. Condizione giustificabile probabilmente per le alterazioni dovute alla presenza di un cantiere qualche km a monte della stazione o a qualche evento di piena molto localizzato.

Dal punto di vista quantitativo i taxa dominanti nella stazione **Tratto 1** sono *Leuctra* con il 17,1%, *Ecdyonurus* con il 20 % e *Habroleptoides* con il 12,5%; mentre per la stazione **Tratto 2** sono *Leuctra* con il 21,8 % e Chironomidae 20,8 %, organismi piuttosto tolleranti (*Leuctra* è il Plecottero meno sensibile).

Nella stazione **Tratto 3** a valle della diga risulta di gran lunga dominante il Dittero Chironomidae con il 47,5 %, organismo ubiquitario e adattabile in condizioni degradate, a seguire ma a distanza il tricottero Philopotamidae con il 16,4 % in ogni caso le densità sono assai limitate.

Nelle Tab. 6 e 7 sono riportati i risultati dei campionamenti di macrobenthos con l'applicazione dell'indice IBE e con metodica di raccolta e conteggio APAT.

Taxa	Famiglia/Genere	T. Sessera monte lago Tratto 1 Abbondanza individui	T. Dolca monte Lago Tratto 2 Abbondanza individui	T. Sessera valle diga Tratto 3 Abbondanza individui
PLECOTTERI	Isoperla	raro	abbondante	-
PLECOTTERI	Leuctra	comune	abbondante	drift
PLECOTTERI	Nemoura	raro	drift	-
PLECOTTERI	Perla	raro	raro	-
PLECOTTERI	Perlodes	raro	raro	-
PLECOTTERI	Protonemura	-	comune	-
EFEMEROTTERI	Baetis	raro	comune	raro
EFEMEROTTERI	Ecdyonurus	comune	abbondante	-
EFEMEROTTERI	Ephemera	raro	-	-
EFEMEROTTERI	Epeorus	-	abbondante	raro
EFEMEROTTERI	Habroleptoides	comune	comune	-
EFEMEROTTERI	Rhitrogena	raro	abbondante	-
EFEMEROTTERI	Paraleptophlebia	-	raro	-
TRICOTTERI	Hydropsychidae	comune	abbondante	-
TRICOTTERI	Limnephilidae	-	-	drift
TRICOTTERI	Philopotamidae	raro	comune	raro
TRICOTTERI	Polycentropodidae	-	-	drift
TRICOTTERI	Rhyacophilidae	-	comune	raro
COLEOTTERI	Elminthidae	drift	raro	-
COLEOTTERI	Hydraenidae	-	-	drift
COLEOTTERI	Helodidae	raro	raro	-
DITTERI	Athericidae	raro	raro	-
DITTERI	Chironomidae	comune	abbondante	comune
DITTERI	Limoniidae	drift	Raro	-
DITTERI	Tipulidae	drift	-	-
ETEROTTERI	Veliidae	-	-	-
TRICLADI	Dugesia	raro	-	-
TRICLADI	Polycelis	raro	-	-
OLIGOCHETI	Naididae	raro	-	-

N° taxa	18	19	5
N° taxa drift	3	1	4
Punteggio IBE	10	10	5
Classe di qualità	I	I	IV
Giudizio di qualità	Buona	Buona	Critica

Tabella 6 - risultato dell'applicazione dell'Indice IBE

Taxa	Famiglia/Genere	Tratto 1 Numero individui	Tratto 2 Numero individui	Tratto 3 Numero individui	Tratto 1 % individui	Tratto 2 % individui	Tratto 3 % individui
PLECOTTERI	Isoperla	7	68	-	4,0	9,5	-
PLECOTTERI	Leuctra	30	156	4	17,1	21,8	6,6
PLECOTTERI	Nemoura	6	1	-	3,4	0,1	-
PLECOTTERI	Perla	8	7	-	4,6	1,0	-
PLECOTTERI	Perlodes	3	4	-	0,6	0,6	-
PLECOTTERI	Protonemura	-	14	-	-	2,0	-
EFEMEROTTERI	Baetis	15	24	6	8,6	3,3	9,8
EFEMEROTTERI	Ecdyonurus	35	48	-	20,0	6,7	-
EFEMEROTTERI	Ephemera	3	-	-	1,7	-	-
EFEMEROTTERI	Epeorus	-	54	4	-	7,5	6,6
EFEMEROTTERI	Habroptelodes	21	11	-	12,0	1,5	-
EFEMEROTTERI	Rhitrogena	4	53	-	2,3	7,4	-
EFEMEROTTERI	Paraleptophlebia	-	5	-	-	0,7	-
TRICOTTERI	Hydropsychidae	16	69	-	9,1	9,6	-
TRICOTTERI	Limnephilidae	-	2	1	-	0,3	1,6
TRICOTTERI	Philopotamidae	5	28	10	2,9	3,9	16,4
TRICOTTERI	Polycentropodidae	-	-	1	-	-	1,6
TRICOTTERI	Rhyacophilidae	-	12	5	-	1,7	8,2
COLEOTTERI	Elminthidae	1	3	-	0,6	0,4	-
COLEOTTERI	Hydraenidae	-	-	1	-	-	1,6
COLEOTTERI	Helodidae	2	2	-	1,1	0,3	-
DITTERI	Athericidae	2	2	-	1,1	0,3	-
DITTERI	Chironomidae	12	149	29	6,9	20,8	47,5
DITTERI	Limoniidae	1	5	-	0,6	0,7	-
DITTERI	Tipulidae	1	-	-	0,6	-	-
ETEROTTERI	Veliidae	1	-	-	0,6	-	-
TRICLADI	Dugesia	2	-	-	1,1	-	-
TRICLADI	Polycelis	1	-	-	0,6	-	-
OLIGOCHETI	Naididae	1	-	-	0,6	-	-
Totale		177	717	61	100	100	100

