



Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti




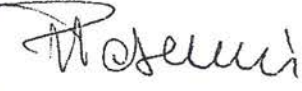
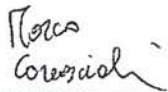
UFFICIO TECNICO PER LE DIGHE DI CAGLIARI

FOGLIO DI CONDIZIONI PER L'ESERCIZIO E LA MANUTENZIONE

DIGA SUL RIO CUGA, IN LOCALITA' NURAGHE ATTENTU, IN COMUNE DI URI (SS)
(n. arch. R.I.D. 653)

Concessionario: R.A.S. -ASSESSORATO DEI LAVORI PUBBLICI
Viale Trento, 69 - 09123 - CAGLIARI

Gestore: ENTE ACQUE DELLA SARDEGNA (EN.A.S.)
Via Mameli, 88 - 09123 - CAGLIARI

Redazione	Dirigente Ufficio Periferico	Funzionario istruttore (UCPL)	Revisione		Approvazione del R.I.D.		
			n.	data	prot.	data	firma
(Ing. Luigi Ghinami) 	(Ing. Mauro Franceschini) 	(Ing. Anna Rita Mellini) 	1	dic. 2007			
(Dott. Marco Carnasciali) 							

F.C.E.M.	n. arch. R.I.D.	Rev.	Data	Pagina
Diga sul Rio Cuga (SS)	653	1	dicembre 2007	2 di 25



Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti

UFFICIO TECNICO PER LE DIGHE DI CAGLIARI

FOGLIO DI CONDIZIONI PER L'ESERCIZIO E LA MANUTENZIONE DELLA DIGA SUL RIO CUGA, IN COMUNE DI URI (SS)

alla cui osservanza è vincolato l'Ente Acque della Sardegna

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

Autorizzazione alla gestione rilasciata dalla IV sezione del Consiglio Superiore dei LL.PP. con nota n. 1613 del 7.7.1979

Utilizzazione del serbatoio: per uso IRRIGUO e POTABILE
Corso d'acqua: RIO CUGA
Bacino principale: RIO BARCA

Amministrazione competente per il Servizio di piena: REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA –
ASSESSORATO DEI LAVORI PUBBLICI –
SERVIZIO DEL GENIO CIVILE DI SASSARI

Località: NURAGHE ATTENTU
Comune: URI
Provincia: SASSARI

Coordinate (latitudine rispetto al meridiano di Roma Monte Mario - 12° 27'10,93" E da Greenwich-) dei
seguenti tre punti della linea mediana del coronamento:

Punto centrale	latitudine	40° 36'38,55"	longitudine	4° 00'07,48" W
Estremità in spalla destra	latitudine	40° 36'41,65"	longitudine	4° 00'05,98" W
Estremità in spalla sinistra	latitudine	40° 36'35,35"	longitudine	4° 00'08,48" W



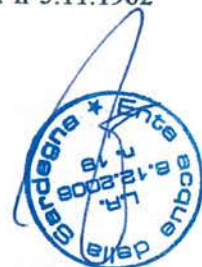
Grado di sismicità del sito: Zona 4 (*)

(*) 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. R.I.D.	Rev.	Data	Pagina
Diga sul Rio Cuga (SS)	653	1	dicembre 2007	3 di 25

Art. 1. - POSIZIONE AMMINISTRATIVA

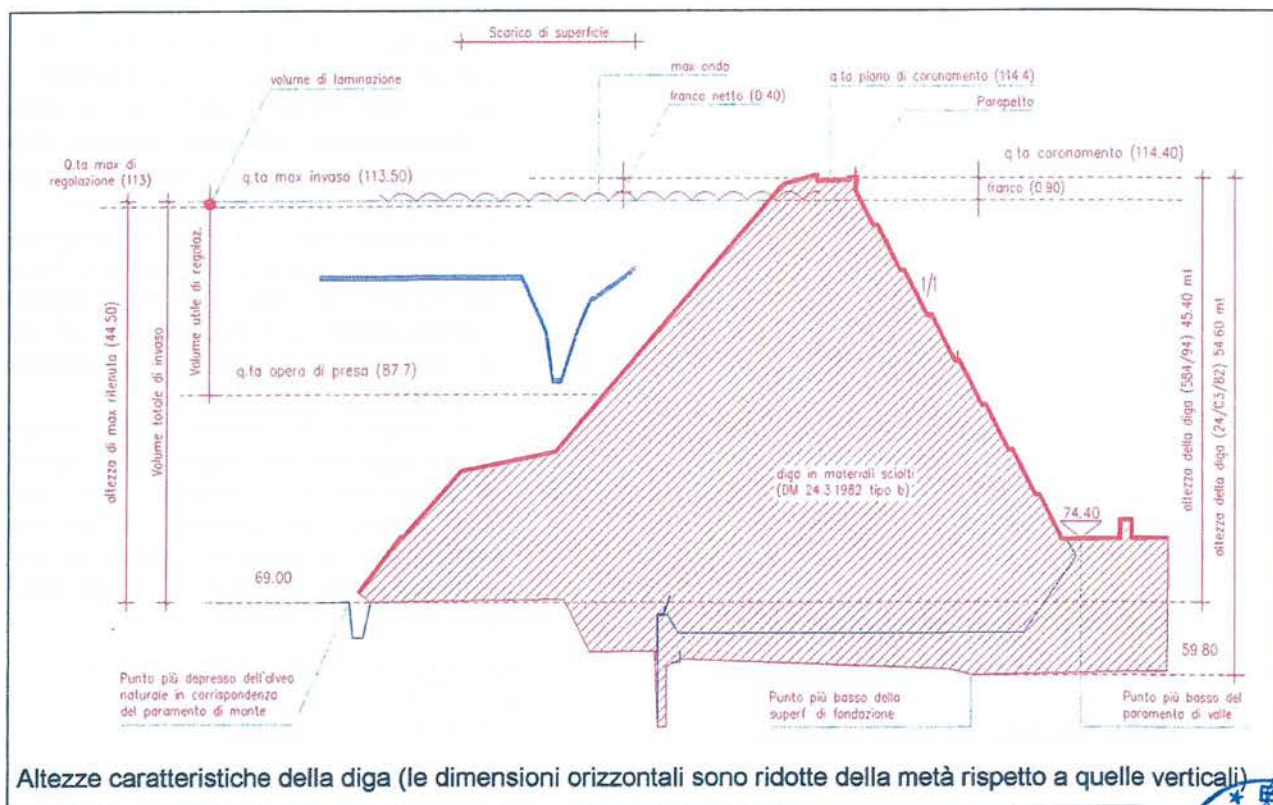
- Decreto di concessione derivazione d'acqua Ai sensi della L.R. 19/2006 la R.A.S. ha revocato il decreto di Concessione e affidato la Gestione delle opere all'Ente Acque della Sardegna (EN.A.S.). Il passaggio formale di consegne della gestione dal Consorzio di Bonifica della Nurra è avvenuto in data 27.12.2010. Il vecchio Decreto di concessione per la derivazione delle acque del Rio Cuga a mezzo dello sbarramento omonimo è datato 8.10.1960, n° 2241 registrato alla Corte dei Conti, Rep. Ass.to LL.PP. n° 2, foglio 46, in data 18.11.1960
- Disciplinare di concessione n° 8123 del 18.05.1960 allegato al Decreto n° 2241 del 8.10.1960
- Progetto esecutivo in data 12.09.1955
- Varianti al progetto esecutivo in data Apportate numerose varianti anche sostanziali; le più rilevanti
 - con progetto di variante del 14.7.1959, che prevede in particolare lo spostamento fuori corpo diga dello scarico di superficie e l'allontanamento delle acque mediante apposita galleria anziché con un canale scavato in roccia, come originariamente previsto;
 - con progetto del 15.1.1969, successivamente aggiornato su richiesta del Consiglio Superiore dei LL.PP. in data 24.8.1970, riguardante sostanzialmente la realizzazione di un rilevato di rinfianco a monte dello sbarramento originario;
 - con progetto dell'ottobre 1983 successivamente aggiornato nel marzo 1988, riguardante in particolare la sostituzione delle paratoie dello scarico di superficie e del relativo meccanismo di manovra, nonché la realizzazione del canale di scarico di alleggerimento.
- Approvazione Consiglio Superiore LL.PP. voto n° 314 del 18.11.1955
- Foglio di condizioni per la costruzione del 29.10.1962, registrato a Sassari il 3.11.1962 al n° 4771, vol. 284, mod. 2
- Data di consegna dei lavori principali 6.08.1956
- Data ultimazione dei lavori principali 8.12.1974
- Data di consegna dei lavori di completamento 9.12.1991
- Data ultimazione dei lavori di completamento 2.08.1993
- Data inizio invasi sperimentali 19.04.1975
- Data inizio esercizio normale esercizio normale non iniziato (il collaudo ex art. 14 è ancora in corso)
- Data certificato di collaudo tecnico-amministrativo
 - Lavori principali: 1.2.1979
 - Lavori di completamento 30.9.1994
- Data certificato di collaudo ai sensi dell'art. 14 del D.P.R. 1.11.1959 n. 1363 collaudo in corso



