

Deliberazione della Giunta Regionale 27 aprile 2018, n. 22-6795

**Dir.p.c.m. 27 febbraio 2004 - Individuazione della scala di priorit  per l'utilizzo degli invasi presenti sul territorio regionale ai fini della laminazione delle piene e definizione delle modalit  operative per la predisposizione e l'adozione dei piani di laminazione.**

A relazione degli Assessori Valmaggia, Balocco:

Premesso che:

La direttiva del Presidente del Consiglio dei ministri 27 febbraio 2004 fornisce indirizzi operativi per la gestione organizzativa e funzionale del sistema di allertamento nazionale, statale e regionale per il rischio idrogeologico ed idraulico ai fini di protezione civile.

Al paragrafo 5 tale direttiva individua le misure di previsione e prevenzione non strutturali finalizzate alla riduzione del rischio idrogeologico ed idraulico elevato e molto elevato ed al governo delle piene.

Per quanto attiene in particolare al governo delle piene, essa prevede che, al fine di individuare le misure per contrastare gli effetti delle piene in un bacino idrografico nel quale sono presenti invasi artificiali, ancorch  destinati alla produzione di energia e/o all'approvvigionamento primario di risorsa idrica, nonch  al fine di rendere quanto pi  compatibili possibile i legittimi interessi dei gestori con le finalit  di protezione civile, deve essere organizzata una adeguata attivit  di regolazione dei deflussi.

La direttiva prevede altres  che l'Autorit  responsabile del governo delle piene assicuri, con il concorso dei Centri Funzionali, delle Autorit  di bacino distrettuali, del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti - Direzione generale per le dighe e le infrastrutture idriche ed elettriche, degli Uffici territoriali di Governo, delle Autorit  responsabili dei piani d'emergenza provinciali, dei soggetti responsabili del presidio territoriale ed attraverso i gestori di opere idrauliche, sia di ritenuta che di regolazione, presenti nel bacino idrografico, se possibile, la massima laminazione dell'evento di piena, atteso o in atto, e lo sversamento in alveo di portate non pericolose per i tratti del corso d'acqua a valle delle opere stesse e/o compatibili con i piani d'emergenza delle province coinvolte dall'evento stesso.

A tal fine la direttiva dispone che debba essere primariamente valutata, attraverso studi specifici, l'influenza che possono esercitare i volumi accumulabili nei suddetti invasi sulla formazione e propagazione dell'onda di piena a valle e che, in base ai risultati di tali valutazioni ed alle condizioni di esercizio delle singole dighe, debbano quindi essere individuati quegli invasi che potrebbero essere effettivamente utili alla laminazione delle piene e quindi ad una riduzione del rischio idraulico a valle degli invasi stessi.

Per tali invasi la direttiva prevede che le Regioni, con il concorso tecnico dei Centri Funzionali decentrati, dell'Autorit  di bacino e del Registro italiano dighe (ora Direzione generale per le dighe e le infrastrutture idriche ed elettriche del Ministero delle infrastrutture e dei trasporti), d'intesa con i gestori, sotto il coordinamento del Dipartimento della protezione civile, predispongano ed adottino un piano di laminazione preventivo, da intendersi quale strumento per prevedere le misure e le procedure da adottare che, pur definite tenendo in buon conto sia la mitigazione degli effetti a valle dell'invaso, sia la sicurezza delle opere, sia l'esigenza di utilizzazione dei volumi invasati, non possono comunque non essere finalizzate alla salvaguardia della incolumit  della vita umana, dei beni, degli insediamenti e dell'ambiente territorialmente interessati dall'evento.

Premesso inoltre che:

La direttiva del Presidente del Consiglio dei ministri 8 febbraio 2013 fornisce indirizzi operativi per l'istituzione dell'Unit  di Comando e Controllo del bacino del fiume Po ai fini del governo delle piene.

Con Determinazione Dirigenziale n. 1569 del 14/06/2012 è stato istituito, presso la Sala Operativa Regionale di protezione civile, *il Centro Regionale di Coordinamento Tecnico Idraulico (C.R.C.T.I.)*, competente in materia idrologica, idraulica e idrogeologica, a supporto decisionale della predetta Unità di Comando e Controllo, per situazioni collegate al governo delle piene.

La direttiva del Presidente del Consiglio dei ministri 8 febbraio 2013, nel ribadire la necessità di predisposizione ed adozione dei piani di laminazione già espressa dalla suddetta direttiva 27 febbraio 2004, stabilisce inoltre al paragrafo 6 che, al fine di assicurare la possibile laminazione dell'evento di piena, atteso o in atto, presso l'Autorità di bacino del fiume Po è istituito un Tavolo tecnico con il compito di valutare, attraverso studi specifici, l'influenza che possono esercitare i volumi accumulabili negli invasi regolati dalle dighe, ubicate nei territori delle Regioni Valle d'Aosta, Piemonte, Lombardia, Emilia-Romagna e Veneto, sulla formazione e propagazione dell'onda di piena a valle. Tale Tavolo tecnico è composto, oltre che dal rappresentante della stessa Autorità di bacino, anche da rappresentanti del Dipartimento della protezione civile, dei Centri Funzionali Decentrati, della Direzione generale per le dighe e le infrastrutture idriche ed elettriche del Ministero delle infrastrutture e dei trasporti, dell'AIPO, degli enti pubblici regolatori dei Grandi Laghi naturali e dei gestori degli invasi, nonché di tutti gli altri presidi territoriali idraulici e delle strutture regionali interessate.

Preso atto che:

Nella relazione finale dei lavori, datata 01/04/2015, il tavolo tecnico istituito presso l'Autorità di bacino del fiume Po, di cui sopra, ha concluso che, per quanto riguarda i serbatoi alpini (a prevalente utilizzazione idroelettrica), date le caratteristiche dei bacini e l'ubicazione dei medesimi, i tratti influenzabili in maniera significativa sono quasi esclusivamente quelli immediatamente a valle delle dighe stesse, lungo le aste dei torrenti di competenza e pertanto in generale esse non presentano caratteristiche tali da poter contribuire con i propri invasi alla laminazione delle piene del fiume Po;

la relazione inoltre stabilisce che, per le dighe potenzialmente idonee, le Regioni dovranno procedere ad una classificazione sulla base delle capacità di laminazione e della vulnerabilità del territorio di valle.

Dato atto che:

Con riferimento alla laminazione delle piene, nell'ambito del territorio piemontese, sono state ritenute prioritarie le due seguenti situazioni:

- la diga di Mongrando (BI) sul torrente Ingagna, gestita dal Consorzio di Bonifica della Baraggia Biellese e Vercellese, per la quale con deliberazione della Giunta regionale 6 ottobre 2014, n. 37-403 è stato già approvato il piano di laminazione;
- la traversa della Miorina di regolazione del lago Maggiore, gestita dal Consorzio del Ticino, considerata sbarramento interregionale, per la quale con la deliberazione del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del fiume Po n. 1/2015 del 12 maggio 2015, si è approvata la sperimentazione dei livelli estivi ed un apposito protocollo contenente indicazioni per azioni di svasso preventivo a seguito di previsioni di allerte meteo. Tale sperimentazione è monitorata da uno specifico Tavolo tecnico coordinato dall'Autorità di Bacino, al quale partecipano la Regione Piemonte e la Regione Lombardia ed i risultati della stessa saranno utilizzati per la formalizzazione di uno specifico Piano di laminazione.