Tabella 7 - composizione della comunità macrobentonica sulla base del campionamento APAT

5. MODALITÀ OPERATIVE DI GESTIONE

Nell'ambito delle attività finalizzate alla gestione di un bacino idrico (a esclusione di quelle di cui all'art. 7 del D.M. 30/06/04), sono state definite alcune modalità operative di gestione dell'invaso e degli organi di manovra della diga di ritenuta:

- svuotamento totale per manutenzione e/o ispezione,
- manovre di esercizio degli scarichi,
- fluitazione o spurgo,
- asportazione dei sedimenti.

Delle modalità di gestione sopra elencate, le prime due vengono normalmente eseguite per motivi impiantistici (manutenzione, ispezione, verifiche di funzionalità degli organi di manovra) e non comportano in genere rimozione di sedimenti dal bacino, le altre sono invece finalizzate all'asportazione di materiale sedimentato e all'aumento della capacità utile dell'invaso. L'analisi dei dati disponibili per il bacino della Diga delle Miste ha permesso di caratterizzare lo stato di conservazione dell'invaso in relazione alla presenza di materiale sedimentario.

Dal confronto tra i dati della curva di invaso con quelli relativi alla situazione del 2003-2004 la variazione annua del volume totale invasato nel bacino risulta pari a circa 2500 m³/anno.

Confrontando il tasso di interrimento dell'invaso (circa 2500 m³/anno) con il volume utile di regolazione del serbatoio, risulta evidente che l'invaso non è soggetto a riduzioni di capacità di invaso significative; è da tener però presente che l'idrodinamicità delle acque all'interno del serbatoio favorisce la deposizione di sedimenti nei pressi degli organi di manovra.

Appare opportuno eseguire con periodicità manovre operative di gestione tali da garantire nel tempo la pervietà degli organi di manovra e, nel contempo, tenere sotto controllo il quantitativo di materiale depositato nell'invaso.

Nella gestione del bacino, oltre alle manovre di esercizio effettuate per l'accertamento della funzionalità degli scarichi (ai sensi dell'art. 16 del decreto del Presidente della Repubblica n. 1363 del 1959), potrebbero venire eseguite anche manovre volontarie per garantirne la completa pervietà.

Tali operazioni vengono eseguite di norma nelle seguenti condizioni:

- in concomitanza con il verificarsi della fase decrescente di morbide o pienette, quando le portate naturali di afflusso al bacino raggiungono valori tali da garantire naturalmente una forte presenza di materiale di trasporto (carico di torbida); le manovre di norma possono venir eseguite quando le portate in ingresso al bacino sono paragonabili alle portate scaricate a valle durante l'apertura dello scarico di fondo;
- in caso di periodi caratterizzati da scarsi afflussi (cioè in mancanza di eventi idrologici di una certa significatività), le operazioni potranno essere ugualmente effettuate prevedendo operazioni volontarie di apertura dello scarico di fondo

avendo cura di praticare la diluizione dell'acqua rilasciata a valle mediante apertura dello scarico di alleggerimento (l'unico vincolo all'esecuzione dei rilasci con tale modalità sarebbe dato dalla presenza di una quota del lago superiore alla quota della soglia dello scarico di alleggerimento).

Queste operazioni non hanno finalità di rimozione del materiale depositato nel bacino ma, essendo di breve durata (circa 30 minuti) verrebbero eseguite per asportare solamente il cono di materiale in prossimità dello scarico stesso, per mantenerne la completa efficienza: la quantità di materiale rimosso e fluitato a valle nel corso di ciascuna manovra di esercizio sarebbe quindi molto contenuta in relazione alla quantità di sedimento medio annuo.

Le operazioni potranno aver inizio quando, constatata la presenza delle opportune condizioni, inizierà l'apertura graduale e modulata dello scarico di fondo oggetto delle operazioni, fino ad arrivare a una frazione dell'apertura totale. A valle del bacino verrà rilasciata una portata per un tempo pari a circa 30 minuti, necessari per garantire la completa evacuazione del quantitativo di materiale depositato in prossimità dell'organo di manovra. Le operazioni di apertura dello scarico di fondo saranno opportunamente registrate nel Registro Manovre degli Organi di Scarico della diga.

Al termine delle attività, il ripristino della normale funzionalità dell'invaso avverrà tramite la chiusura dello scarico interessato dalle operazioni e il raggiungimento delle quote di esercizio per riempimento con le portate in ingresso al bacino.

Infine, relativamente alla compatibilità delle portate rilasciate in alveo durante le operazioni di apertura degli scarichi di fondo con le massime portate transitabili nell'alveo del corpo idrico ricettore. Si osserva che lo scarico di fondo, alla quota di massimo invaso, è in grado di esitare una portata massima di $8.6 \text{ m}^3/\text{s}$. Il valore della portata massima rilasciabile è comunque di molto inferiore ai valori di portata massima proposti dagli studi effettuati dall'Autorità di Bacino in occasione della redazione del Piano di Assetto Idrogeologico (che fornisce valori dell'ordine delle centinaia di metri cubi al secondo).

