

IMPIANTO IDROELETTRICO DI BUDRIESSE

Comuni di Maccastorna e Castelnuovo Bocca d'Adda (LO)
Comune di Crotta d'Adda (CR)

PIANO DI GESTIONE DEI SEDIMENTI

D.M. 30 giugno 2004

Progettista: Ing. Luigi Lorenzo Papetti

STRATEGIES FOR WATER

FROSIO
next 

File	rel09pdg23r1				
Commessa	1419				
Note					
Rev.	Descrizione	Preparato da	Controllato da	Approvato da	Data
1	Revisione Edison	G. Frosio	F. Frosio	L. Papetti	16/12/2023

Questo documento non può essere riprodotto, né utilizzato altrove, né ceduto a terzi in tutto o in parte senza il consenso scritto degli autori

INDICE

1	Premessa	4
2	Piano operativo	6
2.1	Studio idraulico delle paratoie di scarico e tempi di svuotamento del bacino	6
3	Proposte di intervento	7
3.1	Mantenimento della capacità utile del serbatoio	7
3.2	Esercizio normale	7
3.2.1	Tipologia d'intervento	7
3.2.2	Tempistica	7
3.2.3	Volume d'acqua da rilasciare	7
3.2.4	Elenco dei Comuni rivieraschi interessati	8
3.2.5	Regola operativa	8
3.3	Interventi di manutenzione straordinaria	10
4	Piano di monitoraggio delle operazioni di svaso	12
5	Manovre di emergenza	12
6	Misure di prevenzione	14
7	Aggiornamento del progetto di gestione	14

1 PREMESSA

La presente relazione illustra il progetto di gestione dei sedimenti, redatto ai sensi del D.M. 30/6/2004, per lo sbarramento in progetto sul fiume Adda, a servizio dell'impianto idroelettrico denominato "Budriesse", da realizzarsi nell'omonima località del Comune di Castelnuovo Bocca d'Adda (LO).

Si precisa anzitutto che lo sbarramento ricade nell'ambito della normativa delle dighe per ragioni strutturali, in quanto il suo rigurgito (inteso come differenza tra il profilo *post operam* e *ante operam*) crea a monte un invaso di più di 1.000.000 m³ d'acqua, ma la derivazione non sarà gestita come un *serbatoio d'accumulo*.

L'impianto, infatti, si configura come *ad acqua fluente*, perché in ogni istante scarica a valle, tramite le turbine o le paratoie dello sbarramento, esattamente la portata in arrivo, senza creare alcun accumulo. In pratica i 2,95 m di sbarramento mobile servono unicamente a creare il salto motore per le turbine, mantenendo costante il livello di monte al variare delle portate fino al completo abbattimento. Questa circostanza si verificherà in corrispondenza degli eventi di piena, quando il livello è naturalmente al di sopra di quello di ritenuta, quindi senza alterazioni rispetto alla situazione attuale.

Anche dal punto di vista formale l'impianto non è del tipo "a serbatoio" e nemmeno "a bacino" in base alla definizione dell'UNIPEDE, che classifica le installazioni in base al tempo di riempimento del serbatoio D , definito come tempo necessario a riempire il serbatoio dal minimo livello di normale esercizio al massimo livello di normale esercizio, con la portata caratteristica media annua del corso d'acqua.

In tal senso un impianto si definisce:

- ad acqua fluente (*run-of-river*) se $D < 2$ ore;
- a bacino (*pondage*) se $2 < D \leq 400$ ore;
- a serbatoio (*reservoir*) se $D > 400$ ore.

Si fa notare che, in base a questa definizione, il tempo di riempimento non è relativo a tutto il volume dell'alveo a monte, ma al cosiddetto volume "utile" di regolazione, compreso tra i livelli minimo e massimo di normale esercizio; nel caso di Budriesse, in cui lo sbarramento mobile manterrà sempre il livello di 35,50 m s.l.m., i due livelli coincidono e quindi il tempo di riempimento D è nullo.

Ciò conferma ulteriormente che l'impianto è ad acqua fluente e non realizza alcun invaso "fisico", cioè lascia inalterata in ogni istante la continuità della portata fluviale che arriva da monte e che prosegue a valle.

