

Regione Autonoma della Sardegna
Assessorato dell'Agricoltura e Riforma Agro-Pastorale



CONSORZIO DI BONIFICA DELL'ORISTANESE
ORISTANO



PROGETTO ESECUTIVO

CAT. P0119

Realizzazione della condotta di by-pass nella diga di "Mura Cabonis"
in agro di Milis

Elaborato:

Relazione geologica

All.

5.0

Revisione

il progettista
ing. Massimo Sanna

V.il Resp. del procedimento
ing. Massimo Sanna

V. il Commissario Straordinario
dott. Cristiano Carrus

Data novembre 2019

Data appr.



INDICE

1.	Premessa.....	3
2.	Analisi del quadro di riferimento progettuale	3
3.	Ubicazione dell'area in esame	4
4.	L'indagine.....	5
5.	Inquadramento Geologico.....	6
6.	Inquadramento Geomorfologico.....	11
7.	Inquadramento Geopedologico.....	12
8.	Schema della circolazione idrica superficiale e sotterranea	13
9.	Considerazioni conclusive.....	14

1. Premessa

La presente relazione avrà cura di esaminare le questioni di carattere geologico e geotecnico connesse con il progetto di realizzazione della condotta by pass a servizio della diga di Mura Cabonis in territorio di Milis (OR).

L'analisi dei caratteri geologici e geotecnici dei terreni interessati dall'intervento verrà eseguita mediante la programmazione e l'esecuzione di una serie di indagini, sia dirette sia indirette, che verranno eseguite in corrispondenza dell'area d'intervento per ottenere elementi conoscitivi di dettaglio a supporto degli interventi progettuali previsti.

A tal riguardo verranno illustrati i risultati delle indagini sui terreni e la fondazione attraverso la loro caratterizzazione geotecnica, estesa fino a profondità idonee all'opera, utili alla definizione delle condizioni di sicurezza degli interventi e alla verifica delle scelte progettuali mediante il controllo del comportamento dell'opera nel suo insieme.

Nell'ambito delle direttive progettuali verranno sviluppati gli elaborati tecnici che illustreranno dimensionalmente l'intervento di realizzazione della nuova condotta di attraversamento.

2. Analisi del quadro di riferimento progettuale

La diga di Mura Cabonis è uno sbarramento di ritenuta costruito durante gli anni 50', utilizzato essenzialmente per scopi irrigui.

L'invaso è stato realizzato per captare le acque relative al proprio bacino imbrifero relativo al Rio e Sa Tanca (circa 0.06 Km²) sia le acque derivanti da un'opera di presa sul Rio Cannargia che a sua volta più a monte riceve le acque del Rio Crispi mediante una condotta di collegamento.

Lo sbarramento risulta inoltre alimentato dalle acque prelevate dal canale adduttore in destra Tirso mediante una condotta in pressione.

Il corpo del rilevato che costituisce la diga è stato realizzato in materiale sciolto scarsamente permeabile (argilla) con materiale semi permeabile sistemato in aderenza sia sul paramento di monte sia sul paramento di valle.

Recentemente, è emersa la necessità di realizzare una condotta by-pass che permetterà lo svuotamento della diga senza interrompere l'adduzione irrigua a servizio dei comprensori asserviti dall'invaso. Quest'opera sarà necessaria soprattutto per i lavori di messa in sicurezza dello sbarramento di prossima realizzazione.



Fig.1: Inquadramento aerofotogrammetrico area d'intervento

3. Ubicazione dell'area in esame

L'area interessata dall'intervento ricade in territorio della Provincia di Oristano e precisamente nel Comune di Milis.

