

Tavolo Tecnico di cui all'articolo 50 "Piani di laminazione" delle Norme di Attuazione del PAI, integrate con la deliberazione del Comitato Istituzionale n. 2 del 30.07.2015

**Verifica della capacità di Laminazione dell'invaso "Eleonora d'Arborea" a Cantoniera sul Fiume Tirso in Comune di Busachi
(Direttiva P.C.M. 27/02/2004)**

Premesso che:

Il Decreto legge 15 maggio 2012, n. 59 convertito, con modificazioni dalla legge del 12 luglio 2012, n.100 recante "Disposizioni urgenti per il riordino della protezione civile" ed in particolare l'art. 3ter, comma 2, prevede che "...il governo e la gestione del sistema di allerta nazionale sono assicurati dal Dipartimento della Protezione Civile e dalle Regioni, attraverso la rete dei Centri Funzionali..., dal Servizio meteorologico nazionale distribuito...dalle reti di monitoraggio e di sorveglianza e dai presidi territoriali... nonché dai Centri di competenza...".

La Direttiva del Presidente del Consiglio dei Ministri del 27 febbraio 2004, recante "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" e s.m.i., in particolare al punto 5 concernente le misure di previsione e prevenzione non strutturale finalizzate al governo delle piene, evidenzia che:

- nei bacini idrografici in cui sono presenti invasi artificiali di interesse regionale o interregionale, le Regioni devono organizzare un'adeguata attività di regolazione dei deflussi per fini di protezione civile;
- le Regioni individuano l'Autorità responsabile del governo delle piene che, con il concorso dei Centri Funzionali, delle Autorità di Bacino, del Registro italiano delle dighe, degli Uffici territoriali di Governo, delle Autorità responsabili dei piani di emergenza provinciali e del Presidio territoriale, assicuri la massima laminazione della piena, attesa o in atto, e lo sversamento in alveo di portate non pericolose per i tratti del corso d'acqua a valle;
- per gli invasi artificiali che presentano caratteristiche idonee per un loro efficace utilizzo ai fini della laminazione delle piene, le Regioni, con il concorso tecnico dei Centri Funzionali, delle Autorità di bacino e del Registro italiano dighe e d'intesa con il gestore, sotto il coordinamento del Dipartimento della protezione civile, predispongono e adottano un piano di laminazione preventivo.

L'articolo 50 "Piani di laminazione" delle Norme di Attuazione del PAI, integrate con la deliberazione del Comitato Istituzionale n. 2 del 30.07.2015, in riferimento alla predetta Direttiva, testualmente recita:

1. In attuazione della Direttiva PCM 27.02.04, entro 3 mesi dalla deliberazione di adozione da parte del Comitato Istituzionale delle norme del presente Titolo V, l'Autorità di Bacino provvede ad istituire un Tavolo Tecnico con il compito di coordinare le attività di redazione dei piani di

laminazione contenenti le azioni di regolazione dei deflussi dalle dighe nel corso di eventi di piena.

2. A tal fine deve essere primariamente valutata, attraverso studi specifici, l'influenza che possono esercitare i volumi accumulabili negli invasi sulla formazione e propagazione dell'onda di piena a valle; in base ai risultati di tali valutazioni ed alle condizioni di esercizio delle singole dighe, devono 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.
3. Per tali invasi, i piani di laminazione sono predisposti dalla struttura della Regione responsabile del governo delle piene, con il concorso tecnico dei Centri Funzionali decentrati, dell'Autorità di bacino e del Registro italiano dighe, d'intesa con i gestori, sotto il coordinamento del Dipartimento della protezione civile.

La Giunta regionale con Deliberazione n. 33/31 del 10.6.2016 ha deliberato in merito agli adempimenti dell'Autorità idraulica per l'alveo a valle delle grandi dighe, previsti dalla Direttiva P.C.M. 8 luglio 2014 recante indirizzi operativi inerenti all'attività di protezione civile nell'ambito dei bacini in cui sono presenti grandi dighe.