Questa contestualizzazione ha lo scopo di evidenziare la difficile applicabilità della normativa non c'è nessuna necessità d'un piano di gestione dei sedimenti per mantenere la capacità d'invaso, cui si riferisce il D.M. in argomento; esso infatti contiene molti concetti applicabili propriamente alle dighe di ritenuta, quali il mantenimento della capacità utile d'invaso, la distinzione delle operazioni di asportazione del materiale a bacino pieno o vuoto (cioè con pompaggio/dragaggio o macchine) ed i riferimenti al volume di materiale solido sedimentato nel serbatoio.

La scarsa applicabilità della normativa al caso di Budriesse, in realtà, si evince già dai riferimenti del titolo del D.M. 30/6/2004: “Criteri per la redazione del progetto di gestione degli invasi, ai sensi dell’art. 40, comma 2, del D.Lgs. 11/5/1999, n. 152, e s.m.i., nel rispetto degli obiettivi di qualità fissati dal medesimo decreto legislativo”.

Ora, poiché il D.Lgs. 152/1999 è stato sostituito e abrogato dal D.Lgs. 152/2006, si fa riferimento all’equivalente art. 114 (*Dighe*) di quest’ultimo, il quale al comma 2 recita che “al fine di assicurare il mantenimento della capacità di invaso e la salvaguardia della qualità sia dell’acqua invasata sia del corpo recettore, le operazioni di svaso, sghiaimento e sfangamento delle dighe sono effettuate sulla base di un progetto di gestione di ciascun invaso; il progetto di gestione è finalizzato a definire sia il quadro previsionale di dette operazioni connesse con le attività di manutenzione da eseguire sull’impianto sia le misure di prevenzione e tutela del corpo ricettore, dell’ecosistema acquatico, delle attività di pesca e delle risorse idriche invasate e rilasciate a valle dello sbarramento durante le operazioni stesse” (*sottolineature dello scrivente*).

In sostanza il D.M. preso a riferimento è stato pensato per le dighe propriamente dette, che a differenza dello sbarramento di Budriesse realizzano un invaso a monte modificando la continuità delle portate in ingresso e in uscita, e che in occasione delle operazioni di sfangamento possono alterare notevolmente la portata liquida e solida del corpo idrico a valle.

Si consideri infine che, vista la collocazione della struttura alla fine del corso dell’Adda, in prossimità della confluenza in Po, quindi a valle del lago di Como e di numerosi altri sbarramenti, il trasporto dei sedimenti può avvenire solo in situazioni di morbida o piena, quando in realtà la situazione idraulica del fiume a Budriesse sarà identica a quella attuale, in quanto lo sbarramento mobile, come detto, sarà completamente abbattuto.

In pratica, grazie alla sua collocazione ed a come è stata progettata, la traversa dell’impianto di Budriesse non incide sul trasporto dei sedimenti del corso d’acqua.

Ulteriormente, lo stesso Istituto superiore per la ricerca e la protezione ambientale (ISPRA) nell’ambito del corso di formazione sui Progetti di Gestione di Invasi artificiali, tenutosi dal 29 al 31 ottobre 2012, negli atti del corso specifica che *il progetto di gestione dell’invaso generalmente non deve essere sottoposto a V.I.A., non comprendendo la realizzazione di interventi ad essa soggetti in base alle norme statali o regionali (peraltro il procedimento di approvazione del Piano di Gestione è già di per sé finalizzato a verificare gli impatti sull’ambiente delle operazioni di sfangamento/sghiaimento)*.

A tal riguardo si precisa inoltre che la sede per l’eventuale presentazione del progetto di gestione risulta l’iter di Autorizzazione Unica, trattandosi di un progetto legato alla gestione dello sbarramento, la cui autorizzazione è in capo al Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti - Ufficio Tecnico per le Dighe di Milano.

Ad ogni buon conto, la presente relazione individua le regole operative d’esercizio così come indicato dal D.M. del 30/6/2004, in conformità agli indirizzi stabiliti dal D.Lgs. 152/99, ora abrogato, ma ripresi dall’art. 114 commi 2 e 3 del D. Lgs. 3/4/2006 n. 152.

La caratterizzazione di base, prevista dalla normativa, è ampiamente definita dagli elaborati presentati nell'ambito dello Studio d'Impatto Ambientale, pertanto di seguito saranno esposte le regole operative a servizio dello sbarramento.

Da ultimo si precisa che la definizione della capacità utile del serbatoio, non essendo attinente all'impianto in esame, va interpretata come mantenimento dello *status quo* dell'alveo.

2 PIANO OPERATIVO

La tabella seguente riporta, per le varie durate, la portata del fiume Adda, quella disponibile (cioè depurata dei rilasci e limitata alla massima richiesta in concessione) e quella effettivamente derivata dall'impianto, determinata anche dal salto motore disponibile in base alle condizioni idrologiche.

