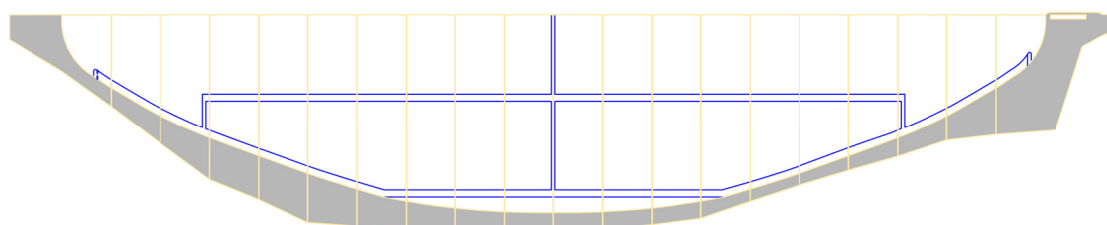




REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA
Ente acque della Sardegna



LAVORI DI ADEGUAMENTO DELLA DIGA DI MONTE CRISPU (Bosa)



PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE GENERALE

Allegato

A.01

Scala

Redatto dal Servizio Dighe

Progettista
Ing. Michele Cottu

Collaboratori
Geom. Giuseppe Vulpiani
Geom. Alessandro Fois

Il Responsabile Unico del Procedimento
Ing. Enrica Palomba

Il Direttore Generale
Ing. Franco Ollargiu

Il Direttore del Servizio Dighe
Ing. Antonio Loche

Sommario

1. PREMESSA	2
2. STATO DI FATTO E CRITICITA'	4
3. INTERVENTI IN PROGETTO	10
3.1. RIPRISTINO DELLA TENUTA DEI GIUNTI STRUTTURALI DELLA DIGA.....	10
3.1.1. Ancoraggio perimetrale a tenuta.....	14
3.1.2. Ancoraggio al paramento di monte.....	15
3.1.3. Sistema di drenaggio	15
3.1.4. Alloggiamento di estensimetri e sensori di temperatura.....	16
3.1.5. Lavori preliminari (esecuzione di Berlinese).....	16
3.1.6. Lavori di iniezione	20
3.1.7. Installazione e controllo di qualità.....	20
3.2. RIQUALIFICAZIONE E MESSA IN SICUREZZA DEL CORONAMENTO.....	20
3.3. DEMOLIZIONE E RICOSTRUZIONE DELLA PASSERELLA POSTA SOPRA LA SOGLIA DI SFIORO.....	22
3.4. ALLONTANAMENTO DI SEDIMENTI PRESENTI ALL'INGRESSO DELLO SCARICO DI FONDO E ALLEGGERIMENTO (LAVORAZIONE RIMANDATA AD UN SUCCESSIVO FUTURO INTERVENTO DA SOTTOPORRE A V.I.A.).....	23
3.5. RIPRISTINO DELLA TENUTA IDRAULICA DELL'AVANDIGA	24
3.6. SISTEMA DI CONTROLLO DELLA STABILITÀ DEL VERSANTE IN SPALLA SINISTRA.....	25
3.7. IMPERMEABILIZZAZIONE POZZETTO DI MANOVRA DELLO SCARICO DI ESAURIMENTO.....	25
3.8. SISTEMA DI MONITORAGGIO, HARDWARE E SOFTWARE E MODELLI MATEMATICI ATTI AL CONTROLLO DELLO SBARRAMENTO E DELLE STRUMENTAZIONI DI MISURA ANNESSE	25
3.9. IMPERMEABILIZZAZIONE DELLE CAMERE DI MANOVRA DELLE PARATOIE DEGLI SCARICHI DI FONDO E DELLA GALLERIA DI COLLEGAMENTO E RIQUALIFICAZIONE DELLE PARATOIE DELLO SCARICO DI ALLEGGERIMENTO.....	27
3.10. RISTRUTTURAZIONE DELLA CASA DI GUARDIA E LOCALE GRUPPO ELETTROGENO.....	33
3.11. SOSTITUZIONE SCALE ESTERNE DI ACCESSO AI CUNICOLI	37
3.12. SOSTITUZIONE SCALE INTERNE AI CUNICOLI	37
3.13. MANUTENZIONE VIABILITÀ DI ACCESSO ALLA DIGA.....	37
3.14. ALLONTANAMENTO ACQUE METEORICHE DAL COSTONE DELLA SPALLA SX	38
4. ELENCO PREZZI UNITARI	39
5. ESPROPRIO ED OCCUPAZIONE DEI TERRENI	39
6. ROCCE E TERRE DA SCAVO – MATERIALI PROVENIENTI DALLE DEMOLIZIONI	39
7. AUTORIZZAZIONI NECESSARIE PER LA REALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO.....	39

1. PREMESSA

La presente relazione illustra gli interventi previsti nel progetto definitivo dei “**Lavori di adeguamento della diga di Monte Crispu**”, necessari per assicurare la funzionalità della diga, dei manufatti accessori, degli organi di scarico, della casa di guardia e della viabilità di accesso.

L'intervento è finanziato nell'ambito del Piano Operativo Fondo Sviluppo e Coesione (FSC) Infrastrutture 2014-2020 – ASSE TEMATICO D – Linea d'Azione D4 “Interventi di manutenzione straordinaria e messa in sicurezza dighe” di cui alla delibera CIPE n.25 del 10 Agosto 2016 e al punto D.2 della Circolare del Ministro per la coesione territoriale e il Mezzogiorno n.1 del 5 Maggio 2017, con un importo complessivo di € 9.200.000,00.

L'importo summenzionato verrà utilizzato in parte per la realizzazione degli interventi previsti in progetto, ritenuti prioritari per consentire l'avvio degli invasi sperimentali propedeutici al collaudo della diga.

Le priorità individuate sono innanzitutto quelle segnalate dall'Ufficio Tecnico Dighe nel foglio condizioni che vengono di seguito riassunte:

- ✓ ripristino della tenuta dei giunti strutturali della diga;
- ✓ allontanamento di sedimenti presenti all'ingresso dello scarico di fondo e alleggerimento (rimandato ad un ulteriore intervento da sottoporre a V.I.A.);
- ✓ impermeabilizzazione delle camere di manovra delle paratoie degli scarichi di fondo e di alleggerimento e della galleria di collegamento fra dette camere;
- ✓ ripristino della tenuta idraulica dell'avandiga;
- ✓ interrimento della galleria di collegamento fra i manufatti di manovra delle paratoie;
- ✓ tenuta stagna del pozzetto di accesso al cunicolo inferiore;
- ✓ sistemazione del coronamento e della passerella posta sopra lo sfioratore di superficie;
- ✓ sistema di monitoraggio, hardware e software e modelli matematici atti al controllo dello sbarramento e delle strumentazioni di misura annesse;
- ✓ sistemazione della pavimentazione del coronamento;
- ✓ riparazione e manutenzione sostituzione dei parapetti del coronamento della diga;
- ✓ previsione di un sistema di monitoraggio del versante posto sopra la spalla sinistra della diga.

Nello sbarramento esistono comunque altre necessità, che sono scaturite dai sopralluoghi in situ condotti con il Responsabile del Procedimento e dalle riunioni tecniche svoltesi con il Direttore del Servizio Dighe dell'ENAS; tali necessità possono essere così riassunte:

- ✓ ristrutturazione della casa di guardia;
- ✓ miglioramento delle modalità di accesso dall'esterno ai cunicoli della diga;
- ✓ rifacimento delle scale interne ai cunicoli;
- ✓ viabilità di accesso alla diga;
- ✓ illuminazione del coronamento della diga.

L'U.T.D. ha inoltre prescritto l'adeguamento degli scarichi di superficie della diga ai nuovi valori di piena stimati in base ai recenti studi idrologici. Le opere necessarie, di notevole importanza, anche economica, sono state rimandate ad apposito e successivo progetto.

Il progetto è stato redatto considerando i seguenti aspetti principali:

- ✓ l'analisi dello stato di fatto, di cui sono state conosciute e valutate le criticità;
- ✓ gli obiettivi generali da perseguire e le strategie per raggiungerli stabilendo l'ordine di priorità;
- ✓ le esigenze e bisogni da soddisfare;
- ✓ il quadro normativo di riferimento;
- ✓ i vincoli di legge relativi al contesto in cui l'intervento è previsto;
- ✓ definizione delle opere necessarie per risolvere le problematiche rilevate,
- ✓ la stima dei costi degli interventi.

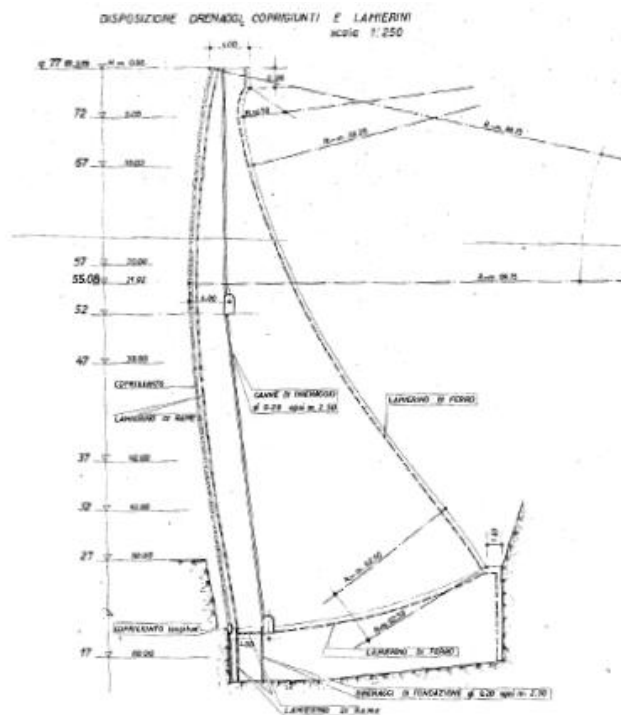
In considerazione del fatto che per la realizzazione delle opere in progetto non è prevista alcuna espropriazione, si è ritenuto procedere direttamente alla redazione del progetto definitivo; ciò in aderenza con quanto consentito e previsto dall'art. 27 comma 2 del D.Lgs. 50/2016 che recita "*Le amministrazioni aggiudicatrici e gli enti aggiudicatori hanno facoltà di sottoporre al procedimento di approvazione dei progetti un livello progettuale di maggior dettaglio, al fine di ottenere anche le approvazioni proprie delle precedenti fasi progettuali eventualmente non effettuate.*"

2. STATO DI FATTO E CRITICITA'

Lo sbarramento di Monte Crispu sottende un invaso con un volume di circa 30 Mm³ destinati interamente alla laminazione delle piene del fiume Temo, caratterizzato da portate di piena notevolmente superiori a quelle che l'alveo è capace di contenere nel tratto vallivo che attraversa la Città di Bosa, anche per tempi di ritorno non particolarmente elevati (inferiori a 50 anni).