Nell'eseguire i lavori relativi all'ubicazione, alla caratterizzazione geologica, geomorfologica ed idrogeologica, si è fatto riferimento alla seguente cartografia:

- Foglio n. 514 "Cuglieri", dell'I.G.M.I. (scala 1:50.000);
- Foglio n. 515 "Ghilarza", dell'I.G.M.I. (scala 1:50.000);
- Foglio n. 514, sez. II "San Vero Milis, dell'I.G.M.I. (scala 1:25.000);
- Foglio n. 515, sez. III "Paulilatino", dell'I.G.M.I. (scala 1:25.000);
- Foglio n. 514, sez. 120 "Seneghe", CTR (scala 1:10.000);
- Foglio n. 515, sez. 090 "Santa Cristina", CTR (scala 1:10.000);
- Cartografia catastale comunale (1:2.000);
- Ortofoto Digitali Georeferenziate (1:10.000);
- Piano Urbanistico Comunale (P.U.C.) Comune di Milis;

- Piano Paesaggistico Regionale (P.P.R.);
- Piano Regionale Attività estrattive (P.R.A.E.);
- Piano Forestale della Sardegna (P.F.R.S.);
- Piano di Assetto Idrogeologico (P.A.I.);
- Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (P.S.F.F.);
- Art. 30 ter N.A. PAI;
- Reticolo idrografico RAS;
- Carta Uso del Suolo Regione Sardegna (2008);
- Parco Geominerario Storico ed Ambientale Regione Sardegna;
- Carte Perimetrazioni Aree S.I.C.;
- Carte Perimetrazioni Aree Z.P.S.;
- Carta Geologica della Sardegna;
- D.T.M. 10 m Regione Sardegna;
- D.T.M. 1 m Regione Sardegna;
- Elaborati Progettuali

4. L'indagine

L'indagine ha avuto l'obiettivo di analizzare nel dettaglio le caratteristiche geologiche, geotecniche e idrogeologiche del corpo diga nelle condizioni attuali.

In particolare verrà dato riscontro in merito alla ricostruzione del modello geologico e geotecnico del sito in riferimento ai contenuti di cui al capitolo 6 del D.M. 17 gennaio 2018 "Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni".

A tal fine verranno illustrati i risultati delle indagini geognostiche eseguite in corrispondenza del tracciato della condotta.

Come previsto dal D.M. 17.01.2018, le scelte di progetto, i calcoli e le verifiche verranno impostati sulla caratterizzazione geotecnica del sottosuolo ottenuta per mezzo di rilievi, sondaggi, indagini e prove.

In riferimento a quanto previsto dall'art. 24 e 26 del D.P.R. 207/2010 – comma 1 lettera A-D, l'analisi geologico-tecnica è articolata secondo i seguenti punti:

La relazione geologica comprende, sulla base di specifiche indagini geologiche, la identificazione delle formazioni presenti nel sito, lo studio dei tipi litologici, della struttura e dei caratteri fisici del sottosuolo, definisce il modello geologico del sottosuolo, illustra e caratterizza gli aspetti stratigrafici, strutturali, idrogeologici, geomorfologici, nonché il conseguente livello di pericolosità geologica;

La relazione geotecnica definisce, sulla base del modello geologico ed alla luce di specifiche indagini, scelte in funzione del tipo di opera e delle modalità costruttive, il modello geotecnico del volume del terreno influenzato, direttamente o indirettamente, dalla costruzione del manufatto e che a sua volta influenzerà il comportamento del manufatto stesso.

Illustra inoltre i procedimenti impiegati per le verifiche geotecniche, per tutti gli stati limite previsti dalla normativa tecnica vigente, che si riferiscono al rapporto del manufatto con il terreno, e i relativi della risposta sismica locale.

La relazione geotecnica deve inoltre comprendere l'illustrazione delle indagini effettuate, e a tal fine, dei procedimenti adottati e dei risultati ottenuti.

Nel complesso, il lavoro si è sviluppato secondo i seguenti punti:

- Inquadramento Geologico
- Inquadramento Geomorfologico
- Inquadramento Geopedologico
- Inquadramento Idrogeologico superficiale
- Inquadramento Idrogeologico sotterraneo
- Modello geologico del sottosuolo
- Modello geotecnico del sottosuolo
- Classificazione sismica dell'area d'intervento
- Verifica di sicurezza del rilevato arginale secondo NTC 2018
- Verifica di stabilità del rilevato arginale secondo NTC 2018
- Interventi di messa in sicurezza e consolidamento del rilevato arginale

5. Inquadramento Geologico

Il settore oggetto di intervento, è localizzato nella parte settentrionale della Fossa Tettonica del Campidano, interrotta trasversalmente dal complesso vulcanico basaltico del Plio-Quaternario.