F.C.E.M.	n. arch. R.I.D.	Rev.	Data	Pagina
Diga sul Rio Cuga (SS)	653	1	dicembre 2007	4 di 25

Art. 2. - DATI PRINCIPALI DELLA DIGA DESUNTI DAL PROGETTO APPROVATO

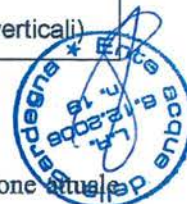
- Altezza della diga (ai sensi del D.M. 24.03.'82)..... 54,50 m
- Altezza della diga (ai sensi della L. 584/94)..... 45,40 m
- Altezza di massima ritenuta..... 44,50 m
- Quota coronamento..... 114,40 m s.l.m.
- Franco (ai sensi del D.M. n° 44 del 24.03.'82)..... 0,90 m
- Franco netto (ai sensi del D.M. n° 44 del 24.03.'82)..... 0,40 m
- Sviluppo del coronamento 219,50 m
- Volume della diga..... 250.000 m³
- Grado di sismicità assunto nel progetto..... Zona 4
- Classifica ai sensi del D.M. 24.03.82..... diga in materiali sciolti, zonata, con nucleo di terra per la tenuta (Bb)



Altezze caratteristiche della diga (le dimensioni orizzontali sono ridotte della metà rispetto a quelle verticali)

DESCRIZIONE DELL'OPERA

La diga è del tipo in materiali sciolti, zonata, con nucleo in argilla e limi sabbiosi. La conformazione attuale della diga è il risultato di due interventi eseguiti in tempi successivi. Il primo ha riguardato la costruzione, negli anni 1956-61, della struttura originaria, costituita dal solo semicorpo di valle, in pietrame trachitico vibrato meccanicamente con manto di tenuta in calcestruzzo armato con doppia maglia di tondino di ferro di 20 cm di lato Ø10÷14 mm. Il secondo, attuato nei primi anni '70, è consistito nella realizzazione di un rinfilanco a monte



F.C.E.M.	n. arch. R.I.D.	Rev.	Data	Pagina
Diga sul Rio Cuga (SS)	653	I	dicembre 2007	5 di 25

della struttura originaria costituito da un nucleo di terra addossato al paramento originario, da un contronucleo in pietrame e da una scogliera di protezione. Il secondo intervento fu reso necessario da consistenti cedimenti dei terreni di imbasamento, ai quali conseguirono notevoli dissesti statici che compromisero la capacità di tenuta dello sbarramento originario ⁽¹⁾. Un'ulteriore rilevante causa di dissesti fu il sollevamento dei terreni delle spalle per effetto delle sottopressioni dovute alle iniezioni di schermo. I forti valori della pressione di iniezione comportarono anche il rifluimento della boiaccia all'interno dei meati del pietrame costituente il semicorpo di valle ⁽²⁾.

LA STRUTTURA ORIGINARIA: E' realizzata in pietrame trachitico di granulometria variabile fra i 100 e i 600 mm vibrocompattato meccanicamente fino a ridurre i vuoti al 29%. Sull'imbasamento, per uno spessore variabile intorno a 1,5÷2 m, lungo il paramento a monte, per uno spessore variabile da 1,8 m in sommità a 2,80 m alla base, e in cresta, per uno spessore di 1 m, il corpo diga è formato da una particolare muratura costituita da un'alternanza di strati di pietrame e di calcestruzzo, fatti mutuamente compenetrare mediante vibrazione di quest'ultimo. La muratura retrostante al paramento fu realizzata a conci con giunti in corrispondenza dei giunti del sovrastante paramento in lastroni di calcestruzzo armato.

⁽¹⁾ I dissesti interessarono il coronamento, il manto di calcestruzzo armato del paramento di monte, il sottostante taglione ed il cunicolo ricavato alla sommità di quest'ultimo. Le opere di sistemazione dei dissesti, previste nel "progetto delle opere di completamento e sistemazione" a firma dell'Ing. Samuele Paolo Algranati, recante la data del 15.1.69 e poi aggiornato in data 24.8.70, oltre alla realizzazione del nucleo in terra e del semicorpo di monte in scogliera, comportarono:

- la realizzazione di un rilevato di appesantimento della pendice sottostante allo scarico di superficie, in sponda sinistra, anche questo in scogliera di materiale analogo a quello dello strato più esterno del rinfiamento di monte della diga;
- la sistemazione dell'esistente manto di calcestruzzo, e cioè il ripristino dell'aderenza di esso al sottofondo (venuta meno a seguito degli assestamenti) mediante chiodature di ancoraggio al sottofondo stesso e iniezioni cementizie a tergo;
- la modifica della struttura di coronamento, che precedentemente poggiava a monte sul manto di calcestruzzo seguendone i movimenti e gli assestamenti, e a seguito degli interventi di risanamento fu ridotta di larghezza in modo da imbasarla per intero sul corpo diga;
- l'esecuzione di iniezioni dall'interno del cunicolo longitudinale volte a ripristinare l'impermeabilità del taglione;
- la ricentatura dei cunicoli (la cui sezione fu conseguentemente ridotta);
- la sistemazione della galleria di scarico di fondo con lo spostamento dell'imbocco verso monte (per disimpegnarlo dall'allora costruendo rinfiamento di monte);
- la sistemazione della galleria di derivazione, per la quale fu prevista anche la sistemazione del pozzo e della camera di manovra, che presentavano notevoli dissesti.

⁽²⁾ L'effetto negativo più visibile della nutrita campagna di cementazioni fu una deformazione del coronamento, il cui profilo longitudinale assunse un andamento "a corda lenta", con dislivelli dell'ordine dei 25÷30 cm tra le spalle e la parte centrale.

F.C.E.M.	n. arch. R.I.D.	Rev.	Data	Pagina
Diga sul Rio Cuga (SS)	653	1	dicembre 2007	6 di 25

Il paramento di calcestruzzo armato, ancora esistente, è costituito da lastronature di spessore variabile da 30 cm al coronamento a 50 cm al piede, ed è diviso in elementi di 12 m di larghezza da 18 giunti verticali; l'unico giunto orizzontale è a quota 97,10 m s.l.m.. Per assicurare la tenuta dei giunti, a cavallo di questi furono inseriti dei profilati di gomma sintetica. La scarpa del paramento di monte originario è mediamente pari a 0,7, con un massimo di 0,75 alla base e un minimo di 0,65 in sommità.

Il paramento di valle è costituito da bolognini in trachite con giunti stilati a mezzo di malta cementizia poggianti su uno strato di muratura di pietrame a secco assestata a mano; ha pendenza pari ad 1, con banchine larghe 1 m ogni 5 m di altezza.

La lastronatura di monte poggia su uno zoccolo di calcestruzzo entro il quale è stato ricavato un cunicolo perimetrale di ispezione che collega il pozzo delle paratoie dell'opera di presa, in destra della diga, con il pozzo delle paratoie dello scarico di fondo, in sinistra. Al cunicolo perimetrale in passato facevano capo i drenaggi discendenti retrostanti ai giunti dei lastroni del paramento ed i drenaggi del terreno di imposta. Oggi, ad esso fanno capo i drenaggi discendenti che convogliano le permeazioni provenienti dal semicorpo di monte della diga (scogliera + contronucleo + nucleo di argilla), captate dallo strato filtro in conglomerato bituminoso aperto disteso tra il nucleo argilloso ed il paramento in calcestruzzo del rilevato di valle. I drenaggi profondi, intasati dalle cementazioni, non sono più esistenti. Le perdite raccolte entro il cunicolo longitudinale, vengono convogliate a valle da un cunicolo trasversale.

