

Copia U.N.S.



Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti

Direzione Generale per le Dighe, le Infrastrutture Idriche ed Elettriche

Ufficio Tecnico per le Dighe di Cagliari

FOGLIO DI CONDIZIONI PER L'ESERCIZIO E LA MANUTENZIONE

DIGA DI MONTE CRISPU, SUL FIUME TEMO, IN COMUNE DI BOSA (OR)
(n. arch. S.N.D. 668)

Gestore: ENTE ACQUE DELLA SARDEGNA (ENAS)
Via Mameli, 88 - 09123 CAGLIARI

Redazione	Dirigente Ufficio Tecnico per le Dighe	Funzionario istruttore Direzione Dighe	Revisione		Approvazione della Direzione Generale Dighe		
			n.	data	prot.	data	firma
(Ing. Luigi Ghinami) <i>L. Ghinami</i>	(Ing. Francesco Iadevaia)	(Ing. Alfredo Rossi)	0	nov. 2011			



F.C.E.M.	n. arch. S.N.D.	Rev.	Data	Pagina
Diga di Monte Crispu (OR)	668	0	nov. 2011	2 di 22



Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti

Direzione Generale per le Dighe, le Infrastrutture Idriche ed Elettriche

Ufficio Tecnico per le Dighe di Cagliari

FOGLIO DI CONDIZIONI PER L'ESERCIZIO E LA MANUTENZIONE DELLA DIGA DI MONTE CRISPU, SUL FIUME TEMO, IN COMUNE DI BOSA (OR)

alla cui osservanza è vincolato l'Ente Acque della Sardegna - Cagliari

Gestore: Ente Acque della Sardegna (ENAS) - Cagliari
Via Mameli, 88 - 09123 CAGLIARI

Utilizzazione del serbatoio: Laminazione delle piene del fiume Temo, a protezione della città di Bosa

Corso d'acqua: fiume Temo

Bacino principale: fiume Temo

Amministrazione competente per il Servizio di piena: Regione Autonoma della Sardegna - Assessorato dei Lavori Pubblici - Ufficio del Genio Civile di Oristano

Località: Monte Crispu

Comune: Bosa

Provincia: Oristano

Coordinate geografiche riferite a Roma Monte Mario, lat. = 41°55'25,51", long. = 0° (12°27'08,40" E da Greenwich) dei seguenti tre punti della linea mediana del coronamento:

Punto centrale	latitudine	40° 19'59"	N	longitudine	8° 32'07"	W
Estremità in spalla destra	latitudine	40° 19'60"	N	longitudine	8° 32'00"	W
Estremità in spalla sinistra	latitudine	40° 19'54"	N	longitudine	8° 32'08"	W

Grado di sismicità del sito: Zona 4 ⁽¹⁾

⁽¹⁾ La Regione Autonoma della Sardegna, con Deliberazione della Giunta Regionale del 30.03.2004, in attuazione delle disposizioni dell'Ordinanza PCM n. 3274 del 20.03.2003 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica", ha recepito la classificazione sismica di tutti i comuni della Sardegna, che sono stati inseriti in Zona 4, e ha disposto di non introdurre per detti comuni l'obbligo della progettazione antisismica.



F.C.E.M.	n. arch. S.N.D.	Rev.	Data	Pagina
Diga di Monte Crispu (OR)	668	0	nov. 2011	3 di 22

Art. 1. - POSIZIONE AMMINISTRATIVA

- decreto di concessione derivazione d'acqua..... non esistente (la diga è adibita a sola laminazione delle piene)
- progetto esecutivo in data 30.09.1955, poi modificato in corso d'opera con progetto esecutivo definitivo in data 20.05.1959, redatto a seguito della constatata necessità di approfondire lo scavo di fondazione. Un'ulteriore perizia di variante e suppletiva in data 2.09.1965 dotò lo sfioratore in sinistra di uno scivolo di accompagnamento in alveo, a protezione della spalla dagli effetti erosivi dell'acqua sfiorata. ⁽²⁾

Lo sfioratore a calice e lo scarico di alleggerimento, non contemplati nel progetto originario, furono previsti in un successivo progetto "di completamento delle opere di regolazione" del febbraio 1967. Alcune varianti a quest'ultimo furono apportate, anche a seguito degli esiti delle prove su modello eseguite nel 1969 presso l'Istituto di Idraulica dell'Università di Cagliari, con un "Progetto di variante delle opere di regolazione" dell'aprile 1970.

La posa di paratoie meccanizzate sullo scarico di fondo fu prevista nel progetto "Opere di presidio dello scarico di fondo" dell'aprile 2001, la cui revisione definitiva porta la data di novembre 2002.
- Approvazione..... voto della III e IV Sezione del Consiglio Superiore dei LL:PP n° 2250 del 7.10.1955.
- foglio di condizioni per la costruzione non reperito
- data di consegna dei lavori..... 5.07.1956
- data ultimazione dei lavori..... anno 1979
- data di inizio degli invasi sperimentali invasi sperimentali non ancora iniziati
- data certificato di collaudo ai sensi del D.P.R. 1.11.1959 n. 1363..... collaudo in corso



⁽²⁾ I progetti esecutivi del 1955 e 1959 (e la perizia del 1965) prevedevano la realizzazione di uno sfioratore libero anche in destra, simmetrico rispetto a quello previsto (e realizzato) in sinistra. Il progetto di completamento delle opere di regolazione del febbraio 1967, invece, non contempla più lo sfioratore in destra, la cui funzione veniva dunque assorbita (e potenziata) dallo sfioratore a calice.

F.C.E.M.	n. arch. S.N.D.	Rev.	Data	Pagina
Diga di Monte Crispu (OR)	668	0	nov. 2011	4 di 22

Art. 2. - DATI PRINCIPALI DELLA DIGA

- Altezza della diga (ai sensi del D.M. 24.03.1982).....	62,00	M
- Altezza della diga (ai sensi della L. 584/1994).....	57,00	M
- Altezza di massima ritenuta (D.M. 24.03.1982).....	52,31 ⁽³⁾	M
- Quota coronamento.....	69,80	M s.l.m.
- Franco (ai sensi del D.M. 24.03.1982)	0,20	M
- Franco netto (ai sensi del D.M. 24.03.1982)	- (*)	
- Sviluppo del coronamento	325,00	M
- Volume della diga.....	188'000	M ³
- Grado di sismicità assunto nel progetto.....	S = 0	
- Classifica ai sensi del D.M. 24.03.1982	diga in calcestruzzo ad arco gravità - Ab2	



(*) Progetto anteriore al 1959

DESCRIZIONE DELLE OPERE

La diga di Monte Crispu è una diga di laminazione realizzata negli anni 1956-79 per attenuare gli effetti delle piene del fiume Temo. Il Temo, che attraversa la città di Bosa, è caratterizzato da portate di piena assai superiori a quelle che l'alveo è capace di contenere nel tratto di attraversamento dell'abitato. Questo fatto, in passato, causò più volte l'allagamento di ampie zone della città. L'Ufficio Idrografico, in base alle caratteristiche dell'alveo, calcolò in 600 m³/s la portata massima che può defluire nel tratto che interessa l'abitato senza produrre allagamenti anche nel caso più sfavorevole di concomitanza con una mareggiata, in 2'360 m³/s la massima portata di piena prevedibile, ed in 65 Mm³ il volume integrale nelle 24 ore di massimo afflusso. Una speciale Commissione appositamente nominata dal Ministero dei Lavori Pubblici ritenne necessaria la costruzione di un serbatoio modulatore delle piene a monte dell'abitato della città, valutando in 30 Mm³ la capacità di regolazione occorrente.

La diga, progettata dagli Ingg. Giuseppe Sapienza e Lamberto Canali, è del tipo ad arco-gravità a doppia curvatura, in calcestruzzo. La volta poggia per l'intero sviluppo sopra un pulvino, il quale, presso le imposte destra e sinistra, assume le proporzioni di uno spallone a gravità. Il pulvino si ammorsa nella roccia di fondazione mediante due taglioni in calcestruzzo armato, uno a monte ed uno a valle, che furono pensati al fine di contenere le iniezioni di consolidamento della roccia, praticate dove la formazione trachitica di base si rivelava più tenera. Lo scavo dei taglioni consentì di localizzare meglio le zone da trattare ed evitare dispersioni di miscela cementizia.

I due paramenti della struttura sono superfici generate dalla rotazione intorno ad un asse verticale della sezione maestra, i cui profili a monte e a valle risultano definiti:

⁽³⁾ Ottenuta come differenza fra la quota della soglia dello sfioratore più basso (68,15 m s.l.m.) e la quota del piazzale antistante al piede di monte della diga (15,84 m s.l.m.).