Considerato che:

- l'Autorità di bacino della Sardegna, come contributo ai lavori del Tavolo Tecnico, ha comunicato di poter mettere a disposizione la propria collaborazione con il Dipartimento di Ingegneria civile, ambientale e architettura (DICAAR) dell'Università di Cagliari, nell'ambito dell'Accordo di collaborazione finalizzato alla predisposizione del Piano di Gestione del rischio di alluvione sui principali corsi d'acqua della Sardegna.
- non risulta ancora individuata la struttura della Regione responsabile del governo delle piene e che, nelle more di tale individuazione, il tavolo tecnico istituito come sopra, ha preso in considerazione, con il supporto degli studi sviluppati Università di Cagliari-DICAAR, la verifica della capacità di laminazione dell'invaso sotteso dalla diga "Eleonora d'Arborea" a Cantoniera (nel seguito Cantoniera) sul Fiume Tirso da proporre, a termini della normativa vigente, alla approvazione della Giunta regionale.
- la diga di Cantoniera sul Fiume Tirso, assolve ai compiti di regolazione delle risorse idriche accumulate ai fini irrigui, idroelettrici, potabili ed industriali, ed alla laminazione delle piene.

Rilevato che:

- la Direttiva P.C.M. 8 luglio 2014 stabilisce: *"Per diversi e possibili prefigurati scenari d'evento e per ciascuna diga, il piano di laminazione deve 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 incolumità della vita umana, dei beni, degli insediamenti e dell'ambiente territorialmente interessati dall'evento"*;

- lo Studio del DICAAR ha quindi sviluppato gli elementi tecnico-scientifici utili ad evidenziare le utilità generate dall'invaso rispetto ai due obiettivi conflittuali di protezione dalle piene e di soddisfacimento dei fabbisogni idrici dell'area servita con le risorse idriche accumulate nel serbatoio;
- si evidenzia che lo sbarramento è del tipo a gravità in calcestruzzo a speroni e vani interni, è alta 100 m ed ha uno sviluppo del coronamento di 582 m. Lo sbarramento ha le seguenti caratteristiche in termini di volumi di invaso:

Volume totale di invaso (Mmc)	792.84
Volume utile di regolazione (Mmc)	745.00
Volume di Laminazione (Mmc)	44.64

- la diga è dotata di due scarichi di fondo e di uno scarico di superficie presidiato da paratoie. La portata esitata con livello di invaso a quota 118.00 m s.l.m. (quota di massimo invaso) è pari a:
 - dai due scarichi di fondo 700 m³/s (esitati già a partire da quota 103,80 m s.l.m. e soggetti a limitazione al fine di contenere la velocità massima in condotta)
 - dallo scarico di superficie 2'835 m³/s.
- La quota autorizzata di esercizio del serbatoio, attualmente in fase di invaso sperimentale, è 101.0 m s.l.m., che è consentito superare solo in occasione di eventi di piena. Le ipotesi di laminazione dell'idrogramma di piena considerate nel PGRA riprendono i valori stimati nell'Appendice A del PSFF per la stima della portata massima ai diversi tempi di ritorno a valle dello sbarramento. Durante tali eventi la regola operativa di gestione degli scarichi è la seguente:
 - in fase iniziale dell'evento si provvede a far defluire con gli scarichi di fondo una portata contenuta nel valore della massima portata transitabile in alveo, mantenendo costante il livello d'invaso, scaricando quindi una portata pari a quella entrante;
 - successivamente se il valore della portata in ingresso supera in misura rilevante il valore della massima portata transitabile in alveo, determinando così un rapido innalzamento della quota di invaso, si procede con l'ulteriore apertura degli scarichi di fondo fino al massimo consentito dagli stessi pari a 700 m³/s, non superando il valore della portata entrante;
 - se il valore della portata entrante supera 700 m³/s, il livello di invaso si incrementerà fino a interessare, eventualmente, lo scarico di superficie a quota 111 m s.l.m. con conseguente funzionamento dello stesso a soglia libera senza alcun intervento delle paratoie;
 - in fase di esaurimento del fenomeno si riporta il serbatoio al livello di regolazione autorizzato non superando il valore massimo di portata scaricata dall'inizio dell'evento.
- in sede di Tavolo Tecnico è stato deciso di analizzare la laminazione dell'invaso considerando uno scenario di input idrologico con durata evento compresa tra 30 e 40 ore, tempi di ritorno di 50, 100 e 200 anni e tre configurazioni di esercizio della diga diversificate in funzione del livello iniziale di invaso:
 - quota iniziale 101.0, attuale livello d'invaso autorizzato;
 - quota iniziale 103.5, precedente livello d'invaso autorizzato;

- quota iniziale 107.0, livello di invaso massimo associato alle attuali delimitazioni delle fasce fluviali.

