



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA PROVINCIA DEL SUD SARDEGNA

Comuni di:



Armungia



Burcei



San Vito



Villasalto

IMPIANTI DI GENERAZIONE ELETTRICA DA FONTI RINNOVABILI

Codici Rintracciabilità Terna: 201900807 - 201900878 - 201901210

PROGETTO OPERE DI RETE TERNA PIANO TECNICO DELLE OPERE

TITOLO

PIANO PRELIMINARE DI GESTIONE TERRE E ROCCE DA SCAVO - SE ARMUNGIA

COMMITTENTE



Queequeg Renewables, ltd

Unit 3.21, 1110 Great West Road
TW80GP London (UK)

Company number: 111780524



Econergy Project 2

via Alessandro Manzoni 30,
20121, Milano (MI)

PROGETTAZIONE



Ing. Marco A. L. Murru

Via Pietro Nenni, 11
09042 Monserrato (CA)
tel+39(0)70/5740021

GRUPPO DI LAVORO

TIMBRI

Ing. Marco A. L. Murru: Coordinamento e progetto impianti elettrici

Ing. Mauro Murru: progetto impianti elettrici

Geol. Nicola Demurtas: parte Geologica e Idrogeologica

Ing. Valentina Pisu: parte Ambientale

Rev.	n. Documento	Fg/Fgg	Scala	Redatto	Verificato	Approvato	Data
01	2332C 20260	1/1	NA	N. Demurtas	N. Demurtas	Marco A. L. Murru	OTT 2023

INDICE

1 - PREMESSA	1
2 - INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO - URBANISTICO - VINCOLISTICO	2
3 - DESCRIZIONE INTERVENTO DA REALIZZARE	5
4 - INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO – GEOLOGICO GENERALE	8
5 - CARATTERI LITO-STRATIGRAFICI LOCALI	14
6 - PROPOSTA DEL PIANO DI CARATTERIZZAZIONE DI TERRE E ROCCE DA SCAVO	16
7 - VOLUMETRIE PREVISTE DELLE TERRE E ROCCE DA SCAVO	20
8 - MODALITA' E VOLUMETRIE PREVISTE DA RIUTILIZZARE IN SITO	20
9 - GESTIONE DEGLI ESUBERI DI MATERIALE DA SCAVO	20

1. PREMESSA

Su richiesta del committente, società Queequeg Renewables - Bioenergy 3 S.r.l.s., il sottoscritto Dott. Geol. Nicola Demurtas, iscritto all'Ordine dei Geologi della Regione Sardegna al numero 606, ha redatto apposita relazione relativa al Piano preliminare di utilizzo in sito delle terre e rocce da scavo - Progetto "Impianti di generazione elettrica da fonti rinnovabili – Progetto Opere di Rete – Piano Tecnico delle Opere - SNE ARMUNGIA".

Il presente documento costituisce parte integrante degli elaborati progettuali previsti all'interno del SIA (Studio di Impatto Ambientale).

L'area in esame, di futura realizzazione della Stazione elettrica in progetto, è ubicata all'interno del territorio comunale di Armungia (SU), precisamente nella zona agricola ubicata in corrispondenza del passaggio con il territorio comunale di Ballao (SU), in località Piriccu. La suddetta area dista dal centro abitato di Armungia circa 1,23 km e circa 21,7 km dalla zona costiera. Risulta infine ubicata in prossimità della strada statale numero 387.

Normativa di riferimento

In relazione alla disciplina dell'utilizzazione delle terre e rocce da scavo, nel caso in esame le modalità operative di escavazione e di riutilizzo del materiale escavato, come verranno descritte nel seguito, fanno sì che si rientri nel campo di applicazione del DPR 120 del 13 giugno 2017 (Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell'articolo 8 del decreto-legge 12 settembre 2014, n. 133, convertito, con modificazioni, dalla legge 11 novembre 2014, n. 164 - G.U. n. 183 del 7 agosto 2017) - Delibera n.54/2019 SNP.

Il presente documento, in congruenza con quanto riportato nella documentazione di progetto definitivo, si costituisce come Piano di Utilizzo Preliminare, redatto in conformità dell'articolo 24 del DPR 120 del 13 giugno 2017 e riguarda la gestione delle terre e rocce da scavo che proverranno dalla realizzazione delle opere in oggetto e che verranno riutilizzate all'interno del medesimo sito di produzione.

Ai sensi dell'art. 2 del suddetto D.P.R. 120/2017, le «terre e rocce da scavo» si definiscono così: il suolo escavato derivante da attività finalizzate alla realizzazione di un'opera, tra le quali: scavi in genere (sbancamento, fondazioni, trincee); perforazione, trivellazione, palificazione, consolidamento; opere infrastrutturali (gallerie, strade); rimozione e livellamento di opere in terra. Le terre e rocce da scavo possono contenere anche i seguenti materiali: calcestruzzo, bentonite, polivinilcloruro (PVC), vetroresina, miscele cementizie e additivi per scavo meccanizzato, purchè le terre e rocce contenenti tali materiali non presentino concentrazioni di inquinanti superiori ai limiti di cui alle colonne A e B, Tabella 1, Allegato 5, al Titolo V, della Parte IV, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, per la specifica destinazione d'uso.

Si ritiene infatti che il materiale da scavo proveniente dal sito oggetto degli interventi previsti a progetto, in applicazione dell'articolo 184-bis, comma 1, del decreto legislativo n. 152 del 2006 e successive

modificazioni, sia da considerarsi come sottoprodotto di cui all'articolo 183, comma 1, lettera qq), del medesimo decreto legislativo (qq) “sottoprodotto”: qualsiasi sostanza od oggetto che soddisfa le condizioni di cui all'articolo 184-bis, comma 1, o che rispetta i criteri stabiliti in base all'articolo 184-bis, comma 2), rispondendo ai seguenti requisiti:

- a) il materiale da scavo è generato durante la realizzazione di un'opera, di cui costituisce parte integrante, e il cui scopo primario non è la produzione di tale materiale;
- b) il materiale da scavo è utilizzato, in conformità al Piano di Utilizzo:

1 - nel corso dell'esecuzione della stessa opera, nel quale è stato generato, o di un'opera diversa, per la realizzazione di reinterri, riempimenti, rimodellazioni, rilevati, rifacimenti, interventi a mare, miglioramenti fondiari o viari oppure altre forme di ripristini e miglioramenti ambientali;

2 - in processi produttivi, in sostituzione di materiali di cava;

- c) il materiale da scavo è idoneo ad essere utilizzato direttamente, ossia senza alcun ulteriore trattamento diverso dalla normale pratica industriale secondo i criteri di cui all'Allegato 3;
- d) il materiale da scavo, per le modalità di utilizzo specifico di cui alla precedente lettera b), soddisfa i requisiti di qualità ambientale di cui all'Allegato 4.