Lo sbarramento, destinato alla sola laminazione delle piene del fiume Temo, è situato in una stretta a circa 6 km dall'edificato di Bosa; da esso non si dipartono acquedotti o derivazioni idriche per qualsivoglia utenza. Il sito può essere raggiunto mediante la strada di servizio che si sviluppa lungo la sponda destra del Temo, direttamente connessa al centro abitato di Bosa tramite le vie Allende e Corso Vittorio Emanuele.

La diga è del tipo ad arco-gravità e la sua costruzione è stata iniziata nel 1956 e compiuta nel 1979.



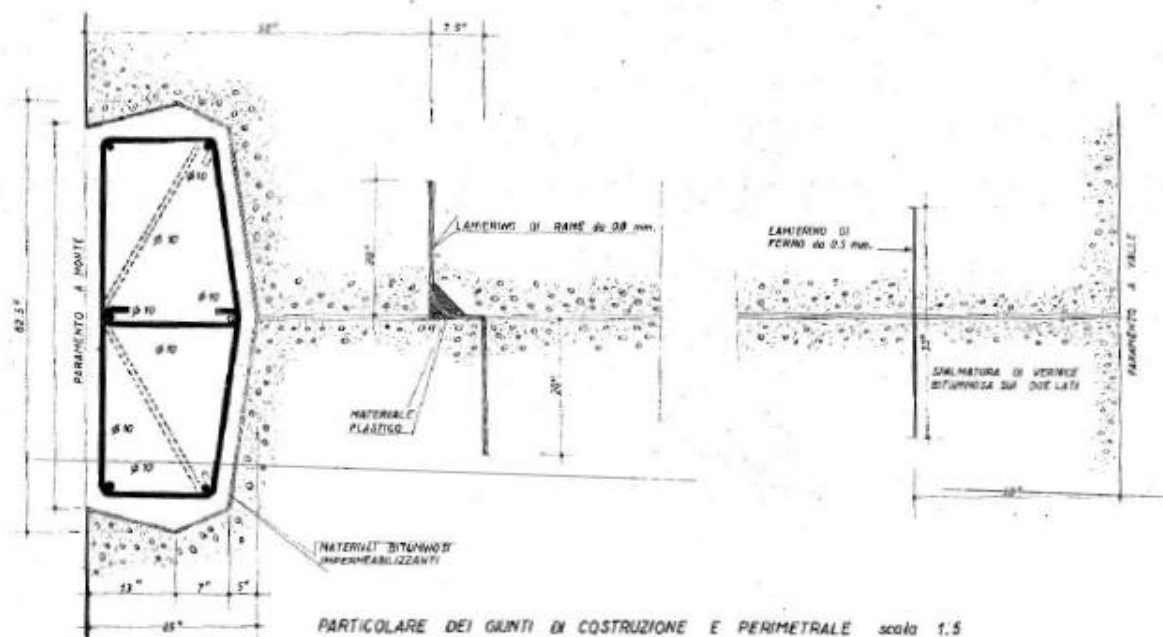
Sezione maestra della diga.

La diga è provvista di canne di drenaggio nel corpo diga e in fondazione, Ø 20, a distanza di 2.5 m.

I giunti verticali ed il giunto perimetrale sono coperti da travi coprigiunto in conglomerato cementizio armato, di forma poligonale e larghezza massima 62.5 cm. I giunti sono progettati con una triplice barriera, costituita da (procedendo da monte verso valle):

- ✓ un rivestimento di materiale bituminoso che ricopre la superficie di alloggiamento della trave coprigiunto
- ✓ un lamierino di rame da 0.8 mm
- ✓ un lamierino di ferro da 0.5 mm, rivestito di bitume ad entrambi i lati.

Di seguito si riporta un dettaglio dei giunti della diga



Le verifiche idrauliche effettuate per il tratto vallivo del fiume Temo hanno mostrato che la portata massima che può defluire nel tratto interessante il centro l'abitato, senza produrre allagamenti nella condizione più sfavorevole di concomitanza con la presenza di moto ondoso alla foce, è pari a circa $600 \text{ m}^3/\text{s}$. La portata di piena del fiume Temo adottata durante la stesura del progetto della diga di Monte Crispu era pari a 2360 mc/s .

La portata di piena relativa ad un tempo di ritorno di 1000 anni, determinata sulla base delle nuove curve pluviometriche e l'applicazione delle nuove metodologie, è risultata pari a $3277,22 \text{ m}^3/\text{s}$, come risulta dallo studio "Definizione dei modelli idrologici per la gestione degli eventi di piena nei principali serbatoi artificiali della Sardegna", redatto dai Proff. Montaldo e Saba.

I recenti studi elaborati nel Piano di Assetto idrogeologico (PAI) e nel Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (PSFF) hanno fissato inoltre in circa $1300 \text{ m}^3/\text{s}$ la portata con tempo di ritorno di 200 anni che può raggiungere il centro abitato in presenza di effetti di laminazione da parte della Diga.

Il bacino idrografico del fiume Temo ha estensione complessiva di 842 km^2 ; alla sezione di chiusura individuata in corrispondenza dello sbarramento l'estensione è pari a 728 km^2 ; il bacino residuo alla Foce risulta pertanto pari a 114 km^2 .

Il serbatoio ha capacità complessiva utile per la laminazione pari a $30,72 \text{ Mm}^3$; la quota del massimo invaso è fissata a $69,60 \text{ m slm}$, la quota di massima regolazione $68,15 \text{ m slm}$ mentre quella di minima a $15,40 \text{ m slm}$. La quota del coronamento è situata a $69,80 \text{ m slm}$.

Soltanto da alcuni anni, l'Ente gestore dell'invaso è l'Ente Acque della Sardegna (Enas), ente strumentale della Regione Sardegna, che gestisce il sistema idrico multisettoriale regionale; in precedenza la gestione era affidata al Consorzio per la Sorveglianza della Diga sul Fiume Temo, soggetto attuatore, assieme alla Regione Sardegna, anche della costruzione dello sbarramento e delle opere accessorie.

La diga è divisa in 20 conci, separati da giunti di costruzione radiali che si mantengono verticali per

tutta la loro altezza, considerando la modesta acclività delle sponde e interessando sia la volta che il pulvino. I giunti vennero 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 volta e pulvino è realizzata mediante lamierini di rame murati in prossimità dei paramenti protetti a monte da una trave coprigiunto in c.a. rivestita di materiali bituminosi impermeabilizzanti.

Nella struttura sono stati ricavati due cunicoli di ispezione e drenaggio:

- ✓ il primo, superiore, che attraversa la volta a circa metà della sua altezza con piano di calpestio a quota 44,80 m slm;
- ✓ il secondo, perimetrale, che nei conci laterali corre al contatto tra pulvino e base della volta, mentre nei conci centrali corre entro la volta, con piano di calpestio a quota 17,30 m slm;

Nello sbarramento è presente un sistema di canne di drenaggio del diametro di 200 mm, sia in fondazione che in elevazione, che convogliano le acque drenate in apposite canalette di raccolta e successivamente in un pozzetto, regolarmente svuotato mediante un sistema di due pompe a galleggiante.

Il sistema di scarico dell'invaso è costituito dai seguenti elementi:

1 - Scarichi di superficie

- ✓ il primo realizzato in fregio allo sbarramento sulla spalla sinistra e costituito da uno scivolo con soglia a quota 68,80 m slm, ovvero inferiore a quella del coronamento di 1.00 m, privo di paratoia;
- ✓ il secondo è costituito da uno sfioratore a calice, realizzato in prossimità della sponda destra con soglia a quota 68,15 m slm, inferiore al coronamento di circa 1.65 m.

2 - Scarichi profondi

- ✓ **scarico di fondo principale**, con scivolo di ingresso e soglia alla quota 24,70 m slm, regolato da n. 4 paratoie metalliche piane disposte in serie a coppie;
- ✓ **scarico di esaurimento** ricavato sul manufatto di imbocco dello scarico di fondo principale costituito da una tubazione di diametro 400 mm, con quota asse a 18,80 m slm, regolata da due saracinesche motorizzate disposte in serie;
- ✓ **scarico di alleggerimento**, con imbocco alla base dello sfioratore a calice regolato da n. 2 paratoie piane disposte in serie, a valle delle quali la galleria di scarico si raccorda con quella dello sfioratore a calice formando un'unica condotta. La quota della soglia è fissata a 24,70 m slm;
- ✓ **scarico di fondo in corpo diga**, con soglia a quota 19,30 m slm, costituito da una condotta del diametro 400 mm regolata da due saracinesche a comando manuale disposte in serie;
- ✓ **scarico di esaurimento in corpo diga**, con soglia a quota 15,40 m slm, la cui condotta di scarico del diametro 400 mm regolata da due saracinesche in serie a comando manuale, corre affiancata alla condotta di scarico di fondo in corpo diga.

Considerando che tra le criticità principali vi sono quelle inerenti lo scarico di fondo e la galleria di collegamento tra lo stesso e lo scarico di alleggerimento, si illustrano più nel dettaglio le caratteristiche di dettaglio di dette parti.

Scarico di fondo principale

Il manufatto è costituito da uno scivolo di forma trapezoidale con base maggiore di larghezza pari a circa 20.00 m, base minore di larghezza 8.25 m e sviluppo pari a 16.00 m con imbocco regolato da una soglia di sfioro a quota 24.70 m slm. Lo scivolo converge nella condotta del diametro di 6,00 m per uno sviluppo complessivo di 278 m che sottopassa la spalla destra della diga, regolata da quattro paratoie metalliche piane delle dimensioni di 2.80x5.00 m, comandate da pistoni oleodinamici, disposte in serie, a coppie, nelle due luci in cui è divisa la sezione di scarico nel manufatto di imbocco.

Scarico di alleggerimento

Lo scarico di alleggerimento è costituito da uno scivolo di sviluppo pari a circa 16.00 m di forma trapezoidale con base maggiore di larghezza 16.00 m e base minore di larghezza 5.00 m; di seguito la soglia di sfioro è situata alla quota 24,70 m slm. L'immissione in galleria è regolata da due paratoie metalliche piane delle dimensioni di 2.80x3.80 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.

Galleria di collegamento tra camere di manovra

Le due camere di manovra dove hanno sede i gruppi di paratoie che regolano gli scarichi di fondo e di alleggerimento, sono collegate da una galleria in c.a., realizzata con gli ultimi interventi. Essa ha sezione pentagonale esagonale irregolare con base di 6.00 m e sviluppo pari a circa 30.00 m; l'accessibilità alle camere di manovra e alla galleria è possibile proprio dalla torre situata al di sopra dello sfioratore a calice dello scarico di troppo pieno.