Nel corso delle operazioni, verrà rilasciato nel corpo idrico ricettore a valle dell'invaso il solo modesto quantitativo di sedimento presente in prossimità dello scarico interessato alle operazioni, il che non richiederà specifiche azioni di prevenzione in quanto la manovra verrà eseguita in presenza in alveo di una portata già caratterizzata dalla presenza di forte trasporto solido o comunque tale da diluirne significativamente gli effetti.

Per quanto riguarda invece gli interventi di mitigazione, le manovre verrebbero eseguite in presenza di rilasci dagli scarichi di superficie del bacino, che coinvolgerebbero il corpo idrico ricettore con portate di deflusso in alveo già prima dell'apertura dello scarico di fondo.

Il quantitativo di materiale sedimentario rilasciato a valle e la presenza di portate rilasciate in alveo anche attraverso gli scarichi di superficie, garantirebbero una buona mitigazione degli effetti sull'emissario del bacino.

Analogamente a quanto indicato in precedenza, poiché le manovre di esercizio degli scarichi di fondo sarebbero di breve durata e bassa frequenza e il quantitativo di materiale eventualmente rilasciato a valle sarebbe molto esiguo, non si ritiene necessario pianificare un monitoraggio del corpo idrico ricettore in quanto tali operazioni gestionali risulterebbero di impatto ambientale pressoché nullo.

5.1 Fluitazione o spurgo

L'operazione di fluitazione o spurgo è finalizzata alla riduzione della quantità di materiale sedimentato nel bacino e prevede la rimozione dei sedimenti per erosione da parte delle portate in transito e il rilascio a valle per deflusso attraverso lo scarico di fondo.

Tale manovra è stata prevista anche se nello specifico, in considerazione della scarsa produzione di trasporto solido del bacino idrografico, risulta essere superflua. Tale azione tuttavia permette di predisporre un piano di intervento nell'eventualità di un accumulo nel bacino per effetto del trasferimento ridotto da eventi idrologici particolarmente intensi.

Il controllo dell'interrimento del serbatoio avverrà attraverso:

- periodici **interventi sistematici** (aperture dello scarico di fondo in coda piena, al fine di favorire la formazione di correnti di densità che minimizzino il deposito di sedimento e progressivo abbassamento del livello per favorire la graduale rimobilitazione di quanto già sedimentato);
- saltuari **interventi specifici** (operazioni di fluitazione durante periodi di morbida, atte a favorire la riduzione dell'interrimento accumulato; rimozione di materiale a lago svasato). A causa della loro peculiarità, gli interventi specifici richiederanno un progetto particolare che potrà essere definito solo al momento della loro esigenza, in funzione delle condizioni al contorno che saranno accertate al momento. Per tale motivo le tempistiche dell'operazione e eventuali ulteriori aspetti saranno specificati nel piano operativo di dettaglio, così come il numero e l'ubicazione delle stazioni di monitoraggio saranno concordate con le Autorità locali e successivamente inserite in tale documentazione.

In questo paragrafo vengono quindi descritte le manovre di fluitazione o spurgo intese come **interventi sistematici** per la gestione degli scarichi durante la parte terminale degli eventi di piena.

L'esperienza di esercizio evidenzia come ogni anno si verificano alcuni eventi di piena con portate tali da determinare condizioni favorevoli all'attuazione degli interventi sistematici. Si descrivono di seguito le manovre degli organi di scarico della diga, che si intendono effettuare in occasione della coda di piene significative, con portata affluente superiore a 40÷50 m³/s, al fine di attuare gli interventi sistematici di cui al paragrafo precedente, attraverso i quali si in-

tende minimizzare il progredire dell'interrimento del serbatoio e garantire la funzionalità degli scarichi di fondo.

La descrizione è riferita alla configurazione degli scarichi aventi, alla quota di massimo invaso, la seguente capacità di scarico:

- carico di superficie (sfioratore a soglia libera e ventole): 287.5 m³/s
- scarico di alleggerimento: 235 m³/s
- scarico di fondo: 8.6 m³/s

La manovra di fluitazione da effettuarsi tramite lo scarico di fondo della diga garantirà il rilascio verso valle del quantitativo di materiale solido che periodicamente, a seguito di eventi idrologici particolarmente intensi, viene ad accumularsi nel bacino.

L'operazione verrà eseguita in concomitanza con il verificarsi delle code di eventi di piena, quando le portate naturali di afflusso al bacino raggiungono valori dell'ordine dei 40÷50 m³/sec. In ogni caso le operazioni idrauliche saranno programmate in modo tale da non coincidere con il periodo riproduttivo della fauna ittica presente a valle dello sbarramento.

La fluitazione in coda di piena ha luogo quando gli afflussi idrici da monte sono, di norma, già caratterizzati da livelli di torbidità naturale superiori alla media.

Il materiale di interrimento viene rilasciato a valle della diga lasciando defluire l'acqua contenuta nel bacino attraverso lo scarico di fondo; la forza di trascinamento che il flusso idrico induce a contatto con il sedimento depositatosi sul fondo dell'intero bacino determina la fuoriuscita dall'invaso di una quantità di materiale in sospensione correlata con l'entità delle portate in transito. Vista la relativa brevità dell'evento, l'operazione può essere ripetuta più volte all'interno di ciascun anno. Il regime idrologico locale permetterebbe in genere di programmare questo intervento per la tarda primavera o l'autunno inoltrato, in occasione di eventi idrologici di una certa intensità.

Per quanto riguarda le opere di mitigazione associate a ciascuna manovra, si prevede la possibilità di attuare due tipologie di interventi.