F.C.E.M.	n. arch. S.N.D.	Rev.	Data	Pagina
Diga di Monte Crispu (OR)	668	0	nov. 2011	5 di 22

- a monte da un arco di cerchio con raggio di m 98,11 tra la sommità e quota 47,88 m s.l.m. e da una curva del secondo ordine al di sotto di detta quota;
- a valle, a partire dalla sommità, da un tratto verticale rettilineo di m 2 seguito da un arco di cerchio con raggio di m 1,00 fino alla quota 66,80 m s.l.m., quindi da una curva del secondo ordine fino alla quota 22,80 m s.l.m., e al di sotto di detta quota da un arco di cerchio di raggio di m 19,00 collegato al ramo precedente da un flesso.

La sezione in chiave degli archi giace nel piano della sezione maestra verticale, ed i profili di estradosso ed intradosso sono costituiti da un unico arco di cerchio, cosicché lo spessore degli archi risulta costante lungo tutto lo sviluppo.

Altre caratteristiche della volta sono le seguenti:

- raggio di estradosso dell'arco di coronamento: 141,50 m
- apertura angolare dell'arco di coronamento (gradi sessagesimali): 114° 31' 51"
- sviluppo dell'arco di coronamento misurato sulla fibra media: 282,80 m
- spessore dell'arco di coronamento: 4,00 m
- spessore dell'arco a quota 15,05 (piede a valle della diga sul pulvino): 28,50 m



La diga è divisa in 20 conci, separati da giunti di costruzione radiali che si mantengono verticali per tutta la loro altezza in dipendenza della modesta acclività delle sponde, interessando sia la volta che il pulvino. I giunti furono sigillati con iniezioni cementizie al termine della fase di raffreddamento e ritiro del calcestruzzo. La tenuta dei giunti di costruzione e del giunto perimetrale tra volte e pulvino è realizzata mediante lamierini di rame murati in prossimità dei paramenti protetti a monte da una trave coprigiunto in cemento armato rivestita di materiali bituminosi impermeabilizzanti.

Nella struttura sono ricavati due cunicoli di ispezione e drenaggio:

- uno, superiore, che attraversa la volta a circa metà della sua altezza, con piano di calpestio a quota 44,80 m s.l.m.
- uno, perimetrale, che nei conci laterali corre al contatto fra il pulvino e la base della volta, mentre nei conci centrali corre entro la volta con piano di calpestio a quota 17,30 m s.l.m.

Nella diga è presente un sistema di canne di drenaggio del Ø200 sia in fondazione che in elevazione. In fondazione le canne di drenaggio sono disposte ad interasse di 5 metri e si approfondiscono nella roccia di base fin poco oltre il limite inferiore del taglione di monte. Le canne di drenaggio in elevazione sono disposte ad interasse di 2,5 metri ed interessano l'intera volta. Le acque drenate si raccolgono in una canaletta che corre alla base del piedritto di monte del cunicolo perimetrale, e da questa sono convogliate ad un pozzetto situato alla base della sezione maestra, sistematicamente aggottato mediante due pompe a galleggiante. All'ingresso nel pozzetto di raccolta, le acque di perdita provenienti dalle parti destra e sinistra della diga possono essere misurate.

La diga è dotata di due scarichi di superficie, entrambi privi di paratoie: il primo è costituito da uno scivolo con soglia a quota 68,80 m s.l.m. realizzato in fregio alla diga sulla spalla sinistra; il secondo è costituito da uno sfioratore a calice con soglia a quota 68,15 m s.l.m.

Gli scarichi profondi consistono invece:

F.C.E.M.	n. arch. S.N.D.	Rev.	Data	Pagina
Diga di Monte Crispu (OR)	668	0	nov. 2011	6 di 22

- in uno scarico di fondo principale con soglia a quota 24,70 m s.l.m., regolato da quattro paratoie metalliche piane delle dimensioni di 2,80 x 5,00 m disposte in serie, a coppie;
- in uno scarico di esaurimento ricavato sul manufatto di imbocco dello scarico di fondo principale, costituito da una tubazione del Ø400 a quota, in asse, 18,80 m s.l.m., regolata da due saracinesche motorizzate disposte in serie;
- in uno scarico di alleggerimento, con imbocco alla base dello sfioratore a calice, a quota 24,80 m s.l.m., regolato da due paratoie piane in serie delle dimensioni di 2,80 x 3,80 m, a valle delle quali la galleria di scarico si raccorda con quella dello sfioratore a calice, formando un'unica condotta;
- in un piccolo scarico di fondo in corpo diga, con soglia a quota 19,30 m s.l.m., costituito da una condotta del Ø400, regolata da due saracinesche a comando manuale disposte in serie;
- in uno scarico di esaurimento in corpo diga, con soglia a quota 15,40 m s.l.m., la cui condotta di scarico, anch'essa del Ø400, regolata da due saracinesche in serie a comando manuale, corre affiancata alla condotta dello scarico di fondo in corpo diga.

DESCRIZIONE DEI TERRENI DI FONDAZIONE

La valle del Temo, a monte di Bosa, è incisa in una formazione costituita da vulcaniti di tipo trachitico e trachandesitico, piuttosto intensamente fratturate e alterate. Sull'imposta destra della sezione di sbarramento, al di sopra della quota 20 m s.l.m. circa, è presente una formazione trachitica sana e resistente, ma fessurata, mentre al di sotto di detta quota, sul fondo valle e sull'imposta sinistra fino alla quota 33 m s.l.m. circa, la formazione cambia notevolmente di consistenza. Ivi infatti la trachite assume un colore rossastro e risulta assai più tenera ed alterabile per effetto degli agenti atmosferici; nei riguardi della compattezza invece si presenta assai meno fratturata dell'altra. Sempre sulla sponda sinistra si ritrova la roccia più resistente al di sopra della quota 33 m s.l.m. La situazione geologica riscontrata in occasione dello scavo di impostazione della diga lascerebbe supporre che, in corrispondenza della stretta di sbarramento, la valle risulti incisa in due differenti colate trachitiche sovrapposte, delle quali quella inferiore alterata per effetto probabilmente di circolazione di acque termali.

Il rinvenimento della situazione sopra descritta determinò, in occasione della costruzione della diga, la necessità di approfondire notevolmente gli scavi rispetto a quanto inizialmente previsto, al fine di raggiungere con le fondazioni una roccia di compattezza e durezza adeguate. Il progetto esecutivo originario del 30.09.1955 prevedeva per la sola costruzione della diga, escluse le opere accessorie, circa 48'000 m³ di scavo in roccia e 147'000 m³ di calcestruzzo. Il progetto esecutivo definitivo del 20.05.1959 portava invece a 120'000 m³ il volume di scavo in roccia previsto, ed a 188'000 m³ il volume di calcestruzzo necessario per lo sbarramento.

Le spalle della diga, in anni recenti, sono state oggetto di interventi di stabilizzazione che hanno riguardato:

- in destra, il disaggancio di massi in equilibrio precario e la messa in opera, per la zona che insiste sul coronamento della diga e sulla strada di accesso, di reti di protezione, rinforzate con un reticolo di contenimento in funi di acciaio;
- in sinistra, la risagomatura della parte alta del pendio, riducendo l'angolo di scarpata mediante la realizzazione di banchine, insieme con la messa in opera di ancoraggi e di reti di protezione rinforzate e fissate alle pareti con funi in acciaio zincato.



F.C.E.M.	n. arch. S.N.D.	Rev.	Data	Pagina
Diga di Monte Crispu (OR)	668	0	nov. 2011	7 di 22

Art. 3. - DATI PRINCIPALI DEL SERBATOIO

- quota di massimo invaso	69,60	m s.l.m.
- quota massima di regolazione	68,15	m s.l.m.
- quota minima di regolazione	15,40	m s.l.m.
- superficie dello specchio liquido:		
- alla quota di massimo invaso	1,266	km ²
- alla quota massima di regolazione	1,223	km ²
- alla quota minima di regolazione	0,00	
- volume totale di invaso (ai sensi del D.M. 24.3.1982).....	30,72	Mm ³
- volume di invaso (ai sensi della L.584/1994).....	28,85	Mm ³
- volume utile di regolazione	0,00	Mm ³
- volume di laminazione.....	30,72	Mm ³
- superficie del bacino imbrifero direttamente sotteso (*).....	728	km ²
- superficie dei bacini imbriferi allacciati.....	0	km ²
- portata di massima piena di progetto.....	2'360	m ³ /s
- tempo di ritorno	- (4)	



(*) Valore comprensivo anche del bacino sotteso dalla diga dell'Alto Temo (Monteleone Roccadoria), situata a monte, il cui bacino imbrifero misura 139 km²

(4) Come riportato nel paragrafo dedicato alla descrizione delle opere, dalla documentazione disponibile risulta che il valore della massima portata di piena stimato dall'Ufficio Idrografico all'epoca della progettazione della diga (2'360 m³/s) non fosse riferito ad un tempo di ritorno, ma fosse indicato come massimo valore della portata di piena in assoluto prevedibile, e verosimilmente stimato applicando il metodo della curva inviluppo dei massimi contributi unitari, utilizzato dal Servizio Idrografico anche in anni recenti.