Il piano di utilizzo preliminare del materiale da scavo di seguito presentato costituisce il riferimento a cui le ditte esecutrici dovranno in ogni modo attenersi per concorrere alle finalità del DPR 120/2017, ossia al miglioramento dell'uso delle risorse naturali e alla prevenzione della produzione di rifiuti.

2. INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO - URBANISTICO - VINCOLISTICO

L'area in esame è ubicata all'interno del territorio comunale di Armungia (SU), precisamente nella zona agricola ubicata in corrispondenza del passaggio con il territorio comunale di Ballao (SU), in località Piriccu. La suddetta area dista dal centro abitato di Armungia circa 1,23 km e circa 21,7 km dalla zona costiera. Risulta infine ubicata in prossimità della strada statale numero 387.

Nella Carta d'Italia (I.G.M.) in scala 1:25.000, l'area in esame ricade nel foglio n° 549 sez. IV, mentre nella Cartografia Tecnica Regionale (C.T.R.) in scala 1:10.000 essa ricade nel foglio n° 549 sez. 050. Le coordinate chilometriche del baricentro dell'area in esame, riferite alla quadrettatura chilometrica Gauss Boaga, sono rispettivamente: E 1532893,35 - N 4376259,75. L'altimetria del suddetto baricentro è di circa 130,0 m s.l.m..

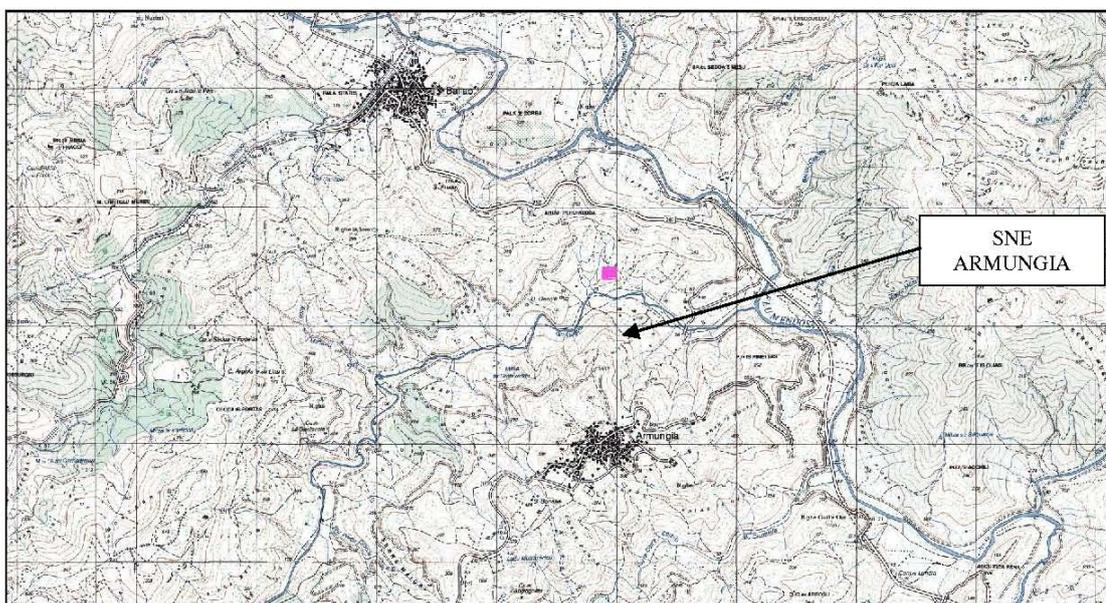


Figura 1: Area di intervento su cartografia I.G.M.

Sul piano vincolistico PAI – PGRA - PSFF, l'area in oggetto riferita alla futura SNE ARMUNGIA, situata all'interno del Sub-bacino n.7 “Flumendosa-Campidano-Cixerri”, viene interessata marginalmente dalle seguenti perimetrazioni:

PAI frane Hg – Hg2 media

PSFF – Vincolo assente

PGRA idraulico – Vincolo assente

PAI frane Hg Art. 8 c.2 – Vincolo assente

PAI idraulico Hi Art. 8 c.2 – Vincolo assente

PAI idraulico Hi Art. 30 ter fasce di salvaguardia di Horton Strahler Hi4 molto elevata – Vincolo assente

Per quanto concerne, invece, il P.P.R. (Piano Paesaggistico Regionale), l'area in studio non risulta essere compresa all'interno degli Ambito Costiero della Regione Sardegna.

