



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA
PROVINCIA DI ORISTANO
COMUNE DI PAU

DELIBERAZIONE G. R. N. 5/19 DEL 29.01.2019.
FSC 2014/2020 - LINEA D'AZIONE 2.2.1.
INTERVENTI PER LA MESSA IN SICUREZZA DELLA
DIGA IN LOCALITÀ SENNISCEDDU

PROGETTO DEFINITIVO

Committente: Amministrazione Comunale di Pau

il Sindaco
ing. Franceschino SERRA

il Responsabile del procedimento
ing. Angelica SEDDA

Elab.

A.1

Relazione illustrativa e tecnica

progettisti
ing. Simone Cuccu

collaboratori
ing. Antonello Pacitto

geol. Dario Cinus

data - MARZO 2020

revisione

GENERALITÀ

Con il presente studio si fa riferimento alla comunicazione della Direzione Generale del Servizio territoriale opere idrauliche di Oristano dell'Ass.to Regionale dei Lavori Pubblici prot. n. 30044 del 03/08/2016 recante "Approvazione tecnica in sanatoria e prosecuzione all'esercizio ex art. 26 dell'Allegato A alla L.R. 12/2007 – sbarramento in Loc. Sennisceddu" e la conseguente richiesta di integrazione documentale relativa all'invaso sul Riu Sennisceddu, a seguito di richiesta inoltrata il 07/08/2008 da parte dell'Amm. Comunale di Pau.

Nella predetta comunicazione sono riportate una serie di indicazioni relative alle criticità emerse a seguito di apposito sopralluogo effettuato in data 16/06/2016 dal parte dei funzionari dello STOIOR. Pertanto, il progetto all'oggetto riguarda le attività e le procedure che il Comune di Pau intende porre in essere in essere per un intervento di manutenzione straordinaria dello sbarramento di *Sennisceddu* e nel più generale ambito della procedura di autorizzazione alla prosecuzione di esercizio.

Occorre inoltre specificare che, in data 27/12/2018, è stato presentato un precedente progetto relativo a "Interventi di adeguamento sbarramento e bacino di accumulo in località Sennisceddu. Approvazione tecnica in sanatoria e prosecuzione dell'esercizio ex art. 26 L.R. 12/2007", oggetto di integrazione nel novembre 2019 di una serie di elaborati funzionali alla domanda di concessione della derivazione della risorsa idrica, di cui alla comunicazione Dir. Gen. LL.PP. - S.O.I.I., Prot. n. 28281 del 12/09/2019.

La risorsa idrica da derivare è legata alla messa in pristino del pozzo di cui al presente progetto, e fornisce la risorsa per il riempimento dell'invaso in questione.

RIFERIMENTI NORMATIVI

I principali riferimenti legislativi e normativi di settore cui si è fatto riferimento per la redazione del presente progetto riguardano:

- D.Lgs. del 18/04/2016, n. 50 (Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture) e ss.mm.ii.;
- D.P.R. del 08/06/2010, n. 207 (Regolamento di esecuzione ed attuazione del decreto legislativo 12 aprile 2006, n. 163, recante “Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE”) e ss.mm.ii.;
- L.R. del 07/08/2007, n. 5 (Procedure di aggiudicazione degli appalti pubblici di lavori, forniture e servizi);
- D.M. Infrastrutture e Trasporti del 26/06/2014 - Norme tecniche per la progettazione e la costruzione degli sbarramenti di ritenuta (dighe e traverse);
- L.R. n. 9 del 19/05/2014 - Norme urgenti in materia di opere pubbliche, dighe di competenza regionale e disposizioni varie;
- L.R. n. 17 del 04/08/2011 - art. 1 Disposizioni in materia di opere idrauliche di competenza regionale - Disposizioni varie in materia di realizzazione e finanziamento di opere pubbliche e relative all'interruzione della procedura di liquidazione dell'ESAF;
- D.Lgs. n. 49 del 23/02/2010 - Attuazione della direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni;
- L.R. n. 3 del 07/08/2009, art. 1 comma 14 – disposizioni urgenti nei settori economici e sociale;
- D.Lgs. n. 152/2006 (Norme in materia ambientale) e ss.mm.ii.;
- D.G.R. n. 45/24 del 27/09/2017 (Direttive per lo svolgimento delle procedure di valutazione di impatto ambientale. D.Lgs. 16 giugno 2017, n. 104. Attuazione della direttiva 2014/52/UE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 16 aprile 2014, che modifica la direttiva 2011/92/UE, concernente la valutazione dell'impatto ambientale di determinati progetti pubblici e privati, ai sensi degli articoli 1 e 14 della Legge 9 luglio 2015, n. 114).
- D.G.R. n. 13/12 del 04/03/2008 - D.Lgs. 3 aprile 2006 n. 152, art. 114 (dighe) – Approvazione delle “Linee guida per la predisposizione dei progetti di gestione degli invasi e per l'esecuzione delle operazioni” redatte in attuazione della D.G.R. n. 28/39 del 26 luglio 2007;
- L.R. n. 12 del 31/10/2007 - Norme in materia di progettazione, costruzione, esercizio e vigilanza degli sbarramenti di ritenuta e dei relativi bacini di accumulo di competenza della Regione Sardegna.
- D.M. Infrastrutture e Trasporti del 17/01/2018 (Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni);
- R.D. n. 523/1904 (T.U. sulle opere idrauliche);
- D.Lgs. n. 81/2008 (T.U. in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro) e ss.mm.ii.;
- P.U.C. del Comune di Pau;
- Piano stralcio di bacino per l'Assetto Idrogeologico (PAI);
- “Svolgimento delle verifiche di sicurezza delle infrastrutture esistenti di attraversamento viario o ferroviario del reticolo idrografico della Sardegna nonché delle altre opere interferenti nel territorio del Comune di Pau” – Maggio 2018;

INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E CARTOGRAFICO

Il Comune di Pau fa parte della Provincia di Oristano ed è situato nella parte centro-occidentale della Sardegna, ad una distanza di circa 21,5 km in direzione sud-est dal capoluogo.

