



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA  
Ente acque della Sardegna



LAVORI DI MANUTENZIONE DELLO SCARICO DI FONDO  
DELLA DIGA MEDAU ZIRIMILIS (SILQUA)

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE GENERALE

Allegato  
A.01.2

Scala

Redatto dal Servizio Dighe

Il Consulente Tecnico

Ing. Ivano Leandri



Enrica  
Palomba  
31.05.2024  
08:07:36  
GMT+00:00

Il Collaboratore

Geom. Giuseppe Vulpiani

Il Responsabile Unico del Procedimento

Ing. Stefania Todde



Stefania Todde  
22.05.2024 16:20:44  
GMT+01:00

Il Progettista

Ing. Stefania Todde

Il Direttore Generale

Ing. Giuliano Patteri



Roberto Meloni  
30.05.2024  
06:41:18  
GMT+00:00

Il Direttore del Servizio Dighe

Ing. Roberto Meloni

APRILE 2024

<p>Ing. IVANO LEANDRI</p> <p>Consulenze tecniche e Progettazione</p> <p>Ordine Ingegneri Provincia di Bologna N° 5345/A</p>	<p>Documento Nr.</p> <p><b>21-MZ-D-100-00</b></p>
---	---

Cliente:     **ENAS**  
              Ente acque della Sardegna

**DIGA di MEDAU ZIRIMILIS**

**Realizzazione degli interventi necessari per ripristinare  
il corretto funzionamento dello scarico di fondo**

**RELAZIONE GENERALE**

## 1. PREMESSA

Con la Deliberazione n. 22/1 della Giunta regionale del 7/05/2015, approvata in via definitiva con la Deliberazione n. 31/3 del 17/06/2015 è stato approvato il “Piano regionale delle infrastrutture”, dell’importo complessivo di euro 417.000.000, la cui spesa è stata autorizzata dalla tabella E della Legge regionale n. 5 /2015 (finanziaria regionale) così come modificata dalla Legge regionale 8 maggio 2015, n. 10, che ha trovato copertura con la contrazione di uno o più mutui.

Con la Deliberazione n. 32/58 del 25.10.2022 la Giunta Regionale, a seguito delle verifiche di carattere finanziario e procedurale effettuate nei confronti dei soggetti attuatori, ha proceduto tra l’altro, alla rimodulazione delle risorse assegnate alla Società Abbanoa S.p.a. e la successiva programmazione di nuovi interventi con l’utilizzo delle risorse rese disponibili.

Tra gli interventi della citata programmazione è compreso l’intervento d.10 “Lavori di manutenzione straordinaria delle opere elettromeccaniche a servizio dello scarico di fondo della diga di Medau Zirimilis a Siliqua”, a favore dell’ Ente Acque della Sardegna, per l’importo complessivo pari a € 710.000,00.

### Oggetto dell’intervento

Nel mese di ottobre 2019 è stato eseguito, a seguito di una notevole riduzione del livello d’invaso, un intervento di manutenzione sulle paratoie dello scarico di fondo della diga di Medau Zirimilis al fine di limitare le perdite dello scarico stesso, le quali con il passare del tempo erano divenute particolarmente copiose.

Durante l’esecuzione dei lavori di manutenzione si è constatato che l’asta di manovra della paratoia di monte (e in egual misura nella paratoia di valle), probabilmente a seguito di un carente dimensionamento, ha provocato un notevole danno alla parte superiore della struttura della paratoia stessa, allargando il foro di passaggio dell’asta e rendendo copiose le perdite dalla paratoia. In quell’occasione si è rimediato a tale inconveniente rafforzando in modo provvisorio la struttura portante della paratoia e rimandando ad un secondo momento un intervento risolutivo.

Con l’acquisizione del finanziamento sopra citato si pone l’obiettivo di sostituire completamente le due paratoie (monte e valle) sfruttando anche il fatto che durante le annate 2024 e 2025, per l’esecuzione dei lavori di ripristino del manto di protezione del paramento di monte della diga di Medau Zirimilis e di quello della diga di Carru Segau, l’invaso sarà tenuto vuoto e quindi in condizioni ottimali per l’esecuzione dei lavori sullo scarico di fondo

Lo scarico di fondo della Diga di Medau Zirimilis, costruita nella seconda metà degli anni '80, è intercettato da due paratoie a strisciamento di luce 2.10 x 3.00 m, operanti sotto il massimo battente di 40,21 m sulla soglia. Gli elementi mobili sono contenuti entro casse inghisate nel calcestruzzo; nonostante la mancanza di specifici disegni esecutivi, si presume che le casse siano collegate a due rivestimenti in acciaio di monte e di valle a protezione delle transizioni tra la galleria in calcestruzzo avente diametro 4.60 m e la sezione di regolazione.