Sulla base del metodo citato, la portata di piena massima prevedibile, espressa in m³/s, sarebbe data dalla relazione $Q_p = P_s q S$, dove P_s è un coefficiente correttivo che per il bacino del Temo sarebbe compreso fra 0,8 e 1,0; q è il contributo unitario in m³/(s km²), dato dalla relazione $q = 207 S^{-0.60}$ ed S è la superficie del bacino, espressa in km² (nella fattispecie, $S = 728$). A conti fatti, assumendo $P_s = 0,8$ risulterebbe $Q_p = 2'312$ m³/s, mentre assumendo $P_s = 1,0$ risulterebbe $Q_p = 2'890$ m³/s. Al valore stimato di 2'360 m³/s corrisponderebbe un valore di P_s pari a circa 0,82.

Una successiva rielaborazione del metodo della curva inviluppo dei massimi contributi unitari, compiuta da C. Cao ed al. ("Valutazione delle piene in Sardegna" - 1991), ha portato ad una nuova definizione del coefficiente correttivo P_s , che nella nuova versione del metodo sarebbe dato dal prodotto di due coefficienti, P_s' e P_a , dei quali il primo dipendente dalla zona idrografica in cui il bacino ricade e dal tempo di ritorno, e il secondo dipendente dalla zona idrografica e dalla superficie del bacino. Nel caso in esame, si avrebbe $P_a = 1$, mentre il coefficiente P_s' assumerebbe il valore 0,8 per un tempo di ritorno T di 1000 anni (sarebbe invece $P_s' = 0,75$ per $T = 500$ anni, $P_s' = 0,86$ per $T = 2500$ anni e $P_s' = 0,94$ per $T = 5000$ anni). Si può quindi ritenere che sulla base della più recente rielaborazione del metodo della curva inviluppo dei massimi contributi unitari, il valore della massima portata di piena stimato all'epoca della progettazione della diga corrisponderebbe ad un tempo di ritorno dell'ordine dei 1000 anni.

F.C.E.M.	n. arch. S.N.D.	Rev.	Data	Pagina
Diga di Monte Crispu (OR)	668	0	nov. 2011	8 di 22

DESCRIZIONE SINTETICA DEL BACINO IMBRIFERO AFFERENTE ALL'INVASO

Il fiume Temo drena una superficie complessiva di circa 842 km², di cui 85 km² competono al Riu Sa Entale, maggiore affluente di destra, e 307 km² al Riu Ponte Enas (o Riu Mannu di Sindia), principale affluente in sinistra, che riceve a sua volta gli apporti del Riu Badu Crabolu e del Riu Cumone. Alla sezione di Monte Crispu, la superficie del bacino sotteso è di 728 km².

Il reticolo idrografico si sviluppa sostanzialmente, in relazione con la tettonica regionale, secondo due direttrici ortogonali tra loro: una con direzione N-S, che rappresenta quella del corso principale, e l'altra con direzione E-O seguita dal fiume nel tratto terminale.

Il corso del fiume, le cui sorgenti sono a breve distanza dal mare, si svolge inizialmente verso Nord a partire dal Monte Pedra Etori (717 m s.l.m.), ma all'altezza di Villanova Monteleone devia con un ampio arco verso Sud e scorre tra colate trachitiche, arricchendosi delle acque provenienti dagli altipiani contigui. Devia infine verso Occidente e a circa 4 km dalla foce il suo alveo si allarga, divenendo navigabile per piccole imbarcazioni e attraversando una pianura alluvionale. Il profilo trasversale delle valli presenta forte attività erosiva dell'alveo, con la formazione di profonde forre e di accentuati meandri incassati.

DESCRIZIONE DELLE SPONDE DELL'INVASO

La conformazione orografica della vallata interessata dal bacino di invaso è caratterizzata da uno sviluppo notevole in lunghezza (circa 5 km) e da sezioni trasversali fortemente incassate e rocciose. Le sponde sono ricoperte da macchia e cespugli.

DESCRIZIONE DELL'ALVEO A VALLE E RELATIVE PARTICOLARI SITUAZIONI CHE POSSANO COMPORTARE FENOMENI DI RIGURGITO

A valle della diga, il fiume Temo corre per altri 5 km entro una valle ancora rocciosa e piuttosto incassata sino all'altezza di Punta Minerva (203 m s.l.m.), dove subisce una deviazione verso Ovest che lo porterà al mare dopo ulteriori cinque chilometri. La superficie drenata nel tratto a valle della diga è di 114 km². I principali apporti sono dovuti al Riu Su Lacheddu e al Riu Crabalza, entrambi affluenti in sinistra. Negli ultimi chilometri il Temo, unico caso in Sardegna, è navigabile con piccole imbarcazioni. Il suo sbocco al mare, sulla spiaggia di Bosa Marina, avviene tramite un ampio estuario.

In merito alle particolari situazioni che possono comportare fenomeni di rigurgito, si rileva, circa 750 metri a valle della confluenza nel Temo del Riu Su Lacheddu, la presenza di un piccolo ponte sommergibile la cui altezza massima sull'alveo è di circa 1,5 metri, pur essendo la campata piuttosto ampia, dell'ordine dei 60 metri. La possibilità che il manufatto possa determinare un ostacolo al deflusso del fiume è evidentemente limitata al caso di piene di media entità con trasporto di materiali, in quanto negli altri casi l'acqua del fiume defluisce sotto il ponte o definitivamente lo sommerge passandovi al di sopra.

NOTIZIE SULL'INTERRIMENTO E SUA EVENTUALE INFLUENZA SULLA FUNZIONALITÀ DELLE OPERE DI SCARICO

La circostanza che lo sbarramento sia adibito a sola laminazione delle piene, senza durevoli ristagni d'acqua a monte, fa sì che non sia abbiano apprezzabili depositi di materiali trasportati.



F.C.E.M.	n. arch. S.N.D.	Rev.	Data	Pagina
Diga di Monte Crispu (OR)	668	0	nov. 2011	9 di 22

Art. 4. - DATI PRINCIPALI DELLE OPERE DI SCARICO

Portata esitata con livello nel serbatoio alla quota 69,60 m s.l.m. (quota di massimo invaso)

- Dallo sfioratore in sinistra	16 ⁽⁵⁾	m ³ /s
- Dallo sfioratore a calice <i>con alleggerimento chiuso</i>	107 ⁽⁶⁾	m ³ /s
- Dallo scarico di alleggerimento	256 ⁽⁵⁾	m ³ /s
- Dallo scarico di fondo principale.....	631 ⁽⁷⁾	m ³ /s
- Dallo scarico di esaurimento nello scarico di fondo principale ⁽⁸⁾	2,2 ⁽⁹⁾	m ³ /s
- Dallo scarico di fondo in corpo diga.....	2,2 ⁽¹⁰⁾	m ³ /s
- Dallo scarico di esaurimento in corpo diga	2,3 ⁽¹¹⁾	m ³ /s

Totale:

1'010 m³/s



Portata esitata con livello nel serbatoio alla quota 68,15 m s.l.m. (quota massima di regolazione)

- Dallo scarico di alleggerimento	252	m ³ /s
- Dallo scarico di fondo principale.....	622	m ³ /s
- Dallo scarico di esaurimento nello scarico di fondo principale	2,2	m ³ /s
- Dallo scarico di fondo in corpo diga.....	2,2	m ³ /s
- Dallo scarico di esaurimento in corpo diga	2,3	m ³ /s

Totale:

874 m³/s

(nell'allegato A si riportano le curve di portata degli scarichi in funzione del livello del serbatoio. Per gli scarichi manovrabili principali le curve sono riferite alle più significative configurazioni di apertura degli organi di manovra)

⁽⁵⁾ Fonte del dato: Relazione idraulica del progetto di completamento delle opere di regolazione (1967).

⁽⁶⁾ Fonte del dato: Relazione preliminare del Prof. Costantino Fassò (Istituto di Idraulica della Facoltà di Ingegneria dell'Università di Cagliari) per lo studio su modello degli scarichi della diga di Monte Crispu (1969).

⁽⁷⁾ Fonte del dato: Relazione tecnica del progetto delle opere di presidio dello scarico di fondo (2002).

⁽⁸⁾ Portata tecnicamente non sommabile a quella dello scarico di fondo, e in ogni caso trascurabile rispetto alla portata di quest'ultimo.