Durata	Q Adda	Q der	Q tur
<i>giorni</i>	<i>m³/s</i>	<i>m³/s</i>	<i>m³/s</i>
10	631,15	180,00	0,00
30	376,39	180,00	90,00
45	316,31	180,00	120,00
60	271,42	180,00	135,00
91	219,29	180,00	165,00
100	209,29	180,00	180,00
135	179,81	175,96	175,96
150	168,19	164,34	164,34
182	149,09	145,24	145,24
230	128,95	125,10	125,10
274	114,83	110,98	110,98
300	109,08	105,23	105,23
335	79,30	75,45	75,45
355	66,66	62,81	62,81
365	0,00	0,00	0,00
ANNO	195,55	133,68	118,23

Tabella 1 – Curva di durata delle portate presenti in Adda, di quelle disponibili ed effettivamente derivabili dall'impianto in progetto

2.1 STUDIO IDRAULICO DELLE PARATOIE DI SCARICO E TEMPI DI SVUOTAMENTO DEL BACINO

Premesso che, trattandosi d'un impianto ad acqua fluente, è inappropriato parlare di svuotamento del bacino, si rimanda alla descrizione del § 3.3 sugli interventi di manutenzione straordinaria per la determinazione del tempo di "parziale svuotamento" (ovvero di abbassamento del livello a monte dello sbarramento, peraltro effettuato tramite le

turbine e non le paratoie) e al § 3.2.5 per lo studio idraulico sul funzionamento delle paratoie di scarico (cioè le ventole dello sbarramento stesso) e sulla gestione dei livelli idrici.

3 PROPOSTE DI INTERVENTO

3.1 MANTENIMENTO DELLA CAPACITÀ UTILE DEL SERBATOIO

Nel caso in esame risulta superfluo parlare di rimozione del materiale sedimentato, in quanto si tratta d'un impianto ad acqua fluente, privo di un vero e proprio serbatoio e del relativo accumulo, come illustrato in premessa.

Nel seguito, pertanto, saranno esposte le regole operative di gestione dello sbarramento.

3.2 ESERCIZIO NORMALE

Considerando che, come detto in premessa, l'impianto non è gestito come un serbatoio ma esercito ad acqua fluente, si conclude che la gestione dello sbarramento prevista sia idonea al mantenimento dell'attuale "capacità dell'invaso". In particolare, si prevede l'abbattimento dello sbarramento in caso di piena e durante le visite ispettive per verificare il funzionamento dello stesso, con cadenza che sarà eventualmente definita dalla competente Autorità (Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti) in sede di approvazione del progetto definitivo.

Di seguito viene fornito il quadro delle operazioni da effettuare sugli organi di scarico al fine di mantenere lo *status quo* dell'alveo del fiume.

3.2.1 TIPOLOGIA D'INTERVENTO

Come già detto, la posizione, le caratteristiche e la collocazione dello sbarramento fanno sì che esso non possa incidere sul trasporto dei sedimenti del fiume Adda, e in ogni caso saranno monitorati ed eventualmente rimossi gli eventuali depositi di materiale a monte. In termini di normale esercizio dell'impianto, al fine di minimizzare la sedimentazione di materiale presso lo sbarramento, sono sufficienti le operazioni di *sluicing*, cioè la fluitazione del materiale trasportato dalle correnti di piena a valle dello sbarramento stesso. Tale tecnica risulta essere efficace in quanto si ha una predominanza di materiale a granulometria fine, trattandosi di un corso d'acqua di pianura.

3.2.2 TEMPISTICA

Le operazioni di fluitazione di cui al punto precedente avverranno di norma con modalità automatica solo in occasione delle piene e saranno effettuate con gradualità, calibrando la durata delle stesse sul decorso naturale della piena, senza sostanziale incremento della torbidità naturale del corso d'acqua.

3.2.3 VOLUME D'ACQUA DA RILASCIARE

Poiché l'impianto è esercito ad acqua fluente e lo sbarramento si abbatte in modo graduale, sicuro e automatico in occasione delle piene, le portate e quindi i volumi d'acqua rilasciati a valle saranno esattamente gli stessi in arrivo da monte.