La zona oggetto dell'intervento riguarda l'invaso creato dallo sbarramento in località *Sennisceddu* che a sua volta è all'interno del Monte Arci a circa 3,5 km dal paese, in direzione nord-ovest.

Per lo studio sono state impiegate le seguenti carte:

- Cartografia Tecnica Regionale (CTR) in scala 1:10.000 F. n. 529-140 "*Pranu Santa Lucia*" e n. 539 020 "*Ales*";
- Carta d'Italia in scala 1.25.000 dell'IGM F. n. 529 sez. III "*Villaurbana*" e n. 539 sez. IV "*Ales*";
- cartografia catastale del territorio comunale;
- Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000 F. 217 "Oristano".

È stato poi impiegato il modello digitale del terreno (DTM) passo 10 m messo a disposizione dalla Regione Sardegna.



Figg. n. 1 e 2 – Comune di Pau (in rosso), abitato (in azzurro) e diga (in marrone)

PIANIFICAZIONE VIGENTE

Assetto urbanistico

Lo strumento urbanistico vigente del comune di Pau è il Piano Urbanistico Comunale aggiornato nel maggio del 2004.

Il PUC è il principale strumento di gestione territoriale in termini urbanistici ed edilizi, pertanto dovrà essere coordinato con le pianificazioni sovraordinate, quali PPR e soprattutto PAI una volta terminata la procedura di adeguamento allo stesso.

Indicazioni relative alla zona oggetto dello studio. Il PUC dal punto di vista urbanistico individua l'area di intervento quale zona agricola *E5 – Aree in cui garantire condizioni adeguate di stabilità ambientale*, trattandosi di un'area immersa nel bosco all'interno del Parco del Monte Arci.

Assetto idrogeologico

La pianificazione recente ai sensi del PAI, del PSFF e del PGRA non ha portato a determinare specifiche aree di pericolosità idraulica e geologica, inerential sub-bacino e al corso d'acqua denominato Rio Senniceddu (talvolta anche Rio Bau Maiori).

Assetto ambientale – paesaggistico

Il contesto in studio fa parte del Parco regionale del Monte Arci e la componente del paesaggio definita dal PPR è indicata nell'*Elab. 1 - Inquadramenti cartografici e pianificatori*. Si tratta comunque di un'area interessata prevalentemente da *macchia*, da *boschi* e da *impianti boschivi artificiali*.

Interessando poi un corso d'acqua si ha la condizione di vincolo legate alle fasce di rispetto per i corsi d'acqua richiamata dall'art. 18 (*Aree tutelate per legge: Fiumi, torrenti e corsi d'acqua*) delle NA del Piano Paesaggistico Regionale che, a sua volta, richiama in proposito il R.D. n. 1775 del 11/12/1933.

Dal punto di vista forestale, nella relativa Carta forestale Arci-Grighine, emerge che l'area è fortemente connotata da Boschi di leccio la cui unità colturale omogenea è classificata Ceduo in avviamento o avviati all'alto fusto.

Inquadramento geologico

Relativamente alla geologia del territorio e al suo inquadramento, che sarà meglio approfondita in ambito di redazione del Progetto definitivo, si rileva che l'area di invaso è interessata da Depositi di versante connotati da detriti con clasti angolosi talvolta parzialmente cementati e risalenti all'Olocene, nel quadro più ampio di sedimentazione legata alla gravità. La zona afferente al bacino di accumulo è inquadrata nell'ambito della Unità di Genna Spina facente parte dell'apparato vulcanico del Monte Arci.

STATO ATTUALE

Descrizione dell'opera

La diga in questione, in materiali sciolti, è stata realizzata in località Sennisceddu a monte del campeggio in località omonima, sottendendo il bacino del Rio Sennisceddu, nel suo tratto di monte. Il corso d'acqua è un attributo del Riu Bau Maiori che, dopo diverse ulteriori confluenze si immette nel Riu Mannu e infine nel Rio Mogoro.

Il progetto dell'opera è stato redatto dall'ing. Maurizio Manias nel 1998 e ha ottenuto il nulla osta della Regione Sardegna nel 1989.

Come desumibile sin dall'oggetto del progetto di cui sopra, l'amministrazione comunale aveva intrapreso la realizzazione dell'infrastruttura con l'intento di creare un invaso artificiale volto a costituire una riserva di acqua nel Monte Arci per finalità antincendio, in particolare per le *fasce umide*. È bene precisare che la funzionalità originaria rimane attuale e tutt'oggi ancora di significativa rilevanza, anche alla luce della istituzione del Parco Naturale del Monte Arci.

Dal punto di vista tecnico, il catasto dighe in Sardegna, realizzato ai sensi della L.R. n. 12/2007, riporta i seguenti dati, peraltro poi acquisiti nell'ambito del Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA) della Regione Sardegna approvato nel 2016. I dati delle due classificazioni sono di seguito riportati.

ID	761
ID ADIS	G379_SB-_001
Comune	Pau
Denominazione	Sennisceddu
Località	Sennisceddu
Fiume	Rio Sennisceddu
Tipologia	Tipologia I
Categoria	Categoria A2
Classificazione D. Min. LL.PP. del 24/03/1982	-- (1)
Coordinate	1479993,0; 4405889,0 (2)
Altezza diga	-- (3)
Volume invaso	-- (4)
Materiale costruzione	Materiali sciolti
Uso	-- (5)
Ente gestore	Amm. Com.le di Pau
Tipo gestore	Pubblico

Tab. n. 1 - Principali dati relativi alla diga Sennisceddu (Repertorio degli Invasi minori del PGRA)

- (1) le caratteristiche costruttive la inquadrano nell'ambito delle DIGHE IN MATERIALI SCIOLTI;
- (2) coordinate assunte da GIS;
- (3) altezza paramento stimata pari a m 5,5 circa; massima profondità dell'invaso rilevata pari a m 3,5 circa;
- (4) volume stimato a seguito di rilievo pari a m³ 1.200 circa;
- (5) antincendio in chiave di alimentazione di apposito impianto a servizio delle fasce antincendio sulla sinistra e sulla destra idraulica del Rio Sennisceddu.