⁽⁹⁾ Dato orientativo ottenuto assumendo come quota di monte quella di massimo invaso: 69,60 m s.l.m.; come quota di valle quella dell'asse della condotta (18,80 m s.l.m.), lunghezza della condotta m 30,00, coefficiente di perdita di imbocco $k_i = 0,175$, coefficiente di perdita nella saracinesca di chiusura $k_s = 0,2$, coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler $k = 90 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$.

⁽¹⁰⁾ Dato orientativo ottenuto assumendo come quota di monte quella di massimo invaso: 69,60 m s.l.m.; come quota di valle quella dell'asse della condotta allo sbocco (15,6 m s.l.m.), lunghezza della condotta m 34,00, coefficiente di perdita di imbocco $k_i = 0,25$, coefficiente di perdita nella saracinesca di chiusura $k_s = 0,2$, coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler $k = 85 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$.

⁽¹¹⁾ Dato orientativo ottenuto assumendo come quota di monte quella di massimo invaso: 69,60 m s.l.m.; come quota di valle quella dell'asse della condotta allo sbocco (15,6 m s.l.m.), lunghezza della condotta m 32,50, coefficiente di perdita di imbocco $k_i = 0,3$, coefficiente di perdita nella saracinesca di chiusura $k_s = 0,2$, coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler $k = 85 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$.

F.C.E.M.	n. arch. S.N.D.	Rev.	Data	Pagina
Diga di Monte Crispu (OR)	668	0	nov. 2011	10 di 22

CARATTERISTICHE PRINCIPALI DELLE OPERE DI SCARICO

- Scarichi di superficie (scivolo e sfioratore a calice):

La diga è dotata di due scarichi di superficie, entrambi privi di paratoie: il primo è costituito da uno scivolo con soglia a quota 68,80 m s.l.m. realizzato in fregio alla diga in sinistra; il secondo è costituito da uno sfioratore a calice con soglia a quota 68,15 m s.l.m. il cui pozzo, di 4 metri di diametro, si raccorda con la condotta dello scarico di alleggerimento, formando un'unica condotta di scarico, in galleria, che si sviluppa in sponda destra. La condotta presenta una sezione circolare con diametro pari a 5 m ed una lunghezza, a valle del raccordo del pozzo dello sfioratore a calice, di circa 310 metri.

- Scarico di alleggerimento:

Si tratta di una condotta circolare del diametro di 5,00 m con imbocco alla base dello sfioratore a calice, a quota 24,80 m s.l.m. regolata da due paratoie metalliche piane delle dimensioni di 2,80 x 3,80 m disposte in serie, precedute e seguite da un tratto di raccordo in lamiera blindata. A valle delle paratoie, la galleria di scarico si raccorda con quella dello sfioratore a calice, formando un'unica condotta.

- Scarico di fondo principale:

E' costituito da una condotta circolare del diametro di 6,00 m con soglia a quota 24,70 m s.l.m. e sviluppo complessivo di 278 m che sottopassa la spalla destra della diga, regolata da quattro paratoie metalliche piane delle dimensioni di 2,80 x 5,00 m disposte in serie, a coppie, nelle due luci in cui è divisa la sezione di scarico nel manufatto di imbocco. In ciascuna delle due luci, la paratoia di monte è a strisciamento, e quella di valle su rulli.

- Scarico di esaurimento sul manufatto di imbocco dello scarico di fondo principale:

Nel manufatto di imbocco dello scarico di fondo principale, è inserito uno scarico di esaurimento del Ø400 a quota, in asse, 18,80 m s.l.m.. La tubazione di scarico, regolata da saracinesche motorizzate disposte in serie, ha una lunghezza complessiva di circa 30 m, e recapita nella galleria dello scarico di fondo, a tergo delle paratoie che lo regolano.

- Scarico di fondo in corpo diga:

Si tratta di un piccolo scarico di fondo situato alla base della volta, in corrispondenza della sezione maestra, con soglia a quota 19,30 m s.l.m., costituito da una condotta del Ø400, regolata da due saracinesche a comando manuale disposte in serie.

- Scarico di esaurimento in corpo diga:

Affiancata alla condotta dello scarico di fondo in corpo diga, una seconda condotta del Ø400 funge da scarico di esaurimento. La condotta di scarico, con soglia a quota 15,40 m s.l.m., è anch'essa regolata da due saracinesche a comando manuale disposte in serie.



F.C.E.M.	n. arch. S.N.D.	Rev.	Data	Pagina
Diga di Monte Crispu (OR)	668	0	nov. 2011	11 di 22

Art. 5. - ACCESSI ALLA DIGA

- Accesso alla diga:

Alla diga di Monte Crispu si accede percorrendo una strada comunale che si diparte dall'abitato di Bosa e si imbuca svoltando a destra dopo aver percorso il Ponte Vecchio, all'ingresso della cittadina.

Le pertinenze della diga sono chiuse da una recinzione e da un cancello di ingresso che si apre sulla strada comunale e la interrompe. La viabilità all'interno dell'area di pertinenza delle opere è costituita da percorsi sterrati.

- Accesso alle varie parti della diga:

Al coronamento si accede attraverso una passerella in cemento armato situata in prossimità della sponda destra. Dal coronamento, è possibile raggiungere le banchine realizzate sulla sponda sinistra mediante una scalinata addossata alla sponda. Le stesse banchine in sinistra possono essere raggiunte anche mediante una strada di servizio sterrata che corre a valle della diga, percorribile con mezzi fuoristrada.

L'accesso ai cunicoli è possibile o da un pozzo che si apre sul coronamento della diga (attualmente, tuttavia, ingombrato dal tubo del pendolo diritto) o da valle, attraverso un'apertura situata al piede della sezione maestra che dà accesso ad un cunicolo trasversale il quale interseca il cunicolo perimetrale. Da valle, si può accedere al cunicolo perimetrale anche da due accessi situati simmetricamente sul paramento presso le sponde sinistra e destra, lungo il gradino creato dalla sporgenza del pulvino. Questi ultimi accessi si raggiungono dal coronamento, mediante scale metalliche poggianti sulla sporgenza del pulvino. Il cunicolo superiore è raggiungibile da quello inferiore mediante due discenderie verticali situate alle estremità destra e sinistra del cunicolo superiore medesimo. La strada di servizio di valle consente di raggiungere, anche con automezzi, l'ingresso ai cunicoli situato al piede della diga.

Il pozzo di manovra dello scarico di alleggerimento si raggiunge mediante una passerella in cemento armato che corre sopra la bocca dello sfioratore a calice. La camera di manovra delle paratoie è situata alla base del pozzo; la si raggiunge mediante una scalinata a spirale. Dalla camera di manovra dello scarico di alleggerimento, attraverso una galleria di collegamento, si accede alla camera di manovra dello scarico di fondo principale; da qui, attraverso una discenderia ove è installata una scala alla marinara, si può raggiungere la camera di manovra dello scarico di esaurimento inserito nel manufatto di imbocco dello scarico di fondo principale.

Art. 6. - VIGILANZA E CONTROLLO

Il Gestore provvede alla vigilanza sulle opere ed al controllo del loro stato di manutenzione ed esercizio secondo quanto prescritto dalla vigente normativa ai fini della tutela della incolumità delle popolazioni e dei territori e secondo quanto di seguito indicato.



F.C.E.M.	n. arch. S.N.D.	Rev.	Data	Pagina
Diga di Monte Crispu (OR)	668	0	nov. 2011	12 di 22

Art. 6.1. - VIGILANZA

La struttura per la vigilanza sulle opere è così costituita:

- Casa di guardia:

È ubicata poco a monte dello sbarramento in sponda destra, in prossimità e in vista dello stesso.

- Posto più prossimo alla diga presidiato 24 ore / 24 ore:

Casa di guardia.

- Personale di guardiania:

In condizioni di invaso vuoto, la guardiania è svolta nei giorni feriali da personale dell'Ente gestore dalle ore 7:00 alle 14:00. L'Ente provvederà inoltre ad installare un sistema di videosorveglianza collegato alla diga di Monteleone Roccadoria, dove è garantito il presidio 24 ore su 24, con personale dell'ENAS durante la mattina e con una ditta di vigilanza esterna nel pomeriggio e durante la notte.

Nel caso in cui si verifichi l'invaso del bacino, per effetto di eventi di piena o di invasi sperimentali finalizzati al collaudo dell'opera, l'Ente gestore garantisce il presidio delle opere 24 ore su 24 con personale qualificato o comunque adeguatamente istruito.

- Personale addetto al controllo tecnico ed alla manutenzione:

Il controllo tecnico delle opere è svolto dall'Ingegnere Responsabile che si avvale, in particolare per quanto attiene alle misure di monitoraggio, della collaborazione dei tecnici addetti al controllo della strumentazione e del personale addetto alla guardiania.

La manutenzione ordinaria viene effettuata sia con personale dipendente dell'Ente che tramite ditte esterne. Gli interventi di manutenzione straordinaria che richiedono un elevato grado di specializzazione vengono commissionati a ditte esterne.