Dato atto inoltre che:

Il Settore regionale Difesa del Suolo, con il supporto tecnico dell'ARPA, ha redatto una classificazione degli invasi (sia di competenza statale, sia di competenza regionale) presenti sul territorio piemontese, al fine di valutarne l'utilità per la laminazione delle piene, ossia per la riduzione dei deflussi verso valle.

Tale classificazione è stata stilata tenendo conto sia della capacità di laminazione intrinseca dei singoli invasi, in funzione delle caratteristiche geometriche degli stessi e della portata di piena generata dal bacino imbrifero sotteso, sia della vulnerabilità dei territori a valle degli invasi, valutata sulla base delle mappe della pericolosità e del rischio contenute nel Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni del distretto idrografico Padano, approvato con decreto del Presidente del Consiglio dei ministri 27 ottobre 2016.

Considerato che:

È necessario adottare come scala di priorità per la redazione dei piani di laminazione la suddetta classificazione, individuata nell'Allegato 1 al presente provvedimento, che ne costituisce parte integrante e sostanziale.

È altresì necessario approvare le modalità operative, che forniscono la procedura tecnica indicativa da seguire per la predisposizione e l'adozione dei piani di laminazione, definite nell'Allegato 2 al presente provvedimento, che ne costituisce anch'esso parte integrante e sostanziale.

Visto il d.lgs. 152/2006 e s.m.i.;

visto il Piano per l'Assetto idrogeologico approvato con d.p.c.m. 24 maggio 2001;

visto il Piano di gestione rischio alluvione approvato con d.p.c.m. 27 ottobre 2016;

vista la dir.p.c.m. 27 febbraio 2004;

vista la dir.p.c.m. 8 febbraio 2013.

Dato atto che la presente deliberazione non comporta oneri aggiuntivi per il bilancio regionale.

Attestata la regolarità amministrativa del presente provvedimento ai sensi della d.g.r. 1-4046 del 17 ottobre 2016.

Tutto ciò premesso e considerato;

la Giunta Regionale, a voti unanimi resi nelle forme di legge,

*delibera*

1. di adottare come scala di priorità per la redazione dei piani di laminazione di cui al DPCM 27 febbraio 2004 la classificazione degli invasi presenti sul territorio piemontese, utili alla laminazione delle piene, riportata nell'Allegato 1 al presente provvedimento, che ne costituisce parte integrante e sostanziale;
2. di approvare le modalità operative per la predisposizione e l'adozione dei piani di laminazione degli invasi, definite nell'Allegato 2 al presente provvedimento, che ne costituisce anch'esso parte integrante e sostanziale;
3. di dare atto che la presente deliberazione non comporta oneri aggiuntivi per il bilancio regionale.

Avverso la presente deliberazione è ammesso ricorso alle Autorità competenti secondo la legislazione vigente.

La presente deliberazione sarà pubblicata sul Bollettino Ufficiale della Regione Piemonte, ai sensi dell'art. 61 dello Statuto e dell'art. 5 della l.r. 22/2010.

(omissis)

Allegato

## Allegato 1

### Classificazione degli invasi presenti sul territorio piemontese utili alla laminazione delle piene

#### 1. Premessa

Per laminazione delle piene si intende l'azione esercitata da opere di ritenuta inserite nel corso d'acqua che creano una capacità di accumulo in grado di ridurre, ritenendone una parte, i deflussi di piena verso valle.

Tale effetto può essere generato non solo da invasi all'uopo realizzati (cosiddetti serbatoi di piena o casse di espansione), ma anche da invasi artificiali destinati alla produzione di energia e/o all'approvvigionamento di risorsa idrica.

Al fine di valutare l'utilità degli invasi per la laminazione delle piene, è necessario analizzare sia la capacità di laminazione intrinseca dei singoli invasi, in funzione delle caratteristiche geometriche degli stessi e della portata di piena generata dal bacino imbrifero sotteso, sia la vulnerabilità dei territori a valle degli invasi.

Sono stati analizzati complessivamente 67 invasi presenti sul territorio della Regione Piemonte, dei quali 56 di competenza nazionale (ovvero che superano i 15 metri di altezza o che determinano un volume d'invaso superiore a 1.000.000 di metri cubi) e 11 di competenza regionale (ovvero che non superano i 15 metri di altezza o che determinano un volume d'invaso inferiore a 1.000.000 di metri cubi).

Sono stati escluse dalle analisi le seguenti tipologie:

- strutture non in esercizio;
- sbarramenti ausiliari dello sbarramento principale;
- strutture in derivazione;
- strutture senza dati caratteristici o potenzialità di laminazione registrate;
- sbarramenti che non intercettano direttamente un corso d'acqua;
- invasi alimentati con pozzi o reti acquedottistiche;
- impianti che non possiedono organi di scarico azionabili per ridurre gli invasi;
- traverse che seppure presentano organi di ritenuta movimentabili, sono caratterizzate da ridotti volumi trattenuti e da indicazioni operative volte a presentare lo sbarramento più trasparente possibile anche alle morbide;
  - sbarramenti con bocche tarate ridotte, senza paratoie movimentabili e quindi senza possibilità di gestire volumi idrici accumulati temporaneamente.

Per quanto riguarda in particolare gli sbarramenti regionali sono stati analizzate esclusivamente le seguenti tipologie:

- sbarramenti diretti sul corso d'acqua;
- sbarramenti rientranti nelle categorie B (sbarramenti con altezza fino a 10 metri e con volume di invaso compreso tra 30.000 e 100.000 metri cubi ) e C (sbarramenti con altezza superiore a 10 metri e fino a 15 metri o con volume di invaso superiore a 100 mila metri cubi e fino a 1.000.000 di metri cubi) definite dal regolamento regionale 12/R del 2004 e sm.i.;
- sbarramenti aventi preferibilmente organi di scarico movimentabili.

## 2. Calcolo della capacità di laminazione degli invasi

La valutazione della capacità di laminazione degli invasi presenti sul territorio piemontese è stata effettuata mediante l'applicazione di due metodi:

- metodo dell'indice FARL (Flood Attenuation by Reservoirs and Lakes), che costituisce una metodologia semplificata proposta in letteratura, è costituito da un indice qualitativo di attenuazione dell'onda di piena da parte dell'invaso;
- indice di laminazione, è rappresentativo del rapporto tra il volume utile di laminazione dell'invaso ed il volume di piena in arrivo all'invaso stesso.