3.2.4 ELENCO DEI COMUNI RIVIERASCHI INTERESSATI

Premesso che, come già spiegato, lo sbarramento non ha un “invaso” vero e proprio, il rigurgito da esso determinato interessa i comuni di Maccastorna e Castelnuovo Bocca d’Adda (LO) in sponda idrografica destra e Crotta d’Adda (CR) in sponda sinistra. A Castelnuovo e Crotta appartiene anche il brevissimo tratto a valle dello sbarramento, prima della confluenza del fiume Adda nel Po.

A monte, dove l’effetto di rigurgito diventa meno apprezzabile fino a esaurirsi del tutto, si trovano i comuni di Maleo (LO) in sponda idrografica destra e Pizzighettone (CR) in sponda sinistra.

3.2.5 REGOLA OPERATIVA

Come illustrato nella *Relazione tecnica particolareggiata* del progetto definitivo del giugno 2015, si prevede di lasciare sfiorare una lama d’acqua di 5 cm sull’intera lunghezza di 127,50 m (3 campate da 42,50 m) della traversa, corrispondente a un rilascio di circa 2,53 m³/s in base alla seguente formula dell’idraulica monodimensionale che fornisce la portata scaricata da uno sfioratore libero (cioè non rigurgitato da valle) in funzione del battente a monte dello stesso.

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

In tale formula, dove $b = 127,50$ m è la lunghezza totale del ciglio sfiorante e $h = 0,05$ m il battente a monte, s’è cautelativamente trascurata la velocità della corrente in arrivo, mentre il coefficiente di deflusso $\mu = 0,4$ è valido per uno stramazzo in parete sottile, quale in effetti è il ciglio della paratoia di sbarramento.

All’aumentare della portata, quindi in condizioni di morbida e di piena, entrano in gioco anche le pile intermedie dello sbarramento, larghe 60 cm e con ciglio a 35,60 m s.l.m., stessa quota del coronamento dei muri sfioranti in sponda destra e sinistra, lunghi rispettivamente 3,80 e 11,60 m. Infine v’è il ventolino, avente soglia a 34,50 m s.l.m. e largo 4 m, posto in sommità alla paratoia piana che maschera la luce sghiaiatrice; il contributo di quest’ultima al deflusso delle piene viene considerato nullo, sia perché la paratoia piana non è a sicurezza intrinseca, sia perché essa viene aperta di norma in coda alle morbide, per evitare che tronchi o simili siano “risucchiati” dalla forte corrente di piena e s’incastri sotto la paratoia stessa.

In maggior dettaglio il funzionamento dello sbarramento, per le portate di morbida e di piena, sarà il seguente:

- inizialmente si abbassa la campata destra, che potrà sfiorare circa 377 m³/s (con livello sempre a 35,50 m s.l.m.) quando è tutta abbattuta;
- quindi si abbassa completamente il ventolino, alto 1,00 m, sfiorando altri 7 m³/s;
- in seguito si abbassa la campata centrale e infine anche quella sinistra;
- a partire da circa 1.137 m³/s (cioè 377 per le tre campate più 7 m³/s dal ventolino) non si regola più il livello a monte dello sbarramento, che è dato dall’altezza di sfioro sulle soglie predette, coincidendo con quello che si presenterebbe attualmente nelle stesse condizioni idrauliche di Adda e Po.

In definitiva la modalità di gestione dello sbarramento all'aumentare della portata in arrivo è riassunta dalla seguente tabella.

Q Adda	Q impianto	Q traversa	h impianto
<i>[m³/s]</i>	<i>[m³/s]</i>	<i>[m³/s]</i>	<i>[m s.l.m.]</i>
2.000	0	2.000	36,83
1.500	0	1.500	36,11
1.000	0	1.000	35,50
500	0	500	35,50
250	180	70	35,50
210	180	30	35,50
148	144	4	35,50
120	116	4	35,50
100	96	4	35,50
82	78	4	35,50
70	66	4	35,50
60	56	4	35,50
50	46	4	35,50

Tabella 2 – Regola operativa di gestione dello sbarramento in funzione della portata dell'Adda

Al proposito si precisa che la portata defluente dalla traversa in condizioni di esercizio comprende lo sfioro di 2,53 m³/s dal ciglio dello sbarramento, più le portate di alimentazione (0,93 m³/s) e di richiamo (0,40 m³/s) della scala pesci, per un totale di circa 4 m³/s (precisamente 3.849 l/s) come meglio illustrato nella *Relazione idrologica e idraulica*.