L'area oggetto di intervento, è caratterizzata da una distribuzione degli affioramenti piuttosto eterogenea: di fatto, si evince una predominante componente sedimentaria, mentre la componente vulcanica effusiva, risulta esclusiva dei settori settentrionali e sud-orientali.

Le litologie rilevate durante il rilevamento geologico-tecnico, sono il risultato degli eventi deposizionali-dislocativi-erosivi che si sono succeduti dal Paleozoico all'attuale.

Di fatto, il rilevamento geologico tecnico ha reso possibile una prima differenziazione, basata sulla natura delle formazioni geologico-stratigrafiche presenti: fondamentalmente si possono distinguere rocce di origine vulcanica (basalti e trachibasalti) e loro depositi detritici e rocce di origine sedimentaria (depositi continentali alluvionali, antichi ed attuali) disposti sui fondi valle.

Nella fattispecie l'area d'intervento si imposta su un substrato geologico costituito da rocce vulcaniche effusive dei plateau basaltici di Campeda –Planargia e specificatamente dei basalti della Sub Unità di Dualchi, costituiti da andesiti basaltiche subalcaline, porfiriche per fenocristalli di Pl, Px, Opx Ol, trachiti basaltiche e basalti, debolmente alcalini, porfirici per fenocristalli di Pl, Px, CPx.

Le rocce presenti sono riconducibili al vulcanismo alcalino plio-pleistocenico. L'attività vulcanica di cui sopra e la conseguente venuta a giorno dei margini basaltici del Montiferru, sono da correlare all'intensa attività tettonica che ha caratterizzato il Pliocene Medio e superiore, con movimenti di tipo distensivo con la conseguente l'apertura del bacino del Tirreno meridionale e la formazione della Fossa del Campidano.

Gli affioramenti delle vulcaniti suddette, si rilevano in corrispondenza delle Piattaforme basaltiche con basalti, basalti olivinici e trachibasalti in bancate dello spessore di circa 5-6 metri e fatturazione sub-verticale. Tali litotipi, si presentano talora argillificati e terrosi per i processi di dissoluzione chimico-fisica la quale tende a spingersi in profondità coinvolgendo livelli di roccia fino a 3 metri di spessore.