Comunicazione della Direzione Generale del Servizio territoriale opere idrauliche di Oristano dell'Ass. Regionale dei Lavori Pubblici prot. n. 30044 del 03/08/2016

La nota in questione riporta la necessità di adeguare alla normativa vigente in materia di sbarramenti di ritenuta, facendo riferimento in particolare agli elementi di seguito riportati.

1. Approvazione tecnica in sanatoria. Per la prosecuzione all'esercizio si rende necessaria la approvazione tecnica in sanatoria dello sbarramento, che dovrà essere redatta conformemente all'art. 26, comma 3 della L.R. n. 12/20007, e riportante:

- gli elementi relazionali, grafici e fotografici adeguati atti a descrivere il quadro completo delle opere;
- studio geologico volto a fornire un quadro preciso della tenuta e della stabilità di sponde e spalle, con particolare riferimento a eventuali fenomeni franosi e dei volumi di materiale mobilizzato, opportunamente corredato da carte geologiche e geomorfologiche; oltre che volto a determinare l'interazione dell'invaso artificiale con il sistema delle acque sotterranee e superficiali;
- studio geotecnico conseguente le indagini sui terreni costituenti il manufatto e inerente la caratterizzazione del terreno e la verifica delle scelte progettuali con particolare riferimento alla stabilità e alla sicurezza dell'opera in diverse configurazioni;
- studio idraulico e idrologico per la determinazione delle portate di massima piena, le modalità dello smaltimento delle stesse associate ai vari tempi di ritorno e dell'onda di piena relativa ad un ipotetico collasso dell'opera;
- le modalità di approvvigionamento dell'invaso e la relazione tra le risorse pozzo, sorgenti e apporti meteorici;
- la necessità di supportare la sanatoria dell'opera con un progetto di adeguamento dello sbarramento su una serie di aspetti previsti dalla legislazione vigente e in particolare inerenti il franco idraulico per lo scarico di superficie.

2. Prosecuzione dell'esercizio. La prosecuzione all'esercizio è ottenibile mediante la presentazione di apposita perizia giurata di cui all'art. 26 della L.R. n. 12/2007, nelle more del procedimento di approvazione tecnica in sanatoria di cui sopra.

Sempre nella medesima comunicazione di cui sopra, vengono poi fornite indicazioni relative alla pulizia dell'area da arbusti e dello scarico superficiale; il mantenimento della piena funzionalità del canale fagatore e dello scarico di superficie e il mantenimento dell'invaso al sotto del 50% del livello massimo; oltre che il monitoraggio dell'opera in corrispondenza degli eventi meteorologici critici.

Appare pertanto evidente, come peraltro desumibile dalla documentazione fotografica allegata, che il manufatto (e almeno parzialmente il relativo bacino determinato dallo stesso), a distanza di quasi vent'anni dalla realizzazione, richieda importanti interventi di manutenzione ordinaria e soprattutto straordinaria, con particolare riferimento al sistema di adduzione ed emungimento dell'acqua che interessa l'accumulo, la recinzione e l'impermeabilizzazione dell'invaso.

Occorre tuttavia evidenziare che rispetto a quanto segnalato nella citata nota della Direzione Generale del Servizio territoriale opere idrauliche di Oristano dell'Ass.to Regionale dei Lavori Pubblici prot. n. 30044 del 03/08/2016, l'Amministrazione comunale interviene puntualmente con la pulizia dalla vegetazione presente nell'area di invaso.

INTERVENTI DI PROGETTO

Nell'ottica di un adeguamento generale della infrastruttura alla normativa vigente, e in particolare a quanto disposto dalla L.R. n. 12 del 31/10/2007 e del D.M. Infrastrutture e Trasporti del 26/06/2014, l'intervento in questione prevede la sistemazione generale dell'opera in termini di efficientamento del manufatto ai fini di una più facile attività di sfioro, svuotamento e manutenzione del dell'invaso; oltre che di una manutenzione straordinaria legata all'adduzione e in generale volta alla sicurezza e all'accessibilità dell'area.

Lavorazioni previste

La presente proposta progettuale, è articolata nell'esecuzione delle opere di seguito sintetizzate.

Interventi generali propedeutici all'adeguamento dell'opera

Riguardano essenzialmente la preparazione alle lavorazioni di manutenzione straordinaria e di adeguamento dello sbarramento, e constano in:

- preliminare pulizia della zona con particolare attenzione alla parte immediatamente a valle del corpo diga, e sono volti alla asportazione completa della vegetazione incipiente;
- svuotamento dell'invaso mediante motopompa, al fine di consentire di lavorare in sicurezza nelle fasi successive;
- rimozione del materiale sedimentato presente sul fondo del vascone, con particolare cautela al fine di non danneggiare il mantello impermeabile.

Interventi sul bacino di ritenuta

Alla stabilità dell'opera nel suo complesso contribuisce il rivestimento impermeabile della vasca al suo interno. Il rivestimento interno è costituito da un doppio strato di materiale geotessile e da una membrana armata con non tessuto in poliestere che tuttavia, a seguito dei cicli di esposizione al sole e a seguito della interazione con lo strato superficiale del terreno (a volta connotato da elementi di pezzatura elevata), è interessata da alcune intrusioni o lacerazioni nel telo che ne rendono necessario un intervento di messa in pristino, al fine di evitare la proliferazione della vegetazione sui paramenti.

Nella fase successiva allo svuotamento e all'asportazione dei sedimenti depositati che saranno avviati a discarica autorizzata previa preliminare caratterizzazione, si provvederà ad una ricognizione per l'individuazione accurata delle parti lacerate, con estirpazione della vegetazione e del suo apparato radicale presente con trattamenti effettuati con idonei diserbanti. Le parti lacerate, verranno "rappezzate" con elementi di telo simile e compatibile con quello esistente, mediante saldatura, per costituire la superficie di posa della nuova impermeabilizzazione.