Durante le operazioni di fluitazione potrebbero essere rilasciati nel corpo idrico ricettore a valle dello sbarramento deflussi dallo scarico di superficie (qualora la quota del lago lo consentisse): tali portate di acqua chiara attuerebbero una diluizione dei deflussi di torbida rilasciati attraverso lo scarichi di fondo, consentendo in tal modo di ridurre la concentrazione di solidi sospesi presenti nel corpo idrico ricettore durante le manovre.

Inoltre, ad attenuazione degli effetti sull'ittiofauna presente nel bacino e nel corpo idrico ricettore, a seguito delle operazioni di fluitazione potrebbero essere concordati con le Autorità locali opportuni interventi di ripopolamento per ricostituire il patrimonio ittico proprio del corpo idrico.

5.1.1 Monitoraggio degli interventi

Gli *interventi sistematici* di apertura dello scarico di fondo nelle fasi terminali degli eventi di piena verranno eseguite al fine di minimizzare il seppur debole deposito di sedimento e di favorire la graduale rimobilitazione di quanto già sedimentato nel bacino.

Poiché le manovre di fluitazione risulteranno del tutto occasionali (in quanto legate al verificarsi di eventi idrologici di una certa significatività), di breve durata, bassa frequenza (alcune volte l'anno) e con un quantitativo di materiale evacuato verso valle di modesta entità (dell'ordine al massimo di qualche m³ di materiale per evento), non si ritiene opportuno prevedere un monitoraggio del corpo idrico ricettore in quanto tali operazioni non sarebbero pianificabili a priori (in quanto legate al verificarsi di eventi naturali non prevedibili) e risulterebbero comunque di scarso impatto ambientale sul corpo idrico ricettore che risulterebbe già interessato dall'evento di piena e quindi con in alveo di un elevato carico di torbida.

A causa della loro peculiarità gli *interventi specifici* di fluitazione durante periodi di morbida (atti a favorire la riduzione dell'interrimento accumulato), prevedono l'effettuazione di specifiche attività di monitoraggio da svolgersi secondo le modalità indicate in un documento di dettaglio all'uopo redatto.

Il piano di indagine predisposto per la sorveglianza ambientale degli effetti idrobiologici delle operazioni di fluitazione saltuaria dal serbatoio della diga delle Mischie prevede l'esecuzione di controlli ecologici nell'invaso stesso e lungo il fiume ricettore a valle dello sbarramento prima, durante e dopo gli interventi di gestione idraulica programmati.

Le indagini "prima dei rilasci" hanno l'obiettivo di fornire dati sulla situazione iniziale degli indicatori ecologici considerati, in condizioni di normale esercizio del bacino. I controlli previsti per la fase "dopo i rilasci" sono invece indirizzati alla verifica degli effetti potenziali delle operazioni idrauliche sugli indicatori presi in considerazione e al riscontro del loro recupero nel medio termine spazio-temporale.

Durante lo spurgo, infine, si prevede di tenere sotto sorveglianza la qualità dell'acqua, per monitorare in tempo reale l'andamento dei principali parametri che sono influenzati dalla presenza del particolato in sospensione.

Il piano di monitoraggio prevede lo svolgimento delle seguenti indagini:

- monitoraggio della qualità dell'acqua a valle dello sbarramento (svolto durante i rilasci),
- controllo dei macroinvertebrati di fondo del torrente Sessera a valle della diga, tramite la determinazione dell'Indice Biotico Esteso (I.B.E.) (effettuato prima e dopo i rilasci),
- monitoraggio della comunità di Diatomee bentoniche a valle dello sbarramento tramite l'applicazione dell'indice EPI-D;
- indagine ittiologica quantitativa nel torrente Sessera a valle della diga (effettuata prima e dopo i rilasci).

Per i controlli citati, il piano di indagine prende in esame il tratto fluviale che va dalla diga delle Miste fino a circa un km a valle.

5.1.1.1 Indicazioni circa le modalità di monitoraggio della qualità dell'acqua e degli indici biologici a valle dello sbarramento

Per tutta la durata delle operazioni saranno da effettuarsi misure periodiche di torbidità, ossigeno disciolto, pH e temperatura in una stazione ubicata lungo l'alveo circa 300 m a valle dello sbarramento.

Le misure saranno effettuate nel corso delle giornate di durata del fenomeno e anche nel/i giorno/i successivo/i fino a esaurimento delle condizioni perturbate o fino al ritorno a condizioni di normalità; i rilievi verranno eseguiti utilizzando una sonda multiparametrica, che sarà tarata prima dei controlli come segue:

- taratura dell'ossimetro: per confronto con misure effettuate con il metodo Winkler,
- taratura del sensore di temperatura: per confronto con termometro di precisione,
- taratura dell'elettrodo del pH: per confronto con soluzioni a pH noto,
- taratura del sensore di torbidità: per confronto con misure effettuate tramite filtratura e pesatura del filtro essiccato e/o con cono Imhoff su campioni di sedimento prelevati dal bacino e risospesi in acqua a diluizioni progressive.

Al termine della campagna di misure verrà redatto un rapporto tecnico nel quale saranno indicati i periodi, i punti ed i metodi di misura, i relativi risultati e il commento dei loro andamenti spaziotemporali, basato sulle esperienze maturate in merito nel corso di numerosi monitoraggi di questo tipo effettuati presso altri bacini idroelettrici italiani.

Le attività di controllo delle caratteristiche delle acque di scarico saranno effettuate nella stazione di seguito descritta.