In particolare, l'indice FARL, proposto da Scarrott et al. (1999), è basato sulle relazioni intercorrenti tra la superficie del lago, l'area del bacino imbrifero sotteso dall'invaso e l'area del bacino sotteso dalla sezione di valle di interesse. L'indice FARL è definito come:

$$\alpha = (1 - \sqrt{r})^w$$

$$\text{dove } r = \frac{Suplago}{SupBac} \text{ e } w = \frac{SupBac}{Suptot}$$

Suplago è la superficie del lago, che è stata calcolata come superficie media ottenuta dal volume totale dell'invaso (dato fornito) rapportato alla differenza tra quota di massima e minima regolazione (dato fornito), ipotizzando di trascurare la differenza tra la quota minima di regolazione ed la quota del fondo rispetto alla differenza tra le due quote di regolazione;

SupBac è la superficie del bacino idrografico sotteso dall'invaso;

Suptot è la superficie del bacino idrografico chiuso alla sezione in cui si sta calcolando l'indice, che, nei casi in esame, corrisponde proprio alla sezione di chiusura dell'invaso.

Per le considerazioni di seguito espresse si utilizzerà l'indice seguente:

$$\alpha' = \sqrt{r}$$

I risultati riferiti alle dighe piemontesi sono riportati nella Tabella 1.

L'indice di laminazione è stato specificamente definito per la presente analisi secondo la seguente formulazione:

$$\beta = \sqrt{r'}$$

$$\text{Dove } r' = \frac{V_{lam}}{V_{piena}} \text{ se } V_{lam} \leq V_{piena}$$

$$r' = 1 \text{ se } V_{lam} > V_{piena}$$

$V_{lam}$  è il volume utile di laminazione dell'invaso;

$V_{piena}$  è il volume in ingresso riferito al periodo di ritorno di 200 anni.

In analogia all'indice  $\alpha'$ , anche l'indice di laminazione  $\beta$  può variare tra 0 ed 1. Valori prossimi a 0 significano capacità di laminazione trascurabili, mentre valori prossimi ad 1 rappresentano una elevata capacità di attenuare la piena in arrivo.

Il calcolo del volume di piena richiede come primo passo la stima della portata di piena. Nel caso specifico è stata utilizzata la procedura ARPIEM (Analisi Regionale delle Piene nei bacini Montani), sviluppata in collaborazione con il Politecnico di Torino, che consente il calcolo delle portate di piena per differenti tempi di ritorno anche in bacini non strumentati, tramite una procedura di regionalizzazione delle informazioni di piena.

Si è poi proceduto al calcolo dell'idrogramma in ingresso all'invaso, finalizzato alla determinazione del volume ad esso associato.

Il calcolo dell'idrogramma in ingresso è stato effettuato sulla base di una metodologia che mette in relazione la portata media  $Q_{med}$  in D ore e la portata di picco  $Q_T$  di un evento di piena al variare della durata D. La curva di riduzione utilizzata è quella proposta da NERC (1975):

$$Q_{med} = \varepsilon_D Q_T$$

in cui

$$\varepsilon_D = (1 + b \cdot D)^{-c}$$

$$b = \frac{1}{2 \cdot t_R}$$

$$c = 1 - n$$

Dove:

D è la durata

n è l'esponente della curva di probabilità pluviometrica

$t_R$  è il tempo di ritardo del bacino

Il tempo di ritardo è stato valutato a partire dal tempo di corrivazione del bacino secondo la relazione:

$$t_R = 0.6 t_C \text{ (Soil Conservation Service SCS)}$$

dove  $t_C$  è il tempo di corrivazione del bacino.

La durata D, in un idrogramma simmetrico, è pari a due volte il tempo di corrivazione; tutti gli altri parametri sono definiti a partire dai descrittori dei bacini ottenuti dalla procedura ARPIEM (compreso il parametro n della curva di possibilità pluviometrica).

Si è quindi proceduto al calcolo delle portate  $Q_{med}$  a partire dalla portata al colmo  $Q_T$  ed in corrispondenza della durata D, e successivamente è stato effettuato il calcolo del volume ad essa associato come segue:

$$V_{\text{piena}} = Q_{\text{med}} * D$$

Il volume  $V_{\text{lam}}$ , ovvero il volume utile di laminazione dell'invaso, è invece un dato caratteristico del singolo serbatoio.

I risultati per questo indice, riferiti alle dighe piemontesi, sono riportati nella Tabella 2.

Entrambi gli indici possono variare tra 0 e 1. Indici  $\alpha'$  prossimi a 0 indicano scarsi effetti di laminazione, al contrario, vicini a 1 indicano effetti di laminazione significativi. Discorso del tutto analogo per l'indice di laminazione  $\beta$ .

In termini generali si nota una buona corrispondenza tra i due approcci, sebbene ci siano casi specifici in cui i risultati non sono in accordo.

Si è scelto comunque di utilizzare la classificazione derivante dall'indice di laminazione in quanto metodo sicuramente più rigoroso rispetto a quello semplificato, che è invece utilizzabile in mancanza dei dati idrologici necessari.

### 3. Calcolo della vulnerabilità dei territori a valle degli invasi

La metodologia adottata per la valutazione della vulnerabilità del territorio a valle degli invasi presenti sul territorio piemontese si basa sull'utilizzo delle mappe della pericolosità e del rischio contenute nel Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni del distretto idrografico Padano, approvato con D.P.C.M. 27 ottobre 2016.

Le mappe della pericolosità di tale Piano, rappresentate ad una scala compresa tra 1:10.000 e 1:25.000, individuano l'estensione massima degli allagamenti conseguenti al verificarsi degli scenari di evento con probabilità di accadimento elevata (TR = 20-50 anni), media (TR = 100-200 anni) e scarsa (TR maggiore di 500 anni). Le mappe del rischio sono il risultato dell'incrocio fra le suddette mappe delle aree allagabili per i diversi scenari di pericolosità esaminati e gli elementi esposti censiti, raggruppati in classi di danno potenziale omogenee.

Al fine di valutare la vulnerabilità del territorio a valle degli invasi piemontesi, sono stati presi in considerazione esclusivamente gli elementi a rischio R4, utilizzando lo shape file (Sistema di riferimento Utm -WGS84) contenente le dighe ricadenti sul territorio piemontese scaricato dal catasto degli sbarramenti della Regione Piemonte e lo shape file relativo alle mappe del rischio sopra descritte.

I criteri utilizzati per procedere alla valutazione degli elementi a rischio R4 sono i seguenti:

- 1) sono stati analizzati 20 Km a valle degli invasi lungo i corsi d'acqua principali;
- 2) nel caso di confluenza tra un tributario e il corso d'acqua principale l'analisi si è fermata in corrispondenza della confluenza o alla chiusura del bacino di pertinenza;
- 3) nel caso di dighe in successione, la diga più a monte è stata valutata cautelativamente senza tener conto della diga più a valle.

Per ogni invaso, è stato calcolato il numero totale di elementi R4 poligonali intercettati, ipotizzando di attribuire il medesimo peso ad ognuno, posto che i suddetti elementi poligonali nel caso piemontese possiedono aree tra loro confrontabili.