Nell'ottica del consolidamento dei paramenti dell'invaso, dal momento che, a monte e per buona parte del perimetro di invaso, il manto impermeabilizzante riveste la scarpa per un'altezza sulla quota del pelo libero fissato dalla soglia di sfioro di valle, per un'altezza che va oltre 2 m da esso, esponendo il telo al degrado dovuto all'esposizione dei raggi UV e agli agenti atmosferici in genere,

quali l'azione battente delle acque zenitali e a quelle erosive del trasporto eolico, si prevede, come indicato nell'elaborato planimetrico, il posizionamento del telo fino a 50 cm dal livello del pelo libero e la realizzazione per la restante altezza di mantellate riempite di pietrame ancorate al piede ad una gabbionata. Tale soluzione, consente di realizzare un solido ancoraggio del manto impermeabilizzante al di sotto della gabbionata e una adeguata protezione delle sponde e del paramento e contestualmente un loro consolidamento.

La medesima tipologia d'intervento è prevista anche per il paramento di valle dell'invaso a protezione sia delle acque zenitali che a quelle di sfioro del bacino.

In posizione baricentrica del paramento di valle, si prevede la realizzazione dello scarico di superficie, costituito da uno stramazzone rettangolare in gabbionate, adeguatamente dimensionato per la portata di sfioro, la cui lama stramazzone sarà connessa al corso d'acqua a valle, con uno scivolo realizzato con gabbioni e materassi a protezione del paramento. Si specifica infatti, che allo stato attuale l'efflusso avviene, come riportato nella documentazione fotografica, in maniera posticcia, mediante una "canaletta" lievemente incisa, ricoperta dal telo impermeabilizzante, che non protegge adeguatamente il paramento, dall'erosione delle acque di sfioro.

In conclusione, l'originario apporto che sarebbe dovuto giungere dalla sorgente poco a monte sarà totalmente inibito, con la sigillatura dell'apposita condotta di adduzione attualmente presente.

Interventi generali di messa in sicurezza dell'invaso

Riguardano essenzialmente la messa in sicurezza dell'area di invaso e constano nella seguenti attività:

- ampliamento e nuova profilatura del canale – cunetta in sinistra idraulica dello sbarramento;
- dotazione di apposita motopompa carrellata con alimentazione elettrica o con motore a combustione interna da allocare nel vano tecnico adiacente all'invaso, per lo svuotamento in tempi rapidi dei volumi accumulati, surrogando parzialmente in tal modo l'assenza dello scarico di fondo;
- rimozione della recinzione esistente nel perimetro dell'area dell'invaso, e sua sostituzione con altra in pannelli di grigliato elettrofuso tipo "Orsogrill" H= 2,0 m, di colore verde o azzurro;
- rimozione del cancello d'accesso esistente e sua sostituzione con altro elemento costituito da sempre da pannelli grigliati analoghi alla recinzione;
- installazione di una serie di cartelli monitori.

Interventi sul sistema di approvvigionamento e di emungimento della portata

Il locale tecnico adiacente allo sbarramento è funzionale alle operazioni di approvvigionamento dell'invaso e nel contempo all'impiego della risorsa accumulata. Infatti, da un pozzo collocato a circa 40 m dalla dighetta è previsto che venga prelevata l'acqua da accumulare per poi poterla immettere nel sistema di annaffiamento delle fasce umide (in numero di due) che sono sui due lati del Riu Sennisceddu.

Attualmente tale operazione non è possibile effettuarla in quanto l'impianto elettrico è stato interessato da un corto circuito che ha danneggiato anche i cavi di alimentazione e i dispositivi di

protezione e comando che risultano irrimediabilmente danneggiati. Anche la pompa a servizio dell'opera di presa dal laghetto, dal quale attraverso un pressurizzatore viene immessa nella condotta che alimenta gli irrigatori a servizio delle due fasce umide, presenta oltre che problemi di vetustà (circa 20 anni) anche quelli legati alla totale assenza di manutenzione ed uso degli ultimi anni, rendendo la stessa non più idonea allo svolgimento del servizio di presa e irrigazione.

Le stesse considerazioni, valgono anche per la pompa sommersa presente nel pozzo dal quale avviene l'emungimento per l'alimentazione dell'invaso, che presenta condizioni di usura e di assenza di utilizzo e di manutenzione già da qualche anno per via dell'assenza di alimentazione elettrica.

Si prevede inoltre, visto il suo inutilizzo da alcuni anni, una manutenzione del pozzo mediante operazioni di air-lift per la completa pulizia e riattivazione dello stesso. Tali operazioni saranno precedute da una preliminare rimozione della pompa sommersa della condotta premente, dei cavi e di tutti gli asservimenti presenti, che saranno sostituiti da un nuovo impianto con pompa sommersa della potenza di 1.5 kW. Nell'ambito della riattivazione della funzionalità del pozzo, il progetto prevede anche la sostituzione della linea interrata di alimentazione elettrica e la nuova condotta premente per il tratto che va dal pozzo al locale tecnico ubicato all'interno dell'area dell'invaso, distante da esso circa 40 m.

La presente proposta progettuale, prevede anche una serie di lavori edili per il risanamento del locale tecnico (rimozione delle parti di intonaco degradato e loro rifacimento, tinteggiatura interna ed esterna, pavimentazione e sostituzione degli infissi), nonché la rimozione di tutte le apparecchiature elettromeccaniche presenti. Successivamente si provvederà alla realizzazione dell'impianto elettrico del locale e alla realizzazione di un quadro elettrico generale di sezionamento e di alimentazione e comando dei sottoquadri a servizio della pompa sommersa di emungimento dal pozzo, di quello della pompa della presa dall'invaso e di quello dell'impianto elettrico del locale tecnico. Si prevede inoltre la sostituzione delle due pompe, e la realizzazione delle opere di presa e di alimentazione dell'invaso mediante condotte interrate, in sostituzione di quelle attualmente posate in superficie, non certo adeguate per una corretta e razionale gestione dell'impianto. Si prevede altresì, il posizionamento in corrispondenza dello scarico di superficie, di un'asta idrometrica, che consentirà una immediata determinazione del volume invasato.

Interventi di pulizia e di riconfigurazione dei tratti del corso d'acqua a monte e a valle dell'invaso

Con tali lavorazioni, si provvederà alla pulizia completa del tratto di corso d'acqua a monte e valle dell'invaso per uno sviluppo di circa 150 m, liberando lo stesso dalla vegetazione arbustiva infestante.