Lo zoccolo di monte si addentra nel terreno per circa 2 m di profondità, e prosegue inferiormente con un taglione dello spessore di 2 m nel tratto in alveo, e di 1,5 m nei tratti lungo le spalle. Il taglione ha profondità variabili da 6 a 12 metri circa, con profondità massime alle quote più basse. Lungo il taglione e per una certa lunghezza entro le spalle, è stato praticato uno schermo di impermeabilizzazione mediante iniezioni di cemento spinte fino alla profondità di 50 metri al di sotto dell'imbasamento. Lo schermo è costituito da due file di iniezioni, la prima delle quali, a fori verticali, giace su un piano posto circa 1,5 m a monte del taglione di piede, e la seconda, a fori inclinati, giace sul piano assiale del taglione.

IL RINFIANCO DI MONTE: Il rilevato di rinfiango realizzato a monte della struttura originaria è formato da tre zone, che nel progetto delle opere di completamento e sistemazione del 1969-70 vengono indicate con le lettere "A", "B" e "C".

- La zona "A", avente la funzione di nucleo impermeabile, è costituita da limi argillo-sabbiosi provenienti dalle golene del Rio Cuga, in prossimità della strada per Putifigari, a valle della diga. Fu posto in opera per strati orizzontali dello spessore di circa 20 cm costipati con 8 passate di rullo da 15 tonnellate con umidità del 16%, fino a raggiungere valori del peso specifico del terreno secco non inferiore a 1,65 t/m³.
- Le zone "B" e "C", la prima costituente un contronucleo semipermeabile e la seconda un rinfiango permeabile di protezione e appesantimento, sono formate con il tout-venant della stessa cava di roccia trachandesitica utilizzata per la costruzione della struttura originaria, cava che è situata 700 m a monte della diga, in sponda destra. Il tout-venant, tagliato per vagliatura a 100÷150 mm, è stato utilizzato, per la parte passante al vaglio, per realizzare la zona "B", e per la parte trattenuta, con dimensione massima di 600 mm, per realizzare la zona "C". Il materiale della zona "B" è stato posto in opera per strati orizzontali di 30 cm, e costipato con 7-8 passate di rullo vibrante da 12 tonnellate; il materiale della zona "C" (scogliera) è stato posto in opera per

F.C.E.M.	n. arch. R.I.D.	Rev.	Data	Pagina
Diga sul Rio Cuga (SS)	653	1	dicembre 2007	7 di 25

strati di 80 cm e rullato con lo stesso rullo vibrante utilizzato per il materiale della zona "B". I materiali delle due zone "B" e "C" sono atti a funzionare come filtri rispettivamente di quelli delle zone "A" e "B". Al fine di aumentare la permeabilità della zona "B" e quindi facilitare, in fase di svaso, l'effiltrazione dell'acqua, nella zona "B" sono stati inseriti strati drenanti orizzontali di sabbia e pietrischetto.

Il rilevato di monte è realizzato direttamente sul terreno di imposta, previa asportazione del terreno vegetale ed accurata preparazione della superficie. I tre strati costituenti, "A", "B" e "C", terminano in basso con un tratto orizzontale realizzato per ragioni di ordine statico che consigliarono l'appesantimento della parte inferiore del rilevato e lo spostamento verso monte dell'unghia del rilevato stesso. L'entità piuttosto rilevante dello spostamento verso monte dell'unghia del rilevato non consentì, all'epoca della realizzazione del rinfiacco di monte, di avvalersi per l'esecuzione dei lavori dell'allora esistente diga preliminare eretta in occasione della costruzione della struttura originaria. Questa fu quindi demolita, e il nuovo rilevato fu munito di una nuova avandiga in scogliera. All'epoca della costruzione, la nuova avandiga venne dotata di un dispositivo di tenuta costituito in elevazione da lastroni in calcestruzzo armato poggianti su uno zoccolo in calcestruzzo che si addentra nel terreno per circa 4 m di profondità, e in fondazione da uno schermo di pali accostati che, attraversando il detrito di fondo valle, si attestavano sulla sottostante formazione rocciosa. A lavori ultimati, questo dispositivo fu reso inefficiente mediante la demolizione di parte dei lastroni e la riperforazione di alcuni pali dello schermo, allo scopo di rendere libero il movimento di effiltrazione dell'acqua dal rilevato e dai terreni di fondazione durante la fase di svaso. Fu invece lasciato integro lo zoccolo in calcestruzzo, che funge anche da appoggio per i materiali sciolti costituenti la scogliera più superficiale.

In fase di costruzione del rilevato di monte, preliminarmente alla realizzazione della zona "C", furono realizzate delle iniezioni cementizie di impermeabilizzazione del terreno di fondazione, praticate a partire dal paramento di monte della zona "B". Le iniezioni, che interessarono per 10 m la sottostante formazione rocciosa avente il tetto a quota 60 m s.l.m. circa, furono estese a tutto l'imbasamento del rilevato di monte, e andarono perciò a collegarsi con lo schermo profondo dello sbarramento originario. La densità media dei fori fu di uno ogni 10 m² di superficie, con densità dei fori crescente da monte verso valle.

IL CONTATTO STRUTTURA ORIGINARIA – RINFIANCO DI MONTE: Fra il paramento di monte della struttura originaria ed il nucleo impermeabile a questo addossato, è interposto uno strato filtro in conglomerato bituminoso aperto, della larghezza in orizzontale di 0,60 m, avente funzione di drenaggio delle eventuali filtrazioni, e conseguente eliminazione del flusso idrico sulla superficie di contatto tra il nucleo argilloso ed il paramento in calcestruzzo del rilevato originario. Alla base del filtro, che poggia sulla risega di sommità del cunicolo-taglione, è presente un sistema di fori di raccolta delle infiltrazioni (un foro del Ø100 ogni 6 m) per il recapito nel cunicolo delle infiltrazioni stesse. Al fine di impedire che la presenza del filtro drenante favorisse il passaggio di acqua in risalita dai terreni di fondazione a monte fino alla base del filtro stesso lungo la superficie di contatto tra la terra del nucleo e il calcestruzzo del taglione, è stato previsto un dispositivo costituito da una membrana bituminosa in doppio strato altamente deformabile, chiodata e incollata per mezzo di mastice bituminoso al calcestruzzo del taglione, la quale si sovrappone al filtro drenante per un metro di altezza. La membrana è sigillata al piede per mezzo di un cordolo di calcestruzzo bituminoso chiuso.



F.C.E.M.	n. arch. R.I.D.	Rev.	Data	Pagina
Diga sul Rio Cuga (SS)	653	1	dicembre 2007	8 di 25

DESCRIZIONE DEI TERRENI DI FONDAZIONE

L'area di imposta dello sbarramento è costituita da trachiti grigio-rossastre generalmente molto fratturate e variamente alterate con fratture sovente scomposte e riempite di materiale argillificato (conseguente a processi di origine idrotermale) e fenomeni pronunciati, soprattutto in sponda sinistra, di foliazione. Le trachiti sono alternate in maniera complessa a tufi trachitici rossastri generalmente molto alterati e scompaginati, ridotti talora a terre argillose plastiche inglobanti blocchi e ciottoli di varie dimensioni, tanto che non sempre risultano distinguibili dalla coltre detritica superficiale soprastante. Quest'ultima, costituita anche da detrito di falda e di frana, presenta spessore variabile su tutta la zona di imposta.

L'ammasso roccioso ha subito un'attività tettonica molto intensa caratterizzata da dislocazioni e movimenti che, unitamente ai processi idrotermali e alla decompressione conseguente all'erosione, hanno quasi completamente cancellato le superfici originarie sulle quali si sono depositate le diverse colate laviche.

In spalla destra le rocce trachitiche sono prevalenti rispetto ai tufi e presentano assetto generalmente litoide. Le numerose diaclasi che interessano il materiale sono variamente orientate, anche se la giacitura della famiglia principale presenta immersione E-SE e inclinazione di 50-60° (tra franapoggio più inclinato del pendio e traverspoggio).

In spalla sinistra l'ammasso roccioso trachitico è maggiormente scompaginato, a causa della maggiore abbondanza dei tufi e non è possibile effettuare valutazioni sulla giacitura delle fratture e delle diaclasi che lo interessano ⁽³⁾.