Stesso procedimento è stato seguito per gli elementi R4 di tipo lineare e puntuale, che molte volte risulta segnalare la presenza di un edificio di interesse rilevante all'interno di un elemento poligonale.

Infine è stato calcolato il numero totale di elementi R4 intercettati, sommando i numeri n R4 di elementi R4 poligonali, lineari e puntuali.

L'indice di vulnerabilità  $i_{vul}$  è stato quindi calcolato dividendo il numero totale di elementi R4 intercettati da ciascun invaso per il massimo fra i numeri totali di elementi R4 intercettati, in modo tale che esso vari tra 0 (valore corrispondente a nessun elemento R4 intercettato e quindi nessuna necessità di laminazione) ed 1 (valore corrispondente al massimo numero di elementi R4 intercettati e quindi alla massima necessità di laminazione).

$$i_{vul} = \frac{\sum n_{R4}}{\max \sum n_{R4}}$$

Mentre gli indici relativi alla capacità di laminazione forniscono un'indicazione in merito alla idoneità dell'invaso a produrre un effetto di laminazione, l'indice di vulnerabilità fornisce un'indicazione circa l'efficacia della laminazione stessa.

I risultati sono riportati nella Tabella 3.

#### 4. Classificazione complessiva degli invasi

Al fine di tener conto sia della capacità di laminazione degli invasi, sia della vulnerabilità dei territori posti a valle, è stato formulato un indice di laminazione complessivo  $i_{lam}$  definito come il prodotto dell'indice di capacità di laminazione ( $\alpha$  o  $\beta$ ) e dell'indice di vulnerabilità  $i_{vul}$ :

$$i_{lam} = \alpha \times i_{vul}$$

o

$$i_{lam} = \beta \times i_{vul}$$

Quando sia l'indice di capacità di laminazione sia l'indice di vulnerabilità sono nulli (l'invaso non è idoneo alla laminazione e la stessa non è comunque efficace) oppure quando anche solo uno dei due è nullo, anche l'indice di laminazione complessivo è nullo, mentre se sia l'indice di capacità di laminazione sia l'indice di vulnerabilità sono massimi, cioè pari a 1, anche l'indice di laminazione complessivo è massimo, a indicare che l'invaso è idoneo alla laminazione e che quest'ultima è efficace.

Nei casi intermedi, l'indice di capacità di laminazione viene tanto più ridotto quanto più è basso l'indice di vulnerabilità.

Nella Tabella 4 è rappresentata la classificazione degli invasi presenti sul territorio piemontese sulla base dell'indice di laminazione complessivo.

DENOMINAZIONE	Pr.	Comp.	Sup. bacino (km <sup>2</sup> )	Sup. lago (km <sup>2</sup> )	Sup. lago/Sup. bacino	Indice FARL	indice $\alpha'$	Classificaz. indice $\alpha'$
LAGO DELLA ROSSA	TO	STAT	3,50	0,42	0,119	0,656	0,344	1
BUSIN INFERIORE	VB	STAT	2,50	0,28	0,113	0,665	0,335	2
LAGO VALUNGA	CN	REG	0,23	0,02	0,097	0,688	0,312	3
SERRÙ	TO	STAT	5,52	0,44	0,079	0,718	0,282	4
CAMPOSECCO	VB	STAT	4,05	0,32	0,079	0,720	0,280	5
TERNAVASSO	TO	REG	2,28	0,14	0,063	0,750	0,250	6
SABBIONE	VB	STAT	15,20	0,92	0,060	0,754	0,246	7
VALTOGGIA	VB	STAT	8,90	0,43	0,048	0,780	0,220	8
PIANFEI	CN	STAT	1,01	0,04	0,041	0,798	0,202	9
AGARO	VB	STAT	10,60	0,43	0,041	0,799	0,201	10
CHIOTAS	CN	STAT	11,60	0,44	0,038	0,804	0,196	11
ALPE LARECCHIO	VB	STAT	2,93	0,10	0,036	0,811	0,189	12
LAGO D'AVINO	VB	STAT	5,50	0,19	0,035	0,813	0,187	13
LAGO PISTONO	TO	REG	4,06	0,14	0,034	0,816	0,184	14
ROSSANA	CN	STAT	1,00	0,03	0,030	0,826	0,174	15
DIETRO LA TORRE	TO	REG	1,00	0,03	0,028	0,833	0,167	16
VANNINO	VB	STAT	9,80	0,27	0,027	0,834	0,166	17
VALSOERA	TO	STAT	8,35	0,23	0,027	0,835	0,165	18
CODELAGO	VB	STAT	25,65	0,66	0,026	0,839	0,161	19
LAGO CINGINO	VB	STAT	3,20	0,08	0,025	0,842	0,158	20
PIANTELESSIO	TO	STAT	15,70	0,38	0,024	0,844	0,156	21
RAVASANELLA	VC	STAT	6,30	0,13	0,021	0,856	0,144	22
LAGO BADANA	AL	STAT	4,80	0,10	0,020	0,859	0,141	23
DIGA DI ARIGNANO	TO	REG	13,94	0,22	0,016	0,874	0,126	24
ALPE CAVALLI	VB	STAT	23,00	0,36	0,016	0,874	0,126	25
OSTOLA	BI	STAT	16,30	0,24	0,015	0,878	0,122	26
AGNEL	TO	STAT	10,79	0,16	0,014	0,880	0,120	27
LAGO LUNGO	AL	STAT	9,05	0,13	0,014	0,881	0,119	28
LAGO EUGIO	TO	STAT	9,89	0,13	0,013	0,885	0,115	29
MORASCO	VB	STAT	35,42	0,46	0,013	0,886	0,114	30
LAGO DI VALLE DI BRIAGLIA	CN	REG	2,50	0,03	0,013	0,887	0,113	31
LAGO DI MONTE DI BRIAGLIA	CN	REG	1,90	0,02	0,013	0,888	0,112	32
LA SPINA	TO	STAT	2,00	0,02	0,012	0,892	0,108	33
CERESOLE REALE MAGGIORE	TO	STAT	88,00	0,98	0,011	0,895	0,105	34
LAGO LAVEZZE (O BRUNO)	AL	STAT	11,75	0,10	0,009	0,906	0,094	35
CASTELLO	CN	STAT	67,50	0,41	0,006	0,922	0,078	36
LOMELLINA	AL	STAT	2,46	0,01	0,005	0,926	0,074	37
PIASTRA	CN	STAT	88,30	0,47	0,005	0,927	0,073	38
CAMPLICCIOLI	VB	STAT	34,00	0,18	0,005	0,927	0,073	39
INGAGNA	BI	STAT	30,60	0,15	0,005	0,930	0,070	40
MALCIAUSSIA	TO	STAT	26,42	0,12	0,004	0,933	0,067	41
ROCHEMOLLES	TO	STAT	26,00	0,10	0,004	0,937	0,063	42
PONTE VITTORIO	BI	STAT	6,70	0,02	0,003	0,945	0,055	43
LAVAGNINA INF.	AL	STAT	46,00	0,09	0,002	0,955	0,045	44
QUARAZZA	VB	STAT	25,60	0,04	0,002	0,959	0,041	45
SESSERA	BI	STAT	50,90	0,08	0,002	0,960	0,040	46