Entrambe le paratoie possono manovrare con carico totalmente squilibrato, essendo dotate di cilindri oleodinamici identici, alesaggio 400 mm, diametro asta 140 mm. La paratoia di monte è

dotata di un sistema di by-pass per permettere la manovra equilibrata in condizioni operative normali, riservando la manovra sotto carico alle emergenze, per una migliore conservazione delle superfici di tenuta.

In tempi recenti, l'asta di manovra di una paratoia ha provocato un notevole danno alla struttura superiore della stessa, divenuta inutilizzabile, evidenziando anche una carenza nel dimensionamento della zona di unione paratoia / asta. È quindi stato deciso di sostituire entrambe le paratoie e i relativi cilindri oleodinamici, apportando le modifiche necessarie ad evitare il ripetersi del problema. Ad eccezione di alcuni elementi accessori, non saranno sostituiti o modificati gli altri componenti principali, quali: parti fisse, coperchi, indicatori di posizione, sistema oleodinamico ed elettrico di comando; sarà invece installato un nuovo controllo remoto dalla casa di guardia

#### Descrizione dell'opera:

L'opera di sbarramento è del tipo di materiali sciolti, omogenea, con manto tenuta impermeabile in bitume.

Essa è costituita da uno sbarramento principale (diga di Medau Zirimilis), disposta in corrispondenza dell'asta fluviale e da un rilevato secondario (diga di Carru Segau), situato in sponda sinistra.

Il rilevato della diga principale ha paramento di monte con pendenza 1 verticale su 2 orizzontale e paramento di valle con pendenza 1 verticale su 1,85 orizzontale, interrotto da due banchine a quote 120,00 e 130,00 rispettivamente. La tenuta è realizzata da un manto bituminoso del tipo a sandwich, dello spessore complessivo di circa 30 cm, poggiante sullo strato di fondazione che costituisce una transizione al corpo della diga, come appresso sinteticamente riportato:

- mano di sigillo, dosato a  $1,5 \text{ kg/m}^2$  di bitume;
- strato chiuso da 8 cm;
- strato drenante da 8 cm;
- strato chiuso da 5 cm;
- strato di base (binder) da 8 cm circa;
- strato di fondazione da 30 cm.

L'impermeabilizzazione va a chiudere su un taglione posto al piede di monte, costituito da una struttura in c.a. che racchiude un cunicolo di ispezione e drenaggio. Il taglione appoggia sulla roccia di base ed è costituito da 46 conci disposti ad interasse di 12 m uno dall'altro, con giunti waterstop.

Il sistema di drenaggio, formato da condotti  $\Phi$  600 mm, disposti a ridosso del manto impermeabile, recapita le perdite a valle della diga: dalla cabina di drenaggio, posta al piede di monte, le portate sono scaricate mediante sistema di pompaggio.

La tenuta in fondazione era stata realizzata mediante uno schermo impermeabile con iniezioni cementizie, spinto ad una profondità pari al carico idraulico. Nel corso degli invasi sperimentali, a seguito del manifestarsi di difetti di tenuta in fondazione sono stati eseguiti lavori di approfondimento del suddetto schermo in spalla destra e in spalla sinistra al fine di ridurre le

perdite e le velocità di filtrazione. Tali approfondimenti sono stati mediamente superiori allo schermo originario di circa 30 e dei 45 m.

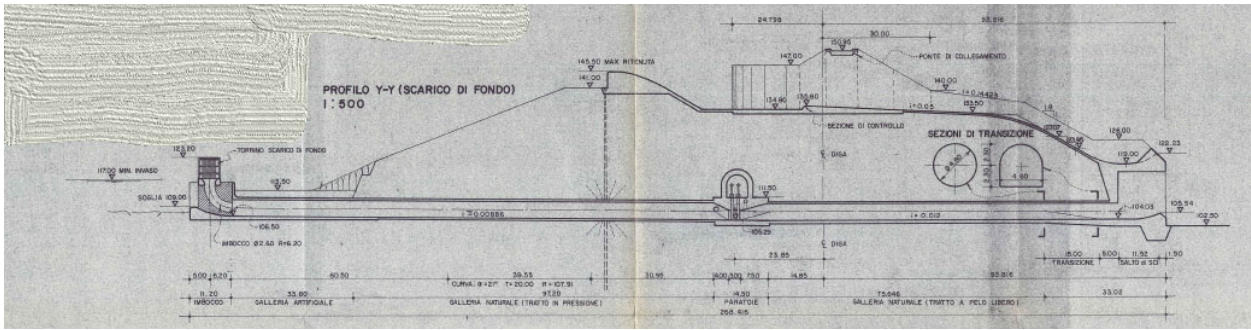
Lo schermo è integrato da iniezioni di cucitura eseguite a partire dalla platea del cunicolo, per una profondità di 3,0 m.