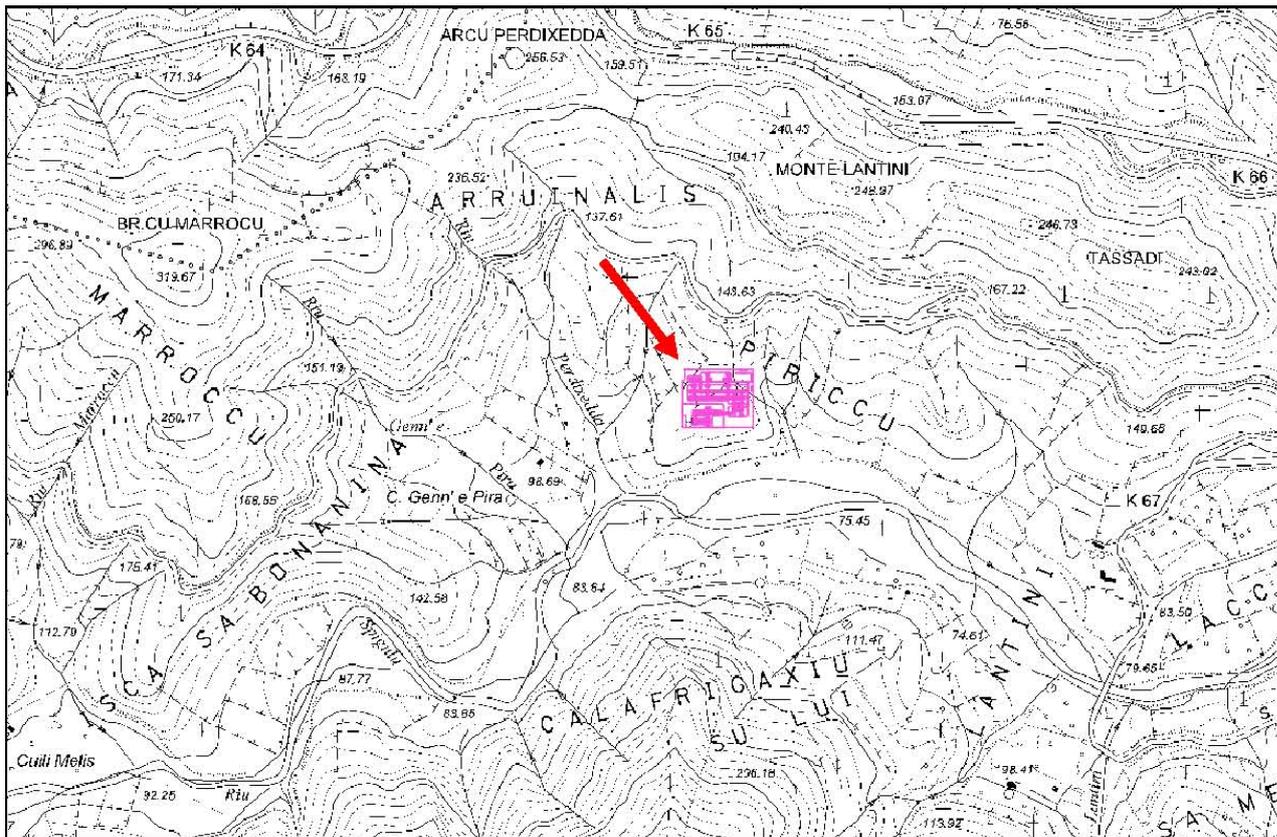


Figura 2: Area d'intervento su C.T.R. (area magenta)



Figura 3: Area d'intervento su Ortofoto (area magenta)

3. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO DA REALIZZARE

Con il presente capitolo si propone la definizione e la descrizione di tutte le attività progettuali connesse alla futura realizzazione della **Nuova Stazione Elettrica di smistamento 150 kV ARMUNGIA**:

Configurazione elettromeccanica:

Doppia Sbarra

Isolamento AIS

2 Stalli per congiuntore sbarre

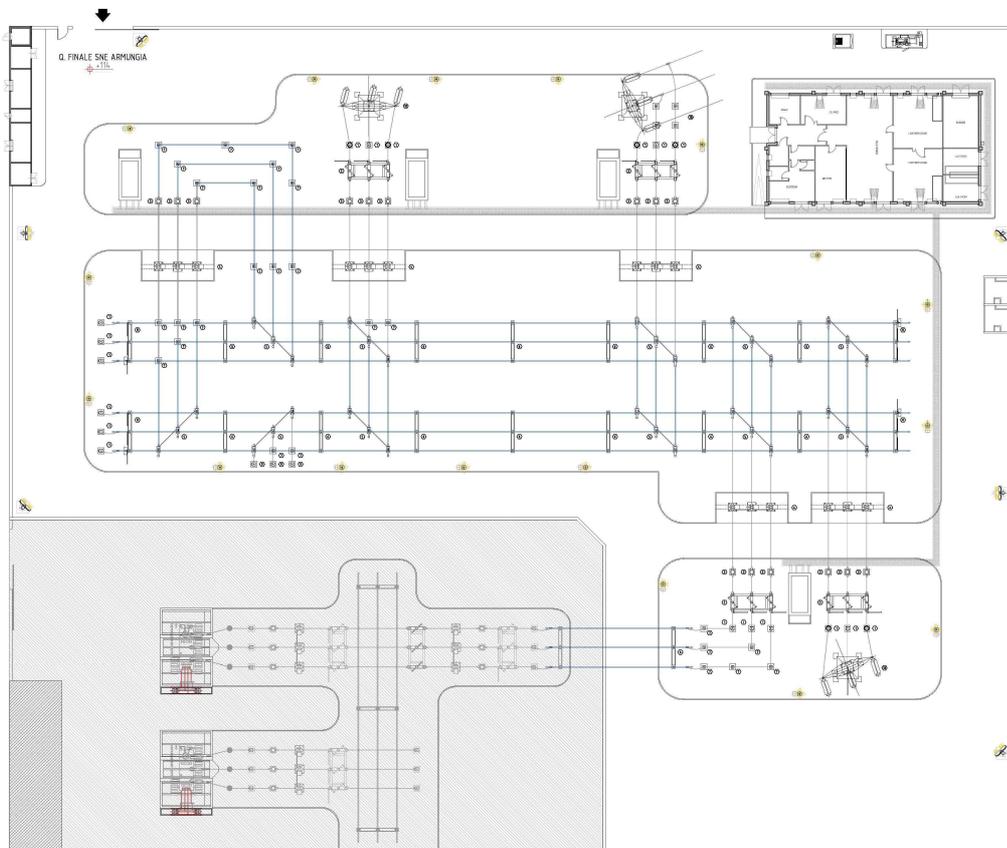
2 predisposizioni, disponibili per futuri stalli;

2 stalli linea in entra-esce, per il taglio linea CP Goni – SE EAF Armungia

1 stallo arrivo in cavo per un produttore

1 stallo linea verso nuova stazione SE Burcei

Gli stalli linea saranno equipaggiati ciascuno con 2 sezionatori di sbarra verticali a semipantografo, 1 interruttore in SF6, 1 sezionatore di linea orizzontale con lame di terra, 1 terna di TV ed 1 terna di TA per le protezioni. Lo stallo parallelo sbarre sarà equipaggiato con 2 sezionatori di sbarra verticali a semipantografo, 1 interruttore in SF6, 1 terna di TA per le protezioni. Le linee 150 kV aeree in ingresso stazione si atterreranno su sostegni portale di altezza massima pari a 15 m mentre l'altezza massima delle altre parti d'impianto (sbarre di smistamento a 150 kV) sarà di 7 m.



Opere civili

Sbancamenti recinzioni e fondazioni apparecchiature

Per ospitare le stazioni, sono previste opportune opere di scavo e sbancamento per il livellamento dell'area, l'installazione delle recinzioni, delle fondazioni delle diverse apparecchiature elettromeccaniche, delle sbarre e dei portali di stazione.

Edificio Comandi e Servizi Ausiliari (S.A.)

Dedicato ad ospitare i quadri di comando e controllo, gli apparati di teleconduzione, le batterie, i quadri B.T. in c.c. e c.a. per l'alimentazione dei servizi ausiliari, i servizi per il personale di manutenzione.

L'edificio sarà formato da un corpo di dimensioni in pianta circa 30 x 15 m ed altezza di circa 4,8 m.

Edificio alimentazioni MT

Tale edificio sarà destinato ad ospitare i quadri contenenti i i quadri MT di arrivo linea dove si attesteranno le due linee a media tensione di alimentazione dei servizi ausiliari della stazione. Si prevede di installare un manufatto prefabbricato delle dimensioni in pianta di circa 15 x 3 m con altezza 2.90 m, collocato in prossimità della recinzione di stazione.