Scarico di troppo pieno

Lo scarico di troppo-pieno è costituito da uno sfioratore a calice di diametro 12.00 m che si eleva rispetto alla quota del terreno di circa 42.00 m. La torre di sfioro recapita nella galleria dello scarico di alleggerimento che attraversa lo sbarramento in prossimità della sponda destra.



Figura 1 panoramica della camera di manovra e sfioratori dello scarico di fondo e dello scarico di alleggerimento



Figura 2 - scarico di troppo pieno e torre di accesso alla camera di manovra e alla galleria di collegamento

Casa di guardia

La casa di guardia è situata in sponda destra a quota 75 m slm circa. L'edificio è articolato su

quattro livelli, incluso il piano seminterrato, destinati ad ospitare il personale di sorveglianza e all'ultimo piano una sala di controllo adibita ad ufficio, da dove è possibile osservare lo sbarramento e i manufatti di scarico. La superficie utile in pianta dei piani terra e primo è pari a circa 87 m², quella del piano secondo (soffitta e sottotetto) è pari a circa 96 m² mentre al piano seminterrato è pari a circa 50 m². I vari livelli sono collegati mediante un corpo scala situato nel lato est del fabbricato. L'edificio si presenta in cattivo stato di conservazione e evidenzia gravi deficit di cui sono descritte le caratteristiche al paragrafo seguente.

In merito all'edificio, il presente progetto definitivo ha tenuto conto dei contenuti della relazione sugli interventi di manutenzione della Casa di Guardia e delle opere accessorie alla Diga proposta dallo Studio Pietrangeli di Roma che nel corso degli anni ha seguito costantemente l'evoluzione delle iniziative di carattere tecnico e gestionale inerenti lo sbarramento.



Figura 3 - panoramica della casa di guardia

3. INTERVENTI IN PROGETTO

Alla luce delle criticità individuate e delle prescrizioni dell'UTD, sono stati proposti i seguenti interventi:

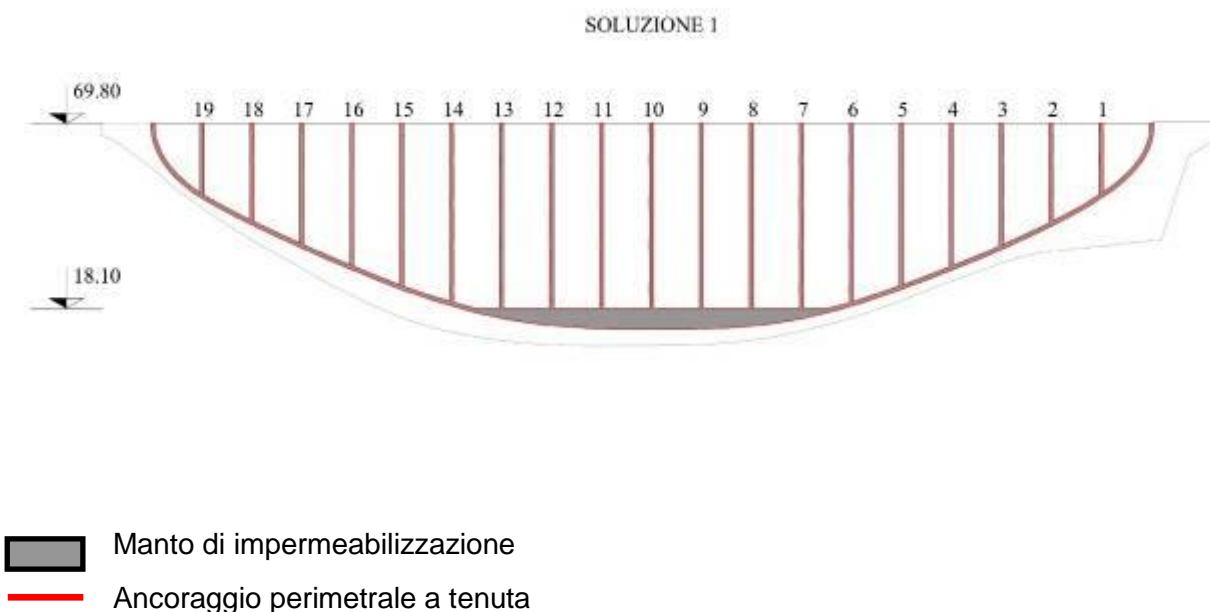
3.1. Ripristino della tenuta dei giunti strutturali della Diga

In occasione degli eventi di piena del corso d'acqua, in presenza di un livello idrico nel paramento di monte, si sono riscontrate copiose perdite nel cunicolo, nei giunti e nel contatto della muratura con le due condotte degli scarichi di fondo.

A seguito di una analisi delle condizioni dei giunti strutturali riscontrate durante i sopralluoghi effettuati sullo sbarramento, non essendo possibile localizzare le perdite, e dalle problematiche evidenziate, si è proposto di ripristinare l'impermeabilità del paramento a monte, intervenendo su tutti i giunti strutturali; si è previsto inoltre il rivestimento del paramento di monte nella parte più bassa per un'altezza di circa 5 m.

Si è studiata una modalità di intervento che permettesse di agire sul paramento di monte, con risultati certi ed affidabili. In fase preliminare si sono valutate le varie soluzioni, le spese di realizzazione ed i benefici ottenibili.

La soluzione adottata consistente nell'impermeabilizzare dei giunti, è rappresentata nella figura sotto. Di fatto, in questa soluzione si è comunque considerato di rivestire il paramento di monte fino a quota 18,1 m s.l.m, ovvero 80 cm al di sopra del pavimento del cunicolo inferiore, per ottimizzare il sistema di drenaggio del sistema di impermeabilizzazione. Questa porzione del paramento di monte, insieme a tutto il giunto perimetrale, verranno successivamente rinterrati. Il manto di impermeabilizzazione, rappresentato in grigio nella figura, verrà fissato lungo tutto il suo contorno con un ancoraggio perimetrale a tenuta.



Per quanto riguarda i giunti si è optato per un intervento che prevede il ripristino dell'impermeabilità tramite applicazione di uno strato di geotessile sintetico sulla parte del paramento di monte, in cui si ritiene siano presenti le infiltrazioni, ottenendo il rivestimento della superficie a contatto con l'acqua.

La soluzione presenta già applicazioni di successo in ambito internazionale, con numerosi interventi in vari Paesi, al punto che ~~si sono introdotte~~ dal l'ICOLD (International Commission on Large Dams) ha predisposto le "Linee Guida" degli interventi di rivestimento con geomembrane delle dighe, individuate con Bollettino n.135 dal titolo "Geomembrane sealing system for dams – Designes principles and review of experience". Tale Commissione Internazionale per le Grandi Dighe è stata fondata a Parigi nel 1928, con la partecipazione di 99 Paesi al Mondo, tra cui l'Italia, la cui adesione è stata formalizzata nel 1936 con l'istituzione del Comitato ITCOLD sotto l'egida del Ministero dei Lavori Pubblici, al fine di determinare un organo che fornisse degli indirizzi tecnici e scientifici sulla costruzione e manutenzione delle dighe in tutto il Mondo. Attualmente risulta il maggiore Ente a carattere scientifico in tema di dighe. In tal senso la soluzione viene riconosciuta e prescritta per il risanamento del paramento di uno sbarramento, al fine di eliminare le infiltrazioni sui giunti, sulle fessurazioni e sui vespai presenti.



Logo ICOLD (International Commission of Large Dams)

Si dovrà quindi posare il rivestimento della superficie del paramento murario a contatto con l'acqua, in corrispondenza dei giunti strutturali, con l'applicazione di un geocomposito tipo SIBELON® CNT 4400 (o similare), costituito da una geomembrana in PVC plasticizzato di 3 mm di spessore, accoppiata termicamente ad un geotessile in polipropilene, tessuto non tessuto e agugliato, di 500 g/m² di grammatura. SIBELON® (o similare). Nel geocomposito, la geomembrana assolve alla funzione di elemento impermeabilizzante, mentre il geotessile funziona come cuscinetto anti-punzonante per la geomembrana, e conferisce stabilità dimensionale alla geomembrana quando essa è soggetta ad escursioni termiche. La formulazione chimica della geomembrana SIBELON® (o similare) dovrà essere tale per cui non solo la geomembrana ha una vita utile dimostrata >>30 anni anche quando lasciata costantemente esposta ad elevato irraggiamento solare, ma ha anche caratteristiche fisiche e meccaniche che le consentano ottime prestazioni sia a basse che ad alte temperature, un'elevata resistenza all'impatto (in presenza di detriti che possano urtare la geomembrana), e la possibilità di assorbire ampie deformazioni, pur

rimanendo in campo elastico. Le geomembrane utilizzate devono essere particolarmente adatte laddove vi siano giunti o possibilità di formazione di fessure nel substrato. Il geocomposito impermeabilizzante verrà fornito in cantiere in rotoli pre-tagliati di 1.05 m di larghezza (per l'impermeabilizzazione dei giunti) e di 2.1 m di larghezza per l'impermeabilizzazione delle diverse sezioni del paramento di monte. Questi ultimi verranno giuntati in opera a mezzo di saldatura ad aria calda.

In corrispondenza dei giunti, uno strato di geotessile verrà interposto tra paramento di monte e geocomposito impermeabilizzante. Questo strato, detto di sacrificio, ha la funzione di sostenere il geocomposito impermeabilizzante in caso di apertura del giunto, evitandone l'intrusione nelle fessure tra trave coprigiunto e paramento di monte, migliorandone la resistenza al punzonamento. Lo strato di sacrificio sarà un geotessile in polipropilene, tessuto non tessuto e agugliato, di 1000 g/m² di grammatura, larghezza=1.00 m, che verrà fissato al paramento di monte con dei tasselli. Lo stesso tipo di geotessile verrà utilizzato per proteggere il manto impermeabilizzante nelle sezioni che verranno rinterrate, ovvero: la sezione del paramento di monte al di sotto del cunicolo più basso, ed il giunto perimetrale.

Nel presente progetto sono state riportate le modalità di fissaggio da eseguirsi sulle parti perimetrali dei giunti verticali, sul coronamento e al piede del paramento.

L'intervento dovrà interessare tutti i giunti verticali della diga, provvedendo ad un rivestimento della superficie, dal coronamento al piede della fondazione, mediante un geocomposito composto da una geomembrana in PVC-P, resistente agli agenti atmosferici ed all'esposizione ai raggi ultravioletti, di spessore 3.00 mm accoppiata ad un geotessile non tessuto in PP di massa aerica di 500 g/mq.

Preliminarmente si dovrà procedere a rimuovere i sedimenti presenti sul piede della fondazione, al fine di garantire il corretto ancoraggio del rivestimento.