In particolare per circa 43 m, a monte del ponticello, si provvederà all'adeguamento e ri-profilatura del corso d'acqua, conferendo allo stesso una sezione idraulica, oggi insufficiente, uguale a quella del tratto di valle. Anche in questo tratto risagomato, in analogia con quello a valle, si prevede il rivestimento del fondo e delle sponde con materiale lapideo locale per conferire all'alveo una

maggiore stabilità e protezione nei confronti dell'erosione, che potrebbe essere significativa a motivo delle pendenze elevate.

Opere complementari all'area oggetto di intervento

Il diversivo, che rappresenta lo spostamento del percorso naturale del Riu Sennisceddu realizzato per potere ospitare l'invaso, è attraversato da un piccolo ponticello in cemento armato ornato da staccionate ormai degradate che hanno perso la loro funzionalità. È pertanto prevista la loro rimozione e la messa in opera di barriere in legno e acciaio, capaci di garantire una miglior resistenza all'azione aggressiva degli eventi meteorici ed un livello di sicurezza adeguato, con un impatto sul contesto naturale pressoché nullo.

CARATTERISTICHE TECNICHE DEGLI INTERVENTI IN PROGETTO

Come rappresentato negli elaborati grafici e analiticamente quantificato nel computo metrico estimativo, gli interventi previsti, illustrati al punto precedente, saranno realizzati secondo le modalità e le caratteristiche che di seguito vengono sommariamente indicate.

Interventi preliminari di pulizia dell'invaso e delle aree adiacenti

Per l'area individuata negli elaborati grafici (al netto della superficie del lago) di circa 2100 mq, si prevede la pulizia con la completa asportazione della vegetazione identificabile quali rovi, arbusti, sterpaglie, canne, etc, implementata da pulizia del sottobosco e da operazioni di potatura. Tale intervento di pulizia, eseguito manualmente con l'utilizzo di decespugliatori e motoseghe, sarà esteso anche al corso d'acqua che corre lateralmente all'invaso per uno sviluppo di circa 150 m, eliminando la vegetazione che crea ostacolo al deflusso. Le operazioni di sramatura e pezzatura del legname utilizzabile, che sarà opportunamente accatastato, consentirà la separazione della parte di sfalcio che, in assenza della possibilità di cippatura, sarà abbruciato in loco, secondo le indicazioni del Corpo Forestale. Il progetto prevede inoltre, lo svuotamento dell'invaso (attualmente attestato al livello massimo), e la rimozione della coltre di detriti depositati sul fondo, che per quanto è stato possibile verificare con i rilievi batimetrici dovrebbero ricoprire lo stesso con uno spessore medio di 60 cm. Il materiale asportato sarà campionato per l'analisi di caratterizzazione per l'attribuzione del codice CER, e avviato a discarica autorizzata.

Interventi di risagomatura e sistemazione dell'alveo del Rio Sennisceddu e riprofilatura della cunetta a protezione dell'invaso

Con tali interventi, successivi alla pulizia, si prevede la risagomatura dell'alveo del corso d'acqua per uno sviluppo di circa 40 m a monte, con un adeguamento della sezione trasversale di ampiezza analoga al tratto di valle e ad avente le stesse caratteristiche con rivestimento di fondo e sponde realizzato con materiale lapideo locale allettato con malta cementizia, per conferire allo stesso, caratteristiche di regolarità e stabilità. Sul lato opposto, con la traslazione di circa 50-70 cm della recinzione, si ridefinirà, lungo la sponda sinistra dell'invaso un canale-cunetta con funzione di raccolta e convogliamento delle acque di scorrimento superficiale provenienti dallo stradello che corre lungo la recinzione. Il canale, che si sviluppa per circa 50 m, come rappresentato nei particolari costruttivi, sarà realizzato con elementi prefabbricati in cemento vibrocompresso a forma trapezia con giunzione maschio-femmina posato su letto in calcestruzzo. Tale canale ha lo scopo di raccogliere le acque che, dal piccolo versante prospiciente la vasca in sinistra idraulica, contenenti sabbia a materiale di piccola pezzatura potrebbero comportare nel tempo un parziale interrimento del serbatoio. In tal modo le suddette acque saranno al corso d'acqua a valle dell'invaso. In corrispondenza, del locale tecnico, l'attraversamento pedonale del canale è reso possibile da una griglia di dimensioni 1,0 x1,0 m.

Interventi di adeguamento dello scarico di superficie e dei paramenti dell'invaso

Con tale intervento si propone la realizzazione dello scarico di superficie attraverso uno stramazzo a larga soglia di larghezza 1,50 m e altezza 0,50, con soglia sfiorante a quota di 607,50 m.s.l.m., che indica quella di massimo invaso. La forma dello stramazzo consente agevolmente il deflusso della portata di 5 l/s, che rappresenta la massima adduzione dal pozzo, in quanto gli unici apporti dell'invaso sono rappresentati oltre da quella massima stabilita dal limitatore di portata installata a bocca di pozzo, e quelli esclusivamente zenitali delle precipitazioni. Si specifica infatti, come illustrato nella relazione specialistica idraulica, che anche nelle situazioni di eventi di piena con $T_r = 500$ anni, le potenziali aree di esondazione del Rio Sennisceddu, che corre lateralmente all'invaso, non arrivano a interessare lo specchio liquido dell'invaso posto ad una quota decisamente superiore. Parimenti, sul lato opposto il canale-cunetta in progetto, garantisce il drenaggio delle acque di scorrimento che si riversano da monte lungo lo stradello che si sviluppa al lato della recinzione. Per quanto attiene le caratteristiche dello scarico di superficie, esso è definito da gabbionate in rete metallica riempite di pietrame, sulle quali sarà posto in opera un rivestimento in lastre regolari di materiale lapideo ancorate alla struttura in gabbioni. Come si evince dai particolari costruttivi oltre lo stramazzo, che si sviluppa longitudinalmente per una lunghezza di 3,00 m, lungo il paramento (e a protezione di esso) la lama d'acqua stramazzaante sarà incanalata tra due file di gabbioni ($h = 50$ cm) disposte parallelamente ad una distanza sempre di 1,50 m, con fondo rivestito da un materasso metallico riempito di pietrame dello spessore di 0,25 m, lasciando così una sezione utile al deflusso di dimensioni 1,50 x 0,25 m. Tali gabbioni, disposti lungo la direzione di massima pendenza, saranno ancorati alla base ad una ulteriore gabbionata che si sviluppa, su due corsi, al piede del paramento di valle.