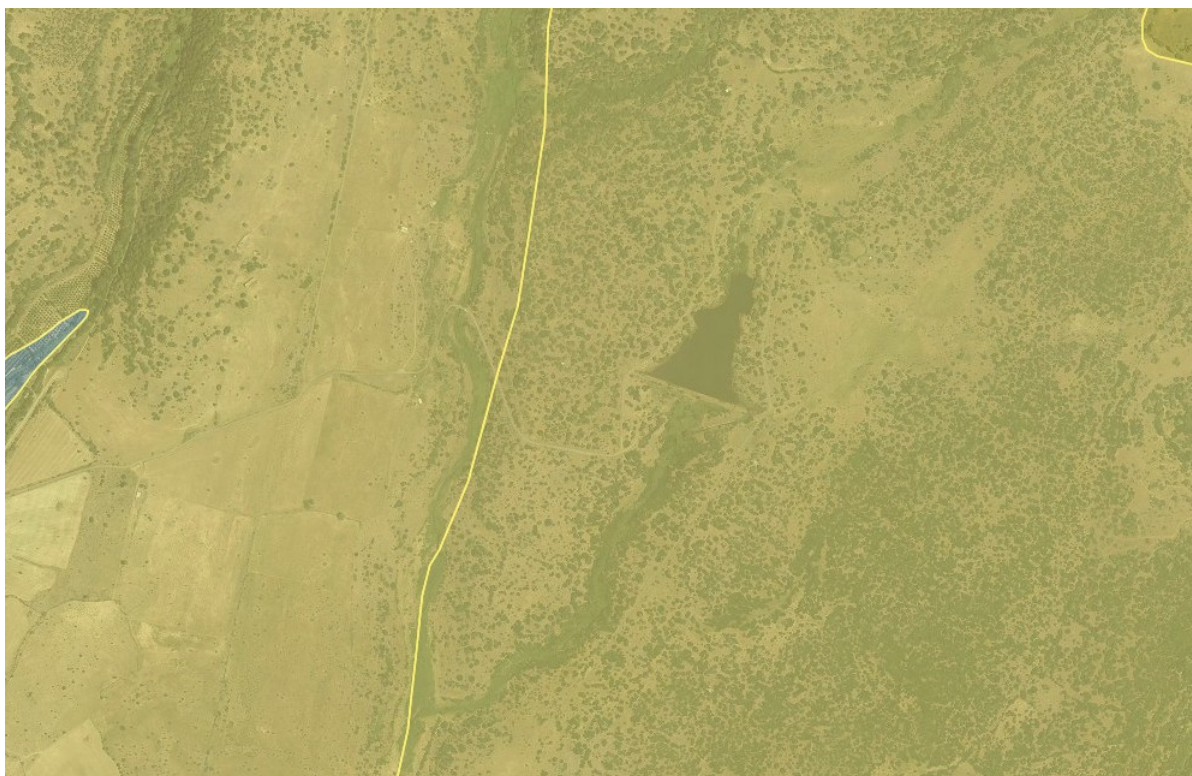


Fig.2: Stralcio dell'inquadramento geologico area d'intervento (Fonte dati: SIT "Sardegna Geoportale")

In merito alle caratteristiche geologiche e geotecniche dell'area è stata eseguita una campagna di indagini in sito. In particolare, la zona interessata dall'intervento corrisponde con il sondaggio geognostico S4, effettuato durante le indagini sulla diga di Mura Cabonis.



LAVORO DI REALIZZAZIONE DELLA CONDOTTA BY-PASS A SEVIZIO DELLA DIGA DI MURA CABONIS

I sondaggi geognostici sono stati eseguiti dalla ditta Angius Antonello con direzione lavori a cura del sottoscritto dal 30 gennaio 2019 al 6 febbraio 2019.

LAVORO DI REALIZZAZIONE DELLA CONDOTTA BY-PASS A SEVIZIO DELLA DIGA DI MURA CABONIS



Studio di geologia Tecnica Dott. Geol. Simone Manconi
Via Pontano 11 - 09128 Cagliari
C.F. MNCSMN74B13B354G
P.I. 02760610929

STRATIGRAFIA SONDAGGI GEOGNOSTICI

Committente Consorzio di Bonifica Oristanese	Profondità raggiunta 5.00	Quota Ass. P.C. 108.00	Certificato n° 1	Pagina 1
Operatore Ditta Antonello Angius	Indagine Messa in sicurezza Diga Mura Cabonis			Inizio/Fine Esecuzione 30/01/2019-6/02/2019
Responsabile Dott. Geol. Manconi Simone	Sondaggio S4	Tipo Carotaggio Sondaggio Geognostico	Tipo Sonda Sonda IM 8	Coordinate X Y

Scala (m)	Litologia	Descrizione	Quota	%Carotaggio	S.P.T.	Pocket Test kg/cmq	Vane Test kg/cmq	Campioni	Metodo Perforazione	Metodo Stabilizzaz.	Cars. Catalog.	Falda	Altre prove
0.00			0.00										
0.20		Suolo argilloso di colore grigio scuro	0.50										
0.40		Argilla debolmente limosa	1.00										
0.60													
0.80													
1.00		Argilla sabbiosa di colore bruno scuro con interclusi clasti ciottolosi di rocce basaltiche da millimetrici a centimetrici											
1.20													
1.40													
1.60													
1.80													
2.00													
2.20													
2.40													
2.60													
2.80													
3.00													
3.20													
3.40													
3.60													
3.80													
4.00			4.20										
4.20		Frammenti di roccia basaltica con alterazioni argillitiche	4.50										
4.40		Basalto litoide	5.00										
4.60													
4.80													
5.00													
5.20													
5.40													
5.60													
5.80													
6.00													
6.20													
6.40													
6.60													
6.80													
7.00													
7.20													
7.40													
7.60													
7.80													
8.00													
8.20													
8.40													
8.60													
8.80													
9.00													
9.20													
9.40													
9.60													
9.80													
10.00													
10.20													

Campioni: S-Pareti Sottili, O-Osterberg, M-Mazier, R-Rimaneggiato, Rs-Rimaneggiato da SPT
Perforazione: CS-Carotiere Semplice, CD-Carotiere Doppio, EC-Elica Continua
Stabilizzazione: RM-Rivestimento Metallico, FB-Fanghi Betonitici
Prove SPT: PA-Punta Aperta, PC-Punta Chiusa
Carotaggio: Sondaggio Geognostico

Sonda: Sonda IM 8
Direzione Tecnica Sondaggi

RELAZIONE GEOLOGICA

pag. 9 di 14

© tutti i diritti riservati.
Il presente elaborato è destinato esclusivamente alle attività di progettazione in oggetto per il Committente. E' vietato qualsiasi utilizzo, anche parziale, per scopi differenti o da parte di altri, senza il permesso scritto dell'Autore.