DENOMINAZIONE	Pr.	Comp.	Sup. bacino (km <sup>2</sup> )	Sup. lago (km <sup>2</sup> )	Sup. lago/Sup. bacino	Indice FARL	indice $\alpha'$	Classificaz. indice $\alpha'$
VALLA	AL	STAT	68,00	0,10	0,001	0,962	0,038	47
COMBAMALA	CN	STAT	10,30	0,01	0,001	0,963	0,037	48
VAL CLAREA	TO	STAT	27,00	0,04	0,001	0,964	0,036	49
CHABRIÈRE	TO	STAT	1,85	0,00	0,001	0,969	0,031	50
SARETTO	CN	REG	53,80	0,05	0,001	0,970	0,030	51
RIMASCO	VC	STAT	87,00	0,06	0,001	0,973	0,027	52
CEPPO MORELLI	VB	STAT	124,50	0,08	0,001	0,974	0,026	53
GURZIA	TO	STAT	140,00	0,09	0,001	0,975	0,025	54
ORTIGLIETO	AL	STAT	137,00	0,08	0,001	0,976	0,024	55
POURRIERES	TO	REG	115,70	0,06	0,001	0,976	0,024	56
AGRASINA	VB	STAT	18,00	0,01	0,001	0,978	0,022	57
RIO FREDDO	CN	STAT	36,30	0,02	0,000	0,978	0,022	58
FEDIO	CN	STAT	54,07	0,02	0,000	0,982	0,018	59
BASSO PIOVA	TO	REG	27,91	0,01	0,000	0,985	0,015	60
MELEZET	TO	STAT	46,00	0,01	0,000	0,985	0,015	61
ROCCASPARVERA	CN	STAT	590,00	0,11	0,000	0,986	0,014	62
SAMPEYRE	CN	STAT	246,00	0,03	0,000	0,989	0,011	63
GEBBO	VB	REG	59,00	0,01	0,000	0,989	0,011	64
SAN DAMIANO	CN	STAT	441,00	0,04	0,000	0,990	0,010	65
MAZZÈ CANAVESE	TO	STAT	3.802,00	0,29	0,000	0,991	0,009	66
GORGE DI SUSÀ	TO	STAT	697,00	0,03	0,000	0,994	0,006	67

**Tabella 1** - Indice FARL e indice  $\alpha'$

DENOMINAZIONE	Pr.	Comp.	$V_{\text{lam}} [\text{Mm}^3]$	$V_{\text{piena}} [\text{Mm}^3]$	$V_{\text{lam}}/V_{\text{piena}}$	Indice di laminazione	Classificaz. indice di laminazione
SERRÙ	TO	STAT	0,560	0,022	25,688	1,000	1
LAGO DELLA ROSSA	TO	STAT	0,350	0,014	24,169	1,000	2
BUSIN INFERIORE	VB	STAT	0,370	0,031	11,986	1,000	3
SABBIONE	VB	STAT	0,710	0,082	8,622	1,000	4
AGARO	VB	STAT	1,600	0,233	6,867	1,000	5
VALTOGGIA	VB	STAT	0,820	0,121	6,755	1,000	6
CHIOTAS	CN	STAT	0,620	0,094	6,595	1,000	7
CHABRIÈRE	TO	STAT	0,206	0,033	6,339	1,000	8
DIETRO LA TORRE	TO	REG	0,014	0,004	3,830	1,000	9
LAGO D'AVINO	VB	STAT	0,200	0,065	3,081	1,000	10
LA SPINA	TO	STAT	0,218	0,076	2,860	1,000	11
PIANTELESSIO	TO	STAT	0,500	0,178	2,807	1,000	12
VALSOERA	TO	STAT	0,300	0,114	2,639	1,000	13
LAGO CINGINO	VB	STAT	0,050	0,020	2,518	1,000	14
AGNEL	TO	STAT	0,190	0,076	2,504	1,000	15
MORASCO	VB	STAT	0,650	0,277	2,351	1,000	16
CAMPOSECCO	VB	STAT	0,090	0,045	2,016	1,000	17
CERESOLE REALE MAGGIORE	TO	STAT	2,140	1,230	1,740	1,000	18
VAL CLAREA	TO	STAT	0,221	0,128	1,729	1,000	19
TERNAVASSO	TO	REG	0,117	0,080	1,459	1,000	20
LAGO EUGIO	TO	STAT	0,200	0,140	1,434	1,000	21
OSTOLA	BI	STAT	1,680	1,336	1,257	1,000	22
ROCHEMOLLES	TO	STAT	0,150	0,125	1,196	1,000	23
CODELAGO	VB	STAT	0,490	0,424	1,157	1,000	24
COMBAMALA	CN	STAT	0,200	0,183	1,094	1,000	25
RAVASANELLA	VC	STAT	0,500	0,492	1,016	1,000	26
LAGO VALUNGA	CN	REG	0,009	0,010	0,918	0,958	27
VANNINO	VB	STAT	0,090	0,100	0,899	0,948	28
ALPE LARECCHIO	VB	STAT	0,120	0,143	0,838	0,915	29
LAGO PISTONO	TO	REG	0,105	0,132	0,796	0,892	30
PIANFEI	CN	STAT	0,070	0,102	0,688	0,829	31
MALCIAUSSIA	TO	STAT	0,140	0,258	0,544	0,737	32
ROSSANA	CN	STAT	0,030	0,059	0,511	0,715	33
INGAGNA	BI	STAT	1,000	2,332	0,429	0,655	34
CAMPLICCIOLI	VB	STAT	0,200	0,471	0,425	0,652	35
CASTELLO	CN	STAT	0,290	0,892	0,325	0,570	36
PIASTRA	CN	STAT	0,470	1,599	0,294	0,542	37
DIGA DI ARIGNANO	TO	REG	0,210	0,771	0,272	0,522	38
QUARAZZA	VB	STAT	0,090	0,348	0,259	0,509	39
LOMELLINA	AL	STAT	0,060	0,248	0,242	0,492	40
ALPE CAVALLI	VB	STAT	0,170	0,742	0,229	0,479	41
AGRASINA	VB	STAT	0,209	1,002	0,209	0,457	42
LAGO DI MONTE DI BRIAGLIA	CN	REG	0,015	0,076	0,191	0,437	43
LAGO DI VALLE DI BRIAGLIA	CN	REG	0,019	0,122	0,155	0,394	44
RIO FREDDO	CN	STAT	0,080	0,567	0,141	0,376	45
SARETTO	CN	REG	0,040	0,464	0,086	0,294	46