L'altezza massima della diga principale è di 53 m; il franco è 4,30 m ed il franco netto è 3,59 m.

In sponda sinistra è presente una diga secondaria, denominata Carru Segau, che costituisce la chiusura della valle su tale versante. L'opera ha caratteristiche geometriche e costruttive del tutto analoghe a quelle della diga principale, essendo costituita da un rilevato in materiali sciolti con manto bituminoso impermeabile sul paramento di monte. L'altezza massima di tale diga secondaria è di 20 m; il franco è 3.30 m ed il franco netto è 2,59 m . Nella diga secondaria non è presente il cunicolo di ispezione e drenaggio.

Caratteristiche principali dello scarico di fondo:

É ubicato in sponda sinistra ed è costituito da una galleria dello sviluppo di 280 m, sagoma circolare e diametro interno 4,60 m. L'imbocco della galleria è realizzato con un torrino in muratura, con soglia alla quota 117,00 m s.m. L'intercettazione è realizzata mediante due paratoie identiche, disposte in serie, delle dimensioni 2,10 x 3,00 m, alla progressiva 141,75 m e con asse alla quota 107,84 m s.m. La portata scaricata viene immessa nel rio Pittiu. La portata smaltita dallo scarico di fondo risulta di circa 135 m³/s e cioè superiore a quanto risulta nel progetto (95 m³/s): tale aumento è connesso alla richiesta degli Organi Superiori di aumentare le dimensioni delle paratoie, da 1,80 x 2,40 agli attuali 2,10 x 3,00 m.



Le caratteristiche principali della diga di Medau Zirimilis sono le seguenti (dati estratti dal Foglio Condizioni):

- quota minima regolazione  $H_{min}$  117,00 m s.l.m.
- quota massima regolazione  $H_s$  145,50 m s.l.m.
- quota massimo invaso  $H_f$  146,70 m s.l.m.
- quota coronamento  $H_c$  151,00 m s.l.m.

Le portate massime degli scarichi, con invaso a quota 146,70 m s.l.m. sono:

1. Scarico di fondo: 135 m³/s;
2. Scarico di superficie 515 m³/s.

L'accesso alle dighe di Medau Zirimilis e di Carru Segau avviene, in sponda sinistra, dal raccordo stradale realizzato dal Consorzio di Bonifica del Cixerri a partire dal km 38,5 della Strada Statale 293, e che collega la casa di guardia ed il coronamento diga.

L'accesso alle varie parti della diga principale è assicurato, per il cunicolo del taglione, mediante pozzi di accesso posti sul coronamento diga; quello in sinistra è dotato di montacarichi e scala metallica.

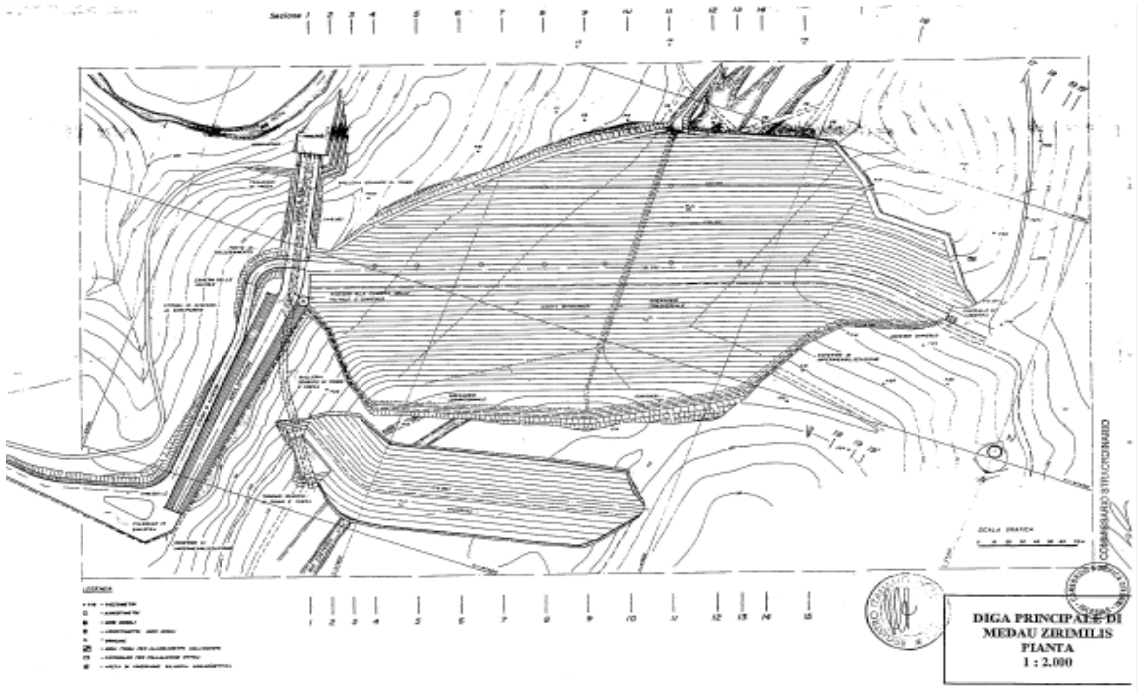
Il pozzo in sinistra consente l'accesso anche alla sotto stante carnera di manovra delle paratoie dello scarico di fondo, anche mediante montacarichi e la predetta scala.