Chioschi

Prefabbricati destinati ad ospitare i quadri di protezione, comando e controllo periferici; avranno pianta rettangolare con dimensioni esterne di circa 2,40 x 4,80 m ed altezza di circa 3,00 m.

Viabilità cavidotti e corrugati area stazione

Le vie cavo consentiranno il collegamento delle alimentazioni elettriche all'impianto nonché il collegamento ausiliario tra le apparecchiature ed i punti di comando e controllo e saranno costituite da cunicoli e tubazioni interrate. I cunicoli saranno realizzati in calcestruzzo armato gettato in opera, oppure prefabbricati con coperture asportabili carrabili. Le tubazioni delle vie cavo saranno in PVC, serie pesante, rinfiancate da cls.

Lungo le tubazioni ed in corrispondenza delle deviazioni di percorso, saranno inseriti pozzetti ispezionabili di opportune dimensioni.

Le aree interessate dalle apparecchiature elettriche saranno sistemate con finitura a ghiaietto, mentre le strade e piazzali di servizio destinati alla circolazione interna saranno pavimentate con binder e finitura di usura in conglomerato bituminoso e delimitate da cordoli in calcestruzzo prefabbricato.

Per la definizione esatta degli interventi in progetto si rimanda agli allegati progettuali – relazione tecnica descrittiva – layout grafici.

Modalità di scavo

Con riferimento ai movimenti terra, sopra esplicitati, occorrerà procedere alla caratterizzazione e codifica dei materiali da asportare (essenzialmente terreni naturali).

A seguito di tale adempimento è possibile definire un Piano esecutivo con precisa gestione delle terre e rocce da scavo. Tale adempimento sarà eseguito a seguito della stesura del progetto esecutivo.

Relativamente al terreno da scavare, dopo la caratterizzazione e codifica con esami fisico chimici positivi, si prevede il riutilizzo parziale in cantiere, senza trattamenti del materiale scavato per il rinterro. Il materiale in esubero sarà smaltito conferendolo ad aziende che lo riutilizzeranno per riempimenti e/o riporti.

Nel caso in cui la caratterizzazione e codifica evidenzia l'impossibilità del riutilizzo del materiale in causa, si procederà allo smaltimento secondo legge con trasportatori e impianti autorizzati al trattamento.

Si evidenzia che per l'esecuzione dei lavori non sono utilizzate tecnologie di scavo con impiego di prodotti tali da contaminare le rocce e terre. Al fine di mitigare l'aerodispersione delle polveri derivanti dalle operazioni di scavo, si procederà preventivamente alla bagnatura della superficie interessata ai lavori.

4. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO – GEOLOGICO GENERALE

L'area in esame, ubicata a circa 21,9 km di distanza dalla linea di costa, viene ricompresa tra i territori comunali di Ballao (SU) e Armungia (SU). Distante rispettivamente 2,1 km e 1,3 km dai rispettivi centri abitati. Il settore oggetto di intervento ricade nella Sardegna meridionale parte est - settore del Gerrei. L'area collinare - montana in esame risulta estesa e ricompresa tra i rilievi ubicati nei territori comunale di San Nicolò Gerrei – Armungia e Ballao.

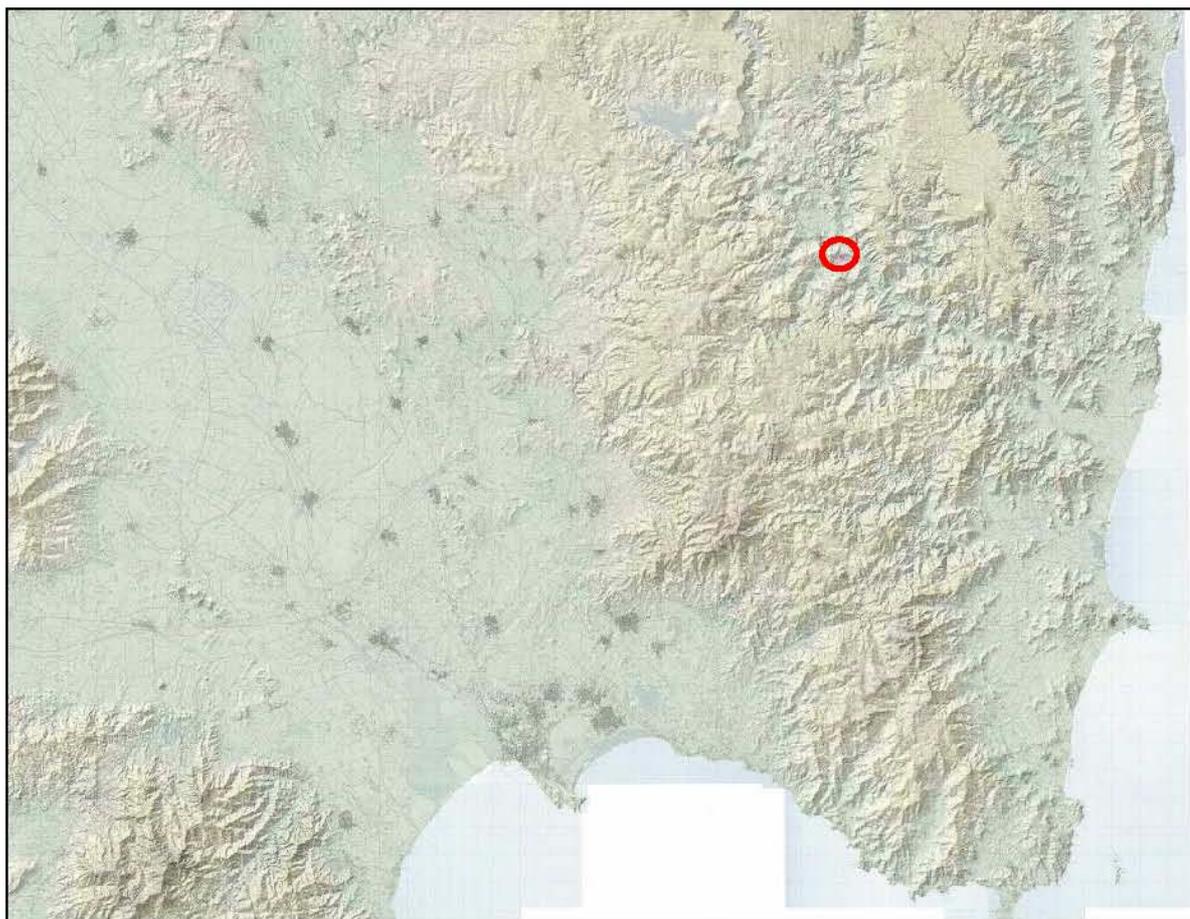


Figura 4: Area d'intervento – Modello digitale del terreno su base cartografica I.G.M.