⁽³⁾ A seguito del verificarsi di frane in spalla sinistra conseguentemente alle operazioni di scavo per la realizzazione dello sfioratore di superficie, nei primi anni '60 sulla stessa spalla fu necessario eseguire una serie di profonde chiodature con placcaggio aventi lo scopo di rendere più solidali tra loro i banchi trachitici, riducendo il rischio di nuovi crolli che avrebbero potuto investire il personale addetto ai lavori. Sul finire degli anni '60, in fase di esecuzione della raggiera di iniezioni (con pressione massima pari a 5 atmosfere) dalla galleria dello scarico di superficie per la realizzazione dello schermo di tenuta, si constatò la fuoriuscita di boiaccia su tutta la parete rocciosa sovrastante al piazzale di coronamento e sul piano dell'impianto di miscelazione, posto oltre dieci metri al di sopra di detto piazzale. Tale constatazione fece presumere l'esistenza di grosse fratture beanti con andamento all'incirca parallelo al corso d'acqua. Pertanto, tenuto conto anche dell'ottima riuscita della chiodatura con placcaggio precedentemente eseguita nel tratto di spalla leggermente più a monte, si decise di eseguire profonde chiodature in tutta la zona interessata (si eseguirono in totale 156 chiodi, per una lunghezza complessiva di 8026 m, mediamente oltre 50 m per chiodo).



F.C.E.M.	n. arch. R.I.D.	Rev.	Data	Pagina
Diga sul Rio Cuga (SS)	653	1	dicembre 2007	9 di 25

Art. 3. - DATI PRINCIPALI DEL SERBATOIO DESUNTI DAL PROGETTO APPROVATO

- quota di massimo invaso.....	113,50 m s.l.m.
- quota massima di regolazione.....	113,00 m s.l.m.
- quota minima di regolazione.....	87,70 m s.l.m.
- superficie dello specchio liquido:	
- alla quota di massimo invaso	3,25 km ²
- alla quota massima di regolazione.....	3,17 km ²
- alla quota minima di regolazione	0,12 km ²
- volume totale di invaso (ai sensi del D.M. 24.3.'82)	36,51 · 10 ⁶ m ³
- volume di invaso (ai sensi della L.584/1994)	34,92 · 10 ⁶ m ³
- volume utile di regolazione.....	34,24 · 10 ⁶ m ³
- volume di laminazione.....	1,59 · 10 ⁶ m ³
- superficie del bacino imbrifero direttamente sotteso.....	60 km ²
- superficie dei bacini imbriferi allacciati	185 km ²
- portata di massima piena di progetto	750 m ³ /s
- tempo di ritorno.....	dato non reperito



DESCRIZIONE SINTETICA DEL BACINO IMBRIFERO AFFERENTE ALL'INVASO

Il bacino direttamente sotteso dallo sbarramento sul Rio Cuga a Nuraghe Attentu, comprendente i bacini dello stesso Cuga e del Rio Monte Pedrosu, è impostato su rocce vulcaniche oligo-mioceniche di tipo trachitico, nella parte occidentale più prossima allo sbarramento, e da rocce calcaree, soprastanti stratigraficamente alle trachiti, nella parte orientale del bacino.

La morfologia del bacino è di tipo collinare soltanto sul lato meridionale (sinistra idrografica) e orientale (monte), con rilievi che comunque presentano forme dolci ed arrotondate e pendenze sostanzialmente modeste. Il lato settentrionale (destra idrografica) risulta praticamente pianeggiante.

Il reticolo idrografico è di tipo sub-dendritico, con aste fluviali che non si sviluppano secondo direzioni corrispondenti a particolari dislocazioni tettoniche. I corsi d'acqua secondari, a regime generalmente sporadico, scorrono incassati nella roccia soltanto nei tratti più a monte dei rilievi sud-orientali che delimitano il bacino.

Il bacino del Cuga è collegato al serbatoio dell'Alto Temo (Monteleone Roccadoria) da una galleria lunga circa 10 km con soglia iniziale a quota 196 m s.l.m., ed utilizza, tramite la galleria stessa ed un sistema di canali a cielo aperto, le acque del Rio Sette Ortas, del Rio Badde de Jana e del Rio S'Olia. (o Rio Giunchi, affluente in destra del Rio Badde de Jana). La rete di canali di distribuzione, potenzialmente in grado di irrigare un comprensorio di circa 22.000 ettari, parte dalla diga del Rio Cuga, la quale rappresenta perciò l'opera cardine del complesso irriguo.

La superficie complessivamente drenata dall'invaso del Cuga ammonta a 245 km², di cui 60 direttamente sottesi dalla diga sul Cuga, 145 sottesi dalla diga dell'Alto Temo e 40 drenati dalle opere minori. E' prevista inoltre la



F.C.E.M.	n. arch. R.I.D.	Rev.	Data	Pagina
Diga sul Rio Cuga (SS)	653	1	dicembre 2007	10 di 25

captazione ed il convogliamento al bacino dell'Alto Temo delle acque di bacini tributari del Temo, il che incrementerà la superficie complessiva dei bacini allacciati di altri 85 km² circa.

DESCRIZIONE DELLE SPONDE DELL'INVASO

La sponda destra degrada verso l'invaso con pendenza inferiore al 5% e risulta priva di vegetazione di tipo arboreo. Sono presenti, nelle vicinanze dello sbarramento sia al di sopra che al di sotto della quota di massimo invaso, alcune scarpate in corrispondenza di cave abbandonate dalle quali fu estratta la pietra trachitica per la costruzione della diga. Alcuni di questi siti sono stati utilizzati parzialmente come discarica dello "smarino" degli scavi di fondazione; i materiali ivi accumulati, a causa soprattutto delle pendenze modeste, sono da considerare stabilizzati dal punto di vista gravitativo.

La sponda sinistra presenta pendenze maggiori ed è coperta da una vegetazione più folta di tipo arbustivo ed, a luoghi, arboreo. Sono presenti, ai piedi dei versanti, con detritici che risultano sufficientemente stabilizzati. Si può pertanto escludere la presenza di processi gravitativi in corrispondenza della sponda sinistra.

In prossimità della spalla sinistra è presente una scarpata, al di sotto della quota di massimo invaso, in cui l'ammasso roccioso risulta molto fratturato secondo più famiglie di discontinuità. Tale situazione potrebbe generare fenomeni di crollo comunque sporadici e molto limitati nello spazio.

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

A valle dello sbarramento, il Rio Cuga prosegue in direzione Est-Ovest dapprima (a valle della confluenza del Rio Badde de Jana) con il nome di Rio Su Catala, e poi (a valle della confluenza del Rio Scala Mala) come Rio Serra. Circa 12÷13 km a valle della diga, il Rio Serra confluisce nel Rio Barca, che a sua volta sfocia nello stagno di Calich, un bacino salmastro che occupa una superficie di 75 ettari a ridosso della Rada di Alghero.

L'alveo a valle della diga corre lungo un territorio che si presenta abbastanza aperto, con rilievi di pendenza non molto elevata. In un primo tratto di circa 4 km, l'alveo risulta abbastanza incassato tra i rilievi circostanti, e caratterizzato da una pendenza media ancora sensibile, dell'ordine dell'1,1%. Nei successivi 3÷3,5 km, fino alla confluenza del Rio Scala Mala, la vallata si apre in destra, e la pendenza media dell'alveo scende intorno allo 0,3%. Più oltre, l'alveo corre in un territorio ormai praticamente pianeggiante.

Il corso e le sponde del Rio Cuga e del Rio Su Catala, nei primi chilometri a valle della diga, sono caratterizzati dalla presenza di una vegetazione spontanea prevalentemente di tipo arbustivo. Non si ravvisa la presenza di situazioni particolari che possano impedire il normale deflusso dell'acqua.

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

Secondo una valutazione dell'Ente concessionario, il bacino sotteso dalla diga del Cuga è classificabile come "poco erodibile", con trasporto solido specifico che può essere stimato in circa 140 m³/km² annui. Si ha notizia di un notevole interrimento a monte della struttura avvenuto durante la costruzione della diga originaria, creato però non da materiale trasportato dal Rio Cuga ma da materiale rimosso durante l'esecuzione dei lavori.



F.C.E.M.	n. arch. R.I.D.	Rev.	Data	Pagina
Diga sul Rio Cuga (SS)	653	1	dicembre 2007	11 di 25

particolar modo, presumibilmente, nelle operazioni di coltivazione della cava dalla quale proviene la roccia trachandesitica utilizzata per la formazione della diga, in destra dell'alveo del Cuga, a monte della diga. Nella relazione generale del progetto delle opere di completamento e sistemazione del 15 gennaio 1969, curato dall'Ing. Samuele Paolo Algranati, viene motivata la realizzazione di una soglia di imbocco rialzata della galleria dello scarico di fondo, con ciglio a quota 72,5 m s.l.m. contro i 69 m s.l.m. della soglia preesistente, con "la situazione venutasi a creare a monte della galleria a seguito del parziale tamponamento dell'imbocco stesso, operato dall'Impresa esecutrice per invasare l'acqua necessaria ai lavori: il tamponamento ha provocato un esteso interrimento a monte fino alla quota 72,50÷73,00".