La stazione di misura sarà ubicata sul torrente Sessera a valle dello sbarramento, circa 300 m a valle, all'altezza dell'accesso alla galleria di derivazione, in una posizione che consente di accedere agevolmente al corpo idrico ricettore; in essa verranno eseguite misure di temperatura, ossigeno disciolto, pH e torbidità con sonda multiparametrica, il cui sensore sarà immerso nell'alveo del torrente, con cadenza bioraria fino al termine delle operazioni di fluitazione. La sonda per la torbidità sarà tarata tramite misure effettuate con cono Imhoff su un campione di sedimento del bacino.

Nel caso in esame, si ritengono proponibili, durante le operazioni, i seguenti valori:

- limiti massimi di concentrazione di solidi in sospensione da non superare nelle acque rilasciate:

Concentrazione di solidi sospesi	Durata massima in ore di concentrazione di solidi sospesi
>20 gr/l	<0.5h
15 gr/l < conc SS < 20 gr/l	<1.5h
10 gr/l < conc SS < 15 gr/l	<3.0h
5 gr/l < conc SS < 10 gr/l	<6.0h
fino a 5 gr/l	<6.0h

- limiti di concentrazione di ossigeno disciolto nelle acque rilasciate: sempre superiori a 5 mg/l, pari a circa il 40% di saturazione.

Le **variazioni della qualità biologica delle acque** verranno valutate tramite il controllo dell'indice IBE (Indice Biotico Estesio). A questo monitoraggio, sarà affiancato quello della biomassa macrobentonica, che consentirà di raccogliere informazioni anche sulle abbondanze degli organismi indagati. Il piano di lavoro prevede l'esecuzione di campionamenti di macroinvertebrati bentonici in un transetto della stazione a valle dello sbarramento, precedentemente descritta. Il programma di monitoraggio prevede la ripetizione delle campagne di controllo secondo questo schema:

- una campagna prima dell'avvio dei rilasci, per documentare le condizioni iniziali del popolamento macrobentonico;
- una campagna da 3 a 6 mesi dopo i rilasci, per individuare l'impatto a breve delle operazioni idrauliche;
- una campagna 12 mesi dopo i rilasci, per valutare il ripristino delle condizioni iniziali.

Per questo monitoraggio verrà adottato l'approccio metodologico dell'Indice Biotico Estesio (IBE) elaborato e messo a punto per il contesto italiano da Ghetti (1994 e 1997). Questa tecnica si basa sul controllo della composizione del popolamento dei macroinvertebrati acquatici che vivono in alveo e consente di determinare il livello di qualità idrobiologica dei corsi d'acqua. L'IBE costituisce una metodologia di indagine riconosciuta anche dalla legislazione nazionale per la valutazione dello stato ecologico dei corsi d'acqua ed è da tempo in largo uso per l'analisi dell'impatto ambientale sull'ecologia dell'ambiente fluviale. Il metodo è in grado di rilevare anche turbative diverse da quelle attribuibili a inquinamento da sostanza organica o da sostanze tossiche ed è già stato positivamente sperimentato per forme d'inquinamento legate ad eccessivo apporto di sedimenti o fanghi di varia origine. Il prelievo e l'analisi dei campioni per la determinazione dell'indice IBE saranno effettuati con il metodo di seguito sintetizzato:

- per la raccolta dei macroinvertebrati sarà utilizzato un retino immanicato con apertura quadrata di 20 cm di lato e una rete a 21 maglie per centimetro. I campioni saranno raccolti in alveo lungo transetti obliqui e in controcorrente.

- i campioni saranno analizzati una prima volta in campo (“in vivo”) con l’ausilio di lenti di ingrandimento e quindi fissati con alcool etilico al 70% per il loro trasporto in laboratorio, dove sarà eseguito un ulteriore esame di controllo; l’analisi tassonomica sarà condotta fino a livello delle Unità Sistematiche (U.S.) richieste dal metodo di Ghetti.

Il valore dell’Indice Biotico Esteso sarà ricavato dalle abbondanze per Unità Sistematica rilevate nell’analisi dei campioni e sarà tradotto in Classi di Qualità ed espresso con giudizi formalizzati secondo la tabella seguente:

Valori di IBE	Classe di qualità	Giudizio di qualità formalizzato
10 – 11 -12	Classe I	Ambiente non inquinato o comunque non alterato in modo sensibile
8 - 9	Classe II	Ambiente con moderati sintomi di inquinamento o di alterazione
6 – 7	Classe III	Ambiente inquinato o comunque alterato
4 – 5	Classe IV	Ambiente molto inquinato o comunque molto alterato
1 – 2 - 3	Classe V	Ambiente eccezionalmente inquinato o alterato

All’IBE, che è un indicatore di qualità naturalistica, sarà affiancato anche un indice quantitativo, determinando la densità della biomassa dei macroinvertebrati acquatici per unità di superficie sommersa (in termini di numero di individui per gruppo sistematico). Questo controllo aggiuntivo consentirà di integrare l’informazione fornita dall’IBE con indicazioni sulle variazioni di consistenza del popolamento di macroinvertebrati in seguito alle operazioni di rilascio. I campionamenti finalizzati alla determinazione della densità degli individui macrobentonici saranno effettuati tramite retino di Surber (superficie di raccolta pari a 625 cm²) in tre replicati per ogni stazione, in ambiente di tipo “riffle” (Ghetti & Bonazzi, 1981; Cuffney et al., 1993). I campioni saranno conservati con alcool etilico al 70%; in laboratorio saranno effettuati la separazione e il conteggio degli organismi, replicato per replicato, per i seguenti gruppi tassonomici: Plecotteri, Efemerotteri, Tricotteri, Ditteri, Oligocheti, Tricladi; successivamente i dati saranno normalizzati come n° di individui/m².