Infine giova ricordare che il funzionamento sopra descritto riguarda le piene dell'Adda con il livello del Po basso, cioè tale da non rigurgitare l'Adda stesso. Nella condizione con il fiume Po alto, invece, i livelli saranno essenzialmente determinati da quest'ultimo.

3.3 INTERVENTI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA

I panconi mobili saranno installati solo in occasione delle manutenzioni straordinarie allo sbarramento, che pur adottando criteri prudenziali sono prevedibili non prima di 30 anni di funzionamento continuo dello stesso. Per facilitare le operazioni di posa dei panconi e per ragioni di sicurezza, in occasione di tali manutenzioni allo sbarramento, sarà preventivamente e assai lentamente (in 48 ore circa) abbassato il livello di monte del fiume di 1,50 m aprendo adeguatamente le turbine. In questo modo la quota del pelo acqua sarà portata a 34,00 m s.l.m. (1,5 m sopra la soglia fissa, che è a quota 32,50 m s.l.m.) a partire dai 35,50 m s.l.m. (3,0 m sopra la soglia fissa) di normale esercizio.

L'allegato schema di calcolo è basato sul bilancio della portata entrante (cioè quella dell'Adda) e di quella uscente (somma della portata turbinata e sfiorata) da un volume di controllo situato a cavallo dell'opera di presa e sbarramento. Nell'ipotesi di condizioni di magra con portata costante di 60 m³/s defluente in Adda e portata turbinata crescente da 60 (meno i rilasci) a 75 m³/s in 30 minuti per l'aumento dell'apertura delle turbine, si ottiene l'andamento delle portate rappresentato nel grafico in Figura 1. Si osserva che la massima portata in uscita è pari a circa 77 m³/s e si verifica dopo 30 minuti, appena prima che la diminuzione degli sfiori per l'abbassamento di livello a monte compensi la maggiore portata elaborata dalle turbine. In definitiva, dopo poco meno di 42 ore (2.504 minuti nel grafico) si raggiunge il livello di 34,00 m s.l.m., dopodiché si riduce la portata delle turbine - che sostanzialmente lavorano con un diverso *set-point* di livello durante le manutenzioni - per tornare in condizioni di equilibrio tra portata entrante e uscente.

I due grafici successivi, in Figura 2 e Figura 3, mostrano l'andamento del pelo acqua a monte dello sbarramento nel tempo e in particolare nei primi 30 minuti.