Art. 4. - DATI PRINCIPALI DELLE OPERE DI SCARICO E DERIVAZIONE

Portata esitata con livello nel serbatoio alla quota 113,50 m s.l.m. (quota di massimo invaso) con paratoie interamente abbattute

- dallo scarico di superficie 750,00 m³/s

Portata esitata con livello nel serbatoio alla quota 113,00 m s.l.m. (quota massima di regolazione)

- dallo scarico di fondo 60,00 m³/s
- dalla derivazione irrigua ⁽⁴⁾ 12,50 m³/s
- dallo scarico di alleggerimento ⁽⁴⁾ 45,00 m³/s

CARATTERISTICHE PRINCIPALI DELLE OPERE DI SCARICO E DERIVAZIONE

- Scarico di superficie:

Ubicato in sponda sinistra, è costituito da due luci sfioranti, ognuna larga 16 metri, con soglia a quota 108 m s.l.m.. Le luci sono corredate da paratoie a ventola in lega leggera, interamente abbattibili, aventi altezza di ritenuta di 5 m, comandate da pistoncini oleodinamici. Le soglie di sfioro immettono in un'opera a imbuto che convoglia le acque in una galleria di eduazione a sezione circolare del diametro di 8 m, della lunghezza di 181,5 m, caratterizzata da una pendenza dell'11%. Questa sbocca a valle in un breve tronco di canale divergente all'aperto entro il quale è ricavata una vasca di dissipazione.

- Scarico di fondo:

E' costituito da una galleria a sezione circolare lunga circa 270 m con diametro interno pari a 3 m che sottopassa la spalla sinistra della diga. La galleria, il cui filo inferiore parte da quota 69 m s.l.m., è preceduta

⁽⁴⁾ La derivazione può fungere anche da scarico di alleggerimento: a valle della galleria di presa, un canale che si diparte da una vasca di calma affiancata al canale adduttore mette in comunicazione quest' ultimo con il canale dello scarico di fondo.



F.C.E.M.	n. arch. R.I.D.	Rev.	Data	Pagina
Diga sul Rio Cuga (SS)	653	1	dicembre 2007	12 di 25

da un manufatto di imbocco con soglia a quota 72,5 m.s.l.m.; è intercettata da due paratoie piane a strisciamento con luce di $1,60 \times 2,00$ m a comando oleodinamico disposte in serie nel fondo di un pozzo a cui si accede dal coronamento della diga; sbocca a valle della diga in un canale fugatore a sezione trapezia che, con l'intervento di un gradino terminale, recapita le acque nell'alveo di valle, in prossimità dello sbocco dello scarico di superficie. ⁽⁵⁾

- Derivazione irrigua e scarico di alleggerimento:

L'opera di derivazione irrigua è formata da una galleria a sezione circolare, interamente rivestita in cemento armato, con diametro interno di 2,1 m, che si sviluppa in sponda destra ⁽⁶⁾. La galleria è preceduta da un manufatto di imbocco con platea a quota 87,70 m.s.l.m. e muri laterali convergenti, munito di griglia e gargami per eventuale panconatura. Come la galleria dello scarico di fondo, anche la galleria di derivazione è intercettata da due paratoie piane a strisciamento con luce di $1,60 \times 2,00$ m a comando oleodinamico disposte in serie nel fondo di un pozzo a cui si accede dal coronamento della diga. La galleria sbocca a valle in una vasca di calma. Da questa parte il canale principale di irrigazione nonché lo scarico di alleggerimento, costituito da un canale, in parte coperto e in parte a cielo aperto, che mette in comunicazione la vasca di calma con il canale dello scarico di fondo ⁽⁷⁾.

⁽⁵⁾ La conformazione attuale dello scarico di fondo è alquanto diversa da quella originaria. Il progetto delle opere di completamento e sistemazione del 1969-70 dell' Ing. S. P. Algranati, prevede, a seguito della costruzione del rinfianco di monte, l' avanzamento di 25 m verso monte dell' imbocco della galleria; venne inoltre realizzata la soglia che ha portato la quota del ciglio a 72,5 m s.l.m., ed il muro sinistro di accompagnamento dell' imbocco, destinato a funzionare da muro di contenimento di elementi lapidei che dovessero rotolare verso il centro dell' alveo dopo essersi distaccati dalla sponda sinistra, che presenta qualche colonna di trachite di non sicura stabilità. Venne infine realizzato il canale fugatore che raccoglie le acque scaricate dalla galleria e le accompagna nel vecchio alveo

Il canale di alleggerimento che si diparte dalla vasca di calma a valle della galleria di derivazione fu invece previsto nel progetto di opere di completamento del 1990.

⁽⁶⁾ Il diametro della galleria era originariamente pari a 2,5 m. Tuttavia, a seguito di alcune lesioni manifestatesi subito dopo la costruzione della galleria, ancora una volta attribuibili ad assestamenti del terreno retrostante il primitivo anello di calcestruzzo o a movimenti dello stesso terreno verificatisi in seguito alle iniezioni di schermo, nei primi anni '60 fu realizzato un rivestimento di rinforzo in cemento armato dello spessore di 20 cm che ridusse il diametro interno a 2,1 m, e conseguentemente la sezione della galleria da 4,85 mq a 3,45 mq. Il diametro e la sezione della galleria così ridotti, sono comunque sufficienti a permettere la portata pari a quella delle luci delle paratoie. Col suddetto provvedimento, la velocità dell' acqua nella galleria, in rapporto alla massima portata richiesta dal canale derivatore (12,5 mc/s), risulta aumentata da 2,85 m/s a 3,6 m/s.

⁽⁷⁾ Anche l' opera di derivazione ha subito delle modifiche rispetto alla conformazione originaria. A parte la realizzazione del canale di alleggerimento, di cui si è detto alla nota precedente, vi è stato anche lo spostamento verso monte dell' imbocco

F.C.E.M.	n. arch. R.I.D.	Rev.	Data	Pagina
Diga sul Rio Cuga (SS)	653	1	dicembre 2007	13 di 25

- Derivazione potabile:

E' costituita da un torrino di presa fuori corpo diga, situato sulla sponda destra dell'invaso a circa 50 m dalla diga, provvisto di 5 prese alle quote in asse di 112, 105, 98, 91 e 83,8 m s.l.m., seguito da una condotta in acciaio del Ø800. La portata mediamente derivata è di circa 350 l/s, per un totale annuo dell'ordine di 8 milioni di metri cubi. La derivazione potabile è gestita da Abbanoa S.p.A..

Art. 5. - ACCESSI ALLA DIGA

- Accesso alla diga:

Alla diga si accede in destra percorrendo una strada di servizio della lunghezza di circa 1300 m che si diparte dalla S.S. 127 bis "Sassari-Alghero", e in sinistra da una seconda strada di servizio della lunghezza di circa 500 m che collega l'opera alla S.P. n° 12 "S.S. 127 bis-Montresta".

- Accesso alle varie parti della diga:

Due rampe di scale esterne che corrono a ridosso della diga sia in spalla destra che in spalla sinistra, conducono all'ingresso del cunicolo longitudinale. Da questo si accede, scendendo lungo le rampe di scale interne che corrono nel cunicolo longitudinale, al cunicolo trasversale inferiore.

L'accesso al cunicolo trasversale inferiore può avvenire anche da valle, attraverso un pozzetto munito di chiusino situato al piede dello sbarramento.

Dal cunicolo longitudinale si accede direttamente alle camere di manovra sia dell'opera di presa che dello scarico di fondo. Alle due camere di manovra si può anche accedere, tramite scale in acciaio zincato, dalla sommità dei rispettivi pozzi, che risalgono fino al coronamento della diga con dei caselli ove sono ubicati i quadri di comando per le manovre locali.

Entro il pozzo di manovra dello scarico di fondo, è installato anche un ascensore che collega la camera di manovra delle paratoie al casello situato sul coronamento.

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.

Art. 6.1. - VIGILANZA

La struttura per la vigilanza sulle opere è così costituita:

- Casa di guardia:

E' ubicata sulla spalla destra della diga, in posizione dalla quale si domina tutto il coronamento della diga e lo specchio di lago antistante.

della galleria dovuto alla costruzione del rinfianco di monte. Rispetto all' opera di imbocco originaria, la cui soglia era a quota 87,50 m s.l.m., la soglia dell' imbocco attuale risulta rialzata di 20 cm.