Dall'esperienza desunta, si è osservato che le infiltrazioni presenti nel paramento di monte di una diga possono derivare da tre situazioni differenti:

- difetti dei giunti: Sono problematiche di carattere strutturale, sia a causa dei calcestruzzi, che in prossimità dei giunti risultano difettosi e quindi permeabili, sia a causa di malfunzionamenti dei sistemi di "waterstop", che sono annegati all'interno del calcestruzzo in corrispondenza del giunto costruttivo;
- formazione di fessurazioni: si possono presentare nel corpo diga per differenti cause e tendono a ledere l'impermeabilità strutturale del paramento (dai sopralluoghi non si è evidenziata la presenza di queste problematiche) ;
- vespai: nelle varie zone del calcestruzzo si possono presentare vespai o anomalie similari, dovuti alla mancanza di elementi fini, che rendono tali aree permeabili all'acqua, la quale, con il tempo, è in grado di individuare le zone di passaggio attraverso il corpo diga, sino ad incontrare i giunti di costruzione, che costituiscono la più facile via di sfogo delle infiltrazioni (dai sopralluoghi non si è evidenziata la presenza di queste problematiche).

Per tutte e tre le cause si ipotizza l'utilizzo dello stesso prodotto con le medesime componenti del

sistema. L'unica variazione riguarderà la quantità di fissaggio da prevedere.

Il sistema di rivestimento adottato prevede l'installazione a secco.

Il sistema prevede anche l'esecuzione di iniezioni con resina epossidica, al di sotto del geocomposito, per circa 10 cm di larghezza nella zona del fissaggio perimetrale, per permettere la regolarizzazione della superficie esistente.

Le caratteristiche del geocomposito vengono riportate di seguito:

TABELLA CARATTERISTICHE FISICO/MECCANICHE GEOCOMPOSITO

Proprietà'	Norma	Valori e tolleranze
Spessore (Solo geomembrana)	EN 1849/2	3 mm ± 5%
Peso specifico (Solo geomembrana)	EN ISO 1183/1 Method A	1.25 g/cm ³ ± 4%
Test eseguito su campione Geocomposite Valore di picco all'interruzione di geotessile:*	EN ISO 527/4 (mm/minute)	≥ 50 kN/m
✓ Forza		≥ 30 kN/m
Valore di picco alla rottura di Geomembrane:*		≥ 250 %
✓ Forza		
✓ Allungamento		
Massa areica geotessile	EN ISO 9864	500 g/m ² ± 5%
Resistenza allo strappo (sullo spessore nominale della geomembrana)	EN ISO 34/1 (Campione fig.2 Velocità 50 mm / min)	≥ 130 kN/m
Resistenza alla perforazione (strato di PVC verso l'alto) CBR	EN ISO 12236	≥ 8 kN
Flessibilità a bassa temperatura	EN 495/5	Non guasto a -20 °C
Resistenza alla pressione idrostatica (24h at 10 bar)	EN 1928 Method B	Resistente
Invecchiamento termico in acqua (Variazione massima del peso dopo 56 giorni a 50°C,	EN 14415 Method A	No vesciche
✓ Asciugatura e ricondizionamento per 24 ore a 80° C)		≤ 2.0 %
✓ Variazione della resistenza a trazione*		≤ 10 %
✓ Variazione dell'elongazione in caso di cedimento *		≤ 10 %
✓ Resistenza all'ossidazione	EN 14575	
✓ Variazione della resistenza a trazione *		≤ 10 %

Accelerazione dell'invecchiamento della luce (3000 h – 350 MJ/m ² with cicli alternati bagnati / asciutti) Variazione di tensione Valore di picco all'interruzione di geotessile:*	EN 12224	✓ Forza	≤15 %
✓ Allungamento		≤15 %	
Valore di picco alla rottura di Geomembrane::*		✓ Forza	≤ 15 %
✓ Allungamento			≤ 15 %

3.1.1. Ancoraggio perimetrale a tenuta

Scopo dell'ancoraggio perimetrale a tenuta è quello di evitare che acqua in pressione si infiltri sotto il manto impermeabilizzante. Questo ancoraggio verrà realizzato con piattine in acciaio inossidabile di dimensioni 80 x 8 mm che schiacciano il geocomposito, opportunamente spelato ai bordi, contro la superficie in calcestruzzo. Le piattine vengono fissate ogni 15 cm con barre filettate in acciaio inossidabile annegate in fiale chimiche. La tenuta all'acqua in pressione è ottenuta con una guarnizione in gomma interposta tra la piattina in acciaio inossidabile ed il geocomposito, e con uno strato di resina epossidica tra il calcestruzzo ed il geocomposito. Al momento del serraggio dei dadi, la piattina viene premuta contro la superficie del calcestruzzo, causando lo schiacciamento della guarnizione in gomma e della resina epossidica, ed eliminando in questo modo ogni irregolarità nelle zone di contatto, che possono costituire un varco di accesso per l'acqua in pressione. Questo tipo di ancoraggio, è stato testato in campana idraulica fino a 250 m di carico d'acqua (carico corrispondente al limite della campana idraulica).

Si rimanda agli elaborati grafici per la definizione delle caratteristiche di dettaglio degli interventi previsti.

I metodi di fissaggio dovranno essere eseguiti con particolare cura, seguendo tali operazioni:

- ✓ Preparazione della superficie di posa del rivestimento in geocomposito, che si dovrà presentare liscia, priva di oggetti spigolosi e/o metallici affioranti dal calcestruzzo e dovranno essere rimossi qualunque tipo di asperità e di parti sconnesse;
- ✓ Esecuzione dei fori atti a ricevere sia i tasselli di fissaggio del manto di sacrificio che i tiranti per la sigillatura finale del sistema;
- ✓ La terza fase prevede l'installazione mediante fissaggio con tasselli ad espansione del manto di sacrificio e quindi l'installazione dei tiranti di serraggio del sistema di sigillatura perimetrale, della resina epossidica e della guarnizione in gomma;
- ✓ La quarta ed ultima fase prevede l'installazione del manto impermeabile e la chiusura del sistema di sigillatura perimetrale.

3.1.2. Ancoraggio al paramento di monte

Nella parte bassa della diga (fino alla quota 18.10 m.s.l.m.) dove il manto di impermeabilizzazione ricopre l'intera sezione del paramento di monte, lo stesso verrà fissato lungo linee verticali con un sistema di ancoraggio che dovrà resistere a forze che potrebbero sollevarlo, come ad esempio il vento, e per tenderlo così da risultare ben in contatto con la superficie di appoggio.

Il sistema proposto, consiste di profili in acciaio inossidabile accoppiati, uno a forma di U e l'altro a forma di Ω , che serrano i teli di geocomposito. Quando i due profili vengono serrati, i teli di geocomposito tra due profili vengono tesi, risultando così del tutto liberi da pieghe. I profili vengono fissati ogni 40 cm al paramento di monte con barre filettate in acciaio inossidabile annegate in fiale chimiche.



Figura 4 - Schema di funzionamento.

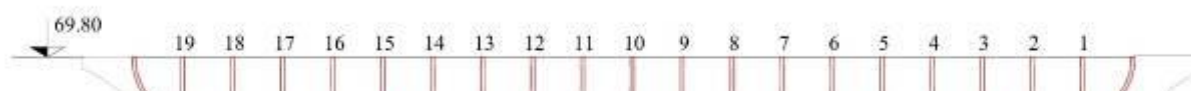
3.1.3. Sistema di drenaggio



Il sistema proposto sarà drenato così da evitare sottopressioni che potrebbero sollecitare eccessivamente il geocomposito, qualora acqua in pressione si infiltri nell'intercapedine tra paramento di monte e geocomposito.

Nella soluzione adottata si assume che il drenaggio del manto impermeabilizzante che ricopre i giunti avvenga unicamente tramite il geotessile di sacrificio installato sui giunti e tramite il geotessile che forma il geocomposito. Il geotessile ha infatti una certa trasmissività idraulica, seppure limitata. L'acqua drenata verrà convogliata verso il basso, dove verrà raccolta e scaricata nel cunicolo inferiore attraverso 3 scarichi trasversali. Gli scarichi trasversali, realizzati al di sotto dell'ancoraggio a tenuta orizzontale che limita la sezione a quota <18.1 m s.l.m, saranno uno su ogni lato della diga ed uno centrale. Quello di destra servirà per lo scarico dei giunti 1-6, quello di sinistra per lo scarico dei giunti 14-19, e quello centrale per lo scarico dei giunti 7-13. Una banda orizzontale di georete drenante tipo Tenax o similare, di 50 cm di altezza, garantirà che l'acqua drenata dai giunti 7-13 venga convogliata verso lo scarico centrale. Nessun drenaggio è richiesto nella sezione rinterrata.

La figura che segue rappresenta schematicamente il sistema di drenaggio proposto per la soluzione adottata.

SOLUZIONE 1



-  Georete drenante
-  Scarico nel cunicolo inferiore

3.1.4. Alloggiamento di estensimetri e sensori di temperatura

Per consentire la realizzazione dell'impermeabilizzazione dei giunti, gli estensimetri e sensori di temperatura verranno rimossi prima dell'installazione del manto e reinstallati a lavori di impermeabilizzazione terminati. Le calotte protettive di estensimetri e sensori di temperatura verranno fissate al paramento di monte tramite barre filettate annegate in fiale chimiche. Il geocomposito verrà punzonato su queste barre, che verranno poi serrate con dei dadi. Un sistema di rondella+guarnizione in gomma da ciascuna parte del geocomposito assicureranno che il collegamento risulti del tutto impermeabile.


3.1.5. Lavori preliminari (esecuzione di Berlinese)

I lavori preliminari all'installazione del manto impermeabile sono:

- ✓ Rimozione di sedimenti, detriti, pietrame o altro materiale così da liberare la superficie del paramento di monte.
- ✓ Scavo, fino a riportare alla luce il giunto perimetrale. Lo scavo dovrà raggiungere la profondità desiderata per l'installazione dell'ancoraggio a tenuta.
- ✓ Rimozione di materiale estraneo e di protuberanze eccessive, e idropulizia del paramento di monte.
- ✓ Scarifica e ripristino del calcestruzzo in corrispondenza delle sedi di alloggiamento degli ancoraggi.

La rimozione dei detriti e dei sedimenti dal paramento di monte, visto il notevole spessore (anche 15 m) comporta la necessità di realizzare un sistema di contenimento che permetta di limitare alla zona del paramento di monte la superficie e il volume del materiale da rimuovere.

La soluzione progettuale ha previsto la realizzazione di una berlinese, struttura che permette di sostenere il fronte dello scavo ed evitare lo scivolamento dei detriti posti a monte.

La berlinese prevista nel progetto, da realizzarsi nel paramento del lato sinistro della diga, è una paratia  composta da micropali del diametro di 200 mm realizzati a interassi variabili a seconda

della profondità dello strato detritico.

I micropali hanno l'armatura costituita da tubi in acciaio di vario spessore che vengono riempiti con miscele cementizie.