Al fine di caratterizzare in maniera completa e funzionale l'area in studio è stata rilevata una superficie comprendente un'area di versante collinare (Bruncu e Olias 508,0 m s.l.m.) e una estesa area (ma ristretta) pianeggiante di origine fluviale (Fiume Flumendosa) e colmata da depositi alluvionali terrazzati ed incisi.

La quasi totalità delle forme di versante risulta essere abbastanza dolce, con rotture di pendio maggiormente accentuate in corrispondenza degli affioramenti litologici lapidei, i quali si presentano più resistenti nei confronti dell'azione modellatrice degli agenti esogeni. L'assetto morfologico dell'intera zona è ben strutturato in due unità con caratteristiche omogenee: la fascia collinare e la ristretta fascia pianeggiante di origine fluviale.

La prima risulta costituita da differenti litologie riconducibili alle formazioni metamorfiche del Paleozoico e rappresentate da: metasiltiti – metapeliti – metacalcari – metarenarie – metaquarzoareniti – metapeliti carboniose. Tali litologie conferiscono all'area in studio la tipica morfologia delle aree interessate da formazioni metamorfiche. La fascia collinare, inoltre, è modellata dall'idrografia superficiale, che nel corso del tempo ha trasmesso all'area un aspetto particolare, definito, in letteratura geomorfologica, "maturo". Le numerose diaclasi presenti nelle suddette litologie ne hanno governato fortemente l'evoluzione morfologica in quanto, essendo zone di maggiore debolezza, hanno consentito agli agenti meteorologici di esplicare un elevato potere erosivo.

La fascia pianeggiante, invece, è caratterizzata da una bassa inclinazione determinata anche dal deposito, alla base dei rilievi, dei prodotti limosi e sabbiosi di alterazione dei vari litotipi di origine metamorfica e magmatica. Sono presenti, inoltre, sedimenti e suoli di età quaternaria. L'erosione di tipo selettivo fa sì che gli agenti esogeni agiscano in maniera differente a seconda del litotipo presente, provocando, in tal modo, cambiamenti anche bruschi del contesto morfologico.

Nelle litologie sopra menzionate, appare evidente che il ruscellamento superficiale sia assai più rilevante dell'infiltrazione, in quanto le argille e i limi, fungendo da letto impermeabile, impediscono la penetrazione delle acque meteoriche.

La macchia mediterranea, inoltre, presente per notevoli estensioni, assolve tuttavia al compito, seppure parziale, di regimazione delle acque meteoriche.

Per quanto riguarda l'idrografia, il bacino idrografico di riferimento è quello appartenente al corso d'acqua rappresentato dal riu Spigulu. I principali affluenti presenti sono il corpo idrico superficiale denominato riu Perdixedda, riu Gene e Pira, Fiume 3391 - 3390 (codici SIT Regione Sardegna).

Il riu Spigulu risulta essere un affluente in destra idrografica del più importante Fiume Flumendosa.

Oltre ai sistemi morfologici naturali e ai conseguenti processi geomorfici agenti, sui quali non ci soffermeremo oltre, si evidenziano, in tutto il settore, frequenti modificazioni del paesaggio indotte dall'azione antropica, quest'ultima in continua evoluzione.

Le suddette "Unità Geomorfologiche" presentano caratteristiche omogenee sia nelle forme del rilievo che nella prevalenza di certe dinamiche geomorfologiche sulle altre; tuttavia se scendiamo in dettaglio nell'individuazione degli elementi fisiografici e morfogenetici, al loro interno si potranno individuare subunità più piccole con caratteristiche omogenee. È importante sottolineare che queste "Unità" non rappresentano porzioni di territorio a sé stanti ma sistemi aperti in cui i processi morfogenetici condizionano o sono condizionati da elementi delle aree attigue in modo tale che le unità tendono a raggiungere condizioni di reciproco equilibrio dinamico nell'evoluzione del rilievo.

Le forme di versante collinare più prossime all'area in esame si riscontrano a nord, a circa 0,7 km di distanza, in località "Arcu Perdixedda" (253,0 m s.l.m.) e in località Punta is Pinettas (292,0 m s.l.m.), e risultano costituite dalle formazioni geologiche appartenenti alla Unità Tettonica del Gerrei (SCISTI A GRAPTOLITI AUCT. Metapeliti carboniose e metasiltiti con graptoliti, con intercalati livelli di diaspri neri

(liditi). SILURIANO – DEVONIANO MEDIO / Litofacies negli SCISTI A GRAPTOLITI AUCT. Metacalcari scuri e metacalcari nodulari fossiliferi, con abbondanti crinoidi e ortoceratidi. SILURIANO - DEVONIANO MEDIO / FORMAZIONE DI PALA MANNA. Alternanze irregolari di metasiltiti, metarenarie e metaquarzoareniti. Olistoliti di diaspri neri (liditi). CARBONIFERO ?INF.).

Per quanto concerne l'inquadramento geologico, l'area è costituita da diverse formazioni geologiche riferibili principalmente al Quaternario e al Paleozoico.

Il territorio, infatti, è costituito da:

- **a** Depositi di versante. Detriti con clasti angolosi, talora parzialmente cementati. OLOCENE
- **bb / ba / bna** Depositi sedimentari quaternari, antichi e recenti (OLOCENE - PLEISTOCENE);
- **SGAb** Litofacies negli SCISTI A GRAPTOLITI AUCT. "Scisti a Tentaculiti" Auct.: Alternanza centimetrica regolare di metasiltiti e metacalcari grigi. SILURIANO - DEVONIANO MEDIO
- **SGA** SCISTI A GRAPTOLITI AUCT. Metapeliti carboniose e metasiltiti con graptoliti, con intercalati livelli di diaspri neri (liditi). SILURIANO – DEVONIANO MEDIO
- **SGAa** Litofacies negli SCISTI A GRAPTOLITI AUCT. Metacalcari scuri e metacalcari nodulari fossiliferi, con abbondanti crinoidi e ortoceratidi. SILURIANO - DEVONIANO MEDIO
- **PMN** FORMAZIONE DI PALA MANNA. Alternanze irregolari di metasiltiti, metarenarie e metaquarzoareniti. Olistoliti di diaspri neri (liditi). CARBONIFERO ?INF.