L’indagine ittiologica sarà condotta su basi quantitative e sarà mirata a verificare nel fiume recettore a valle dello sbarramento la densità e la composizione specifica del popolamento ittico, nonché gli elementi fondamentali della sua struttura demografica. A questo scopo sarà presa in esame la stazione di campionamento precedentemente descritta. Il programma di monitoraggio prevede la ripetizione delle campagne di controllo secondo questo schema:

- una campagna prima dell’avvio dei rilasci, per documentare le condizioni iniziali del popolamento ittico;
- una campagna da 3 a 6 mesi dopo i rilasci, per individuare l’impatto dell’operazione idraulica principale.

I campionamenti ittici quantitativi saranno effettuati mediante elettropesca, adottando una metodologia che è ormai di prassi in questo tipo di controlli e che è stata standardizzata secondo il protocollo che viene di seguito brevemente descritto. La procedura prevede, per ogni tratto omogeneo di fiume prescelto, l'esecuzione di almeno due operazioni di cattura successive con elettrostorditore ("passate di pesca"), in modo da osservare la rarefazione della catture tra una "passata" e la successiva e poter stimare la quota di popolamento residua. Per ciascuna "passata" verranno ripetuti, per quanto possibile, gli stessi percorsi, con la stessa durata e le stesse modalità esecutive. La lunghezza del tratto di fiume da campionare sarà compresa tra 50÷100 m nel caso di alveo a "riffle" e a "run", mentre potrà ridursi fino a 30 m nel caso di "pool" (uno di 30 m o, eventualmente, più d'uno, le cui lunghezze assommino a 30 m in totale). Il tratto nel quale saranno effettuate le "passate di pesca" sarà delimitato a monte e a valle da reti (tramagli) per evitare, durante i prelievi, la fuga dei pesci disturbati dagli operatori incaricati del campionamento e non ancora catturati e l'ingresso di esemplari provenienti dalle aree limitrofe. I pesci campionati saranno contati e pesati (peso totale) sul campo "in vivo", suddivisi per specie; su ogni esemplare (o eventualmente su un sub-campione rappresentativo dello stock campionato) sarà effettuata la misurazione della lunghezza e del peso individuali.

Durante le determinazioni biometriche, i pesci catturati saranno mantenuti immersi in acqua in contenitori di dimensioni adeguate; al termine delle operazioni saranno rilasciati nel corso d'acqua. I dati relativi alle biometrie individuali saranno utilizzati per individuare la distribuzione per classi dimensionali del popolamento ittico. Di ciascun tratto di fiume scelto per i prelievi ittici saranno misurate la lunghezza e la larghezza della parte di alveo sommersa, per calcolare l'area della superficie bagnata campionata.

I calcoli per la stima della popolazione ittica saranno effettuati secondo il metodo di Leslie modificato da Ricker (1958) e Omanad (1951, in Ricker, 1975), che corregge i dati grezzi di campionamento tenendo conto della rarefazione delle catture tra una "passata di pesca" e la successiva, in modo da stimare anche la quota di popolamento che è sfuggita alla cattura.

I dati grezzi forniti dal campionamento saranno normalizzati al m² e al m lineare per ciascuna specie e per il totale delle catture di ogni stazione, ottenendo così la stima della densità unitaria di ittiomassa nel tratto di fiume esaminato. L'impatto delle operazioni idrauliche sulla popolazione ittica sarà valutato sulla base del confronto tra le stime di densità calcolate prima e dopo i rilasci stessi per le stazioni prese in esame.

Per la valutazione globale delle variazioni nelle densità della popolazione ittica nel tratto di fiume interessato dai rilasci, e la definizione dell'entità degli eventuali interventi di ripopolamento, verrà utilizzata la formula seguente:

$$Q = \sum D \cdot L \cdot l$$

in cui "Q" è la biomassa totale, "D" sono le densità stimate per le singole specie, L è la lunghezza dell'asta e "l" è la larghezza media.

Le stime della popolazione presente nelle situazioni ante rilascio e post rilascio, nella porzione di fiume oggetto dell'indagine a valle dello sbarramento, verranno ricavate assegnando la popolazione ittica stimata nei diversi tratti di stazione a tre segmenti di fiume successivi che verranno considerati omogenei con i tre tratti campionati. La somma delle biomasse ittiche delle diverse specie così calcolate, nelle condizioni pre e post rilascio in ciascuno dei tre tratti di fiume, permetteranno di valutare l'eventuale differenza negativa e, di conseguenza, i quantitativi di ittiofauna necessari per gli eventuali interventi di ripopolamento nel corpo idrico per una lunghezza pari alla somma dei tre tratti.

Le **Diatomee bentoniche** che caratterizzano gli ambienti ad acque correnti rivestono un ruolo decisamente importante nel biomonitoraggio fluviale perché sono presenti con una elevata diversità in tutti i fiumi e sono molto reattive al variare delle condizioni ambientali, sono ben conosciute sia dal punto di vista sistematico che ecologico, sono completamente immerse in acqua, fisse al substrato, facili da campionare e possiedono un breve tempo di resilienza (2-4 settimane). Le Diatomee bentoniche consentono di valutare la qualità delle acque tramite l'applicazione dell'indice EPI-D, ovvero "Eutrophication and/or Pollution Index - Diatom based" (Dell'Uomo, 1996, 1999). Tale strumento è un indice integrato ponderato di eutrofizzazione e/o inquinamento basato sulla sensibilità delle Diatomee alle condizioni ambientali, soprattutto alla sostanza organica, ai nutrienti ed ai sali minerali disciolti in acqua, in particolare ai cloruri. L'indice esprime pertanto un giudizio sulla qualità globale del corpo idrico, con riferimento al suo stato trofico ed ai fenomeni di inquinamento organico e minerale.