DENOMINAZIONE	Pr.	Comp.	$V_{lam}$ [Mm <sup>3</sup> ]	$V_{piena}$ [Mm <sup>3</sup> ]	$V_{lam}/V_{piena}$	Indice di laminazione	Classificaz. indice di laminazione
ROCCASPARVERA	CN	STAT	1,630	21,426	0,076	0,276	47
LAGO BADANA	AL	STAT	0,030	0,413	0,073	0,269	48
CEPPO MORELLI	VB	STAT	0,080	1,782	0,045	0,212	49
PONTE VITTORIO	BI	STAT	0,040	0,909	0,044	0,210	50
LAVAGNINA INF.	AL	STAT	0,277	6,347	0,044	0,209	51
GURZIA	TO	STAT	0,500	13,371	0,037	0,193	52
LAGO LAVEZZE (O BRUNO)	AL	STAT	0,001	0,028	0,036	0,189	53
SESSERA	BI	STAT	0,270	7,893	0,034	0,185	54
ORTIGLIETO	AL	STAT	0,760	22,719	0,033	0,183	55
LAGO LUNGO	AL	STAT	0,028	0,893	0,031	0,177	56
VALLA	AL	STAT	0,300	9,746	0,031	0,175	57
FEDIO	CN	STAT	0,030	0,988	0,030	0,174	58
RIMASCO	VC	STAT	0,090	4,031	0,022	0,149	59
POURRIERES	TO	REG	0,032	1,949	0,016	0,128	60
MELEZET	TO	STAT	0,001	0,187	0,005	0,073	61
SAN DAMIANO	CN	STAT	0,040	9,486	0,004	0,065	62
BASSO PIOVA	TO	REG	0,010	2,877	0,003	0,059	63
GORGE DI SUSÀ	TO	STAT	0,020	8,346	0,002	0,049	64
SAMPEYRE	CN	STAT	0,010	4,422	0,002	0,048	65
MAZZÈ							
CANAVESE	TO	STAT	0,285	176,315	0,002	0,040	66
GEBBO	VB	REG	0,002	1,269	0,001	0,039	67

**Tabella 2 -** Indice di laminazione  $\beta$

DENOMINAZIONE	Pr.	Comp.	n° R4 pol.	n° R4 punt.	n° R4 lin.	Somma	Indice di vulnerabilità	Classificaz. indice di vulnerabilità
GEBBO	VB	REG	4618	6	573	5197	1,000	1
GORGE DI SUSÀ	TO	STAT	3045	26	479	3550	0,683	2
GURZIA	TO	STAT	2263	5	205	2473	0,476	3
PONTE VITTORIO	BI	STAT	1848	2	257	2107	0,405	4
ROCHEMOLLES	TO	STAT	1652	7	373	2032	0,391	5
POURRIERES	TO	REG	1232	2	188	1422	0,274	6
MAZZÉ CANAVESE	TO	STAT	1054	0	53	1107	0,213	7
ALPE CAVALLI	VB	STAT	793	5	149	947	0,182	8
CAMPLICCIOLI	VB	STAT	793	5	149	947	0,182	9
CAMPOSECCO	VB	STAT	793	5	149	947	0,182	10
LAGO CINGINO	VB	STAT	793	5	149	947	0,182	11
LAGO PISTONO	TO	REG	844	2	75	921	0,177	12
CERESOLE REALE MAGGIORE	TO	STAT	801	3	87	891	0,171	13
SESSERA	BI	STAT	704	1	107	812	0,156	14
SAMPEYRE	CN	STAT	607	3	159	769	0,148	15
INGAGNA	BI	STAT	488	0	82	570	0,110	16
AGNEL	TO	STAT	354	0	137	491	0,094	17
SERRÙ	TO	STAT	354	0	137	491	0,094	18
MORASCO	VB	STAT	421	2	60	483	0,093	19
SABBIONE	VB	STAT	421	2	60	483	0,093	20
VALTOGGIA	VB	STAT	421	2	59	482	0,093	21
QUARAZZA	VB	STAT	372	1	38	411	0,079	22
DIGA DI ARIGNANO	TO	REG	349	0	14	363	0,070	23
DIETRO LA TORRE	TO	REG	315	2	41	358	0,069	24
ORTIGLIETO	AL	STAT	283	1	58	342	0,066	25
CEPPO MORELLI	VB	STAT	299	1	28	328	0,063	26
ROCCASPARVERA	CN	STAT	271	1	40	312	0,060	27
SARETTO	CN	REG	228	1	78	307	0,059	28
CODELAGO	VB	STAT	210	0	49	259	0,050	29
RAVASANELLA	VC	STAT	206	0	41	247	0,048	30
TERNAVASSO	TO	REG	209	0	17	226	0,043	31
PIANTELESSIO	TO	STAT	177	1	16	194	0,037	32
AGARO	VB	STAT	151	0	31	182	0,035	33
SAN DAMIANO	CN	STAT	117	1	59	177	0,034	34
MELEZET	TO	STAT	110	0	42	152	0,029	35
FEDIO	CN	STAT	118	0	21	139	0,027	36
MALCIAUSSIA	TO	STAT	100	2	24	126	0,024	37
RIMASCO	VC	STAT	104	0	3	107	0,021	38
VALLA	AL	STAT	88	0	8	96	0,018	39
AGRASINA	VB	STAT	73	0	14	87	0,017	40
ALPE LARECCHIO	VB	STAT	73	0	14	87	0,017	41
LAGO D'AVINO	VB	STAT	73	0	4	77	0,015	42
LAVAGNINA INFERIORE	AL	STAT	57	0	20	77	0,015	43
LAGO DI MONTE DI BRIAGLIA	CN	REG	50	0	9	59	0,011	44
LAGO DI VALLE DI BRIAGLIA	CN	REG	50	0	9	59	0,011	45
ROSSANA	CN	STAT	25	1	15	41	0,008	46
OSTOLA	BI	STAT	15	1	18	34	0,007	47

DENOMINAZIONE	Pr.	Comp.	n° R4 pol.	n° R4 punt.	n° R4 lin.	Somma	Indice di vulnerabilità	Classificaz. indice di vulnerabilità
CHIABRERE-GERMANASCA	TO	STAT	14	0	3	17	0,003	48
LA SPINA	TO	STAT	12	0	0	12	0,002	49
CASTELLO	CN	STAT	3	0	2	5	0,001	50
CHIOTAS	CN	STAT	2	1	2	5	0,001	51
PIASTRA	CN	STAT	2	1	2	5	0,001	52
LAGO BADANA	AL	STAT	1	0	2	3	0,001	53
LAGO LAVEZZE (O BRUNO)	AL	STAT	1	0	2	3	0,001	54
LAGO LUNGO	AL	STAT	1	0	2	3	0,001	55
RIO FREDDO	CN	STAT	0	0	3	3	0,001	56
BASSO PIOVA *	TO	REG	0	0	0	0	0,000	57
BUSIN INFERIORE	VB	STAT	0	0	0	0	0,000	58
COMBAMALA	CN	STAT	0	0	0	0	0,000	59
LAGO DELLA ROSSA	TO	STAT	0	0	0	0	0,000	60
LAGO EUGIO	TO	STAT	0	0	0	0	0,000	61
LAGO VALUNGA *	CN	REG	0	0	0	0	0,000	62
LOMELLINA	AL	STAT	0	0	0	0	0,000	63
PIANFEI	CN	STAT	0	0	0	0	0,000	64
VAL CLAREA	TO	STAT	0	0	0	0	0,000	65
VALSOERA	TO	STAT	0	0	0	0	0,000	66
VANNINO	VB	STAT	0	0	0	0	0,000	67