La protezione, del paramento di valle, sarà completata mediante la realizzazione lungo la superficie del paramento di valle, dalla posa di mantellate riempite di pietrame dello spessore di 25 cm.

Inoltre, per dare una maggiore stabilità alle sponde dell'invaso, oggi garantita dal solo telo impermeabile che si eleva ben al di sopra del livello di massimo invaso, si realizzeranno delle mantellate in materassi riempiti di pietrame ancorate al piede ad un gabbione ($h = 50$ cm) che partono da un'altezza di circa 50 cm al disopra della quota di massimo invaso. La presenza del gabbione alla base della mantellata, consentirà l'ancoraggio del sottotelo, della geomembrana impermeabilizzante e del telo di protezione sponde. I dettagli sono riportati nell'*Elab. 3 – Planimetria e sezioni del bacino di accumulo - stato di progetto*.

Impermeabilizzazione dell'invaso e adeguamento delle opere di presa dal lago e di quelle di adduzione dal pozzo

L'intervento in progetto, una volta provveduto allo svuotamento del lago, prevede una preliminare ricognizione del telo di impermeabilizzazione, il quale già per quanto si è potuto constatare per la parte che emerge dal pelo libero, presenta delle marcate situazioni di degrado, con lacerazioni e crescita di vegetazione che di fatto minano le capacità di tenuta dell'invaso. Si provvederà quindi all'estirpazione della vegetazione e del suo apparato radicale e al trattamento locale con diserbanti,

e successivamente, al “rappezzo” di tali porzioni attraverso la saldatura di elementi di geomembrana di caratteristiche analoghe con adeguate sovrapposizioni. Successivamente, in successione, si stenderanno sulla superficie del fondo e delle sponde, il sottotelo protettivo in tessuto non tessuto (500 gr/mq) e il manto impermeabile costituito da una geomembrana a base poliolefinica dello spessore di 0,6 mm e peso di 0,53 kg/mq con sovrapposizioni di almeno 20 cm e giunzioni saldate con metodologia airless a caldo. Il sottotelo e la geomembrana, unitamente ad un terzo telo di protezione sponde costituito da una rete intrecciata di polipropilene (che sarà steso a partire da circa 30 cm al di sopra del livello di massimo invaso) e che ha la funzione di protezione UV della geomembrana, saranno risvoltati lungo la sponda al di sotto del gabbione di ancoraggio della mantellata.

Prima della stesa della realizzazione del “pacchetto impermeabilizzante” dell’invaso, si procederà alla realizzazione dell’opera di presa dal lago e di quella di adduzione, oggi assicurate da condotte “volanti” semplicemente stese lungo il bordo vasca senza alcun ancoraggio. Gli interventi previsti sono compiutamente illustrati nell’*Elab. 4 – Particolari costruttivi*. In definitiva sia per l’opera di presa che per quella di adduzione, si provvederà al collegamento tra locale tecnico e invaso attraverso la posa interrata di tubi camicia (DN160 per la presa e DN63 rispettivamente) che consentiranno il passaggio, la manutenzione e l’eventuale sostituzione delle condotte in PE100 mm della condotta di aspirazione e di quella di adduzione dal pozzo. Particolare cura, in fase esecutiva verrà posta nel fissaggio dei tubi camicia al telo impermeabilizzante, e nel collegamento tra tubo camicia e condotta, come rappresentato nei particolari costruttivi, al fine di escludere possibili perdite per infiltrazione dall’invaso.

L’intervento sarà completato dalla formazione, lungo tutto il perimetro del laghetto di una fascia di 40 cm di larghezza di ghiaino, per “inertizzare” e inibire lo sviluppo di vegetazione lungo le sponde.

Impianto elettrico e pompe

L’intervento in progetto prevede una preliminare rimozione dell’impianto elettrico e di tutte le apparecchiature presenti all’interno del locale tecnico che è oggetto, come di seguito riportato, di un intervento di ristrutturazione.

Come già riferito in precedenza, l’impianto elettrico a servizio delle due pompe (pozzo e mandata impianto irrigazione fasce) risulta da qualche anno inutilizzabile per via di un cortocircuito che ne ha compromesso il funzionamento. Col presente intervento, che prevede tra l’altro, la sostituzione delle due pompe, si interverrà anche con la sostituzione della linea di alimentazione elettrica della pompa sommersa del pozzo al locale tecnico. Tale linea di alimentazione, che si sviluppa per una lunghezza di 40 m, sarà realizzata con la posa di un cavidotto interrato in PEAD a doppia parete DN 75 mm all’interno del quale saranno introdotti i cavi unipolari della line trifase di sez. 4 mm², opportunamente dimensionati come riferito nella relazione specialistica.

Col presente intervento, si doterà anche il locale tecnico di impianto elettrico, del quale attualmente è sprovvisto, e per il quale si prevede un minimo di dotazione, costituito da un apparecchio di illuminazione interno, uno esterno e da due prese.

All'interno del locale tecnico, sarà installato il quadro generale di alimentazione elettrica, proveniente dal campeggio distante qualche centinaio di metri e costituito da una linea trifase con cavi unipolari da 25 mm² di sezione. Da tale quadro si prevede l'alimentazione ai due distinti sottoquadri delle pompe (pozzo e presa) e all'impianto elettrico del locale tecnico, come descritto nei particolari costruttivi e nella relazione specialistica.

In progetto si prevede altresì l'installazione delle pompe aventi le seguenti caratteristiche:

- *pozzo*: elettropompa sommersa da 4" con motore trifase della potenza di 1,5 kW con portata di 5 mc/h e prevalenza di 60 m con premente DN40 mm;
- *presa*: pompa centrifuga autoadescante con motore trifase della potenza di 10 kW con portata di 36 mc/h e prevalenza di 50 m con premente DN63 mm.