In una seconda fase di analisi, in previsione di una possibile modifica della quota d'invaso autorizzata, sono state analizzate due ulteriori quote iniziali considerando anche eventi di piena più frequenti con tempo di ritorno di 5 e 10 anni:

- quota iniziale 104 m s.l.m.
- quota iniziale 105 m s.l.m.

Per gli eventi di piena più frequenti è stata esaminata anche l'ipotesi di chiusura degli scarichi di fondo, al fine di verificare la capacità dell'invaso di contenere totalmente la piena in ingresso.

Scenario di simulazione		Organi di scarico utilizzati	Tempi di ritorno [anni]	Quota iniziale d'invaso [m s.l.m.]
1		Fondo + Superficie	50-100-200	101 103.5 107
2	A	Fondo + Superficie	5-10 50-100-200	104 105
	B	Solo Superficie	5-10	

- con riferimento allo Scenario 1 di simulazione, considerando la configurazione con livello iniziale d'invaso pari all'attuale quota autorizzata, 101 m s.l.m., si evince che non viene raggiunta per nessun tempo di ritorno la soglia dello scarico di superficie (111 m s.l.m.) e pertanto l'onda di piena viene laminata utilizzando esclusivamente i due scarichi di fondo; il valore di portata al colmo è pari al massimo valore scaricabile, confermando quanto riportato in PSFF. Con quota iniziale 103.5 m s.l.m. per il solo tempo di ritorno di 200 anni la laminazione dell'onda in arrivo viene realizzata anche con lo scarico superficiale; mentre con quota iniziale 107 m s.l.m. anche per il tempo di ritorno di 50 anni si supera la quota di 111 m s.l.m. con conseguente sfioro dallo scarico di superficie.

Livello iniziale	Tempo di ritorno	[anni]	50 anni	100 anni	200 anni
[m s.l.m.]	Portata al colmo in ingresso	[m³/s]	3'700	4'489	5'261
101	Portata di picco laminata	[m³/s]	700	700	700
	Massimo livello d'invaso	[m s.l.m.]	106.7	108.1	109.5
103.5	Portata di picco laminata	[m³/s]	700	700	742
	Massimo livello d'invaso	[m s.l.m.]	108.9	110.3	111.5
107	Portata di picco laminata	[m³/s]	813	1'067	1'365
	Massimo livello d'invaso	[m s.l.m.]	112.0	113.0	113.9

- con riferimento allo Scenario 2 di simulazione, emerge che la quota di massima regolazione non viene superata per Tr 50 anni per entrambi i livelli iniziali d'invaso considerati, mentre solo partendo da quota 104 m s.l.m. si riesce ad evitare di interessare lo scarico di superficie da parte della piena centenaria. Per gli eventi di piena più frequenti si evidenzia che la chiusura degli scarichi di fondo consente di contenere totalmente la piena di entrambi gli eventi, anche con quota iniziale di 105 m s.l.m., con massima quota raggiunta pari a 110 m s.l.m., ovvero 1 metro al di sotto della soglia dello scarico di

superficie. Considerando la gestione ordinaria degli scarichi di fondo, invece, si riducono le massime quote d'invaso raggiunte e si ottiene per entrambi gli eventi la stessa portata laminata, pari a 700 m³/s.