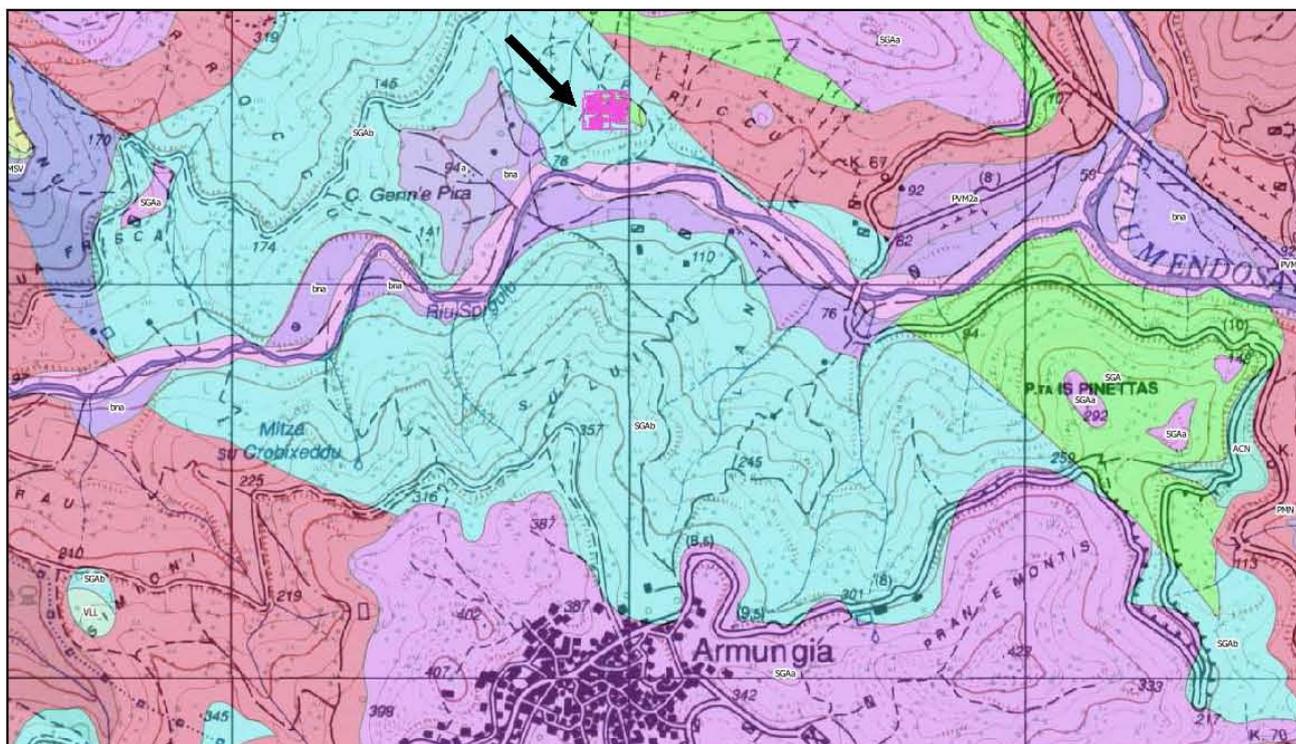


Figura 5: Carta litologica e area d'intervento – Base cartografica I.G.M.

Il Quaternario, che ricopre alcuni settori del territorio in esame, è rappresentato da depositi pleistocenici e olocenici in facies continentale, i quali danno luogo ad affioramenti continui e di medio

spessore. Tali affioramenti risultano di semplice interpretazione nonostante la presenza dei massicci insediamenti agricoli sviluppatasi negli ultimi decenni, con conseguente modificazione dell'assetto morfologico del territorio.

Le alluvioni antiche, spesso terrazzate, hanno una composizione ciottoloso - sabbioso - argillosa ed un colore marrone - giallo scuro. Il colore ed il grado di costipamento variano a seconda dell'età, normalmente le alluvioni più antiche risultano maggiormente costipate. I depositi dell'Olocene attuale sono rinvenibili nei pressi dei corsi d'acqua dell'area indagata e sono costituiti prevalentemente da ghiaie poco addensate o addirittura incoerenti. Sono tuttavia presenti anche depositi sabbioso-limosi, originatisi dal disfacimento di litotipi preesistenti.

Per quanto concerne le formazioni del Paleozoico caratterizzanti il sito oggetto di intervento, di seguito la relativa descrizione.

Unità del Gerrei

Da un punto di vista litostratigrafico questa unità tettonica è caratterizzata soprattutto da un notevole spessore di metarioliti, metariodaciti e metavulcanoclastiti dell'Ordoviciano medio, con struttura occhiadina (Porfiroidi), e da una caratteristica successione dell'Ordoviciano superiore. Affiora esclusivamente lungo l'Antiforme del Flumendosa e in limitati settori dell'Arburese settenarionale e del Goceano. Nella bassa valle del Flumendosa l'Unità del Gerrei è stata divisa in due sottounità tettoniche: la Sottounità di M. Lora e la Sottounità di Arcu de su Bentu (CARMIGNANI et alii, 1978a; CARMIGNANI et alii, 2000). Le modeste differenze tra le successioni di queste due sottounità riguardano il complesso vulcano-sedimentario dell'Ordoviciano medio e i metasedimenti dell'Ordoviciano superiore. Nell'Unità del Gerrei la fase D1 ha prodotto un intenso piegamento, con pieghe isoclinali a tutte le scale e relativa scistosità di piano assiale molto penetrativa (S1).

Lineazioni mineralogiche e di estensione (L1) si sviluppano in quasi tutte le litologie, ma più evidenti esse risultano nelle metavulcaniti acide ordoviciane, nelle metavulcaniti basiche e nei metaconglomerati. Le lineazioni di estensione sono mediamente orientate NE-SW. Le pieghe D1 sono fortemente non cilindriche. Il trasporto tettonico associato a questo piegamento è verso SW. Grandi pieghe isoclinali si radicano sul fianco settentrionale dell'Antiforme del Flumendosa e affiorano a tête plongeante (anticlinali sinformi) sul suo fianco meridionale.

Nella bassa valle del Flumendosa, la Sottounità di Arcu de su Bentu, immediatamente sottostante il sovrascorrimento dell'Unità di Meana Sardo, è interessata sia da un'intensa deformazione, molto evidente anche nella struttura interna dei Porfiroidi, sia da un marcato grado di ricristallizzazione dei metacalcari. Tale deformazione, che aumenta avvicinandosi al sovrascorrimento, si accompagna allo sviluppo progressivo di una scistosità (S1a), sub parallela alla superficie del sovrascorrimento, la quale si sovrappone alla scistosità regionale S1 legata alle strutture plicative D1.