F.C.E.M.	n. arch. R.I.D.	Rev.	Data	Pagina
Diga sul Rio Cuga (SS)	653	1	dicembre 2007	14 di 25

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

Casa di guardia.

- Personale di guardiania:

La vigilanza e la guardiania dell'impianto sono affidate, durante il normale orario di lavoro, a personale dell'Ente Gestore supportato da personale dipendente di una società di vigilanza per le 24 ore giornaliere.

- 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, di una squadra di tecnici addetti al controllo della strumentazione e del personale di vigilanza delle opere dipendenti dell'Ente Gestore. La manutenzione ordinaria delle opere elettromeccaniche e di quelle civili e idrauliche è affidata a operai dipendenti dell'Ente. Gli interventi di manutenzione 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 PCM del 19/03/96 n°DSTN/2/7019)).

Le comunicazioni della casa di guardia con l'esterno si svolgono mediante rete di telefonia fissa. Le comunicazioni tra la casa di guardia ed il locale di manovra degli organi di scarico si svolgono per mezzo di un impianto citofonico. Inoltre il personale tecnico e di guardiania è fornito di utenza telefonica mobile.

- Procedure di guardiania:

Il controllo delle opere viene effettuato da parte del personale appositamente incaricato dal Gestore con le seguenti procedure:

- In periodi di esercizio normale, la guardiania si esplica attraverso la presenza continuativa del personale di guardiania che risiede nella casa di guardia.
- In periodi di allerta, è garantita la vigilanza continua, 24 ore su 24, da parte di personale tecnico dell'Ente gestore.
- 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 dal Registro Italiano Dighe.
- Il personale addetto alla guardiania, al controllo e alla manutenzione dovrà svolgere le seguenti mansioni:
 - 1) sorvegliare le opere affidate;
 - 2) effettuare ispezioni giornaliere e periodiche;
 - 3) effettuare manovre in conformità alle istruzioni di carattere generale o specifico ricevute;
 - 4) verificare le apparecchiature di controllo e gli strumenti di misura con trascrizione delle letture in appositi stampati;
 - 5) riferire ogni anomalia riscontrata per quanto riguarda l'opera presidiata e le sue adiacenze.



F.C.E.M.	n. arch. R.I.D.	Rev.	Data	Pagina
Diga sul Rio Cuga (SS)	653	1	dicembre 2007	15 di 25

- Impianti di alimentazione dei comandi degli organi di manovra:

L'alimentazione è costituita da una linea elettrica dell'ENEL con cabina di trasformazione MT/BT ubicata sulla spalla sinistra della diga. In un locale attiguo alla cabina elettrica è installato anche il gruppo elettrogeno da 80 KVA ad inserimento automatico che serve gli impianti oleodinamici di manovra delle paratoie, gli impianti di illuminazione e l'impianto di segnalazione acustica in caso di interruzione della corrente di rete. In assenza di alimentazione elettrica causata da un eventuale guasto contemporaneo della linea elettrica esterna e del gruppo elettrogeno, è possibile l'azionamento manuale di tutti gli organi di manovra mediante pompa a mano.

- Impianti di illuminazione esterna dei paramenti e del coronamento:

L'illuminazione del paramento di valle è ottenuta per mezzo di due torri faro collocate una in sponda destra ed una in sponda sinistra. Il coronamento è illuminato con 8 lampioni con lampade allo iodio. Il paramento di monte è illuminato mediante due proiettori, di cui uno installato in prossimità dello scarico di superficie in sponda sinistra e l'altro vicino alla casa di guardia in sponda destra.

- Impianto di illuminazione interna della diga:

I cunicoli della diga sono illuminati mediante plafoniere stagne dotate di normali lampade a incandescenza da 100 W.

- 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 sul tetto del casello di sommità del pozzo di manovra dello scarico di fondo. Le modalità di attivazione della sirena sono le seguenti:

- la sirena entra in funzione, a mezzo dell'apposito comando di attivazione, esclusivamente per manovre di apertura volontaria degli organi di scarico;
- il tempo di emissione del segnale acustico è di 3 minuti;
- l'inizio dell'apertura degli organi di scarico non avviene prima del termine dell'emissione del segnale acustico;
- nel caso di manovre di apertura successive alla prima, il dispositivo di segnalazione acustica è azionato solo se dette manovre vengono effettuate più di 30 minuti dopo il termine della precedente manovra di apertura; eventuali manovre di chiusura parziale o totale sono ininfluenti ai fini del conteggio di detto intervallo di tempo.

- Dispositivi antintrusione:

L'area in cui ricade lo sbarramento e le sue pertinenze non è recintata. L'accesso alle singole pertinenze (casa di guardia, cabine di accesso ai comandi degli scarichi, ecc.) è comunque impedito da appositi serramenti.



F.C.E.M.	n. arch. R.I.D.	Rev.	Data	Pagina
Diga sul Rio Cuga (SS)	653	1	dicembre 2007	16/ di 25

Art. 6.2. - CONTROLLO: OSSERVAZIONI E MISURE

Il Gestore esegue controlli e rilievi periodici non inferiori a 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.

a) Spostamenti planimetrici (frequenza mensile):

Rilevati mediante collimazione a due diverse quote: sul coronamento e sul gradone del paramento di valle a quota 95 m s.l.m.. I punti di stazione ed i punti in cui vengono collocate le mire fisse sulla spalla opposta sono intercambiabili. Convenzionalmente si fa stazione sulla spalla sinistra. I punti di misura sono in numero di 7 sul coronamento e di 3 sul gradone del paramento di valle (vedi schema negli allegati).

b) Spostamenti altimetrici (frequenza mensile):

Rilevati mediante livellazione effettuata a quota coronamento e sul gradone del paramento di valle a quota 95 m s.l.m.. Il caposaldo di riferimento è ubicato in spalla destra. I punti di misura sono in numero di 12 sul coronamento e di 5 sul gradone del paramento di valle (vedi schema negli allegati).

c) Spostamenti plano-altimetrici dello sbarramento e dei luoghi circostanti (frequenza mensile):

Vengono determinati a mezzo di distanziometro elettronico gli spostamenti di sei piastrini utilizzati per la collimazione rispetto a quattro mire fisse poste su appositi pilastri in sponda sinistra. Tale rilievo, con riscontro sulle mire fisse citate, riguarda le due basi di collimazione, poste in sponda sinistra nel coronamento e nel gradone di valle, i tre pilastri centrali del coronamento e il pilastro in sinistra del gradone di valle (vedi schema nell'allegato B: tav. 13.f).

d) Livelli piezometrici (frequenza mensile):

Rilevati manualmente entro 19 piezometri, di cui 6 sul coronamento, 3 sul gradone a quota 95 m s.l.m. e 10 sulle spalle e a valle della diga mediante sonda freaticometrica elettroacustica (vedi schema negli allegati).

e) Perdite (frequenza settimanale, da intensificare qualora si riscontrassero valori anomali):

Rilevate manualmente mediante tre vasche di misura dotate di stramazzone triangolare. Due delle tre vasche sono disposte nel cunicolo longitudinale, in corrispondenza dell'innesto del cunicolo trasversale, e misurano separatamente le perdite captate dalla parte destra e sinistra del cunicolo longitudinale; la terza vasca, disposta all'estremità di valle del cunicolo trasversale, misura le perdite totali.



F.C.E.M.	n. arch. R.I.D.	Rev.	Data	Pagina
Diga sul Rio Cuga (SS)	653	1	dicembre 2007	17 di 25

f) Misure giornaliere:

Saranno giornalmente raccolti i seguenti dati:

- temperatura massima e minima dell'aria (con termometro ubicato nella stazione meteorologica sita in prossimità della casa di guardia e collegato al sistema di monitoraggio);
- altezza di precipitazione (con pluviografo ubicato come sopra);
- quota del livello di invaso (con bilancia idrostatica installata sulla torre di presa per le utenze idropotabili);
- temperatura dell'acqua in superficie (con termometro immerso);
- temperatura dell'acqua a 5 metri di profondità (con termometro immerso).;
- vengono altresì rilevate le grandezze legate agli eventi meteorologici ed idrologici (piene) di particolare importanza.

g) Grandezze legate agli eventi meteorologici ed idrologici (piene) di particolare importanza:

Vengono inoltre rilevate le grandezze legate agli eventi meteorologici ed idrologici (piene) di particolare importanza.