Scarichi di fondo	Livello iniziale [m s.l.m.]	Tempo di ritorno	[anni]	5 anni	10 anni	50 anni	100 anni	200 anni
		Portata al colmo in ingresso	[m ³ /s]	1'117	1'899	3'700	4'489	5'261
Aperti	104	Portata di picco laminata	[m ³ /s]	700	700	700	700	806
		Massimo livello d'invaso	[m s.l.m.]	104.6	106.1	109.3	110.7	111.9
	105	Portata di picco laminata	[m ³ /s]	700	700	700	745	965
		Massimo livello d'invaso	[m s.l.m.]	105.6	107.1	110.2	111.5	112.6
Chiusi	104	Portata di picco laminata	[m ³ /s]	-	-			
		Massimo livello d'invaso	[m s.l.m.]	108.0	109.1			
	105	Portata di picco laminata	[m ³ /s]	-	-			
		Massimo livello d'invaso	[m s.l.m.]	109.0	110.0			

- lo Studio del DICAAR ha considerato esclusivamente la propagazione dell'onda laminata a valle dell'invaso di Cantoniera per gli eventi di piena con tempo di ritorno pari a 50, 100 e 200 anni, riferiti alle tre configurazioni di livello iniziale d'invaso del primo scenario. Per l'analisi degli eventi più frequenti (5 e 10 anni) si rimanda alla relazione della laminazione dell'invaso di Nuraghe Pranu Antoni;
- la traversa di Nuraghe Pranu Antoni, ubicata poco a valle della diga Cantoniera raccoglie oltre alla portata scaricata da Cantoniera anche i deflussi del rio Flumineddu di Allai che confluisce nel Tirso nel tratto compreso tra i due sbarramenti. Per i tempi di ritorno analizzati, in conseguenza della modesta capacità di laminazione dell'invaso di Pranu Antoni (0.3 Mm³), così come nel PSFF, è stato trascurato l'effetto di laminazione valutando le portate in uscita dalla traversa pari alla somma dell'onda laminata da Cantoniera e l'idrogramma di piena riferito al solo bacino del Flumineddu di Allai, non considerando quello attinente al bacino residuo del fiume Tirso in considerazione della vicinanza dei due invasi. Nella tabella seguente vengono riportati i risultati ottenuti:

Livello iniziale d'invaso a Cantoniera [m s.l.m.]	Portata al colmo in uscita da Pranu Antoni [m ³ /s]		
	50 anni	100 anni	200 anni
101	2'290	2'634	2'977
103.5	2'296	2'636	2'977
107	2'296	2'636	2'977

- Fatta salva l'esigua differenza che caratterizza le portate con diverso livello iniziale d'invaso per Tr 50 e 100 anni, si evidenzia il costante valore di portata in uscita da Nuraghe Pranu Antoni ai differenti tempi di ritorno analizzati. Tale risultato è giustificato dallo sfasamento temporale dei picchi dei due idrogrammi in entrata al serbatoio di Nuraghe Pranu Antoni.
- sulla base di quanto emerso dalle analisi effettuate, si ritiene di non dover inserire modifiche alle regole gestionali attualmente vigenti, ai sensi del PSFF approvato definitivamente con deliberazione del

Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino n. 2 del 17.12.2015, per l'invaso del Tirso a Cantoniera e illustrate in precedenza.

Considerato che:

- il Tavolo Tecnico a seguito degli approfondimenti effettuati nel corso di diversi incontri ha condiviso, per quanto di competenza di ciascun componente, lo studio predisposto dal DICAAR per la verifica della capacità di laminazione della diga Cantoniera sul Fiume Tirso in Comune di Busachi.

Quanto sopra premesso e considerato, il Tavolo Tecnico, per quanto di competenza di ciascun componente, condivide lo studio effettuato dal DICAAR precedentemente citato, evidenziando che lo studio DICAAR potrà e dovrà essere rivisto in relazione alla possibile modifica della quota di invaso autorizzata.

In tale studio vengono confermate le esigue differenze dei valori di portata al colmo laminata, scaricata a valle della diga, anche per livelli iniziali d'invaso superiori alla quota 101 m s.l.m. oggi autorizzata, fino a quota 107.0 m s.l.m., così come assunto in PSFF e, conseguentemente, il Tavolo Tecnico propone che la Giunta Regionale prenda atto che non risulta necessario predisporre uno specifico Piano di Laminazione statica dell'invaso di Cantoniera sul Fiume Tirso in Comune di Busachi (Direttiva P.C.M. 27/02/2004) che definisca regole gestionali diverse da quelle attualmente vigenti ai sensi del PSFF approvato definitivamente con deliberazione del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino n. 2 del 17.12.2015.