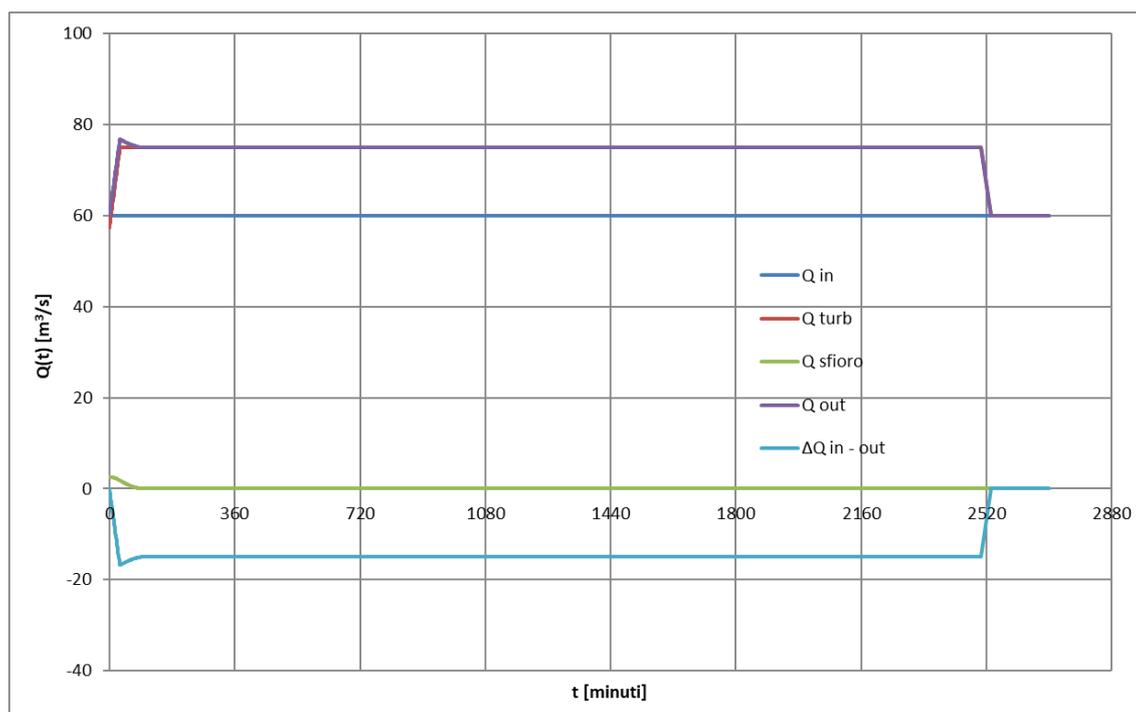


Figura 1 – Andamento delle portate durante le manutenzioni

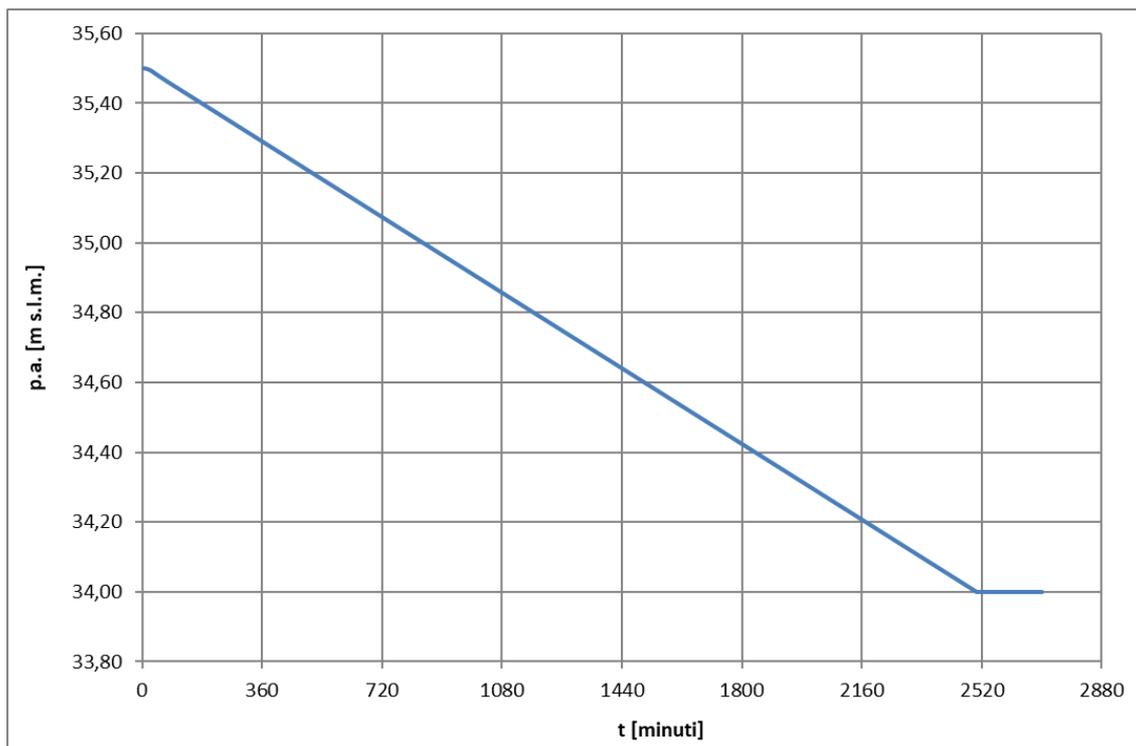


Figura 2 – Andamento del livello a monte durante le manutenzioni

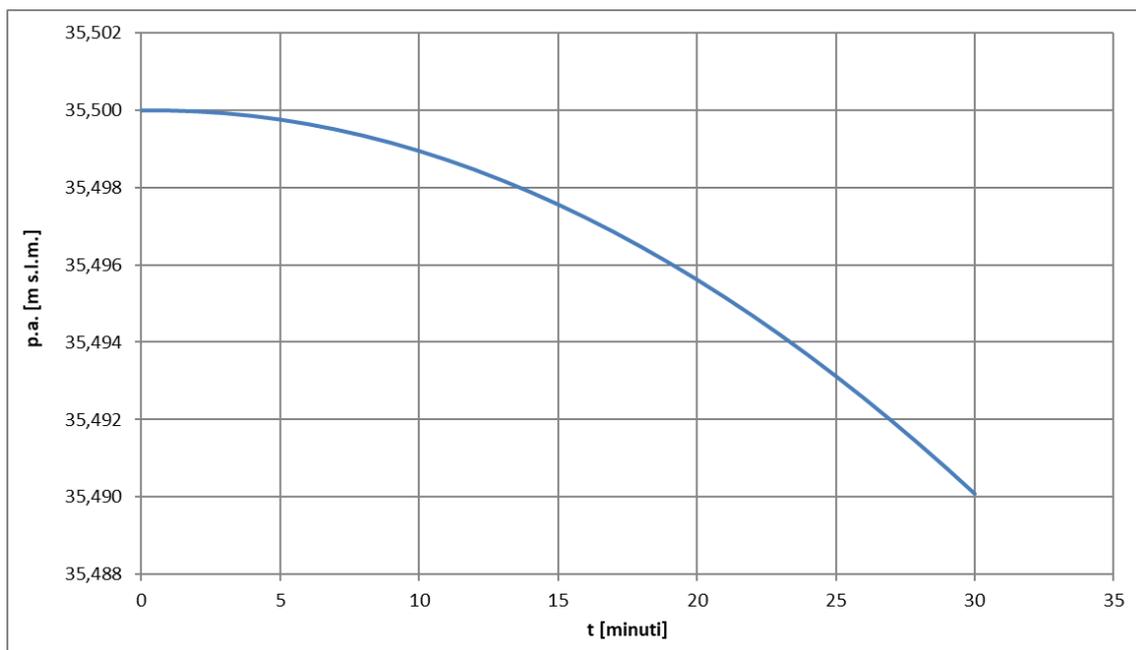


Figura 3 – Dettaglio dell’andamento del livello nei primi 30 minuti

In conclusione, si può notare che la portata “supplementare” (cioè in più rispetto a quella naturale) pari a $75 - 60 = 15 \text{ m}^3/\text{s}$ risulta del tutto modesta.

4 PIANO DI MONITORAGGIO DELLE OPERAZIONI DI SVASO

Come detto, l'abbassamento dello sbarramento e quindi lo svaso del bacino sarà effettuato nel corso delle piene, al fine di garantire la sicurezza dell'impianto; tale attività, pertanto, non necessita di monitoraggi specifici.

5 MANOVRE DI EMERGENZA

L'art. 7 del D.M. 30/6/2004 stabilisce che le previsioni del progetto di gestione dei sedimenti (relative agli argomenti trattati - con le semplificazioni dovute alla particolarità del caso in esame - nei capitoli precedenti) non si applichino alle manovre d'emergenza ed a quelle effettuate per garantire il non superamento dei livelli d'invaso autorizzati in occasione delle piene, nonché alle prove di funzionalità degli organi di scarico.

A proposito di queste ultime, l'apertura sarà certamente effettuata in modo graduale, mediante l'abbassamento controllato dello sbarramento mobile; i dettagli operativi di tali operazioni saranno eventualmente definiti in fase di approvazione del progetto definitivo da parte del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, come detto al § 3.2.