I tubi d'armatura vengono inseriti nel foro, realizzato dalla perforazione del terreno, fino alla profondità determinata nel progetto.

Al fine di limitare il diametro ed il numero dei micropali si è prevista la realizzazione di contrasti costituiti da tiranti ancorati alla roccia.

Tutti i micropali sono stati collegati in testa da una trave in acciaio He200 che permette una ripartizione dei carichi sui vari elementi costituenti la paratia.

Il dimensionamento delle berlinesi è stato condotto tenendo conto che alla base del substrato incoerente è presente la roccia in posto messa a nudo durante la realizzazione della fondazione della Diga.

Per quanto riguarda il diametro, lo spessore e il numero di micropali, il pre-dimensionamento è stato condotto sulla base dei seguenti parametri, relativi alle varie altezze del rilevato da contenere:

H = 8 m		
Altezza	8.00	m
Larghezza	1.00	m
Peso specifico del terreno	17.66	kN/mc
Angolo di attrito	35.00	°
Angolo di attrito ridotto	29.25	°
Coefficiente di spinta attiva	0.60	m
Spinta attiva del terreno	336.74	kN
Braccio della spinta attiva	2.67	m
Momento spinta di valle	897.98	kN *m
Tirante (1/3 m)	300.00	kN
Braccio del tirante	8.00	m
Momento del Tirante	2,400.00	kN *m
H = 7 m		
Altezza	7.00	m
Larghezza	1.00	m
Peso specifico del terreno	17.66	kN/mc
Angolo di attrito	35.00	°
Angolo di attrito ridotto	29.25	°
Coefficiente di spinta attiva	0.60	m
Spinta attiva del terreno	257.82	kN

Braccio della spinta attiva	2.33	m
Momento spinta di valle	601.57	kN *m
Tirante (1/4 m)	300.00	kN
Braccio del tirante	7.00	m
Momento del Tirante	2,100.00	kN *m

H = 7 m		
Altezza	7.00	m
Larghezza	1.00	m
Peso specifico del terreno	17.66	kN/mc
Angolo di attrito	35.00	°
Angolo di attrito ridotto	29.25	°
Coefficiente di spinta attiva	0.60	m
Spinta attiva del terreno	257.82	kN
Braccio della spinta attiva	2.33	m
Momento spinta di valle	601.57	kN *m
Tirante (1/4 m)	300.00	kN
Braccio del tirante	7.00	m
Momento del Tirante	2,100.00	kN *m

H = 6 m		
Altezza	6.00	m
Larghezza	1.00	m
Peso specifico del terreno	17.66	kN/mc
Angolo di attrito	35.00	°
Angolo di attrito ridotto	29.25	°
Coefficiente di spinta attiva	0.60	m
Spinta attiva del terreno	189.42	kN
Braccio della spinta attiva	2.00	m
Momento spinta di valle	378.83	kN *m
Tirante (1/6 m)	300.00	kN
Braccio del tirante	6.00	m
Momento del Tirante	1,800.00	kN *m

H = 5 m		
---------	--	--

Altezza	5.00	m
Larghezza	1.00	m
Peso specifico del terreno	17.66	kN/mc
Angolo di attrito	35.00	°
Angolo di attrito ridotto	29.25	°
Coefficiente di spinta attiva	0.60	m
Spinta attiva del terreno	131.54	kN
Braccio della spinta attiva	1.67	m
Momento spinta di valle	219.23	kN *m
Tirante (1/10 m)	300.00	kN
Braccio del tirante	5.00	m
Momento del Tirante	1,500.00	kN *m

H = 4 m		
Altezza	4.00	m
Larghezza	1.00	m
Peso specifico del terreno	17.66	kN/mc
Angolo di attrito	35.00	°
Angolo di attrito ridotto	29.25	°
Coefficiente di spinta attiva	0.60	m
Spinta attiva del terreno	84.19	kN
Braccio della spinta attiva	1.33	m
Momento spinta di valle	112.25	kN *m
Tirante (1/15 m)	300.00	kN
Braccio del tirante	4.00	m
Momento del Tirante	1,200.00	kN *m

H =3 m		
Altezza	3.00	m
Larghezza	1.00	m
Peso specifico del terreno	17.66	kN/mc
Angolo di attrito	35.00	°
Angolo di attrito ridotto	29.25	°
Coefficiente di spinta attiva	0.60	m
Spinta attiva del terreno	47.35	kN
Braccio della spinta attiva	1.00	m

Momento spinta di valle	47.35	kN *m
	-	
Tirante (nessuno)		kN
Braccio del tirante	3.00	m
Momento del Tirante	-	kN *m

3.1.6. Lavori di iniezione

Laddove gli ancoraggi perimetrali dovessero intercettare giunti o fessure presenti sul paramento di monte della diga, questi dovranno essere opportunamente trattati così da prevenire che l'acqua bypassi la tenuta perimetrale attraverso i suddetti giunti e fessure. In particolare, i giunti verticali verranno sigillati in fondo così da prevenire la risalita d'acqua. A tale scopo si eseguirà un carotaggio fino ad intercettare il waterstop, ed il foro così eseguito verrà riempito con resina elastica, che consenta eventuali spostamenti del giunto. Il fissaggio perimetrale, collocato al di sopra del foro colmato di resina, verrà reso discontinuo così da consentire al giunto di aprirsi senza che le piattine in acciaio inossidabile e i suoi ancoraggi vengano sollecitati.

3.1.7. Installazione e controllo di qualità

L'installazione del manto di impermeabilizzazione verrà effettuato da operai specializzati che lavoreranno da navicelle sospese al coronamento della diga e/o da impalcature.

I materiali utilizzati, controllati all'origine, dovranno essere testati separatamente in un laboratorio di prove accreditato. In cantiere, tutte le saldature dovranno essere controllate seguendo la normativa vigente in materia di saldatura ad aria calda di geomembrane polimeriche. Il serraggio degli ancoraggi verrà controllato 100% con chiave dinamometrica e, a campione, con delle prove di estrazione.

Infine è necessario che l'impresa garantisca, mediante certificazione di garanzia, l'applicazione eseguita, in modo da risolvere in maniera definitiva le problematiche presenti nelle parti del paramento oggetto di intervento.

3.2. Riquilificazione e messa in sicurezza del Coronamento

Con il presente progetto ci si prefigge di riquilificare e mettere in sicurezza il coronamento sia dal punto di vista della sicurezza rispetto al rischio di caduta dall'alto, sia per quanto concerne la percorribilità e stabilità del piano di calpestio, attualmente deteriorato e in stato di tenuta precaria; inoltre si ritiene indispensabile dotare il percorso di un impianto di illuminazione efficiente e correttamente funzionante con i migliori criteri di risparmio energetico.



Figura 5 – Coronamento - pavimentazione da rinnovare



Figura 6 Coronamento - Parapetto da sostituire

Per quanto sopra nel progetto si è previsto che il coronamento sia oggetto di importanti azioni volte a garantire la sicurezza della sua percorribilità da parte del personale di servizio e dei visitatori. In particolare si provvederà a realizzare le nuove ringhiere di protezione laterali con elementi in acciaio zincati a caldo

La pavimentazione del coronamento sarà rinnovata mediante rimozione dell'esistente e la realizzazione di uno strato di calcestruzzo di spessore 15 cm armato con rete elettrosaldata. Il calcestruzzo sarà additivato con ossidi di ferro al fine di conferirgli il colore delle terre circostanti e migliorarne l'inserimento ambientale.

Lungo l'intero sviluppo sarà realizzato il nuovo impianto di illuminazione mediante la messa in opera delle linee di alimentazione a norma di legge e di 24 punti luce a palo con corpi illuminanti a

led, senza dubbio la migliore rispetto a quelle presenti sul mercato in relazione all'efficienza energetica.

Le lavorazioni sono descritte in sintesi di seguito:

- ✓ rimozione dei parapetti e delle ringhiere esistenti e loro sostituzione con nuovi elementi in acciaio zincato a caldo, ancorati nella trave di bordo esistente in sommità del coronamento; conferimento a discarica autorizzata degli elementi rimossi;
- ✓ asportazione della pavimentazione costituita da materiale sciolto e tout-venant e ripristino con strato di calcestruzzo di spessore 0.15 cm per una larghezza media di 3.00 m;
- ✓ realizzazione dei cavidotti necessari per l'illuminazione del coronamento e per il passaggio dei cavi di trasmissione dati;
- ✓ realizzazione dei pozzetti di derivazione in corrispondenza di ogni palo;
- ✓ realizzazione del nuovo impianto di illuminazione con cavi di adeguata sezione in grado di alimentare un numero minimo di 24 punti luce disposti a quinconce con pali in resina e corpi illuminanti con tecnologia a led;
- ✓ realizzazione dell'impianto elettrico di supporto all'impianto di illuminazione e agli altri impianti presenti (misuratori ecc..).

Nei disegni allegati si riportano in dettaglio tutte le lavorazioni previste nel coronamento della diga.

3.3. Demolizione e ricostruzione della passerella posta sopra la soglia di sfioro

Nella spalla sinistra dello sbarramento, al disopra della soglia di sfioro dello scarico di superficie, è presente una passerella il cui piano di calpestio è caratterizzato da un avanzato stato di disfacimento a causa della corrosione delle armature del solaio in latero-cemento. Si rende necessaria pertanto la demolizione e la ricostruzione con analoga struttura che sarà sostenuta dalle attuali travi portanti in c.a. prefabbricato.

I dati dimensionali della passerella vengono riportati in dettaglio negli elaborati grafici allegati al progetto.



Figura 7 - Coronamento - passerella pedonale sullo scarico di superficie



Figura 8 - Coronamento - passerella pedonale: dettaglio intradosso

3.4. Allontanamento di sedimenti presenti all'ingresso dello scarico di fondo e alleggerimento (lavorazione rimandata ad un successivo futuro intervento da sottoporre a V.I.A.)

Al fine di evitare l'interrimento delle gallerie di scarico, l'Ufficio Tecnico Dighe ha prescritto l'allontanamento del materiale depositatesi nei pressi dell'imbocco delle gallerie di scarico dello sbarramento; la prescrizione ha imposto la realizzazione di un piazzale alla quota di 15.80 m.s.l.m..

In ottemperanza a tale prescrizione nel presente progetto si è previsto l'allontanamento dei sopraindicati sedimenti, per i quali è possibile lo spostamento in un'area appositamente predisposta al loro contenimento, individuata negli elaborati di progetto, attraverso la realizzazione di gabbionate che costituiranno la perimetrazione della stessa area.

Negli allegati del progetto vengono riportati i dettagli geometrici dell'area nella quale è prevista la rimozione dei sedimenti e la loro quantificazione volumetrica.



Figura 9 - Area interessata dalla rimozione dei sedimenti

3.5. Ripristino della tenuta idraulica dell'avandiga

Come detto precedentemente l'Ufficio Tecnico Dighe ha prescritto il ripristino della tenuta idraulica dell'avandiga.