**Tabella 3** - Indice di vulnerabilità  $i_{vul}$

DENOMINAZIONE	Pr.	Comp.	$V_{lam}$ [Mm <sup>3</sup> ]	$V_{piena}$ [Mm <sup>3</sup> ]	$V_{lam}/V_{piena}$	Indice di laminazione	Indice di vulnerabilità	Indice complessivo	Classificaz. indice complessivo
ROCHEMOLLES	TO	STAT	0,150	0,125	1,196	1,000	0,391	0,391	1
CAMPOSECCO	VB	STAT	0,090	0,045	2,016	1,000	0,182	0,182	2
LAGO CINGINO	VB	STAT	0,050	0,020	2,518	1,000	0,182	0,182	3
CERESOLE REALE MAGGIORE	TO	STAT	2,140	1,230	1,740	1,000	0,171	0,171	4
LAGO PISTONO	TO	REG	0,105	0,132	0,796	0,892	0,177	0,158	5
CAMPLICCIOLI	VB	STAT	0,200	0,471	0,425	0,652	0,182	0,119	6
AGNEL	TO	STAT	0,190	0,076	2,504	1,000	0,094	0,094	7
SERRÙ	TO	STAT	0,560	0,022	25,688	1,000	0,094	0,094	8
MORASCO	VB	STAT	0,650	0,277	2,351	1,000	0,093	0,093	9
SABBIONE	VB	STAT	0,710	0,082	8,622	1,000	0,093	0,093	10
VALTOGGIA	VB	STAT	0,820	0,121	6,755	1,000	0,093	0,093	11
GURZIA	TO	STAT	0,500	13,371	0,037	0,193	0,476	0,092	12
ALPE CAVALLI	VB	STAT	0,170	0,742	0,229	0,479	0,182	0,087	13
PONTE VITTORIO	BI	STAT	0,040	0,909	0,044	0,210	0,405	0,085	14
INGAGNA	BI	STAT	1,000	2,332	0,429	0,655	0,110	0,072	15
DIETRO LA TORRE	TO	REG	0,014	0,004	3,830	1,000	0,069	0,069	16
CODELAGO	VB	STAT	0,490	0,424	1,157	1,000	0,050	0,050	17
RAVASANELLA	VC	STAT	0,500	0,492	1,016	1,000	0,048	0,048	18
TERNAVASSO	TO	REG	0,117	0,080	1,459	1,000	0,043	0,043	19
QUARAZZA	VB	STAT	0,090	0,348	0,259	0,509	0,079	0,040	20
GEBBO	VB	REG	0,002	1,269	0,001	0,039	1,000	0,039	21
PIANTELESSIO	TO	STAT	0,500	0,178	2,807	1,000	0,037	0,037	22
DIGA DI ARIGNANO	TO	REG	0,210	0,771	0,272	0,522	0,070	0,037	23
POURRIERES	TO	REG	0,032	1,949	0,016	0,128	0,274	0,035	24
AGARO	VB	STAT	1,600	0,233	6,867	1,000	0,035	0,035	25
GORGE DI SUSÀ	TO	STAT	0,020	8,346	0,002	0,049	0,683	0,033	26
SESSERA	BI	STAT	0,270	7,893	0,034	0,185	0,156	0,029	27
MALCIAUSSIA	TO	STAT	0,140	0,258	0,544	0,737	0,024	0,018	28
SARETTO	CN	REG	0,040	0,464	0,086	0,294	0,059	0,017	29
ROCCASPARVERA	CN	STAT	1,630	21,426	0,076	0,276	0,060	0,017	30
ALPE LARECCHIO	VB	STAT	0,120	0,143	0,838	0,915	0,017	0,016	31
LAGO D'AVINO	VB	STAT	0,200	0,065	3,081	1,000	0,015	0,015	32
CEPPO MORELLI	VB	STAT	0,080	1,782	0,045	0,212	0,063	0,013	33
ORTIGLIETO	AL	STAT	0,760	22,719	0,033	0,183	0,066	0,012	34
MAZZÈ									
CANAVESE	TO	STAT	0,285	176,315	0,002	0,040	0,213	0,009	35
AGRASINA	VB	STAT	0,209	1,002	0,209	0,457	0,017	0,008	36
SAMPEYRE	CN	STAT	0,010	4,422	0,002	0,048	0,148	0,007	37
OSTOLA	BI	STAT	1,680	1,336	1,257	1,000	0,007	0,007	38
ROSSANA	CN	STAT	0,030	0,059	0,511	0,715	0,008	0,006	39
LAGO DI MONTE DI BRIAGLIA	CN	REG	0,015	0,076	0,191	0,437	0,011	0,005	40
FEDIO	CN	STAT	0,030	0,988	0,030	0,174	0,027	0,005	41
LAGO DI VALLE DI BRIAGLIA	CN	REG	0,019	0,122	0,155	0,394	0,011	0,004	42
VALLA	AL	STAT	0,300	9,746	0,031	0,175	0,018	0,003	43
RIMASCO	VC	STAT	0,090	4,031	0,022	0,149	0,021	0,003	44
LAVAGNINA INF.	AL	STAT	0,277	6,347	0,044	0,209	0,015	0,003	45
CHABRIÈRE	TO	STAT	0,206	0,033	6,339	1,000	0,003	0,003	46

DENOMINAZIONE	Pr.	Comp.	$V_{lam}$ [Mm <sup>3</sup> ]	$V_{piena}$ [Mm <sup>3</sup> ]	$V_{lam}/V_{piena}$	Indice di laminazione	Indice di vulnerabilità	Indice complessivo	Classificaz. indice complessivo
SAN DAMIANO	CN	STAT	0,040	9,486	0,004	0,065	0,034	0,002	47
MELEZET	TO	STAT	0,001	0,187	0,005	0,073	0,029	0,002	48
LA SPINA	TO	STAT	0,218	0,076	2,860	1,000	0,002	0,002	49
CHIOTAS	CN	STAT	0,620	0,094	6,595	1,000	0,001	0,001	50
CASTELLO	CN	STAT	0,290	0,892	0,325	0,570	0,001	0,001	51
PIASTRA	CN	STAT	0,470	1,599	0,294	0,542	0,001	0,001	52
RIO FREDDO	CN	STAT	0,080	0,567	0,141	0,376	0,001	0,000	53
LAGO BADANA	AL	STAT	0,030	0,413	0,073	0,269	0,001	0,000	54
LAGO LAVEZZE (O BRUNO)	AL	STAT	0,001	0,028	0,036	0,189	0,001	0,000	55
LAGO LUNGO	AL	STAT	0,028	0,893	0,031	0,177	0,001	0,000	56
BUSIN UNFERIORE	VB	STAT	0,370	0,031	11,986	1,000	0,000	0,000	57
COMBAMALA	CN	STAT	0,200	0,183	1,094	1,000	0,000	0,000	58
LAGO DELLA ROSSA	TO	STAT	0,350	0,014	24,169	1,000	0,000	0,000	59
LAGO EUGIO	TO	STAT	0,200	0,140	1,434	1,000	0,000	0,000	60
VAL CLAREA	TO	STAT	0,221	0,128	1,729	1,000	0,000	0,000	61
VALSOERA	TO	STAT	0,300	0,114	2,639	1,000	0,000	0,000	62
LAGO VALUNGA*	CN	REG	0,009	0,010	0,918	0,958	0,000	0,000	63
VANNINO	VB	STAT	0,090	0,100	0,899	0,948	0,000	0,000	64
PIANFEI	CN	STAT	0,070	0,102	0,688	0,829	0,000	0,000	65
LOMELLINA	AL	STAT	0,060	0,248	0,242	0,492	0,000	0,000	66
BASSO PIOVA*	TO	REG	0,010	2,877	0,003	0,059	0,000	0,000	67