- Comunicazioni:

[Per il dettaglio dei nomi, recapiti e numeri di telefono, si rimanda alla apposita "Rubrica" (art.5, comma 2, circolare P.C.M. n. DSTN/2/7019 del 19/03/96)].

Le comunicazioni della casa di guardia con l'esterno si svolgono mediante linea telefonica Telecom. Le comunicazioni tra la casa di guardia ed i locali di manovra degli organi di scarico si svolgono per mezzo di radio portatile.

- Procedure di guardiania:

Il controllo delle opere viene effettuato da parte del personale appositamente incaricato dall'Ente gestore con le seguenti procedure:

- In periodi di esercizio normale, la guardiania si esplica attraverso la presenza del personale addetto, secondo quanto sopra specificato.
- In periodi di allerta, è garantita la vigilanza continua, 24 ore su 24, da parte di personale tecnico dell'Ente gestore.



F.C.E.M.	n. arch. S.N.D.	Rev.	Data	Pagina
Diga di Monte Crispu (OR)	668	0	nov. 2011	13 di 22

- La guardiania attiva continua nei periodi di allerta dovrà avvenire in conformità a quanto previsto dal Documento di Protezione Civile, ed in tutte le occasioni stabilite dall'Ingegnere Responsabile o dalla Direzione Generale per le Dighe, le Infrastrutture Idriche ed Elettriche del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (nel seguito: Direzione Dighe)
- Il personale di guardiania è addetto al rilevamento giornaliero delle grandezze meteorologiche: stato atmosferico, pioggia, temperatura aria e acqua, evaporazione; rileva altresì la quota di invaso e la misura delle perdite, cura la compilazione del registro di osservazioni giornaliere e la vigilanza sugli accessi all'impianto; verifica lo stato di efficienza dei quadri di comando degli organi di intercettazione degli scarichi e del quadro di acquisizione delle misure automatiche di controllo della diga; effettua ispezioni giornaliere e periodiche alle opere e alle sponde dell'invaso; esegue manovre degli organi di scarico in conformità alle istruzioni di carattere generale o specifico ricevute; in caso di disservizi, informa il funzionario tecnico dell'Ente in turno di reperibilità indicato in apposito elenco con recapiti telefonici; comunica inoltre tempestivamente al funzionario dell'Ente in turno di reperibilità e, a seconda della gravità, anche alle competenti Autorità (Prefettura, Vigili del Fuoco, Polizia, Carabinieri, Sindaco, ecc.) tutti quei fatti che abbiano determinato o possano determinare situazioni di pericolo. Tali segnalazioni vengono riportate, in forma sintetica, sul registro delle osservazioni.

- Impianti di alimentazione dei comandi degli organi di manovra:

L'alimentazione principale è assicurata da una linea in media tensione (15 kV) che giunge alla cabina di trasformazione MT/BT, ubicata in sponda destra, non lontano dalla casa di guardia. L'alimentazione agli impianti è costituita da una rete in bassa tensione da 380/220 V. Come seconda fonte di energia a servizio delle quattro paratoie dello scarico di fondo principale, da utilizzarsi in assenza di corrente di rete, è installata una pompa Diesel della potenza di 34 kW che si inserisce direttamente nel circuito oleodinamico (non si tratta quindi di un gruppo elettrogeno che fornisce energia elettrica in assenza della corrente di rete, ma di una pompa a motore che direttamente mette in pressione l'olio del sistema oleodinamico di comando). È inoltre presente un gruppo elettrogeno di precedente installazione, avente una potenza di targa di 66,2 kVA, a servizio del sistema di comando delle paratoie dello scarico di alleggerimento.

- Impianti di illuminazione esterna dei paramenti e del coronamento:

L'alimentazione delle linee di illuminazione esterne è a 380/220 V.

Il coronamento e le passerelle di accesso al coronamento stesso e alla torre di manovra dello scarico di alleggerimento sono illuminati da lampioni di tipo stradale. La base del paramento di monte è illuminata da due proiettori da 1000 W montati sulla passerella che conduce alla torre di manovra. La parte alta del paramento è illuminata da 12 proiettori a vapori di sodio da 250 W distribuiti lungo il lembo di monte del coronamento con sbraccio di 2 m verso il bacino. Il paramento di valle è illuminato da 6 proiettori da 400 W sporgenti dalla sommità del paramento.

- Impianto di illuminazione interna della diga e delle camere di manovra:

L'illuminazione dei cunicoli di ispezione e delle camere di manovra è alimentata con linea a 380 V, con trasformatore a 220 V. Nei cunicoli sono installate plafoniere; nelle camere di manovra lampade al neon.



F.C.E.M.	n. arch. S.N.D.	Rev.	Data	Pagina
Diga di Monte Crispu (OR)	668	0	nov. 2011	14 di 22

- Modalità di attivazione del sistema di segnalazione acustica:

La sirena d'allarme, di caratteristiche tecniche rispondenti alle direttive della Circolare Min. LL.PP. n. 1125/86, è ubicata in sponda destra, in prossimità della casa di guardia. Il comando per l'azionamento della sirena è esclusivamente manuale. Le modalità di attivazione della sirena sono le seguenti:

- 1) azionamento della sirena;
- 2) attesa della conclusione del ciclo acustico della sirena, circa 5 minuti;
- 3) ulteriore attesa di 2 minuti dopo la conclusione del ciclo acustico;
- 4) apertura degli organi di scarico.

L'attivazione della sirena, secondo le modalità precedentemente descritte, dovrà essere ripetuta se le operazioni di scarico verranno sospese per un tempo superiore alla mezz'ora.

- Dispositivi antintrusione:

L'ingresso alle pertinenze della diga dalla strada comunale di accesso è interdetto da un cancello e da una recinzione.

Gli accessi ai cunicoli e a tutti gli ambienti ove sono situati i quadri di manovra degli scarichi sono chiusi da porte o cancelli con idonee serrature.

Art. 6.2. - CONTROLLO: OSSERVAZIONI E MISURE

Il Gestore esegue controlli e rilievi periodici non minori di quelli previsti nel presente foglio. In occasione di eventi meteorologici ed idrologici (piene) di particolare importanza, i suddetti controlli dovranno essere opportunamente intensificati.

Art. 6.2.1. - Numero, tipo e localizzazione delle apparecchiature di controllo

Sono di seguito indicati il numero, il tipo e la localizzazione delle apparecchiature di controllo, nonché le specie e la frequenza dei rilievi.

Per l'ubicazione dei punti di misura e la loro codifica si rimanda all'allegato A, "Disegni principali delle opere", tavv. 14.a - 14.d.

a) Spostamenti della struttura

a.1) Collimazione elettro-ottica

Il controllo si effettua mediante l'impiego di una "stazione totale" elettronica e autocollimante, motorizzata e dotata di telecamera per il puntamento automatico, che consente di raggiungere la precisione sulle distanze di 1 mm + 1 ppm e la precisione sugli angoli orizzontali e verticali pari a 0,5" sessagesimali (o 1,5" centesimali).

L'acquisizione, la registrazione e l'elaborazione dei dati del rilievo si effettua a mezzo di software specialistico prodotto dalla ditta fornitrice della strumentazione impiegata.

La collimazione elettro-ottica si esegue secondo lo schema della tav. 14.a, facendo stazione su tre punti di misura presenti sul coronamento e rilevando le posizioni di detti punti rispetto ad almeno tre di



F.C.E.M.	n. arch. S.N.D.	Rev.	Data	Pagina
Diga di Monte Crispu (OR)	668	0	nov. 2011	15 di 22

cinque punti fissi sulle sponde mediante letture di distanze (s.q.m. 1 mm + 1 ppm) e di direzioni angolari (s.q.m. 0,5"). Da ciascuno dei tre punti di misura sul coronamento si collimano non solo i punti fissi sulle sponde, ma anche gli altri due punti di misura sul coronamento.

Le misure, essendo sovrabbondanti, sono elaborate con il metodo dei minimi quadrati, ed i risultati (che costituiscono l'entità degli spostamenti cercati) sono restituiti rispetto ad una terna di assi posti con l'origine su ciascuno dei tre punti rilevati e orientati in modo radiale orizzontale, tangenziale orizzontale e verticale rispetto alla diga.

I punti fissi sono ubicati su pilastri e su punti roccia nelle due sponde.

La frequenza delle letture è mensile.



a.2) Pendoli

Sono installati un pendolo diritto ed uno rovescio nei pozzi verticali della diga (tav. 14.b). La lettura, alla quota del cunicolo superiore, è prevista con coordinometro sia manuale ottico che automatico trasmettitore attualmente in corso di completamento.