Le strade interne di collegamento delle varie opere sono in genere transitabili con automezzo.



Immagine del lago di Medau Zirimilis tratta da Google Maps





Inquadramento delle opere



Vista da monte della diga di Medau Zirimilis (con torre d'imbocco e avandiga) e sulla sinistra diga di Carru Segau



Vista del paramento di valle

Nel seguito sono descritti gli interventi necessari al ripristino dello scarico.

## 2. SCOPO DEI LAVORI

Il danno arrecato dall'asta di manovra alla struttura della paratoia è chiaramente visibile nelle Foto n. 1 e n. 2.



Foto n.1



Foto n.2



Foto n.3

Al termine dell'operazione di chiusura, la battuta dell'asta ha allargato il foro sulla piastra superiore di appoggio della paratoia, deformandola fino a fuoriuscire con la parte di diametro maggiore. Nella Foto n. 3 si osserva la perdita di acqua generata dalla falla aperta e dalla distruzione della guarnizione di tenuta. Dalle foto e dai disegni originali, si nota che, molto



probabilmente, il danno non è attribuibile unicamente allo scarso spessore della piastra di appoggio o alla esigua superficie di contatto, ma vi è una carenza anche nella struttura inferiore alla piastra stessa, che non è in grado di trasmettere la spinta, localizzata attorno al foro, alla restante struttura della paratoia. Nel nuovo progetto occorre quindi colmare tutte le lacune osservate, ripartendo gli irrigidimenti in modo opportuno.

Pur non avendo osservato direttamente l'asta di manovra, un certo danneggiamento della zona è sicuramente prevedibile; si rende poi necessario aumentare anche l'area di contatto con la paratoia, in modo da ridurre la pressione specifica. Non essendo note tutte le dimensioni interne dei cilindri, non è possibile eseguire una verifica per garantire l'adeguatezza degli stessi e riutilizzarne alcune parti, cosa che comporterebbe poi interruzioni dei lavori in opera e notevole allungamento del fuori servizio dello scarico.

È stata pertanto adottata la soluzione di sostituire entrambe le paratoie ed entrambi i cilindri oleodinamici. Non si prevede di trovare danni o usure eccessive nei restanti elementi dello scarico; approfittando dello smontaggio, possono però essere eseguiti alcuni interventi di manutenzione straordinaria, quali il ripristino dei cicli protettivi su superfici non altrimenti raggiungibili.

il sistema di by-pass ha la funzione di unire idraulicamente i coperchi delle due paratoie, per equilibrare la pressione sulla paratoia di monte e permetterne la manovra, in condizioni operative normali, a carico equilibrato. Il sistema esistente viene completamente sostituito, sulla base del disegno n. T.22.21-MZ-M-280-00 e T.23.21-MZ-M-280-01. Il nuovo by-pass, DN 100, PN 16 bar, si compone essenzialmente dei seguenti elementi:

- Tronchetto della tubazione di monte, saldato al coperchio della relativa paratoia su un foro opportunamente rinforzato, comprendente una curva e la flangia di collegamento alla valvola di guardia. Non essendo possibile alcuna intercettazione a monte, il tronchetto sarà realizzato completamente in acciaio inossidabile;
- Valvola a saracinesca di guardia a comando manuale con volantino;
- Tronchetto intermedio comprendente il giunto di smontaggio;
- Valvola a saracinesca di servizio, comandata da un cilindro oleodinamico, con interruttori di posizione "aperto" e "chiuso";
- Tronchetto di tubazione di valle, saldato al coperchio della relativa paratoia su un foro opportunamente rinforzato, comprendente una curva e la flangia di collegamento alla valvola di servizio.