Il prelievo viene effettuato raschiando il substrato con una lama oppure utilizzando uno spazzolino a setole dure con cui si gratta a più riprese la superficie litica. Il campionamento va realizzato, quando possibile, su tutto il transetto, evitando accuratamente eventuali immissioni puntiformi o particolari microambienti che si formino in prossimità delle sponde, come le anse morte o le pozze di ristagno dell'acqua. Indicativamente, la superficie totale da raschiare o grattare, su almeno quattro-cinque supporti litici diversi dislocati lungo il transetto, va da un minimo di 100 cm² ad un massimo di circa 500 cm², a seconda dell'abbondanza del rivestimento algale. Se non sono reperibili substrati litici naturali, il prelievo può essere effettuato su supporti artificiali duri, come la parete verticale dei piloni dei ponti e delle sponde cementificate o il fondo di chiatte galleggianti o simili che siano in posto da almeno alcune settimane, evitando in ogni caso i materiali lignei a causa dei fenomeni di marcescenza. In alternativa, quando non è possibile utilizzare substrati litici o comunque duri, possono essere campionate le Diatomee epifittiche, che si trovano su idrofite fanerogamiche, muschi sommersi, alghe macroscopiche, o le Diatomee epipeliche che vivono sullo strato superficiale dei depositi limosi dell'alveo fluviale.

L'indice si basa sulla sensibilità (affinità/tolleranza) delle Diatomee ai nutrienti, alla sostanza organica ed al grado di mineralizzazione del corpo idrico, con particolare riferimento ai cloru-

ri, che possono rappresentare un potente fattore di inquinazione delle acque interne. L'indice viene calcolato sulla formula matematica di Zelinka e Marvan (1961):

$$EPI - D = \frac{\sum_{j=1}^n a_j \cdot r_j \cdot i_j}{\sum_{j=1}^n a_j \cdot r_j}$$

dove:

- **EPI-D** = indice globale di eutrofizzazione/inquinazione della stazione considerata;
- **a_j** = abbondanza della specie j;
- **r_j** = affidabilità (dall'inglese "reliability") della specie j, inversamente proporzionale al suo "range" ecologico;
- **i_j** = indice integrato ponderato di sensibilità della specie j;

All'indice "i" viene attribuito un valore numerico che esprime sinteticamente la sensibilità delle Diatomee nei confronti dei parametri considerati, come di seguito riportato:

Livello saprobico della specie	Livello alobico della specie	Livello trofico dell'ambiente	i _e r=5	i _b r=3	i _s r=1
xenosaprobia	alofoba	ipotrofico	0	0.5	
oligosaprobia	oligoalobica esigente	oligotrofico	1	1.5	1
β-mesosaprobia	oligoalobica tollerante	mesotrofico	2	2.5	2
α-mesosaprobia	alofila	eutrofico	3	3.5	3
polisaprobia	β-mesoalbia	ipertrofico	4		

Il risultato fornito dall'indice EPI-D è un valore compreso tra 0 e 4, dove i valori prossimi allo 0 indicano acque pulite, mentre quelli più elevati denotano acque sempre più compromesse. L'interpretazione del risultato è stata proposta inizialmente in otto classi di qualità (Dell'Uomo, 1996, 1999; Dell'Uomo et al., 1999), mentre si è poi ridotta a cinque classi per uniformare il giudizio a quello derivato da altri indici di qualità (L'indice diatomico di eutrofizzazione/inquinazione nel monitoraggio delle acque correnti – linee guida, APAT, 2004):

Valori EPI-D	Classe	Qualità	Colore
0.0 < EPI-D < 1.0	I	ottima	blu
1.0 < EPI-D < 1.7	II	buona	verde
1.7 < EPI-D < 2.3	III	mediocre	giallo
2.3 < EPI-D < 3.0	IV	cattiva	arancione
3.0 < EPI-D < 4.0	V	pessima	rosso

Il monitoraggio della comunità delle Diatomee bentoniche avverrà secondo la stessa tempistica e nelle medesime stazioni in cui verrà applicato l'indice I.B.E..

5.2 Asportazione meccanica dei sedimenti

Le operazioni di asportazione meccanica di sedimenti dal bacino sono finalizzate alla rimozione di una parte del materiale depositato nell'invaso senza produrre alcun effetto sul corpo idrico ricettore di valle. In base alla caratterizzazione qualitativa del materiale da asportare, verrà successivamente determinata la destinazione finale dei sedimenti rimossi. Le attività possono aver luogo in condizioni di invaso pieno o parzialmente vuoto.

Il controllo dell'interrimento del serbatoio avverrà attraverso periodici *interventi sistematici* (aperture dello scarico di fondo nelle fasi terminali degli eventi di piena, al fine di favorire la formazione di correnti di densità che minimizzino il deposito di sedimento e progressivo abbassamento del livello per favorire la graduale rimobilitazione di quanto già sedimentato; operazioni che garantiranno anche la funzionalità degli scarichi profondi) e saltuari interventi specifici (operazioni di fluitazione durante periodi di morbida, atte a favorire la riduzione dell'interrimento accumulato; rimozione di sedimenti a lago svasato).