La frequenza delle letture con coordinometro ottico è mensile.

a.3) Estensimetri

Sono installati trentaquattro estensimetri a corda vibrante a cavallo dei giunti per la misura degli spostamenti relativi dei conci, di cui:

- tredici, con misura della temperatura, collocati nel cunicolo superiore della diga, che misurano l'apertura-chiusura dei giunti;
- sette collocati nel cunicolo superiore della diga ad intervalli di due conci, che misurano gli scorrimenti orizzontali in direzione monte-valle di un giunto rispetto a quello adiacente;
- sette ubicati come i precedenti, ma disposti in modo da misurare gli scorrimenti verticali di un giunto rispetto a quello adiacente;
- sette, con misura della temperatura, collocati nel cunicolo inferiore della diga ad intervalli di due conci, che misurano l'apertura-chiusura dei giunti.

Nei cunicoli della diga sono inoltre predisposte, a cavallo dei giunti, 37 coppie di zanche per misure estensimetriche (tav. 14.c). In particolare:

- nel cunicolo superiore è possibile eseguire misure di dilatazione sui 15 giunti centrali e misure di spostamenti mutui dei conci in direzione monte-valle in corrispondenza dei 13 giunti centrali;
- nel cunicolo inferiore sono possibili misure di dilatazione sui quattro giunti più laterali e misure di spostamenti mutui dei conci in direzione monte-valle in corrispondenza di cinque giunti centrali alternati.

La misura dei movimenti avviene mediante calibro estensimetrico manuale.

La frequenza delle misure è mensile.

Nella fase degli invasi sperimentali, gli estensimetri automatici non sono utilizzati.

F.C.E.M.	n. arch. S.N.D.	Rev.	Data	Pagina
Diga di Monte Crispu (OR)	668	0	nov. 2011	16 di 22

a.4) Clinometri

Sono installate n° 4 postazioni clinometriche per la misura delle rotazioni longitudinali e trasversali della struttura da rilevare mensilmente con clinometro meccanico Pizzi. (tav. 14.d), ubicate nei conci 16 – 10 – 6 (cunicolo superiore) e nel concio 10 (cunicolo inferiore)

b) Sottopressioni

Sono installati otto piezometri a corda vibrante per la misura delle sottopressioni, di cui cinque ubicati nel cunicolo inferiore della diga a tergo dei drenaggi, collocati entro fori riempiti di materiale filtrante; uno ubicato entro una perforazione drenante della roccia di fondazione, in corrispondenza della sezione maestra della diga; due ubicati in profondità entro fori di sondaggio eseguiti nella roccia di fondazione in corrispondenza della sezione maestra in una passata campagna di indagini.

Sono installati inoltre nove manometri a tubo di Bourdon sulle canne di drenaggio in fondazione, aventi lo scopo di rilevare le sottopressioni in caso di affioramenti.

La frequenza delle letture manuali è mensile.

Nella fase degli invasi sperimentali, i piezometri automatici non sono utilizzati.

c) Perdite

I drenaggi in corpo diga e in fondazione convogliano l'acqua ad una canaletta che corre al piede della parete di monte del cunicolo di base. In corrispondenza del concio centrale, i due tratti di canaletta provenienti rispettivamente dalla parte destra e sinistra della diga sono chiusi da stramazzi di misura triangolari, di recente installazione, dotati di misuratore di livello automatico a galleggiante.

E' possibile eseguire le misure anche manualmente con recipiente tarato e cronometro.

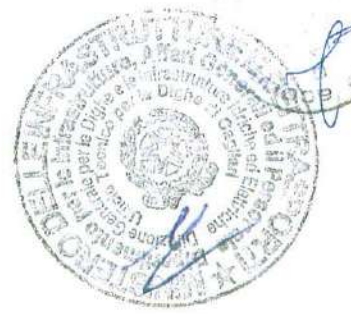
La frequenza delle misure è settimanale.

Nella fase degli invasi sperimentali, il sistema automatico di misura delle perdite non è utilizzato.

d) Misure giornaliere

Saranno giornalmente raccolti i seguenti dati:

- temperatura dell'aria alle ore 8:00;
- temperatura massima e minima dell'aria;
- altezza di precipitazione;
- quota del livello di invaso, rilevata mediante radar e stadie idrometriche
- temperatura dell'acqua in superficie (in caso di presenza di acqua nel bacino);
- temperatura dell'acqua a 5 metri di profondità (in caso di presenza di acqua nel bacino);
- stato atmosferico, che sarà registrato secondo la seguente codifica:
 - Sereno: 0
 - Poco nuvoloso: 1 (1/3 della copertura del cielo)
 - Nuvoloso: 2 (2/3 della copertura del cielo)
 - Coperto: 3 (3/3 della copertura del cielo)
- vengono altresì rilevate le grandezze legate agli eventi meteorologici ed idrologici (piene) di particolare importanza.



F.C.E.M.	n. arch. S.N.D.	Rev.	Data	Pagina
Diga di Monte Crispu (OR)	668	0	nov. 2011	17 di 22

e) Tolleranze tecniche ammissibili entro cui gli apparecchi di misura debbono risultare funzionanti

Per le misure si utilizzano i seguenti strumenti:

STRUMENTO	PRECISIONE	TOLLERANZA
Coordinometro ottico	0,2 mm	0,6 mm
Calibro estensimetrico	0,002 mm	0,010 mm
Stazione totale elettronica	distanze: 1mm +1 ppm azimut: 0,5" verticali: 0,5"	distanza: 3 mm + 3 ppm angoli 1,5"
Clinometro ottico	1"	3"

f) Punti di misura essenziali per il controllo dell'opera e dei fenomeni sotto osservazione e massimo intervallo di tempo ammissibile per il "fuori servizio" della relativa strumentazione

PUNTO DI CONTROLLO	UBICAZIONE	STRUMENTO	TEMPO AMMISS. FUORI SERVIZIO
Punti di collimazione	Coronamento	Stazione totale	30 giorni
Pendolo diritto	Cunicolo superiore	Coord. ottico	30 giorni
Pendolo rovescio	Cunicolo superiore	Coord. ottico	30 giorni
Movimenti giunti permanenti	Cunicoli	Estensimetri manuali	30 giorni
Rotazioni	Cunicoli	Clinometro ottico	30 giorni

Art. 6.2.2. - Verifiche d'esercizio sugli organi di scarico

E' fatto obbligo al Gestore di verificare il corretto funzionamento degli organi di scarico e dei relativi impianti con manovre periodiche, di frequenza mensile. Con cadenza almeno semestrale dovranno essere eseguite manovre di apertura e chiusura totali. In presenza di acqua nell'invaso, le portate rilasciate a seguito delle manovre saranno di norma modeste, e potranno essere eseguite con modalità tali da determinare la fuoriuscita del solo volume d'acqua compreso nel tratto di condotta di scarico interposto tra le due paratoie in serie poste a chiusura dello scarico di fondo.

Le manovre degli organi di scarico dovranno, comunque, essere svolte in conformità a quanto disposto nel Documento di Protezione Civile.

Art. 6.2.3. - Luoghi da assoggettare ad osservazioni dirette

È fatto obbligo al Gestore di assoggettare, oltre a quanto indicato ai precedenti artt. 6.2.1 e 6.2.2, i sottoelencati particolari luoghi ad osservazione diretta.

- Con frequenza giornaliera:

Sarà effettuata un'accurata ispezione dei paramenti di monte e di valle della diga; inoltre dovrà verificarsi l'efficienza dell'illuminazione della viabilità di servizio, del coronamento, dei paramenti e delle camere di manovra, e l'efficienza di tutti i collegamenti telefonici e radiotelefonici al fine di garantire un immediato ripristino in caso di guasto.

- Con frequenza settimanale:

Sarà verificato lo stato esteriore delle pareti dei cunicoli d'ispezione con particolare attenzione ad eventuali venute d'acqua dai giunti; sarà verificata l'efficienza dell'illuminazione dei cunicoli; sarà verificato lo stato

F.C.E.M.	n. arch. S.N.D.	Rev.	Data	Pagina
Diga di Monte Crispu (OR)	668	0	nov. 2011	18 di 22

esteriore di tutta la strumentazione installata sia per la movimentazione delle paratoie degli scarichi che per il controllo della diga e delle sponde.

- Con frequenza mensile:

Sarà effettuata l'ispezione del perimetro dell'invaso, per osservare eventuali movimenti franosi, lo stato delle sponde ed eventuali situazioni pregiudizievoli per la salvaguardia della diga. Sarà inoltre verificato il corretto funzionamento degli organi di scarico, del gruppo elettrogeno e della sirena di allarme.

- Con frequenza semestrale:

Sarà effettuato un sopralluogo lungo l'alveo a valle della diga e verificato lo stato dei cartelli monitori, e si procederà al ripristino di quelli eventualmente danneggiati.