Fig.3: Sondaggio geognostico S4 - Diga Mura Cabonis – 0.00 m ÷ 5.10 m



Fig.4: Termine delle operazioni di cantiere sull'unghia del paramento di valle (in primo piano piezometro S4)

6. Inquadramento Geomorfologico

Per quanto concerne gli aspetti geomorfologici, in corrispondenza dell'area d'intervento non si rilevano evidenze di strutture tettoniche degne di nota, anche se tuttavia, la presenza di elementi morfologici quali la direzione dei compluvi, del ruscellamento e di alcune scarpate fanno pensare a degli episodi di neotettonica che hanno interessato la zona durante il Plio-Quaternario, influenzando l'allineamento delle direttrici principali dei corsi d'acqua.

Relativamente alle condizioni topografiche, l'area d'intervento è stata analizzata da un punto di vista sismico, così come disciplinato dal D.M. 17.01.2018 e s.m.i.

Per quanto concerne le condizioni topografiche, l'area d'intervento ricade in categoria T1, ovvero "Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione $i \leq 15^\circ$ "

Per quanto attiene la definizione delle categorie di sottosuolo, ai sensi del D.M. 17/01/2008, l'area d'intervento corrisponde ad una categoria di sottosuolo prevalente di tipo "B" ovvero: *Rocce*

tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_s 30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s.

In considerazione del fatto che il Comune di Milis risulta censito dal P.A.I. per fenomenologie di dissesto idrogeologico, è stata eseguita una dettagliata analisi geomorfologica e sovrapposizione cartografica con G.I.S. al fine di stabilire se l'area d'intervento risulta o meno a rischio geologico ai sensi delle norme di attuazione del P.A.I.

Nel complesso, appare evidente come l'area d'intervento non ricada all'interno di nessuna fascia di pericolosità idrogeologica definita dal PAI, dal PSFF e in linea generale dal P.G.R.A.

7. Inquadramento Geopedologico

Dal rilevamento geopedologico di campagna è stato possibile classificare i suoli presenti nel sito oggetto di intervento: nel complesso il livello del suolo risulta essere di spessore maggiore nelle zone più depresse dove l'accumulo sedimentario, susseguitosi nel tempo, ha reso possibile l'instaurarsi di livelli pedologici, nella fattispecie in corrispondenza delle depressioni vallive.

Per contro il livello pedologico risulta essere scarso o addirittura assente in corrispondenza delle culminazioni morfologiche e nella maggior parte dei casi dove si rileva roccia affiorante.

Il paesaggio si presenta nel complesso con una rada copertura arbustiva ed arborea, zone di ombra umide che, localmente, determinano ambienti favorevoli allo sviluppo di suoli mediamente profondi in cui è rilevabile il passaggio fra i diversi terreni a scheletro più o meno organico, evidenti soprattutto per la colorazione maggiormente brunita.

Nella fattispecie si possono distinguere essenzialmente suoli su rocce effusive basiche (basalti) del Pliocene superiore e del Pleistocene e relativi depositi di versante e colluviali.

I suoli che si impostano sulle rocce vulcaniche basiche (basalti del Pliocene e del Pleistocene), sono caratterizzati da aree con forme da ondulate a sub-pianeggianti, a tratti con un'adeguata copertura arbustiva ed arborea: relativamente a tali settori prevalgono profili A-Bw-R, A-R e subordinatamente A-Bt-C e roccia affiorante, da poco profondi, a profondi, franco argillosi, permeabili, neutri e saturi.

Nel complesso si rileva che, nei livelli pedologici relativi ai litotipi vulcanici basaltici, prevalgono una rocciosità e pietrosità elevate, scarsa profondità eccesso di scheletro e idromorfia dovuta allo substrato impermeabile.