Per quanto riguarda le manovre effettuate per il mantenimento della sicurezza in occasione delle piene, si rimanda alle valutazioni di dettaglio illustrate al § 3.2.5.

Infine, per quanto riguarda le manovre d'emergenza, si precisa in primo luogo che lo sbarramento mobile in progetto è costituito da tre campate di paratoie a ventola, che a loro volta possono essere descritte come una fila di scudi d'acciaio supportati sul lato di valle da cuscini d'aria gonfiabili. Per enfatizzare la sicurezza d'esercizio dello sbarramento, ogni campata è indipendente dalle restanti, in quanto è dotata di sue proprie tubazioni per il passaggio dell'aria e dei relativi controlli di pressione. Ciò premesso, l'apertura dello sbarramento per emergenza potrebbe avvenire in due casi.

1. Intervento della valvola di massima pressione a causa del mancato abbattimento da parte dei sistemi di controllo elettronico.

Per evitare che lo sbarramento rimanga in posizione elevata all'arrivo della piena, sul circuito pneumatico d'ogni campata è inserita una valvola di massima pressione di tipo meccanico, molto affidabile, che si apre al raggiungimento della pressione corrispondente a un sovrelevamento scelto dall'operatore (nel caso specifico potrebbe essere +20 cm). L'intervento della valvola comunque cessa all'abbassarsi della pressione, cioè quando il pelo acqua torna ai livelli di regolazione previsti. In questo caso l'entità dell'apertura della campata interessata all'anomalia e la velocità discesa dello sbarramento sono le medesime delle normali manovre d'esercizio.