La Sottounità di M. Lora affiora quasi esclusivamente a S dell'Antiforme del Flumendosa. La continuazione della sottounità a N dell'antiforme è rappresentata solo da pochi lembi di Porfiroidi, per cui la

maggior parte della sottounità è costituita da anticlinali sinformi e sinclinali antiformi con piani assiali immergenti a S e SSW. Questo assetto si è probabilmente realizzato durante la fase D1 con l'impilamento delle varie unità tettoniche:

foreland dipping duplex (MCCLAY, 1992). Le strutture più complesse affiorano in particolare tra Brecca e Baccu Scovas, dove le strutture plicative D1 sono ripiegate dalla fase D2, dando luogo a interferenze complesse. Altri esempi di anticlinali sinformi della Sottounità di M. Lora affiorano tra M. Perdosu e M. Ferru lungo il Flumendosa.

Scisti a tentaculiti e “Calcari di Villasalto” Auct.

Questa successione è sviluppata quasi esclusivamente nel Gerrei (Unità del Gerrei), mentre si presenta con spessori molto ridotti nell'Unità di Meana Sardo. Nel Gerrei gli “Scisti a graptoliti” Auct. Passano verso l'alto e lateralmente ad una successione caratterizzata da un'alternanza centimetrica regolare di metapeliti carbonatiche e metacalcari grigi (“Scisti a tentaculiti” Auct.). Localmente la componente carbonatica può diventare abbondante, come a SW di Serra Maiori (Ballao). Talora, come si osserva in alcune località della bassa valle del Flumendosa (SW di Arcu s'Arricelu), sono presenti intercalazioni di metacalcari finemente listati con crinoidi e briozoi.

Questa successione ha uno spessore apparente che può arrivare ad un centinaio di metri ed è riferita al Devoniano inferiore-medio. Verso l'alto si passa per alternanza, nello spazio di qualche decina di metri, alla successione carbonatica del Devoniano superiore, forse anche Tournaisiano inferiore. Nel Gerrei tale successione è rappresentata da metacalcari talora nodulari, di colore grigio, massicci o in strati di spessore variabile da qualche centimetro a oltre un metro, a cui sono talvolta intercalati sottili livelli di metargilliti grigio-scuri o neri e carboniosi (“Calcari di Villasalto” Auct., “Calcari a clymenie” Auct.).

Si tratta di originari depositi di piattaforma pelagica, con un importante contenuto fossilifero. Sono questi sedimenti che permisero per primo a LOVISATO (1894) di documentare la presenza del Devoniano superiore in questa parte dell'Isola, mediante il ritrovamento di alcuni esemplari di clymenie e di *Goniatites linearis* presso la miniera di Su Suergiu (Villasalto). Studi successivi misero ulteriormente in evidenza la ricca fauna fossile a crinoidi, ammonioidei (clymenidi), tentaculiti, conodonti, ecc.) (LOVISATO, 1894; TARICCO, 1913; GORTANI, 1923c; 1923b; 1923a; ALBERTI, 1963; POMESANO CHERCHI, 1963; OLIVIERI, 1965; 1969; MURRU, 1975; GESSA, 1993; 1998c; CORRADINI, 1998b; CORRADINI et alii, 1998). Questi calcari affiorano estesamente tra M. Lora e San Nicolò Gerrei. Lo spessore apparente è di qualche centinaio di metri a M. Lora (bassa valle del Flumendosa), ma importanti ripetizioni tettoniche sono state documentate in tale area. Sulla base delle associazioni fossilifere, questa successione viene riferita al Devoniano medio-superiore- Carbonifero inferiore (Tournaisiano inferiore).

E' però da rilevare che la presenza del Tournaisiano inferiore riportata da OLIVIERI (1969), non è stata confermata dalle ricerche biostratigrafiche successive (CORRADINI, 1998a; 1998b; CORRADINI et alii, 1998).

Formazione di Pala Manna

Si tratta dei depositi terrigeni silicoclastici (facies Culm) depositi nell'avanfossa della Catena ercinica, ora affioranti nel Sulcis orientale. La maggior parte della successione è costituita da metarenarie e quarziti alternate a metargilliti, con locali livelli di metaconglomerati, metavulcaniti basiche, metavulcanoclastiti e metargilliti con associate quarziti nere (liditi).

Secondo Maxia (1983) questa successione dal basso verso l'alto comprenderebbe tre unità:

a) alla base metarenarie e metasiltiti grigio verdi con intercalazioni di metaconglomerati poligenici che raggiungono alcuni metri di potenza, costituiti da elementi millimetrici e centimetrici di liditi e quarzo bianco a matrice siltitico arenacea, con rari livelli di metavulcaniti e metavulcanoclastiti basiche; b) la parte mediana è costituita da metaradiolariti e quarziti scure in grossi banchi, alternate con metarenarie e metasiltiti, talora associate a livelli di meta vulcaniti e metavulcanoclastiti basiche; c) infine, alla sommità, metarenarie e metargilliti con strutture gradate. Recentemente la successione è stata descritta anche da BARCA et alii (1998) che segnalano strutture torbiditiche, debris flow, slumping e, in particolare, olistostromi e grandi olistoliti di liditi contenenti graptoliti del Siluriano. Secondo questi Autori tutto il complesso sormonta tettonicamente la successione siluriano-devoniana di M. Padenteddu.

Lo spessore dell'intera successione è difficilmente valutabile a causa dell'intensa tettonizzazione; nell'area di maggiore sviluppo dovrebbe superare i 250-300 m.

Relativamente all'area oggetto di intervento (SNE ARMUNGIA), essa risulta impostata in all'interno delle seguenti formazioni geologiche:

- **Depositi di versante. Detriti con clasti angolosi, talora parzialmente cementati. OLOCENE;**
- **Litofacies negli SCISTI A GRAPTOLITI AUCT. "Scisti a Tentaculiti" Auct.: Alternanza centimetrica regolare di metasiltiti e metacalcari grigi. SILURIANO - DEVONIANO MEDIO;**
- **SCISTI A GRAPTOLITI AUCT. Metapeliti carboniose e metasiltiti con graptoliti, con intercalati livelli di diaspri neri (liditi). SILURIANO – DEVONIANO MEDIO.**

5. CARATTERI LITO - STRATIGRAFICI LOCALI

Ai fini della caratterizzazione litostratigrafica dell'area interessata dal presente studio, è stato realizzato un rilevamento geologico della zona in esame, per un'area totale di 5 km². Il suddetto rilevamento ha ricompreso anche parte della limitrofa area collinare di Arcu Perdixedda (253,00 m s.l.m.) e Punta Is Pinettas (292,00 m s.l.m.). Sono stati sottoposti a studio anche le sezioni stradali e gli scavi posti in prossimità del settore in esame.