- In occasione di eventi meteorologici ed idrologici (piene) eccezionali:

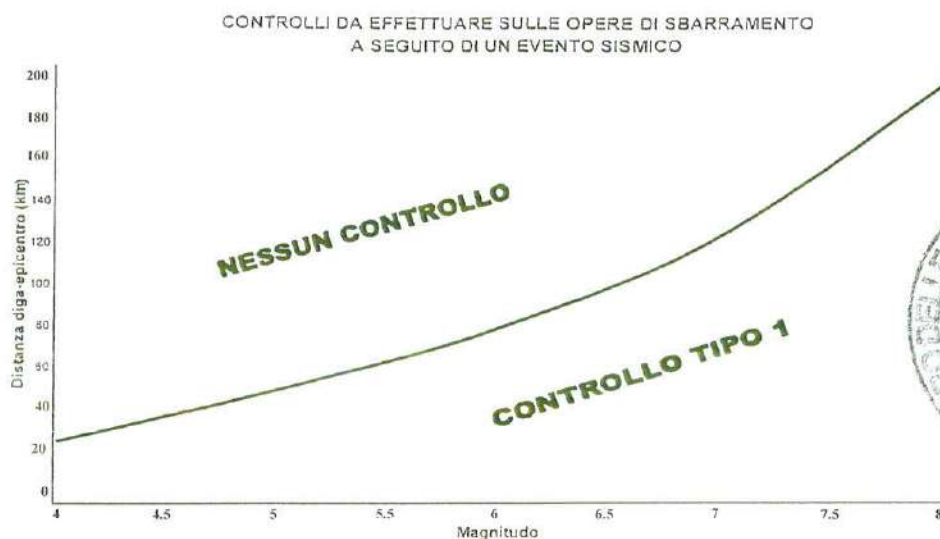
Si procederà al rilevamento della quota d'invaso con frequenza proporzionale alla velocità di crescita del livello del lago. Sarà altresì ridotto il passo temporale di acquisizione delle misure delle grandezze più significative a rappresentare il comportamento strutturale della diga.

- In occasione del raggiungimento della quota massima di regolazione e della quota di massimo invasore:

Si eseguiranno le misure ed i controlli previsti agli articoli 6.2.1 e 6.2.2. riducendo il passo temporale di acquisizione delle grandezze più significative. Si procederà inoltre ad una ispezione generale e accurata di tutte le opere, organi di manovra, linee di alimentazione, sponde del lago e alveo a valle della diga;

- A seguito di eventi sismici:

Stabilire la Magnitudo e la posizione dell'epicentro e procedere di propria iniziativa ai seguenti controlli, differenziati in funzione del campo di accelerazione al quale la diga è stata presumibilmente assoggettata:



- primo campo (NESSUN CONTROLLO), contraddistinto da bassi valori di Magnitudo e da distanze relativamente elevate: non si ritiene necessario effettuare specifici controlli, a meno che, per effetti locali, il sisma sia stato avvertito nel sito. In tal caso si effettueranno i controlli di cui al punto successivo (secondo campo);

F.C.E.M.	n. arch. S.N.D.	Rev.	Data	Pagina
Diga di Monte Crispu (OR)	668	0	nov. 2011	19 di 22

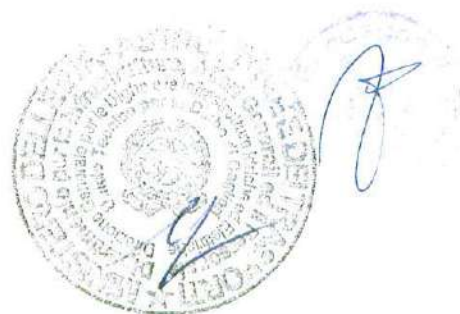
- secondo campo (CONTROLLO TIPO 1), contraddistinto da Magnitudo più forti e da distanze relativamente basse: è necessario effettuare con immediatezza ispezioni e controlli della diga e delle opere complementari per verificare l'eventuale apertura di fessure, la presenza di lesioni, il manifestarsi di anomalie significative rispetto a quanto normalmente rilevato; ispezioni e controllo delle vie di accesso e delle sponde del bacino con accurata verifica del loro stato, con riferimento soprattutto ad eventuali fenomeni di smottamenti, cedimenti, frane o degradi, compreso l'alveo a valle; verifica della funzionalità degli scarichi. Invio di un rapporto all'Ufficio Tecnico per le Dighe competente per territorio da parte dell'Ingegnere Responsabile ai sensi della L. 584/94, comprensivo di eventuali riprese fotografiche significative, che evidenzierà gli eventuali provvedimenti resisi necessari a tutela della pubblica incolumità. In aggiunta dovranno essere effettuate tutte le misure essenziali per la sicurezza e dovrà essere redatta una Asseverazione Straordinaria da inviare, non appena possibile, all'Ufficio Tecnico per le Dighe competente per territorio. L'Ingegnere Responsabile dovrà valutare, infine, l'opportunità di effettuare lo svuotamento dell'invaso al fine di accertare eventuali danni alla struttura provocati dal sisma.

Art. 6.2.4 - Registri da tenere in casa di guardia

Presso la casa di guardia è tenuto apposito registro delle osservazioni sul quale dovranno essere riportati i risultati delle:

- misure di controllo di cui ai punti 6.2.1. a) - b);
- misure delle perdite di cui al punto 6.2.1. c);
- misure giornaliere di cui al punto 6.2.1. d);
- la descrizione dei lavori di manutenzione ordinaria eseguiti, l'ubicazione e le dimensioni delle eventuali lesioni che si fossero manifestate nello sbarramento e nelle sue opere accessorie ed i provvedimenti presi, le visite e le prescrizioni della Direzione Dighe, nonché i risultati dei controlli sui meccanismi di manovra di cui all'art. 6.2.2 ed i risultati delle osservazioni dirette di cui all'art. 6.2.3.

Dovrà inoltre essere tenuto apposito registro delle manovre dove dovranno essere annotate tutte le manovre effettuate sugli organi di scarico manovrabili indicando le variazioni del livello d'invaso, il grado di apertura delle luci di efflusso, nonché le portate scaricate per ogni singolo organo di scarico. Inoltre, in occasione di eventi meteorologici sul bacino imbrifero sotteso dallo sbarramento che determinino eventi di piena, il gestore deve rilevare con opportuna scansione temporale e annotare, in aggiunta a quanto sopra indicato, le portate scaricate a valle anche in assenza di manovre sugli organi di scarico. L'intervallo temporale di rilevamento sarà funzione della capacità del serbatoio e delle caratteristiche degli organi di scarico, dovendosi in ogni caso garantire la ricostruzione dell'evento – in termini di portate affluenti e defluenti – con un sufficiente grado di approssimazione. Durante l'evento dovranno essere, inoltre, rilevate le precipitazioni meteoriche in zona sbarramento e, ove possibile, anche in stazioni esistenti sul bacino. I dati acquisiti, per ogni evento, dovranno essere trasmessi, a cura dell'Ingegnere Responsabile, all'Ufficio Tecnico per le Dighe ed inviati, su supporto magnetico, all'Ufficio Idraulica della sede centrale della Direzione Dighe per le elaborazioni che si renderanno necessarie.



F.C.E.M.	n. arch. S.N.D.	Rev.	Data	Pagina
Diga di Monte Crispu (OR)	668	0	nov. 2011	20 di 22

Art. 6.2.5. - Procedure di trasmissione dati all'interno della struttura del Gestore

Per ciò che riguarda tipo, tempi e forma della trasmissione dei dati e di ogni altra comunicazione all'interno della struttura organizzativa del Gestore, si precisa quanto segue:

Sarà cura di ciascun capo impianto della diga compilare (a mano o su supporto magnetico) e far pervenire alla sede dell'Ente all'inizio di ogni mese le schede predisposte dall'Ufficio Dighe dell'Ente, relative alle osservazioni giornaliere rilevate, alle misure di controllo, alle verifiche dell'efficienza degli organi di scarico di cui agli artt. 6.2.1, 6.2.2, 6.2.3. La raccolta di tali schede costituirà il bollettino mensile da inviare all'Ufficio Tecnico per le Dighe di Cagliari.

Il Bollettino, redatto sulla base dei dati riportati nel Registro conservato presso la casa di guardia, contiene i dati delle:

- misure di controllo di cui ai punti 6.2.1. a) - b);
- misure delle perdite di cui al punto 6.2.1. c);
- misure giornaliere di cui al punto 6.2.1. d);
- la descrizione dei lavori di manutenzione ordinaria eseguiti, l'ubicazione e le dimensioni delle eventuali lesioni che si fossero manifestate nello sbarramento e nelle sue opere accessorie ed i provvedimenti presi, le visite e le prescrizioni della Direzione Dighe, nonché i risultati dei controlli sui meccanismi di manovra di cui all'art. 6.2.2 ed i risultati delle osservazioni dirette di cui all'art. 6.2.3.