2. Rottura d'un cuscino d'aria per eventi dolosi.

Premesso che il materiale che costituisce i cuscini d'aria resiste a spari da breve distanza con munizioni da caccia anche a palla asciutta, la rottura completa (squarcio) d'un cuscino d'aria provocherebbe la fuoriuscita d'aria solo da una singola campata. Tenuto conto del piccolo diametro dei tubi che alimentano i singoli cuscini di sostegno, lo scarico del volume d'aria dell'intera campata avverrebbe con tempi

superiori alla normale velocità di manovra; inoltre in questo frangente partirà automaticamente il compressore per cercare di ripristinare la corretta pressione nel circuito pneumatico, riducendo ulteriormente il tempo d'abbattimento della campata. Ad ogni modo, volendosi mettere in favore di sicurezza, si utilizza la formula fornita dalla D.G.R. n. 7/3699 del 5/3/2001, recante le *Direttive per l'applicazione della Legge Regionale 23/3/1998 n. 8 in materia di costruzione, esercizio e vigilanza degli sbarramenti di ritenuta e dei bacini di accumulo di competenza regionale*, in base a cui la portata massima (in m³/s) dovuta ad un ipotetico crollo dello sbarramento può essere valutata come $Q_c = k \cdot L \cdot H^{3/2}$, dove L e H sono rispettivamente la larghezza e l'altezza in metri dello sbarramento, mentre k è un coefficiente adimensionale che può essere assunto pari a 0,50 per gli sbarramenti di materiali sciolti (il cui cedimento non è istantaneo) e 0,75 per quelli di muratura. In questo caso, posto $k = 0,75$ trattandosi d'una struttura piuttosto rigida, $L = 135$ m (avendo incluso in via cautelativa non solo le tre campate abbattibili, ma anche la sghiaiatrice e le pile intermedie) e $H = 3$ m, si ottiene $Q_c = 526$ m³/s. Questo valore, così come quello di 701 m³/s ottenibile ponendo $k = 1$ per essere ancora più cautelativi, è molto inferiore alle piene di riferimento per la sezione fluviale in esame. Riprendendo la tabella del § 3.2.5, si osserva che entrambi i valori sopra determinati ricadono nel campo delle portate per cui le campate non sono tutte abbattute e quindi il pelo acqua a monte è ancora al livello 35,50 m s.l.m. di normale esercizio. Per quanto detto sopra riguardo al meccanismo di abbattimento dello sbarramento e al fatto che il fenomeno (di per sé molto improbabile) riguarderebbe una sola campata per volta, la portata scaricata a valle sarà certamente molto inferiore - anche di un ordine di grandezza in meno - rispetto alla portata di crollo sopra determinata.

Q Adda	Q impianto	Q traversa	h impianto
[m ³ /s]	[m ³ /s]	[m ³ /s]	[m s.l.m.]
2.000	0	2.000	36,83
1.500	0	1.500	36,11
1.000	0	1.000	35,50
500	0	500	35,50
250	180	70	35,50
210	180	30	35,50
148	144	4	35,50
120	116	4	35,50
100	96	4	35,50
82	78	4	35,50
70	66	4	35,50
60	56	4	35,50
50	46	4	35,50

Tabella 3 – Regola operativa di gestione dello sbarramento in funzione della portata dell'Adda

Ad ogni modo anche le manovre d'emergenza, come tutti gli aspetti inerenti la sicurezza dello sbarramento, potranno essere definite in maggior dettaglio in sede di approvazione del progetto definitivo da parte del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.

6 MISURE DI PREVENZIONE

L'accumulo di materiale in occasione delle piene è intrinsecamente evitato perché, come più volte ricordato, lo sbarramento mobile sarà abbattuto in corrispondenza di tali eventi. Come già accennato al § 3.2, tale apertura viene gestita come condizione di normale esercizio e quindi non essendo necessarie ulteriori misure di prevenzione volte al mantenimento della "capacità utile dell'invaso".

7 AGGIORNAMENTO DEL PROGETTO DI GESTIONE

Si prevede di aggiornare il presente piano operativo a seguito di modificazioni delle condizioni al contorno, oppure tutte le volte in cui l'esperienza o l'acquisizione di conoscenze lo richiedano.



Tel: +39 030 3702371 – Mail: info@frosionext.com - Sito: www.frosionext.com
Via Corfù 71 - Brescia (BS), CAP 25124
P.Iva e Codice fiscale: 03228960179