Inoltre si prevede la fornitura di una pompa a servizio dell'invaso per un suo svuotamento rapido, tale da sopperire adeguatamente all'assenza dello scarico di fondo, del tipo carrellato, autoadescante con motore a benzina che garantirebbe il funzionamento in assenza di alimentazione elettrica, avente una portata di 165 mc/h con una prevalenza di 20 m, che garantirebbe lo svuotamento dell'invaso in circa 7 ore.

Manutenzione pozzo e realizzazione condotta di adduzione al bacino di accumulo

Constatato il lungo periodo di inattività del pozzo, si prevede preliminarmente all'estrazione della pompa e alla rimozione della condotta premente e del cavo di alimentazione, poi si provvederà alla sua pulizia mediante una serie di operazioni (air-lift e pistonaggio) svolte da personale specializzato con specifiche attrezzature. Si prevede l'installazione in corrispondenza del pozzo di un pozzetto di controllo (di dimensioni 1,0x1,0x0,60h m), nel quale saranno alloggiate le apparecchiature idrauliche, quali limitatore di portata, contatore volumetrico, valvole di ritegno e saracinesche, come dettagliatamente illustrato *Elab. 4 – Particolari costruttivi*. L'intervento in progetto, comprende anche la realizzazione della nuova condotta premente dal pozzo al laghetto, mediante la posa interrata di una condotta in PE100 DN 40 per uno sviluppo di circa 40 m.

Lavori edili per il risanamento del locale tecnico

Constatato lo stato di degrado del locale tecnico, col presente intervento se ne prevede il recupero con una serie di lavori edili che si articolano in una preliminare demolizione delle parti di intonaco, sia interno che esterno, in fase di distacco e fino al vivo della muratura, una successiva idropulizia, ed il ripristino delle parti di intonaco precedentemente demolite. Si provvederà inoltre alla pavimentazione del locale con piastrelle in klinker posate sul massetto esistente, e alla posa del battiscopa. Si prevede altresì la sostituzione della porta di accesso con altra con struttura in acciaio e pannelli in lamiera zincata di dimensioni 90 x 200 cm e della grata posteriore in grigliato elettrofuso, il tutto completato dalle soglie in granito ghiandone. In ultimo si provvederà internamente alla tinteggiatura di pareti e soffitto con pittura antimuffa; esternamente, per conferire una migliore protezione agli agenti atmosferici, si applicherà una rasatura armata con intonachino colorato.

Recinzioni e opere varie per le misure di sicurezza dell'invaso

Tali interventi, che riguardano una serie di misure per migliorare le condizioni di sicurezza e di gestione dell'invaso, riguardano innanzitutto la sostituzione dell'attuale recinzione che non essendo integra in tutto il perimetro consente l'accesso a personale non addetto con le conseguenti condizioni di pericolo per l'incolumità. La vecchia recinzione sarà dunque rimossa su tutto il perimetro, e sostituita da una recinzione in grigliato elettrofuso tipo "Orsogrill" di colore verde o azzurro di altezza pari a 2,0 m costituita da pannelli in un solo pezzo di dimensioni mm 1986x1992 con cornici saldate a piantane che saranno ancorate a blocchi di fondazione in calcestruzzo come rappresentato nei particolari costruttivi. Anche l'attuale cancello verrà sostituito con altro di tipologie costruttive simili a quelle della recinzione.

L'intervento di messa in sicurezza sarà completato con l'installazione di pannelli monitori su pali in legno autoclavato di altezza pari a 3 m infissi nel terreno. Inoltre, vista la situazione di degrado delle staccionate di protezione ai lati dell'attraversamento del corso d'acqua, si prevede la loro rimozione e l'installazione, lungo i due lati, di barriere di sicurezza di classe N2 bordo laterale in legno e acciaio per uno sviluppo di 5 m, corredate dai relativi terminali di analoghe caratteristiche.

ULTERIORI CONSIDERAZIONI

Si vogliono ulteriormente specificare alcuni aspetti legati riportati nella comunicazione della Direzione Generale del Servizio territoriale opere idrauliche di Oristano dell'Ass.to Regionale dei Lavori Pubblici prot. n. 30044 del 03/08/2016.

Tra le criticità evidenziate infatti si parla della assenza di sponde di contenimento delle portate sfiorate che avrebbero il compito di consentire la eventuale tracimazione della vena liquida in modo confinato e pertanto più controllato, con conseguenti minori impatti della portata di sfioro su alveo e elementi a valle in genere. Rispetto a tale considerazione si ritiene che non sia prioritario un intervento di tal genere per via del fatto che a costo di un intervento delicato, quale quello della modifica del coronamento per buona parte di esso, il beneficio che ne deriverebbe sarebbe molto modesto, in quanto la sezione fluviale a valle della diga sarebbe comunque tale da contenere le portate critiche per le verifiche idrauliche previste dalla normativa e che comunque non sarebbero associate a rilevanti azioni erosive delle sponde o a danni causati a persone e cose poste nelle vicinanze dell'invaso.

Un altro aspetto evidenziato nelle note è quello del mantenimento dell'invaso al 50% della sua capienza ai fini della sicurezza dell'opera. Occorre precisare che, a seguito dei rilievi batimetrici effettuati a vaso pieno (dunque con la concomitanza dell'attività di sfioro), il volume invasabile è pari a circa 1.200 m³, pertanto una quantità modesta che, anche in condizioni di collasso dello sbarramento non genererebbe riflessi particolari nel tratto di valle del rio (in proposito si veda l'*Elab. A.6 - Studio idrologico e di compatibilità idraulica*). A ciò si aggiunga che il diversivo effettuato per lasciare spazio all'invaso drena una buona parte del bacino imbrifero del Riu Sennisceddu, lasciando al serbatoio solo una limitata porzione del versante in sinistra idraulica, parzialmente intercettata dal canale-cunetta attualmente presente. Le attività di studio legate alla verifica idraulica delle condizioni sopra descritte, per quanto già effettuate, saranno allegate alla successiva fase progettuale, ma si può ragionevolmente supporre di potere considerare l'accumulo come *trasparente* ai fini della presenza di un evento critico, senza creare condizioni di pericolo per persone o cose situate a valle dello sbarramento.