Attualmente la trasmissione dei segnali da e verso la casa di guardia non è operativa; esiste un quadro a cui convergono tutti i cavi provenienti dagli organi di regolazione, ma non è funzionante. Per poter controllare lo scarico di fondo da remoto, verrà installato, in casa di guardia, un nuovo quadro a fianco di quello esistente, dedicato unicamente allo scarico di fondo. Un piccolo quadro sarà montato anche accanto a quello locale per scambiare i segnali necessari che devono comunicare con la casa di guardia. La trasmissione avverrà tramite fibra ottica, utilizzando lo stesso percorso in cui sono al momento presenti i cavi elettrici di segnale.

### 3. ESECUZIONE DEGLI INTERVENTI

La Diga di Medau Zirimilis è raggiungibile da Cagliari, anche con mezzi pesanti, percorrendo la Strada Provinciale 2 e la Strada Statale 293 di Giba, fino in prossimità dell'invaso.

Alla sommità del pozzo di accesso allo scarico di fondo si arriva dalla strada mostrata nella Foto n. 4, fino a portarsi sotto alla monotrave che sporge all'esterno del manufatto, visibile nella Foto n. 5. I pannelli metallici che chiudono la struttura sottostante la monotrave sono estraibili, permettendo il sollevamento del carico direttamente dal mezzo di trasporto. La trave è ancorata alla struttura superiore del pozzo.



Foto n. 4



Foto n. 5

Il paranco esistente, visibile nella Foto n. 6, non è più conforme alle attuali normative e non può essere assoggettato alle verifiche e ai controlli periodici, quindi non è più utilizzabile. Pertanto, nello scopo dei lavori, è inclusa la fornitura e l'installazione di un nuovo paranco.

Con questo sarà possibile calare il materiale fino alla base del pozzo verticale, a fianco della camera in cui sono alloggiate le paratoie (Foto n. 7 e n. 8).

In questa zona arrivano due ulteriori travi montate sulla volta superiore della camera (freccie gialle nelle Foto n. 8 e n. 9), con cui è possibile portare il materiale fino alla zona paratoie.



Foto n. 6

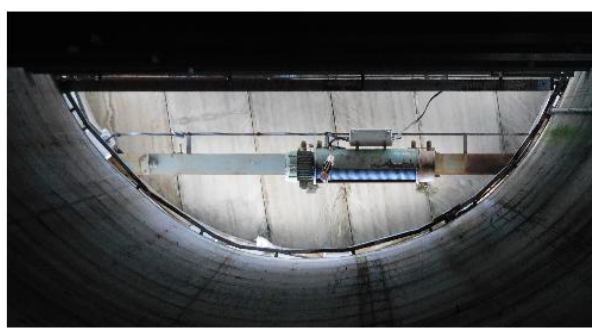


Foto n. 7



Foto n. 8



Foto n. 9

In questo caso, il paranco esistente, avente portata 5 ton e visibile nella Foto n. 10, è ancora utilizzabile nell'ambito dei lavori da eseguire.



Foto n. 10

L'Impresa dovrà inoltre provvedere all'attrezzatura provvisoria, ritenuta necessaria per completare le movimentazioni e i sollevamenti nella camera paratoie, tipo carrelli, rulli, tirfort o altro.

In fase di presentazione dell'offerta, è richiesto all'Impresa di effettuare un sopralluogo per prendere esatta visione delle attività da svolgere in opera.

La presente copia e' conforme all'originale depositato  
presso gli archivi dell'Azienda

7B-1B-22-9B-D1-45-73-88-59-E0-43-02-27-13-DA-A4-3F-8C-93-87

PAdES 1 di 3 del 22/05/2024 17:20:44

Soggetto: Stefania Todde  
S.N. Certificato: 1FA4A2A5  
Validità certificato dal 05/12/2022 08:54:40 al 05/12/2025 08:54:40  
Rilasciato da ArubaPEC S.p.A.

-----  
PAdES 2 di 3 del 30/05/2024 08:41:18

Soggetto: Roberto Meloni  
S.N. Certificato: F3DC56A7  
Validità certificato dal 17/02/2022 07:49:26 al 14/12/2024 11:16:26  
Rilasciato da ArubaPEC S.p.A.

-----  
PAdES 3 di 3 del 31/05/2024 10:07:36

Soggetto: Enrica Palomba  
S.N. Certificato: 361DDC26  
Validità certificato dal 24/02/2022 05:43:31 al 17/12/2024 08:36:31  
Rilasciato da ArubaPEC S.p.A.

-----