Nel corso dei lavori relativi alla realizzazione dello scarico di fondo, al fine di consentire l'evacuazione delle acque attraverso le condotte di esaurimento, era stata realizzata una breccia nel corpo dell'avandiga.

Successivamente all'ultimazione dei lavori suddetti, la breccia era stata in parte intasata con calcestruzzo al fine di ripristinare le condizioni precedenti.

L'intasamento non ha conseguito l'impermeabilità dell'avandiga e, conseguentemente, piccole portate attraversano il manufatto e raggiungono le condotte di esaurimento dell'invaso.

Nel presente progetto è previsto il ripristino dello stato di fatto mediante completo intasamento della breccia presente nell'avandiga e l'impermeabilizzazione di una parte del paramento di monte della stessa, al fine di assicurarne la perfetta tenuta idraulica.

Nel disegni allegati si riportano i dettagli della lavorazione in parola.

3.6. Sistema di controllo della stabilità del versante in spalla sinistra

Come detto precedentemente l'Ufficio Tecnico Dighe ha indicato la necessità di prevedere un sistema di controllo della stabilità del versante posto al disopra della spalla sinistra.

Nel presente progetto è pertanto prevista la realizzazione di sei capisaldi di triangolazione e collimazione posti nelle zone ritenute più critiche del versante sovrastante la spalla sinistra.

Nei disegni allegati si riporta l'ubicazione di detti capisaldi e i dettagli geometrici degli stessi.

3.7. Impermeabilizzazione pozzetto di manovra dello scarico di esaurimento

L'Ufficio Tecnico Dighe ha richiesto l'esecuzione delle lavorazioni necessarie a garantire l'impermeabilità del pozzetto di manovra dello scarico di esaurimento in modo che durante le precipitazioni intense non si abbia l'ingresso dall'esterno dell'acqua corrivata dal versante posto a valle della diga.

Per tale motivo nel progetto si è prevista l'impermeabilizzazione completa del pozzetto e la messa in opera di un chiusino stagno.

Si è prevista inoltre la messa in opera di una valvola di ritegno del DN 300 che consente lo scarico dell'eventuale acqua presente all'interno del pozzetto.

3.8. Sistema di monitoraggio, hardware e software e modelli matematici atti al controllo dello sbarramento e delle strumentazioni di misura annesse

Il sistema di monitoraggio, hardware e software e modelli matematici atti al controllo dello sbarramento e delle strumentazioni di misura durante gli invasi sperimentali prevede una serie di attività che vengono elencate di seguito:

- a) Elaborazione del progetto di installazione di nuovi termometri nella diga per la misura della temperatura del calcestruzzo (v. spiegazioni nel seguito);
- b) Predisposizione modello strutturale 3D dello sbarramento e realizzazione del programma di analisi per la definizione del modello di previsione comportamentale della diga;
- c) Configurazione e fornitura del software di monitoraggio MIC o similare;
- d) Relazione sulle misure di monitoraggio effettuate dalla sottoscrizione del f.c.e.m. al momento di inizio degli invasi sperimentali.

Durante la fase di realizzazione degli invasi sperimentali è di particolare importanza disporre di un modello previsionale deterministico, basato e definito sulla base di una modellazione strutturale della diga. In effetti non disponendo di misure storiche con presenza di invaso non è possibile valutare il comportamento per analogia a quello avuto nel passato.

Per la definizione del modello di previsione comportamentale della diga sarà allestito un modello di calcolo ad elementi finiti tridimensionale. Il modello riprodurrà fedelmente la geometria della diga e della valle in cui la diga è ubicata. Verranno considerati gli effetti della spinta idrostatica e dei carichi termici, assumendo un comportamento elastico del sistema. Per riprodurre in modo fedele il comportamento della diga è necessario disporre dei piani con la definizione geometrica della stessa e delle caratteristiche di rigidità del calcestruzzo e della roccia di fondazione. Si sottolinea che per la definizione dei carichi termici è necessario conoscere la posizione dei

termometri di cui sopra.

Le prestazioni richieste vengono riassunte qui di seguito:

- ✓ Allestimento del modello 3D
- ✓ Calcolo strutturale 3D
- ✓ Rapporto di descrizione del modello previsionale deterministico

Il software adottato dovrà consentire di gestire i dati di monitoraggio tramite le seguenti procedure:

- ✓ Controllo della plausibilità delle letture al momento della importazione tramite dei limiti previamente definiti in base all'andamento storico (approccio statistico).
- ✓ Archivio sicuro dei dati di monitoraggio in apposita banca dati.
- ✓ Calcolo di grandezze derivate dalle letture al fine di disporre di parametri ingegneristicamente rilevanti per la verifica del comportamento dell'opera.
- ✓ Verifica analitica del comportamento misurato con quello atteso e valutazione degli scostamenti sulla base di limiti di tolleranza (approccio deterministico).
- ✓ Restituzione grafica e tabellare dei risultati e delle analisi necessari per l'analisi del comportamento e l'allestimento di appropriati rapporti di asseverazione.

Il software adottato dovrà essere quindi essere configurato al caso specifico della diga di Monte Crispu, definendo la strumentazione, le elaborazioni necessarie, il modello previsionale ed i grafici e le tabelle.

Le prestazioni necessarie alla configurazione del software vengono elencate nel seguito:

- ✓ Configurazione degli strumenti manuali e automatici;
- ✓ Configurazione delle prese dati manuali e automatiche necessarie all'inserimento dei dati nella banca dati;
- ✓ Configurazione degli elementi derivati (modello deterministico);
- ✓ Configurazione dei grafici;
- ✓ Configurazione dei report;
- ✓ Importazione delle misure storiche disponibili.

La configurazione del modello deterministico all'interno del software MIC o similare verrà effettuata solamente al termine della Fase b).

In accordo al piano operativo per l'avvio degli invasi sperimentali è necessario produrre dei reports periodici da trasmettere al MIT – Direzione Generale Dighe e Ufficio periferico di Cagliari. A tale scopo è necessaria la redazione di una relazione sulle misure di monitoraggio effettuate dalla sottoscrizione del foglio condizioni e manutenzione, fino al momento di inizio degli invasi sperimentali.

L'allestimento di tale relazione può avvenire solamente al termine della Fase c).

Per ciascuno step intermedio durante gli invasi sperimentali è prevista la redazione di una relazione interpretativa specifica sul comportamento della diga. Poiché il programma degli invasi sperimentali non è ancora definito, per l'assistenza al monitoraggio è prevista un'attività di assistenza al monitoraggio su base annuale. Inoltre è previsto che il software utilizzato dovrà

essere installato anche presso gli uffici dell'affidatario, almeno in un primo periodo fino a quando non sia raggiunta una situazione di regolare analisi del comportamento della diga. Queste prestazioni possono essere riassunte nel modo seguente:

- ✓ attività di gestione del software di monitoraggio;
- ✓ aggiornamento regolare della banca dati con i dati di monitoraggio manuali ed automatici;
- ✓ analisi critica delle misure di monitoraggio e del comportamento della diga;
- ✓ allestimento delle relazioni semestrali interpretative del comportamento della diga corredate dei diagrammi delle misure elaborate con il programma;
- ✓ partecipazione alle ispezioni semestrali presso la diga dei rappresentanti dell'Ufficio Tecnico per le Dighe e illustrazione dei risultati delle analisi di monitoraggio;
- ✓ partecipazione a riunioni con la Direzione Generale Dighe.

3.9. Impermeabilizzazione delle camere di manovra delle paratoie degli scarichi di fondo e della galleria di collegamento e riqualificazione delle paratoie dello scarico di alleggerimento

In occasione dell'ultimo evento meteorico intenso il livello dell'acqua nell'invaso di Monte Crispu ha raggiunto e superato la quota della volta degli edifici di manovra delle paratoie degli scarichi di fondo e della galleria; in tale occasione si è potuto verificare che la tenuta idraulica della volta, delle pareti e della platea degli stessi non era assicurata e si sono riscontrate copiose infiltrazioni idriche.

L'U.T.D. ha pertanto prescritto l'esecuzione delle lavorazioni atte a garantire l'impermeabilità degli edifici in parola.

La soluzione proposta per assicurare l'impermeabilità dei locali di manovra delle paratoie prevede:

- ✓ la rimozione temporanea del materiale sciolto parzialmente accumulato al di sopra della galleria al fine di liberare l'intero manufatto in c.a. da sottoporre agli interventi di impermeabilizzazione;
- ✓ la rimozione dei teli impermeabili attualmente presenti nella galleria e nell'edificio di manovra delle paratoie dello scarico di alleggerimento;
- ✓ l'esecuzione dell'impermeabilizzazione delle superfici esterne degli edifici e della galleria con il seguente trattamento:
- ✓ preparazione del supporto tramite idrolavaggio ad alta pressione al fine di eliminare lo strato superficiale di cls, normalmente impregnato di sporcizia, parti friabili e/o in distacco, al fine di creare le condizioni per l'ottenimento di un ottimo ponte d'ancoraggio per il successivo rivestimento resinoso;
- ✓ trattamento protettivo rialcalinizzante dei ferri d'armatura, messi a nudo dalle precedenti operazioni e perfettamente ripuliti dalla ruggine con sabbiatura o pulizia meccanica, mediante applicazione a pennello di due mani di malta cementizia anticorrosiva monocomponente, atta a riportare il pH al di sopra di 12, livello minimo per garantire la non corrosione del ferro;
- ✓ fornitura, trasporto ed applicazione di malta monocomponente a ritiro controllato a base di leganti cementizi modificati con polimeri sintetici, contenenti microfibre sintetiche per il

controllo del ritiro e additivi riduttori dell'acqua, per stuccature dei nidi di ghiaia eventualmente presenti;