Inoltre si vuole esplicitare il fatto che ad oggi l'acqua presente nell'accumulo è per via pressoché esclusivamente dovuta alle sole precipitazioni, in quanto il prelievo dal pozzo non viene effettuato e il troppo pieno di una piccola sorgente captata a monte è insignificante.

La volontà di dotare poi l'impianto di una motopompa per lo svuotamento rapido dell'invaso è una ulteriore garanzia di sicurezza in quanto si potrebbe disciplinare una procedura, magari ogni due mesi nel periodo che va da ottobre a maggio, volta al mantenimento del livello di vaso a circa metà della sua capienza globale, visto che il riempimento (in assenza di precipitazioni nei mesi primaverili e estivi) avverrebbe attingendo dal pozzo.

Circa la stabilità dell'opera nel suo complesso si vuole poi sottolineare un aspetto di fondamentale importanza: le indagini effettuate (le cui risultanze sono riportate nell'*Elab. A.2 – Relazione sulle indagini preliminari*) hanno messo in evidenza la piena stabilità dell'opera sbarramento. Questo

elemento conoscitivo porta a considerare non opportuno in intervento che mini la stabilità del paramento di monte in particolare, mediante la realizzazione di uno scarico di fondo e la formazione di un nuovo coronamento funzionale al rispetto della normativa in materia di franco idraulico. Infatti, per raggiungere tale obiettivo, si renderebbe necessario fondare ulteriori manufatti mediante apposite palificate a profondità di posa molto elevate, peraltro con un significativo impatto economico di tali operazioni. Per tale motivo si è preferito optare procedere con lavorazioni di minore impatto ma che preservino l'integrità e la stabilità dello sbarramento.

DURATA E PROGRAMMA DEI LAVORI- ATTUAZIONE DEL D.LGS 81/08

La durata per l'esecuzione dei lavori è prevista in giorni 150, naturali, successivi e continui e saranno espletati secondo il cronoprogramma dei lavori e i contenuti del piano di sicurezza e coordinamento di cui al D.Lgs. n. 81/2008. A tale proposito, in riferimento agli elaborati progettuali di cui al citato decreto, si rimanda al *cronoprogramma* e al *PSC* del progetto esecutivo.

Per questo intervento si prevede un onere per l'attuazione delle misure di sicurezza che saranno previste dal PSC quantificate in € 3.167,24.

ALLEGATO N. 1 – Documentazione fotografica



Foto n. 1 – Panoramica dell'invaso visto da monte, sulla destra idraulica



Foto n. 2 – Panoramica dell'invaso visto da monte, sulla sinistra idraulica



Foto n. 3 – Paramento di valle e locale tecnico



Foto n. 4 – Paramento di vale, scarico superficiale e canale fuggatore, visti dalla sinistra idraulica



Foto n. 5 – Particolare dello scarico superficiale , visto da monte



Foto n. 6 – Particolare del canale fuggatore e delle condotte per approvvigionamento e aspirazione di acqua dall'invaso



Foto n. 7 – Diversivo del Riu Sennisceddu che costeggia l'invaso lateralmente in destra idraulica



Foto n. 8 – Particolare del degrado del telo impermeabilizzante e del geotessile sottostante sul paramento



Foto n. 9 – Vista dell'invaso (sul fondo) con in primo piano il pozzo per l'approvvigionamento del vascone



Foto n. 10 – Locale di servizio con particolare condotta di aspirazione acqua dall'invaso



Foto n. 11, 12, 13 – Pompa di aspirazione, elettrovalvole per impianto di irrigazione fasce umide con relativo spruzzatore



Foto n. 14 – Pigna di aspirazione per alimentazione impianto a servizio delle fasce umide



Foto n. 15 – Staccionata sul ponticello sul diversivo del Riu Sennisceddu, a lato dell'invaso

INDICE

GENERALITÀ	1
RIFERIMENTI NORMATIVI	2
INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E CARTOGRAFICO	3
PIANIFICAZIONE VIGENTE	4
Assetto urbanistico	4
Assetto idrogeologico	4
Assetto ambientale – paesaggistico	4
Inquadramento geologico	4
STATO ATTUALE	5
Descrizione dell'opera	5
Comunicazione della Direzione Generale del Servizio territoriale opere idrauliche di Oristano dell'Ass. Regionale dei Lavori Pubblici prot. n. 30044 del 03/08/2016	6
INTERVENTI DI PROGETTO	8
Lavorazioni previste	8
Interventi generali propedeutici all'adeguamento dell'opera	8
Interventi sul bacino di ritenuta	8
Interventi generali di messa in sicurezza dell'invaso	9
Interventi sul sistema di approvvigionamento e di emungimento della portata	9
Interventi di pulizia e di riconfigurazione dei tratti del corso d'acqua a monte e a valle dell'invaso	10
Opere complementari all'area oggetto di intervento	11
CARATTERISTICHE TECNICHE DEGLI INTERVENTI IN PROGETTO	12
Interventi preliminari di pulizia dell'invaso e delle aree adiacenti	12
Interventi di risagomatura e sistemazione dell'alveo del Rio Sennisceddu e riprofilatura della cunetta a protezione dell'invaso	12
Interventi di adeguamento dello scarico di superficie e dei paramenti dell'invaso	13
Impermeabilizzazione dell'invaso e adeguamento delle opere di presa dal lago e di quelle di adduzione dal pozzo	13
Impianto elettrico e pompe	14
Manutenzione pozzo e realizzazione condotta di adduzione al bacino di accumulo ..	15
Lavori edili per il risanamento del locale tecnico	15
Recinzioni e opere varie per le misure di sicurezza dell'invaso	16
ULTERIORI CONSIDERAZIONI	17
DURATA E PROGRAMMA DEI LAVORI- ATTUAZIONE DEL D.LGS 81/08	19
ALLEGATO n. 1 – Documentazione fotografica	20