In ottemperanza alle prescrizioni della Circ. Min. dei LL.PP. n° 1125/86, è stata installata, a valle diga sul viadotto della S.P. 12, una stazione di misura delle portate la cui ubicazione è stata regolarmente approvata dal Servizio Idrografico della Regione Autonoma della Sardegna. Essa è dotata di misuratore di livello con sensore piezoresistivo il cui segnale è trasmesso ad una centralina elettronica di acquisizione. La registrazione avviene su modulo di memoria solida tipo EPROM e la frequenza di acquisizione è programmabile.

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

Misura e strumento	Precisione
Spostamenti planimetrici (collimatore Leica TCA2003)	± 0,2 mm/200 m
Spostamenti altimetrici (livello Leica DNA03)	± 0,3 mm/ 1Km
Spostamenti plano-altimetrici (distanziometro elettronico Leica TCA2003) ...	dev. angolare 0,5"
Livelli piezometrici (sonda freaticometrica).....	± 2,0 cm
Altezza di precipitazione (pluviografo)	± 1 mm
Livello di invaso (bilancia dinamometrica)	± 1 cm

i) Punti di misura essenziali per il controllo dell'opera e dei fenomeni sotto osservazione e massimo intervallo di tempo ammissibile (T) per il "fuori servizio" della relativa strumentazione

Misura	T
Spostamenti planimetrici	1 mese
Spostamenti altimetrici	1 mese
Spostamenti plano-altimetrici	3 mesi
Livelli piezometrici	1 settimana
Perdite	1 settimana



F.C.E.M.	n. arch. R.I.D.	Rev.	Data	Pagina
Diga sul Rio Cuga (SS)	653	1	dicembre 2007	18 di 25

Altezza di precipitazione 1 settimana

Livello di invaso 1 settimana

Temperature 1 settimana

Nei casi in cui si verifichi un'avaria grave che per la sua eccezionalità e/o il verificarsi di vari motivi contingenti, non possa essere limitata entro il corrispondente termine temporale stabilito, il Gestore dovrà darne comunicazione entro il termine suddetto all'Ufficio Tecnico per le Dighe di Cagliari, dichiarando i maggiori tempi previsti e precisando altresì le misure sostitutive che metterà in atto fino al perdurare dell'avaria medesima. Il tutto naturalmente salvo quanto di diverso potrà opporre e prescrivere l'Ufficio Competente.

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 periodiche messe in carico, con frequenza mensile. Con cadenza almeno semestrale dovranno essere eseguite manovre di apertura e chiusura delle paratoie degli scarichi di superficie e di fondo, da effettuare distintamente con ognuna delle fonti di energia previste, compresa quella manuale, nonché con ispezioni dirette anche delle opere murarie interessate.

Per lo scarico di fondo, in particolare, almeno ogni due mesi la verifica consisterà in un'apertura totale delle paratoie. Le portate rilasciate in alveo a seguito delle manovre saranno di norma modeste, in quanto eseguite con modalità tali da determinare la fuoriuscita del solo volume d'acqua compreso nel tratto di galleria di scarico interposto tra le paratoie.

Per lo scarico di superficie, qualora il livello di invaso sia inferiore alla soglia (108 m s.l.m.) la manovra consisterà in un abbattimento totale delle paratoie. Qualora invece il livello di invaso sia tale che manovre di apertura totale comportassero importanti rilasci d'acqua, l'abbattimento delle paratoie potrà essere limitato a pochi centimetri. Le manovre degli organi di scarico dovranno, comunque, essere svolte in conformità a quanto disposto nel Documento di Protezione Civile.

Per gli organi di intercettazione a comando oleodinamico sono da effettuare i seguenti controlli con frequenza mensile: controllo del livello dell'olio; verifica dell'esistenza di eventuali perdite di olio dei gruppi di tenuta; controllo di assenza di acqua di condensa sull'olio; controllo di eventuali perdite d'olio nelle tubazioni; controllo dei filtri in mandata; stato di conservazione generale.

Art. 6.2.3. - Luoghi da assoggettare ad osservazioni dirette

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

- Con frequenza giornaliera:

Saranno ispezionati il paramento di monte e di valle, gli organi di manovra e scarico e i cunicoli della diga, osservando in particolare eventuali venute d'acqua dai drenaggi, percolazioni dai giunti dei cunicoli trasudazioni che ne bagnino le pareti. Verrà verificato lo stato esteriore della strumentazione di controllo



F.C.E.M.	n. arch. R.I.D.	Rev.	Data	Pagina
Diga sul Rio Cuga (SS)	653	1	dicembre 2007	19 di 25

installata, l'efficienza degli impianti di illuminazione interna ed esterna, l'efficienza dei dispositivi antintrusione e dei collegamenti telefonico e citofonico.

- Con frequenza settimanale:

Verrà verificato il funzionamento degli impianti elettrici in assenza di corrente di rete, con l'energia fornita dal gruppo elettrogeno. Verranno ispezionati i locali di manovra e le vie di accesso.

- Con frequenza mensile:

Si procederà al controllo dei quadri elettrici; alla prova dell'efficienza della sirena (Circolare Min. dei LL. PP. 1125/86), all'avviamento del gruppo elettrogeno, a un controllo a vista da parte di un tecnico delle opere e delle sponde immediatamente a monte ed a valle dell'invaso atto a rilevare eventuali fenomeni di instabilità; al controllo della restituzione in alveo con registrazione idrometrica a valle diga, al controllo del funzionamento strumenti di misura.

- Con frequenza semestrale:

Si eseguirà il controllo dello stato dei piazzali, delle strade di servizio, della casa di guardia, dei manufatti di sbocco degli scarichi e relativi terreni circostanti.

- Con frequenza annuale:

Si procederà alla verifica dello stato di conservazione della strumentazione, dei cartelli monitori (di cui alla Circ. Min. LL.PP. 1125 del 5/8/86), della funzionalità stazione idrometrica, dell'alveo a valle per la verifica della possibilità di libero deflusso delle acque eventualmente scaricate.

- In occasione del superamento della quota massima di regolazione (fase di preallerta secondo la Circolare P.C.M. 19 marzo 1996 n. DSTN/2/7019):

Saranno ispezionate approfonditamente tutte le opere anche a valle diga. Verrà verificata l'efficienza degli organi di manovra, delle fonti di alimentazione, del gruppo elettrogeno e della sirena.

- In occasione di apporti idrici che facciano temere il superamento della quota di massimo invaso (fase di allerta – vigilanza rinforzata secondo la Circolare P.C.M. 19 marzo 1996 n. DSTN/2/7019):

Saranno ispezionate approfonditamente tutte le opere. Verrà verificata l'efficienza degli organi di manovra, delle linee di alimentazione, del gruppo elettrogeno e della sirena. Si provvederà al rilievo di tutte le misure di controllo. L'impianto dovrà essere costantemente vigilato.

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

Durante l'evento o immediatamente dopo, si procederà all'esecuzione delle misure di controllo; all'ispezione del corpo diga, delle sponde e delle opere di scarico con controllo del deflusso nell'alveo a valle; alla verifica



F.C.E.M.	n. arch. R.I.D.	Rev.	Data	Pagina
Diga sul Rio Cuga (SS)	653	1	dicembre 2007	20 di 25

dello stato generale dello sbarramento; all'annotazione dei tempi di crescita dei livelli e del successivo decremento.