8. Schema della circolazione idrica superficiale e sotterranea

L'idrografia superficiale caratterizzante tutta l'area di studio è direttamente connessa con le caratteristiche idrogeologiche del substrato presente in tutta l'area d'intervento.

In quest'ambito, le principali unità idrogeologiche presenti nell'area sono rappresentate dalle sequenze vulcaniche effusive basaltiche che costituiscono gli spartiacque della zona e le sequenze deposizionali pleistoceniche ed oloceniche che costituiscono il materasso fluviale nel quale i corsi d'acqua della zona sviluppano il loro percorso, generalmente di tipo meandriforme e subordinatamente di tipo rettilineo.

In riferimento a quanto disposto dal "Piano Di Tutela Delle Acque" (art. 44 D.Lgs 152/99 e s.m.i., art. 2 L.R. 14/2000, Direttiva 2000/60/CE), nell'ambito del Bacino Unico Regionale (L. 183/89), l'area d'intervento fa riferimento alla Unità Idrografica Omogenea (U.I.O.) Tirso e alla Unità Idrografica Omogenea (U.I.O.) Mare Foghe.

Fatta eccezione per il Fiume Tirso, il resto del territorio, indipendentemente dal bacino di appartenenza, presenta un reticolo idrografico poco sviluppato, di tipo sub-dendritico, formato da aste di limitato sviluppo lineare, a basso grado di gerarchizzazione e con direzioni di scorrimento NW-SE e NE-SW correlate alle principali lineazioni neotettoniche; si tratta sempre di corsi d'acqua a regime stagionale e carattere torrentizio.

Alle Unità Idrografiche Omogenee precedentemente citate, appartengono le seguenti unità idrogeologiche:

- 1) Unità delle Alluvioni Plio-Quaternarie;
- 2) Unità delle vulcaniti Plio-Quaternarie

L'unità idrogeologica delle alluvioni Plio-Quaternarie è caratterizzata da terreni con permeabilità per porosità ed è in generale, questa risulta essere medio-bassa per la presenza di matrice argillosa e per il grado elevato di addensamento del materiale, tuttavia, localmente può essere media o alta in livelli grossolani con ridotta o assente frazione argillosa.

L'Unità idrogeologica delle Vulcaniti Plio-Quaternarie comprende rocce vulcaniche effusive basaltiche, caratterizzate da permeabilità per fessurazione, la quale in generale risulta essere medio-bassa e bassa, tuttavia, localmente, nelle facies maggiormente fratturate e con scarsi riempimenti detritici, può essere media o alta sempre per fessurazione e subordinatamente per porosità. Di frequente, nei livelli profondi, la presenza d'acqua produce idromorfia con formazione di materiali argillosi poco permeabili.

Relativamente alle condizioni di permeabilità del corpo del rilevato e del substrato vulcanico basaltico su cui la diga si poggia, sono state eseguite complessivamente due prove di permeabilità in pozzetto: nel complesso sono state eseguite una prova Lugeon (nel sondaggio S1) all'interno

della tasca dei basalti alterati ad una quota di -16.00 m ÷ -14.00 m dal coronamento e una prova Lefranc a carico variabile direttamente sulle argille costituenti il corpo del rilevato arginale, con rabbocco del livello fino alla quota del coronamento.

9. Considerazioni conclusive

Nell'ambito dei lavori di realizzazione della condotta by-pass a servizio della Diga di Mura Cabonis è stata redatta la presente relazione geologica a supporto degli interventi progettuali previsti.

L'opera si rende necessaria per poter dare attuazione agli interventi di messa in sicurezza dello sbarramento senza interrompere l'adduzione idrica ai compresori irrigui attualmente forniti dall'invaso di Mura Cabonis.

Per quanto concerne i terreni presenti nel sito trattasi sostanzialmente di materiale eluvio – detritico con affioramenti rocciosi discontinui di pietre basaltiche le quali possono trovarsi anche in forma di trovanti eterometrici.

Per tale ragione, durante le operazioni di scavo della nuova condotta potrà rendersi necessario l'utilizzo di un martello ad alte prestazioni per la demolizione dei tratti in roccia basaltica.