- ✓ realizzazione di rivestimento impermeabilizzante di superfici in calcestruzzo, intonaci cementizi, mediante applicazione di due mani, a pennello, a rullo o a spruzzo con airless, di una resina poliureica a base di poliurea e poliuretani modificati, di isocianati alifatici e ammine speciali, alifatico, per rivestimenti verticali ed orizzontali bicomponente, (tipo FPGS 15 od equivalente), con le seguenti caratteristiche: peso specifico 1,1 Kg/lt, residuo ; gel time, indurimento a 23°C 40-50 min, 1-2 h fuori tatto, 24 h intervallo fra le mani; Durezza superficiale 70 – 75 shore A (ISO 868), allungamento a rottura 65%(ASTM D 638), adesione su cemento > 3 MPa, abrasione 100 mg (secondo ASTM D4060 1000 gr CS17). L'applicazione del rivestimento dovrà essere preceduta dalla stesura di una mano di primer epossidico dato a pennello, rullo o spruzzo in ragione a 250-350 gr/mq tipo Epapox 022 o similare. La preparazione dovrà essere eseguita miscelando i due componenti (aggiungendo la parte B alla parte A) e mescolando accuratamente fino a completa omogeneità. Il trattamento dovrà garantire una protezione completamente impermeabile all'acqua e ai gas esistenti agli acidi ed alcali diluiti, oli minerali, detersivi, acque di scarico, ecc. Le superfici da trattare dovranno essere perfettamente pulite, solide ed asciutte; l'applicazione potrà essere eseguita solo dopo completa stagionatura del supporto e delle eventuali riparazioni effettuate sullo stesso. L'applicazione dovrà essere eseguita in almeno 2 mani, rispettando un intervallo minimo di tempo tra una mano e l'altra di almeno 24ore, garantendo un impiego di c.a 500-600 g/mq in due mani;
- ✓ protezione delle superfici impermeabilizzate mediante messa in opera di geocomposito drenante dello spessore di cm 3, costituito da una geostuoia accoppiata su entrambi i lati ad un geotessile non tessuto composto da polipropilene, avente massa areica dai 600 agli 850 g/mq, resistenza alla trazione longitudinale e trasversale dai 12 ai 13 kN/m.
- ✓ costituzione di un rilevato in terra a protezione della galleria e delle pareti degli edifici secondo quanto indicato nei disegni di progetto; Tale ricoprimento era stato già previsto all'atto della progettazione della galleria ma era stato realizzato solo in parte.
- ✓ La sigillatura interna di tutte le lesioni visibili nelle platee e nelle pareti contro terra delle camere di manovra e della galleria; la sigillatura avverrà mediante l'immissione di resine attraverso fori spostati rispetto alla venuta d'acqua o con una distribuzione a quince lungo la fessura da iniettare, inclinati a circa 45° andando a cercare la venuta d'acqua in un punto all'interno dell'elemento strutturale. In questo caso le resine da impiegare saranno uretaniche bicomponenti convenientemente additate, le quali in funzione della tipologia delle venute d'acqua avranno le seguenti caratteristiche.

Entità della Venuta	Molto Bassa Re < 2000)	Bassa (2000 < Re < 4000)	Alta (Re > 4000)
Pressione della Venuta	< 2 MPa	< 7 MPa	> 7 MPa

Resina Tipo	Veloce	Molto veloce	Tixotropica
Viscosità (mPas)	525	545	> 50000
Inizio della reazione	1'10"	0'32"	1'15"
Viscosità = ∞	1'11"	0'33"	1'20"
Fine della reazione	15'00"	3'00"	15'00"
Incremento Volumetrico	3	10	3

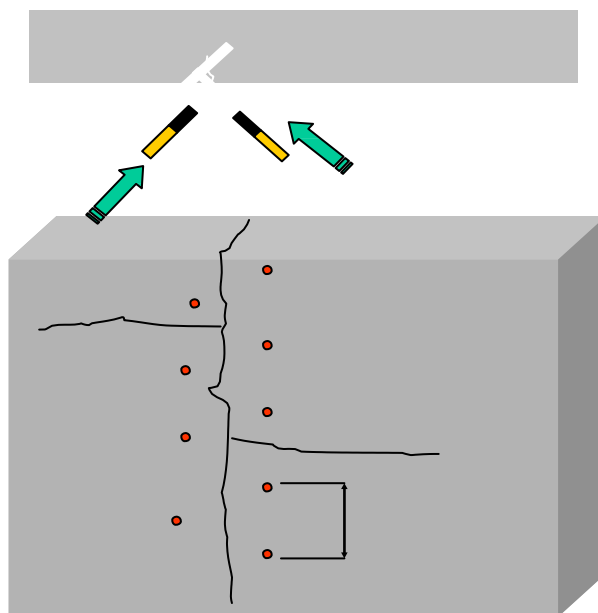


Figura 10 - Schema di perforazione per giunto/ fessura da risanare

- ✓ Interventi di manutenzione e verniciatura delle strutture in acciaio "a vista" relative alle vecchie paratoie dello scarico di alleggerimento.

Di seguito si riportano alcune fotografie dei manufatti oggetto dell'impermeabilizzazione



Figura 11 - galleria di collegamento tra camere di manovra



Figura 12 - Galleria di collegamento tra camere di manovra - particolare giunti di ripresa e di dilatazione



Figura 13 - Camera di manovra vecchie paratoie - particolare intradosso copertura



Figura 14 - Camera di manovra nuove paratoie - particolare cunicolo per presa d'aria a parete



Figura 15 - Camera di manovra vecchie paratoie - particolare struttura in acciaio da riqualificare



Figura 16 - Camera di manovra vecchie paratoie - particolare struttura in acciaio da riqualificare

3.10. Ristrutturazione della casa di guardia e locale gruppo elettrogeno

L'edificio che ospita il personale di sorveglianza e la sala di controllo, noto come casa di guardia, sarà oggetto di importanti interventi manutentivi e di riqualificazione funzionale.

Si tratta di intervenire radicalmente nell'edificio adibito a Casa di Guardia che presenta vistosi deficit inerenti l'impermeabilità e la tenuta statica della copertura, la funzionalità ed efficienza dell'impianto idrico-sanitario, la conformità e funzionalità dell'impianto elettrico, l'assenza di un impianto di riscaldamento, la necessità di un impianto per la trasmissione dati. Inoltre è necessario riqualificare il sistema di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche della copertura e mettere in sicurezza il muro di contenimento del terrapieno antistante l'ingresso dell'edificio. Infine è necessario adeguare il locale gruppo elettrogeno attualmente collocato nel locale al piano seminterrato, alla normativa vigente in materia di prevenzione incendi.



Figura 17 - Vano scala con parete sede di infiltrazioni provenienti dalla copertura e dalla facciata



Figura 18 - Locale sottotetto - in evidenza lo stato della copertura

Gli interventi previsti in progetto riguarderanno sia l'involucro che le parti interne, con particolare riguardo agli impianti tecnologici e ai servizi igienici.

Per quanto riguarda l'involucro si prevede di intervenire innanzitutto nella copertura, di cui appare indispensabile la demolizione e la successiva ricostruzione con analoga struttura in latero-cemento, dotata di coibentazione termica con pannelli in schiuma rigida di polistirene espanso dello spessore di 40 mm e manto impermeabile con membrana prefabbricata elastoplastomerica armata in tessuto non tessuto di poliestere da filo continuo. Il manto di copertura sarà realizzato con tegole del tipo coppo sardo. Si interverrà nei prospetti per ripristinare alcune porzioni di intonaco e tinteggiatura deteriorate e fonte di infiltrazioni. Sarà realizzato il sistema di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche della copertura mediante canali di gronda e discendenti in rame.

Si rende necessario sostituire gli infissi esterni (finestre e portone di ingresso, con nuovi in PVC dotati di vetro-camera per migliorare l'isolamento termico in sostituzione di quelli esistenti, obsoleti e gravemente deteriorati.

All'interno di provvederà a ripristinare le porzioni di intonaco in disfacimento a causa delle infiltrazioni dalla copertura e dalle pareti, a tinteggiare e a rendere utilizzabile lo spazio del sottotetto al piano secondo, attualmente in precarie condizioni e sede di rifiuti.

Saranno realizzati ex-novo gli impianti elettrico, idrico-sanitario e di climatizzazione mediante pompe di calore, nel rispetto delle vigenti norme di sicurezza. Per tutti saranno adottate soluzioni tecnologiche standard, agevolmente reperibili sul mercato e che assicurino un livello di confort normale per i luoghi di lavoro. Le tubazioni dell'impianto idrico-sanitario saranno in polietilene multistrato e polipropilene. Le pompe di calore saranno del tipo aria-aria dotate di inverter e con unità esterna multi split.

Le lavorazioni sono descritte in sintesi di seguito:

- ✓ rimozione del manto di copertura in tegole e successiva demolizione del solaio in latero-cemento; successiva ricostruzione mediante struttura analoga in latero-cemento, dotata di coibentazione termica con pannelli in schiuma rigida di polistirene espanso dello spessore di 40 mm e manto impermeabile con membrana prefabbricata elastoplastomerica armata in tessuto non tessuto di poliestere da filo continuo; ricostruzione successiva del manto di copertura in tegole curve (coppi) in laterizio.
- ✓ realizzazione del sistema di smaltimento delle acque meteoriche della copertura, costituito da canali di gronda e discendenti in rame;
- ✓ rimozione delle porzioni di intonaco e tinteggiatura deteriorate nell'ambito delle pareti esterne e successivo ripristino mediante intonaco civile, rasatura e tinteggiatura;
- ✓ sostituzione degli infissi interni ed esterni in legno con nuovi elementi in PVC (finestre) e legno (porte interne)
- ✓ messa in opera delle porte tagliafuoco per l'accesso agli appartamenti;
- ✓ pulizia e svuotamento da oggetti e suppellettili varie del vano sottotetto, incluso il conferimento a discarica autorizzata del materiale rimosso;
- ✓ realizzazione degli impianti idrico-sanitario dell'intero edificio. L'impianto dovrà essere realizzato con tubazioni di polietilene multistrato e dotato di collettori distributori ai piani e alimentato da apposita centrale idrica. Sono comprese le lavorazioni edili complementari quali la demolizione e ricostruzione delle pavimentazioni, l'esecuzione delle tracce, la fornitura e posa in opera dei sanitari mancanti;
- ✓ realizzazione degli impianti elettrici a servizio dell'intero fabbricato, secondo gli schemi riportati nei disegni allegati;
- ✓ realizzazione dell'impianto telefonico a servizio dell'intero fabbricato, secondo gli schemi riportati nei disegni allegati;
- ✓ realizzazione dell'impianto di climatizzazione mediante pompe di calore, da distribuire ai piani negli ambienti maggiormente frequentati (sala di controllo al piano secondo, stanze per il personale di guardia);
- ✓ ripristini di intonaci deteriorati o danneggiati dai lavori e successiva tinteggiatura di tutte le superfici interne dell'edificio;
- ✓ tinteggiatura interna ed esterna dell'intero edificio
- ✓ sostituzione dei parapetti dell'intero edificio;
- ✓ demolizione del muro di contenimento antistante l'ingresso alla casa di guardia e sua ricostruzione con nuove strutture di fondazione ed in elevazione in c.a. e montaggio del parapetto precedentemente rimosso.

Nelle tavole allegata si riportano tutti i dettagli delle lavorazioni previste.

Locale gruppo elettrogeno

Nel locale seminterrato è attualmente allocato il gruppo elettrogeno di emergenza al servizio delle varie installazioni della diga.

Trattasi di un gruppo elettrogeno alimentato a gasolio tramite serbatoio incorporato, di potenza pari a 52,96 kW, ubicato in un locale ad uso non esclusivo, seminterrato, inserito nella volumetria del fabbricato servito da tale impianto, con accesso sia dall'esterno che dal vano scala del corpo di fabbrica.