In questo paragrafo vengono brevemente descritte le operazioni di asportazione meccanica di sedimenti dal bacino intese quali *interventi specifici* e finalizzate alla rimozione del materiale depositato nell'invaso senza produrre effetti sul corpo idrico ricettore di valle.

La descrizione dettagliata delle modalità operative di esecuzione delle operazioni nonché del relativo programma temporale sarà fornita, preliminarmente alle operazioni, nel documento denominato “*Programma di Sintesi delle attività*”.

Per il bacino in oggetto la rimozione meccanica dei sedimenti a bacino vuoto o parzialmente svasato prevede che preliminarmente sia realizzata, in testa al bacino, una briglia in materiale grossolano dove il materiale a pezzatura più grossa trasportato dagli eventi idrologici più intensi possa rimanere intrappolato. Una volta constatato, nella vasca-briglia di monte, un quantitativo sufficiente di materiale depositato, sarà sufficiente abbassare il livello del bacino, mettere in secca la briglia e rimuovere con mezzi meccanici (escavatori, pale meccaniche, bulldozer, etc.) i sedimenti grossolani depositati. Qualora invece si dovesse verificare la presenza di

un ingente quantitativo di materiale di deposito anche all'interno dell'invaso, sarà necessario procedere a uno svuotamento completo del bacino per poter procedere, in una fase successiva, all'asportazione del materiale di interrimento utilizzando mezzi meccanici manovrati direttamente all'interno dell'invaso. Il sedimento estratto dovrà poi essere trasportato con automezzi da carico pesanti a un'area idonea individuata possibilmente nelle vicinanze, per la sua messa a dimora definitiva o per il suo riutilizzo.

Il volume di materiale solido che si prevede di rimuovere, come è stato valutato nei capitoli precedenti, è dell'ordine di qualche migliaio di metri cubi. Tale intervento in considerazione delle caratteristiche di produzione di materiale solido trasportato del bacino non è da considerarsi come intervento periodico

In base alle analisi eseguite sui sedimenti prelevati nel bacino si trarranno le indicazioni sulla qualità dei sedimenti presenti nell'invaso e sulle successive modalità di dislocazione o smaltimento degli stessi. Attualmente il riferimento legislativo vigente è il D.Lgs. 152/06.

Le manovre di asportazione meccanica di sedimenti verrebbero eseguite senza produrre impatti sul corpo idrico a valle. Per tali motivi non si ritiene necessario ne pianificare azioni di prevenzione o mitigazione degli effetti di tali operazioni nel corpo idrico ricettore ne monitoraggio del corpo idrico ricettore.

6. ATTIVITÀ ASSOCIATE ALL'ESECUZIONE DELLE OPERAZIONI

Le attività associate all'esecuzione delle operazioni sono classificabili in attività con avviso preventivo e attività senza avviso preventivo.

- **Attività con preavviso preventivo**

Secondo quanto prescritto dal DM 30 giugno 2004, all'atto di eseguire una delle seguenti attività:

- svuotamento per manutenzione e/o ispezione,
- fluitazione o spurgo della tipologia "intervento specifico",
- rimozione meccanica di sedimenti,

descritte nel presente progetto di gestione, il Gestore dell'impianto ne deve dare avviso:

- all'Amministrazione competente a vigilare sulla sicurezza dell'invaso e dello sbarramento ai sensi del DLgs 112/98,
- al Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio,
- al Dipartimento nazionale della Protezione Civile,
- all'Autorità di Bacino,
- alle Regioni e agli Enti Locali interessati,

fornendo un **Programma di Sintesi** (piano operativo di dettaglio) delle attività previste.

Il **Programma di Sintesi** sarà predisposto e inoltrato alle Amministrazioni competenti almeno 4 mesi prima della prevista data di inizio delle attività e tratterà i seguenti aspetti:

- elencazione delle attività previste (con riferimento alla descrizione contenuta nel presente Progetto di Gestione),
- definizione approssimata del periodo previsto di esecuzione (da confermarsi successivamente in prossimità dell'esecuzione),
- indicazione del piano di monitoraggio e di mitigazione che si prevede di adottare (con riferimento alla descrizione contenuta nel presente Progetto di Gestione),
- indicazione delle autorizzazioni ottenute dal Progetto di Gestione dell'invaso in questione,
- indicazione dei documenti di riferimento relativamente a rilievi in campo e analisi chimiche del materiale sedimentato,
- elenco dei comuni rivieraschi interessati dalle operazioni.

Il Gestore provvederà inoltre a informare la popolazione e tutti i soggetti interessati della prevista effettuazione delle manovre e delle eventuali cautele da adottare con avvisi affissi agli albi pretori dei comuni interessati nonché pubblicati per estratto su un quotidiano a diffusione locale. E' opportuno inoltre che vengano previste ispezioni lungo l'alveo subito prima dell'apertura e successivamente alla chiusura degli organi di scarico. Il Gestore deve infine far

rispettare quanto indicato nel presente Progetto di Gestione approvato, in osservanza delle eventuali prescrizioni stabilite dalle Regioni.

- **Attività senza avviso preventivo**

A completamento di quanto indicato nel precedente paragrafo, l'esecuzione di una delle seguenti operazioni:

- manovre di esercizio degli scarichi profondi,
- fluitazione o spurgo della tipologia “intervento sistematico”,

non sarà preceduta dal preventivo avviso alle competenti Autorità in quanto le prime non comportano impatto sul corpo idrico ricettore e le seconde non sono pianificabili a priori perché legate al verificarsi di eventi naturali non prevedibili.