**Tabella 4** - Indice di laminazione complessivo  $i_{lam}$

## Allegato 2

### Modalità operative per la predisposizione e l'adozione dei piani di laminazione degli invasi

#### 1. Premessa

Il piano di laminazione preventivo, per diversi e possibili prefigurati scenari d'evento e per ciascuna diga, individua le misure e le procedure da adottare che, pur definite tenendo in conto sia la mitigazione degli effetti a valle dell'invaso, sia la sicurezza delle opere, sia l'esigenza di utilizzazione dei volumi invasati, sono comunque prioritariamente finalizzate alla salvaguardia della incolumità della vita umana, dei beni, degli insediamenti e dell'ambiente territorialmente interessati dall'evento.

Si possono individuare due distinte procedure, definite programma statico e programma dinamico, che consentano di rendere disponibile con un adeguato anticipo i volumi preventivamente definiti o comunque utili ai fini della laminazione della piena.

Il programma statico, di breve periodo, prevede il mantenimento, con continuità e durante i periodi dell'anno valutati critici per il verificarsi di eventi di piena, di una quota di invaso minore della quota d'esercizio autorizzata.

Il programma dinamico, cioè nel tempo reale, prevede l'esecuzione di manovre preventive e/o nel corso dell'evento in atto da attivare sulla base di previsioni quantitative delle precipitazioni sul bacino a monte e dei conseguenti deflussi attesi all'invaso, nonché sulla base dello stato dell'invaso e della portata territorialmente sostenibile a valle dello stesso.

Tali manovre potrebbero rendere necessaria comunque l'attivazione del piano di emergenza a valle della diga stessa.

#### 2. Procedura operativa per la predisposizione dei piani di laminazione

Ai fini della redazione dei piani di laminazione, sono necessarie indicativamente le elaborazioni di seguito sinteticamente elencate:

- a) definizione dell'idrogramma di piena in ingresso all'invaso per tempi di ritorno pari a  $T_R = 20$  anni (elevata probabilità di alluvioni) e  $T_R = 200$  anni (media probabilità di alluvioni), fornendo l'andamento nel tempo della portata entrante  $Q_e(t)$  e del volume entrante  $V_e(t)$ ;
- b) sulla base delle caratteristiche geometriche dello sbarramento e delle caratteristiche tipologiche e dimensionali degli organi di scarico, valutazione del volume di invaso minimo  $V_{min}$  (inizio evento con livello pari alla quota di massima regolazione) e di quello massimo  $V_{max}$  che si può rendere disponibile (in condizioni di laminazione dinamica), l'andamento del volume invasato  $V(h)$  in funzione della quota  $h$  dello specchio liquido e della portata uscente  $Q_u(h)$  in funzione di  $h$  e del grado di apertura degli organi di scarico;
- c) calcolo, attraverso le equazioni che regolano l'idraulica dei serbatoi, dell'andamento nel tempo della portata uscente dall'invaso  $Q_u(t)$  e del volume liquido uscente dall'invaso  $V_u(t)$ , nelle due ipotesi di tempo di ritorno di cui al punto a) e per ciascuna di esse sia con il volume di invaso minimo sia con il volume di invaso massimo, di cui al punto b) e nelle due ipotesi di manovre senza e con apertura degli organi di scarico;

- d) stima del tratto di influenza dell'effetto di laminazione a valle dell'invaso, attraverso il calcolo dell'indice FARL e della portata di piena lungo l'asta, in sezioni di chiusura progressivamente più distanti dallo sbarramento, fintanto che l'effetto di laminazione possa considerarsi trascurabile;
- e) individuazione della fascia di esondazione a valle dell'invaso corrispondente a  $T_R = 20$  anni e  $T_R = 200$  anni per il tratto di influenza di cui al punto d) e analisi del relativo rischio idraulico, in assenza di laminazione;
- f) individuazione della riduzione della fascia di esondazione a valle dell'invaso per il tratto di influenza di cui al punto d), in presenza di laminazione minima e massima (corrispondenti rispettivamente al volume di vaso minimo  $V_{min}$  e al volume di vaso massimo  $V_{max}$  di cui al punto b) e analisi della riduzione del rischio idraulico;
- g) sulla base delle risultanze delle analisi di cui ai punti precedenti, definizione delle misure e procedure di laminazione statica e dinamica attuabili (piano di laminazione), al fine di contemperare da un lato le esigenze di mitigazione degli effetti della piena a valle dell'invaso e dall'altro quelle di legittima utilizzazione dei volumi invasati da parte del concessionario.

### 3. Soggetti coinvolti

La dir.p.c.m. 27 febbraio 2004 prevede che concorrano, a vario titolo, alla predisposizione dei piani di laminazione i seguenti soggetti:

- Dipartimento della protezione civile;
- Regioni;
- Autorità responsabile del governo delle piene;
- Centri funzionali;
- Autorità di bacino;
- Direzione generale per le dighe e le infrastrutture idriche ed elettriche del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti;
- Uffici territoriali del Governo;
- Autorità responsabili dei piani d'emergenza provinciali;
- soggetti responsabili del presidio territoriale;
- gestori di opere idrauliche, sia di ritenuta che di regolazione, presenti nel bacino idrografico.

Alla luce dei passaggi operativi delineati al precedente punto 2, spetta al soggetto gestore dell'invaso l'effettuazione delle analisi di cui alle lettere a), b), c), d), e), f), nonché la proposta delle regole di cui alla lettera g).

Ai restanti soggetti individuati dalla dir.p.c.m. 27 febbraio 2004 compete l'istruttoria tecnica della documentazione di cui alle lettere da a), b), c), d), e), f), nonché la valutazione della proposta di cui alla lettera g) - che può essere motivatamente modificata o integrata d'intesa con il gestore - e la conseguente adozione del piano di laminazione.