Il locale è pertanto soggetto alle visite e ai controlli di prevenzione incendi in quanto rientra nei seguenti punti del DPR 01/08/2011 n. 151:

49 1/A Gruppi per la produzione di energia elettrica sussidiaria con motori endotermici ed impianti di cogenerazione di potenza complessiva superiore a 25 kW (oltre 25 kW e fino a 350 kW).

Nel locale si sono previste le seguenti lavorazioni:

- ✓ Spostamento di tutti i quadri elettrici presenti e loro riposizionamento in un locale ubicato al piano terra;
- ✓ Spostamento di tutti i materiali immagazzinati nel locale e riposizionamento all'esterno;
- ✓ Realizzazione di una nuova canna di scarico del gruppo elettrogeno nel rispetto della normativa (distanza > 1,5 m dell'estremità delle tubazioni di scarico dei gas combusti dalle pareti finestrate, altezza > 3,0 m dell'estremità delle tubazioni di scarico dei gas combusti rispetto al piano praticabile utilizzazione di tubazioni dotate delle regolari certificazioni di classe di reazione al fuoco, che dovrà essere superiore ad A1L);
- ✓ Realizzazione dell'ideale sistema di aerazione del locale;
- ✓ Realizzazione dell'intonaco ignifugo al fine di compartimentare il locale in modo da garantire una resistenza al fuoco REI 120;
- ✓ Aerazione del vano scala in modo da garantire il rispetto della vigente regola tecnica, che ammette l'accesso tramite disimpegno aerato dall'esterno con adeguate aperture di aerazione non inferiori a 0,30 m², le cui strutture portanti e separanti devono avere resistenza al fuoco non inferiore a R, REI 60 rispettivamente;
- ✓ Realizzazione di un sistema di contenimento atto ad impedire lo spargimento del combustibile liquido contenuto all'interno del serbatoio incorporato;
- ✓ Realizzazione delle porte tagliafuoco con apertura verso l'esterno, per il locale gruppo elettrogeno e per gli appartamenti del piano terra, piano primo e piano secondo;
- ✓ Messa in opera della segnaletica di sicurezza, conforme al Titolo V e Allegati da XXIV a XXXII del D.Lgs. 9 aprile 2008, n. 81;
- ✓ Messa in opera di pulsante di arresto del Gruppo Elettrogeno in posizione esterna, con funzione ausiliaria di sezionare elettrico;
- ✓ Realizzazione degli impianti elettrici e dichiarazione della loro conformità.

3.11. Sostituzione scale esterne di accesso ai cunicoli

Attualmente l'accesso ai cunicoli dal coronamento avviene attraverso due scale alla marinara poste in corrispondenza delle spalle della diga.

Le scale hanno una lunghezza di circa 15 m e non rispettano le norme di sicurezza in quanto non sono dotate dei pianerottoli di riposo.

Si è prevista pertanto la loro sostituzione con due nuove scale in acciaio zincato a caldo, costituite da quattro piedritti in acciaio sui quali si appoggiano le rampe e i pianerottoli.

I dati dimensionali delle scale in progetto vengono riportati in dettaglio negli elaborati grafici allegati al progetto.

I pilastri si appoggiano su una fondazione costituita da un blocco in calcestruzzo appoggiato sulla roccia di imposta della diga e sul pulvino della stessa.

3.12. Sostituzione scale interne ai cunicoli

Attualmente le scale interne ai cunicoli sono costituite da profilati e lamiere in acciaio che risultano completamente corrosi e costituiscono una fonte di pericolo per gli operatori che le percorrono per effettuare le normali operazioni di gestione e controllo dello sbarramento.

Nel presente progetto si è prevista pertanto la rimozione di tali scale e la loro sostituzione con scale in acciaio zincato a caldo caratterizzate dalla regolarità delle alzate e delle pedate nelle varie rampe.

Le scale previste sono costituite da elementi che vengono prefabbricati all'esterno che vengono assemblate e messe in opera all'interno dei cunicoli.

All'interno dei cunicoli, nella parte sub orizzontale, è prevista la realizzazione di una canaletta che eviti il ristagno dell'acqua nella platea del cunicolo.

I dati dimensionali delle scale e della canaletta vengono riportati in dettaglio negli elaborati grafici allegati al progetto.

3.13. Manutenzione viabilità di accesso alla diga

Al fine di consentire l'accesso alla diga, nel progetto si è prevista la sistemazione e manutenzione ordinaria della strada di accesso alla diga che, attualmente, presenta un piano viario sconnesso e pericoloso soprattutto nella seconda parte non asfaltata, con lo scopo di renderlo uniforme e stabile anche a seguito di eventi meteorici.

Si prevedono le seguenti lavorazioni per uno sviluppo di 1382.84 m ed una larghezza di 4 m:

- ✓ livellamento del piano viario mediante macchina operatrice;
- ✓ messa in opera di un geotessile avente una grammatura di 180 gr/mq;
- ✓ ricarica della massicciata stradale con tout venant per uno spessore di 20 cm di pezzatura media;
- ✓ messa in opera di uno strato di pietrisco calcareo (pezzatura 3-5 cm) per uno spessore medio di 8 cm;
- ✓ messa in opera di strato di saturazione dello spessore di 2 cm, costituito da polverino di cava

- ✓ realizzazione di cunette per la raccolta e smaltimento delle acque meteoriche.

Per ogni dettaglio si rimanda alla relativa tavola allegata al progetto.

3.14. Allontanamento acque meteoriche dal costone della spalla Sx

Fra le prescrizioni dell'U.T.D. è compresa quella che richiede l'allontanamento delle acque meteoriche dal costone roccioso della spalla sinistra al fine di garantire la stabilità del versante.

Nell'ambito del progetto si è studiata la problematica e si è ipotizzata la realizzazione di una tubazione in grado di convogliare le acque intercettate dall'ultimo gradone a valle dello sbarramento.

Le verifiche effettuate hanno però dimostrato che la realizzazione di tale sistema di allontanamento comporterebbe la necessità di realizzare scavi di notevole profondità che metterebbero a rischio la stabilità del versante, aggravando la problematica di stabilità segnalata dall'U.T.D..

Per tale motivo si è ritenuto di non inserire nel progetto le opere progettate e relative alla realizzazione della tubazione di drenaggio delle acque del versante insistenti sulla spalla sinistra.

Ciò anche in considerazione del fatto che la problematica non si ritiene comportare l'insorgere di rischi di stabilità dello sbarramento.

4. ELENCO PREZZI UNITARI

Per la redazione del calcolo sommario della spesa per la realizzazione degli interventi, si è utilizzato come base di riferimento il Prezziario Regionale dei Lavori Pubblici della Regione Sardegna redatto dall'Assessorato ai Lavori Pubblici, attualmente in vigore.

Alcuni prezzi non presenti nel prezzo regionale sono stati determinati sulla base delle disposizioni del D.P.R. 207/10.

Tutti i prezzi riportati sono comprensivi di spese e utili per l'impresa e non comprendono l'IVA, ove non diversamente indicato.

5. ESPROPRIO ED OCCUPAZIONE DEI TERRENI

Le aree interessate dai lavori sono di proprietà del demanio e pertanto per l'esecuzione delle stesse non è necessaria l'espropriazione dei terreni.

6. ROCCE E TERRE DA SCAVO – MATERIALI PROVENIENTI DALLE DEMOLIZIONI

All'interno del cantiere è previsto il riutilizzo per il ricoprimento della galleria di collegamento fra manufatti di scarico di 4.262.75 mc di terre e rocce da scavo provenienti dalla rimozione delle terre addossate al paramento di monte.

7. AUTORIZZAZIONI NECESSARIE PER LA REALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO

Prima dell'approvazione del progetto si rende necessaria l'acquisizione delle autorizzazioni e/pareri dai seguenti uffici competenti:

- UTD – Ufficio Tecnico per le dighe di Cagliari
- COMUNE di Bosa
- RAS - SOI

Per il presente progetto si ritiene non necessaria l'acquisizione dell'autorizzazione paesaggistica, ai sensi della Legge Regionale 9/2017, che ha recepito il DPR 13 febbraio 2017 n. 31. Gli interventi di cui al presente progetto ricadono infatti fra quelli esclusi dall'autorizzazione paesaggistica in quanto facenti parte dell'elenco riportato nell'allegato A, punto A 25 del DPR 31/2017. Trattasi infatti di interventi di: manutenzione degli alvei, finalizzati a garantire il libero deflusso delle acque e che non comportano alterazioni permanenti della visione d'insieme della morfologia del corso d'acqua; manutenzione e ripristino funzionale dei sistemi di scolo e smaltimento delle acque e delle opere idrauliche in alveo..

Poiché i lavori non interessano il corso d'acqua, non si ritiene necessaria l'autorizzazione del Genio Civile ai sensi del R.D. 523/1904.

Per ciò che attiene alla verifica di assoggettabilità alla V.I.A., le recenti modifiche apportate al .D. Lgs. n. 152/2006 dal D.Lgsl.n. 104/2017 e l'aggiornamento della normativa regionale, con l'abrogazione della DGR n. 34/33 del 2012 e l'emanazione della DGR n. 45/24 del 2017, hanno portato come conseguenza che, ai sensi dell'art. 6 comma 9 del D.Lgsl. n.152/2006, le modifiche o

estensioni di progetti realizzati o in fase di realizzazione, che possono avere impatti ambientali significativi e negativi, debbano essere sottoposti alla verifica di assoggettabilità a VIA. In particolare tale intervento ricade nella fattispecie prevista dall'Allegato II-bis ossia progetti sottoposti alla verifica di assoggettabilità di competenza statale (Punto 2 - Progetti di infrastrutture, lettera h).

Nel caso specifico trattasi di *impianti destinati a trattenere, regolare o accumulare le acque in modo durevole, di altezza superiore a 15 m o che determinano un volume d'invaso superiore ad 1.000.000 m³, nonché impianti destinati a trattenere, regolare o accumulare le acque a fini energetici in modo durevole, di altezza superiore a 10 m o che determinano un volume d'invaso superiore a 100.000 m³, con esclusione delle opere di confinamento fisico finalizzate alla messa in sicurezza dei siti inquinati* (caso previsto al punto 13 dell'Allegato II - Progetti di competenza statale).

In particolare le modifiche o estensioni di progetti di cui all'Allegato II, o già autorizzati, realizzati o in fase di realizzazione, che possono avere notevoli impatti ambientali significativi e negativi (lettera h), devono essere sottoposti alla verifica di assoggettabilità di competenza statale., il che comporta l'invio al Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare di un Modulo per la richiesta di una valutazione preliminare (ai sensi dell'art. 6 comma 9 del D.Lgs. n.152/2006), e di una Lista di controllo per la valutazione preliminare.