L'elaborato "Diagrammi delle misure", per il controllo comportamentale dello sbarramento, contiene gli andamenti degli ultimi cinque anni di dati relativi alle:

- misure della quota di invaso;
- misure della temperatura massima, minima e istantanea (ore 8:00) dell'aria;
- misure pluviometriche;
- misure degli spostamenti di cui al punto 6.2.1. a) correlate con temperatura dell'aria e livello d'invaso;
- misure delle sottopressioni di cui al punto 6.2.1. b) correlate col livello d'invaso;
- misure delle perdite di cui al punto 6.2.1. c) correlate col livello d'invaso;

Art. 6.2.6. - Procedure di trasmissione dati all'esterno della struttura del Gestore

Per ciò che riguarda tipo, tempi e forma della trasmissione dei dati e di ogni altra comunicazione, il Gestore provvede a trasmettere alla Direzione Dighe i seguenti documenti sottoscritti dall'Ingegnere Responsabile:

- Bollettino delle osservazioni, con frequenza mensile (D.P.R. 1.11.1959 n. 1363, art. 19), da trasmettere in duplice copia all'Ufficio Tecnico per le Dighe di Cagliari, entro sessanta giorni dalla fine del mese di riferimento;
- Asseverazione sullo stato della diga, con frequenza semestrale (Circ. P.C.M. 13.12.1995 n. DSTN/2/22806, punto C), di cui sarà trasmessa una copia all'Ufficio Tecnico per le Dighe di Cagliari ed una alla sede centrale della Direzione Dighe entro sessanta giorni dalla fine del semestre di riferimento, con allegato l'elaborato "Diagrammi delle misure" contenente gli andamenti delle misure negli ultimi cinque anni;
- I dati acquisiti, per ogni evento di piena, annotati sul registro delle manovre di cui al punto 6.2.4 da trasmettere all'Ufficio Tecnico per le Dighe di Cagliari ed inviati, su supporto magnetico, all'Ufficio Idraulica della Sede centrale per le elaborazioni che si renderanno necessarie;
- Ogni altra notizia relativa ad interventi di manutenzione straordinaria sulla diga, sul serbatoio e sugli organi di manovra.



F.C.E.M.	n. arch. S.N.D.	Rev.	Data	Pagina
Diga di Monte Crispu (OR)	668	0	nov. 2011	21 di 22

In caso di segnalazione strumentale o rilevamento che desti preoccupazione per la sicurezza delle opere, verificata la congruenza tra l'entità del fenomeno fisico e la segnalazione corrispondente, l'Ingegnere Responsabile o il suo Sostituto saranno tenuti a darne tempestiva comunicazione all'Ufficio Tecnico per le Dighe di Cagliari, corredando tale comunicazione con opportune considerazioni sul fatto verificatosi, sulle cause ipotizzabili e sugli sviluppi ritenuti possibili.

Art. 6.2.7. - Procedure di trasmissione dati alle Autorità competenti in materia di Protezione Civile

Per ciò che riguarda tipo, tempi e forma della trasmissione dei dati e di ogni altra comunicazione alle Autorità competenti in materia di Protezione Civile, si rimanda al "Documento di Protezione Civile" di cui alla Circolare della Presidenza del Consiglio dei Ministri del 19 marzo 1996 n. DSTN/2/7019.

Art. 6.2.8. - Procedure di trasmissione dati al Servizio Idrografico

Il Gestore provvederà ad installare in alveo a valle della diga di Monte Crispu la stazione idrometrografica prevista dalla Circolare Min. LL PP 1125/86. Le caratteristiche dell'apparecchiatura e l'ubicazione della stessa saranno approvate dal Servizio Idrografico della Regione Autonoma della Sardegna. La frequenza di acquisizione in automatico sarà di 15 min.; il controllo della funzionalità delle apparecchiature è mensile.

I supporti magnetici contenenti i dati registrati dalla stazione idrometrografica devono essere trasmessi con cadenza trimestrale all'Ufficio di Cagliari del Servizio Idrografico Regionale

Art. 6.3 - DOCUMENTAZIONE CONSERVATA PRESSO LA CASA DI GUARDIA

Oltre al registro di cui all'art. 6.2.4, presso la casa di guardia sono conservati:

- copia del presente Foglio di condizioni per l'esercizio e la manutenzione;
- copia del "Documento di Protezione Civile";
- "Rubrica" di cui all'art. 5 della Circolare della Presidenza del Consiglio dei Ministri del 19 marzo 1996 n. DSTN/2/7019.
- piano di installazione dei "cartelli monitori" e copia della relativa lettera di notifica all'Assessorato dei LL. PP. della Regione Autonoma della Sardegna;
- piano di installazione del sistema di segnalazione acustica e copia della relativa lettera di notifica all'Assessorato dei LL. PP. della Regione Autonoma della Sardegna;
- piano di installazione della strumentazione idrometrica registratrice e copia della relativa lettera di notifica all'Assessorato dei LL. PP. della Regione Autonoma della Sardegna (competente per il servizio di piena) nonché della approvazione del Servizio Idrografico Regionale della Sardegna;
- copia degli studi delle onde di piena artificiali;
- copia dell'ultimo fascicolo "Diagrammi delle misure";
- registro delle manovre di esercizio sugli organi di scarico;
- disegni di consistenza delle opere.



Art. 6.4. - INGEGNERE RESPONSABILE (art. 4, comma 7 del D.L. 8 agosto 1994 n. 507 convertito in L. 21 ottobre 1994 n. 584)

I nominativi dell'Ingegnere Responsabile della sicurezza delle opere e dell'esercizio dell'impianto e del suo Sostituto, ed i loro recapiti, sono contenuti nella apposita "Rubrica" di cui all'art. 5 della Circolare della Presidenza del Consiglio dei Ministri del 19 marzo 1996 n. DSTN/2/7019.

F.C.E.M.	n. arch. S.N.D.	Rev.	Data	Pagina
Diga di Monte Crispu (OR)	668	0	nov. 2011	22 di 22


Art. 7. - DICHIARAZIONE

Con la sottoscrizione del presente atto il Gestore dell'opera si impegna all'osservanza di quanto in esso contenuto.

Il Gestore si impegna altresì:

- alla completa e perfetta manutenzione dell'opera in ogni sua parte e dei relativi accessi, nonché ad assicurare la costante efficienza dei meccanismi di manovra della presa e degli scarichi e della strumentazione di controllo;
- a sottoporre all'approvazione tecnica del progetto, ogni opera di modificazione che incida sulle caratteristiche considerate ai fini dell'approvazione del progetto originario;
- in base al disposto dell'ultimo comma della lettera B) della Circolare della Presidenza del Consiglio dei Ministri n° DSTN/2/2286 del 13/12/95, a non superare, nel corso delle manovre degli organi di scarico connesse all'ordinario esercizio (le quali non includono le operazioni finalizzate a fronteggiare situazioni di emergenza connesse con la sicurezza della diga o con eventi di piena), il valore della massima portata di piena transitabile in alveo a valle dello sbarramento contenuta nella fascia di pertinenza idraulica (così come chiarito dalla Circolare DSTN/2/12874 del 16.06.1998). Di tali manovre deve essere dato preavviso alle competenti autorità nei tempi e nei modi prescritti nel "Documento di Protezione Civile", in conformità alle disposizioni dell'art.5, ultimo comma, della Circolare della Presidenza del Consiglio dei Ministri n° DSTN/2/7019 del 19/03/96;
- all'osservanza, nel rispetto delle disposizioni contenute nel "Documento di Protezione Civile", delle limitazioni di quota del livello d'invaso che dovessero essere imposte dalla Direzione Dighe con provvedimenti che verranno a costituire, come suoi allegati, parte integrante del presente foglio di condizioni;
- ad inviare semestralmente una dichiarazione con la quale l'Ingegnere Responsabile, in base al disposto del comma C della circolare n° DSTN/2/ 22806 del 13 dicembre 1995, assevera lo stato delle opere, ivi comprese le sponde del serbatoio, e delle apparecchiature, per quanto riguarda la manutenzione, l'efficienza e le condizioni di sicurezza, nonché il rispetto del presente foglio di condizioni per l'esercizio e la manutenzione durante la gestione dell'impianto. Con tale dichiarazione l'Ingegnere Responsabile deve altresì asseverare che non si ravvisano situazioni di pericolo per le popolazioni ovvero indicare gli eventuali provvedimenti assunti.

Il presente atto, costituito da n. 22 pagine e n. 3 allegati, è stato redatto nel presente unico originale, che sarà conservato presso l'Ufficio Tecnico per le Dighe di Cagliari.

Nominativo	Firma	Luogo	Data
Il Gestore: Ente Acque della Sardegna			
L'Ufficio Tecnico per le Dighe di Cagliari	