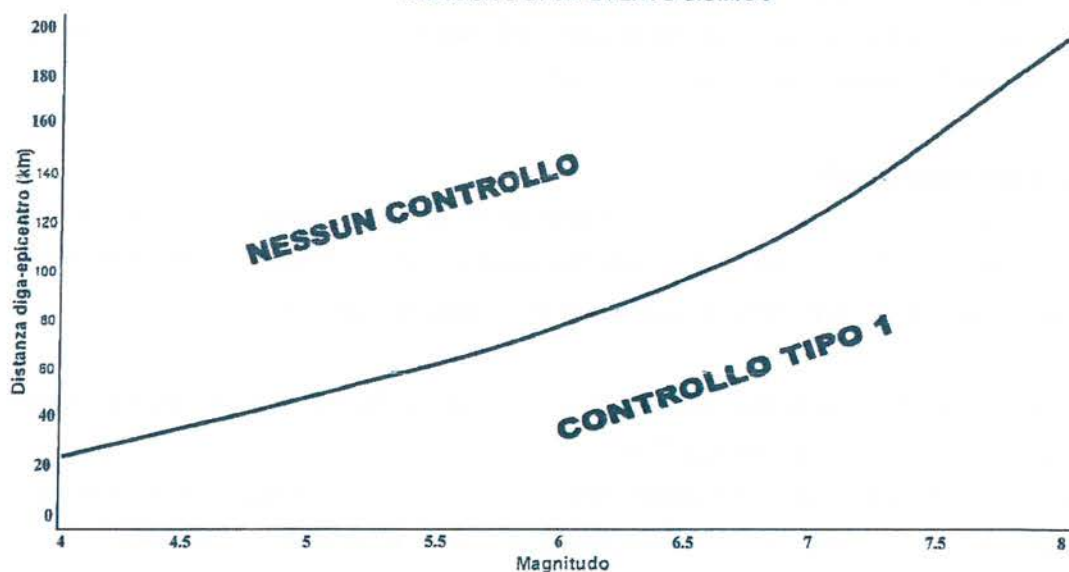
- In occasione del raggiungimento della quota minima di regolazione ed in occasione di lavori che comportino lo svuotamento del serbatoio:

Si procederà all'esecuzione delle misure di controllo; all'ispezione dei paramenti, del corpo diga, delle sponde, delle opere di imbocco degli scarichi e dell'opera di presa e di tutte le opere normalmente sommerse con esame approfondito e verifica dell'assenza di fenomeni di degrado, nonché di eventuali fenomeni di interrimento unitamente ad eventuali osservazioni; al rilevamento fotografico e strumentale dell'interrimento.

- 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:

CONTROLLI DA EFFETTUARE SULLE OPERE DI SBARRAMENTO
A SEGUITO DI UN EVENTO SISMICO



- 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);
- 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

F.C.E.M.	n. arch. R.I.D.	Rev.	Data	Pagina
Diga sul Rio Cuga (SS)	653	1	dicembre 2007	21 di 25

degli scarichi. Invio di un rapporto all'Ufficio Tecnico per le Dighe di Cagliari 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 di Cagliari. 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. - Registro delle osservazioni

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

- misure degli spostamenti planimetrici di cui al punto 6.2.1. a);
- misure degli spostamenti altimetrici di cui al punto 6.2.1. b);
- misure degli spostamenti plano-altimetrici di cui al punto 6.2.1. c);
- misure dei livelli piezometrici di cui al punto 6.2.1. d);
- misure delle perdite di cui al punto 6.2.1. e);
- misure giornaliere di cui al punto 6.2.1. f).

Sul Registro dovranno anche essere descritti i 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 conseguenti prescrizioni della Direzione generale per le Dighe i risultati dei controlli sugli organi 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 nel quale saranno annotate tutte le manovre di esercizio 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 facciano temere eventi di piena in arrivo alla diga, il Gestore dovrà rilevare con opportuna scansione temporale e annotare, in aggiunta a quanto sopra indicato, anche le portate di sfioro libero e quelle eventualmente derivate. 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 di Cagliari ed inviati, su supporto magnetico, all'Ufficio Idraulica della Direzione Generale per le Dighe per le elaborazioni che si renderanno necessarie.

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:



F.C.E.M.	n. arch. R.I.D.	Rev.	Data	Pagina
Diga sul Rio Cuga (SS)	653	1	dicembre 2007	22 di 25

I rilievi di controllo tecnico, effettuati con la frequenza prescritta agli artt. 6.2.1., 6.2.2. e 6.2.3., sono raccolti nel Registro delle osservazioni, tenuto a cura del tecnico incaricato delle misure di controllo, che garantisce l'attendibilità dei rilievi. Alla fine di ogni mese, sulla base dei dati raccolti, il tecnico suddetto predispone, e consegna all'Ingegnere Responsabile, una bozza del Bollettino mensile delle osservazioni da inviare all'Ufficio Tecnico per le Dighe di Cagliari. L'Ingegnere Responsabile, verificata la correttezza dei dati e delle modalità dei rilievi, cura la redazione della versione definitiva del Bollettino da inviare all'Ufficio di Cagliari e la registrazione dei dati su supporto magnetico al fine della compilazione dei diagrammi semestrali delle misure.

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

- i dati delle misure degli spostamenti planimetrici di cui al punto 6.2.1. a);
- i dati delle misure degli spostamenti altimetrici di cui al punto 6.2.1. b);
- i dati delle misure degli spostamenti plano-altimetrici di cui al punto 6.2.1. c);
- i dati delle misure dei livelli piezometrici di cui al punto 6.2.1. d);
- i dati delle misure delle perdite di cui al punto 6.2.1. e);
- i dati delle misure giornaliere di cui al punto 6.2.1. f).
- 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 conseguenti prescrizioni della Direzione Generale per le Dighe, i risultati dei controlli sugli organi di manovra di cui all'art. 6.2.2. ed i risultati delle osservazioni dirette di cui all'art. 6.2.3.

Il Bollettino, sottoscritto dall'Ingegnere Responsabile, dovrà riportare la dicitura *"le opere e le sponde non presentano anomalie o degradamenti che possono destare preoccupazioni e pertanto, per quanto è stato possibile accertare, risultano in buone condizioni di sicurezza, manutenzione e gestione"*. Qualora fossero state riscontrate condizioni anomale, dovranno essere descritti i provvedimenti assunti per ricondurre l'opera in condizioni di sicurezza.

L'elaborato "Diagrammi delle misure" contiene gli andamenti degli ultimi cinque anni dei dati relativi alle:

- misure degli spostamenti planimetrici di cui al punto 6.2.1. a);
- misure degli spostamenti altimetrici di cui al punto 6.2.1. b);
- misure degli spostamenti plano-altimetrici di cui al punto 6.2.1. c);
- misure dei livelli piezometrici di cui al punto 6.2.1. d);
- misure delle perdite di cui al punto 6.2.1. e);
- misure giornaliere di cui al punto 6.2.1. f).

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 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;



F.C.E.M.	n. arch. R.I.D.	Rev.	Data	Pagina
Diga sul Rio Cuga (SS)	653	1	dicembre 2007	23 di 25

- 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 al competente Ufficio della Direzione Generale per le 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;
- Ogni altra notizia relativa ad interventi di manutenzione straordinaria sulla diga, sul serbatoio e sugli organi di manovra.

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

I supporti magnetici contenenti i dati registrati nella stazione idrometrografica installata in alveo a valle della diga, devono essere trasmessi con cadenza trimestrale all'Ufficio del Servizio Idrografico della Regione Autonoma Sardegna - Sezione di Cagliari competente per territorio.

Art. 6.3. - DOCUMENTAZIONE CONSERVATA PRESSO LA CASA DI GUARDIA

Oltre al Registro delle osservazioni 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 ai LL. PP. della Regione Autonoma della Sardegna;
- piano di installazione del sistema di segnalazione acustica e copia della relativa lettera di notifica all'Assessorato ai LL. PP. della Regione Autonoma della Sardegna;
- piano di installazione della strumentazione idrometrografica e copia della relativa lettera di notifica all'Assessorato ai LL. PP. della Regione Autonoma 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



F.C.E.M.	n. arch. R.I.D.	Rev.	Data	Pagina
Diga sul Rio Cuga (SS)	653	1	dicembre 2007	24 di 25

- disegni di consistenza delle opere, compresi gli schemi degli impianti elettromeccanici.

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.

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:

- ad assicurare la completa e perfetta manutenzione dell'opera in ogni sua parte e dei relativi accessi, nonché 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 dicembre 1995, a non superare, nel corso delle manovre degli organi di scarico connesse all'ordinario esercizio, il valore della massima portata di piena transitabile in alveo a valle dello sbarramento contenuta nella fascia di pertinenza idraulica (come chiarito dalla Circ. 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 marzo 1996;
- all'osservanza, nel rispetto delle disposizioni contenute nel "documento di protezione civile", delle limitazioni di quota del livello d'invaso che dovessero essere imposte dall'Ufficio Tecnico per le Dighe di Cagliari 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.



F.C.E.M.	n. arch. R.I.D.	Rev.	Data	Pagina
Diga sul Rio Cuga (SS)	653	1	dicembre 2007	25 di 25

Il presente atto, costituito da n. 25 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 Presidente dell'Ente Acque della Sardegna (EN.A.S.)	SERVIZIO DIGHE Il Direttore f.f. Ing. Francesca Piras 	CAGLIARI	27 LUG. 2011
Il Dirigente dell'Ufficio Tecnico per le Dighe di Cagliari	 	CAGLIARI	29 LUG. 2011