In questa fase progettuale, non sono state eseguite indagini puntuali (trincee geognostiche – pozzetti geognostici – sondaggi geognostici a carotaggio continuo) per la verifica litostratigrafica locale.



Figura 6: Area oggetto di intervento impostata su una morfologia collinare caratterizzata dai depositi di versante e dalla Unità Tettonica del Gerrei – Località Piriccu

All'interno del settore oggetto di intervento e a seguito del rilevamento geologico eseguito, si ipotizza la seguente successione lito-stratigrafica. Dall'alto verso il basso, abbiamo:

- **Coltre superficiale:** costituita da terreno vegetale, presenta uno spessore in media pari a 0,40 m – 0,60 m;

- **Depositi di versante:** Detriti con clasti angolosi, talora parzialmente cementati. OLOCENE. Spessore presunto circa 1,00 m;

- **Litofacies negli SCISTI A GRAPTOLITI AUCT.** "Scisti a Tentaculiti" Auct.: Alternanza centimetrica regolare di metasiltiti e metacalcari grigi. SILURIANO - DEVONIANO MEDIO

- **SCISTI A GRAPTOLITI AUCT.** Metapeliti carboniose e metasiltiti con graptoliti, con intercalati livelli di diaspri neri (liditi). SILURIANO – DEVONIANO MEDIO

- **Litofacies negli SCISTI A GRAPTOLITI AUCT.** Metacalcari scuri e metacalcari nodulari fossiliferi, con abbondanti crinoidi e ortoceratidi. SILURIANO - DEVONIANO MEDIO

- **FORMAZIONE DI PALA MANNA.** Alternanze irregolari di metasiltiti, metarenarie e metaquarzoareniti. Olistoliti di diaspri neri (liditi). CARBONIFERO ?INF.

Gli scavi previsti per la messa in opera degli interventi in progetto (linee elettriche in cavo sotterraneo – viabilità interna – nuova recinzione perimetrale – Stalli - Edificio) andranno ad interessare le suddette formazioni litologiche, che caratterizzano l'intera area in esame e si presentano con un mediocre – scarso grado di escavabilità.



Figura 7: Affioramento di metasiltiti e metarenarie in prossimità dell'area oggetto intervento – Loc. Piriccu

6. PROPOSTA DEL PIANO DI CARATTERIZZAZIONE DI TERRE E ROCCE DA SCAVO

In fase di progettazione esecutiva e comunque prima dell'apertura del cantiere in conformità alle previsioni del Piano preliminare di utilizzo, il proponente:

effettuerà il campionamento del terreno, nelle aree interessate dai lavori per la loro caratterizzazione al fine di accertarne la non contaminazione per l'utilizzo allo stato naturale ed in conformità a quanto pianificato in fase di autorizzazione. Il piano di campionamento e analisi che sarà sviluppato conformemente a quanto indicato negli allegati 2, 4 e 9 del D.P.R. 120/2017.

- redigerà, accertata l'idoneità delle terre e rocce da scavo, apposito progetto in cui sono definite:
- le volumetrie definitive di scavo;
- la quantità delle terre e rocce da scavo da riutilizzare;
- la collocazione e la durata del deposito delle terre e rocce da scavo;
- la collocazione definitiva delle terre e rocce da scavo.

Qualora in fase di progettazione esecutiva non venga accertata l'idoneità del materiale scavato, le terre e rocce da scavo saranno gestite come rifiuti (D. lgs 152/2006, in particolare: Parte quarta Norme in materia di gestione dei rifiuti e di bonifica dei siti inquinati).

Dallo studio della geologia dell'area, dalle osservazioni raccolte in campagna è possibile ricostruire un modello geologico del sito e definire quelle che sono le caratteristiche geotecniche dei litotipi interessati dalle opere di progetto.

Il terreno di fondazione del progetto è rappresentato in massima parte da coltri eluvio colluviali sabbiose limose e depositi di versante limo sabbiosi ed eventualmente argillosi.

Sono presenti anche affioramenti del substrato roccioso metamorfico alterato e/o fratturato.

La definizione dei materiali risulta necessaria al fine di individuare il corretto regime giuridico da applicare alla gestione di tali materiali e viene introdotta dalla Legge 24 marzo 2012, n. 28: conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 25 gennaio 2012, n. 2 e ss.mm.ii., recante

“Misure straordinarie e urgenti in materia ambientale”. Infatti, l'art. 2 del DPR 120/2017 definisce «suolo»: lo strato più superficiale della crosta terrestre situato tra il substrato roccioso e la superficie. Il suolo è costituito da componenti minerali, materia organica, acqua, aria e organismi viventi, comprese le matrici materiali di riporto ai sensi dell'articolo 3, comma 1, del decreto-legge 25 gennaio 2012, n. 2, convertito, con modificazioni, dalla legge 24 marzo 2012, n. 28.”

La Legge 28/2012 cita: “L'articolo 3 è sostituito dal seguente:

<< Art. 3 (Interpretazione autentica dell'articolo 185 del decreto legislativo n.152 del 2006, disposizioni in materia di matrici materiali di riporto e ulteriori disposizioni in materia di rifiuti).

1. Ferma restando la disciplina in materia di bonifica dei suoli contaminati, i riferimenti al "suolo" contenuti all'articolo 185, commi 1, lettere b) e c), e 4, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, si interpretano come riferiti anche alle matrici materiali di riporto di cui all'allegato 2 alla parte IV del medesimo decreto legislativo.

2. Ai fini dell'applicazione del presente articolo, per matrici materiali di riporto si intendono i materiali eterogenei, come disciplinati dal decreto di cui all'articolo 49 del decreto-legge 24 gennaio 2012, n. 1, utilizzati per la realizzazione di riempimenti e rilevati, non assimilabili per caratteristiche geologiche e stratigrafiche al terreno in situ, all'interno dei quali possono trovarsi materiali estranei.

3. Fino alla data di entrata in vigore del decreto di cui al comma 2 del presente articolo, le matrici materiali di riporto, eventualmente presenti nel suolo di cui all'articolo 185, commi 1, lettere b) e c), e 4, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, e successive modificazioni, sono considerate sottoprodotti solo se ricorrono le condizioni di cui all'articolo 184-bis del citato decreto legislativo n. 152 del 2006.>>".

L'articolo 4, comma 3, del nuovo DPR 120/2017 relativo ai criteri per qualificare le terre e rocce da scavo come sottoprodotti stabilisce che:

-nei casi in cui le terre e rocce da scavo contengano materiali di riporto, la componente di materiali di origine antropica frammisti ai materiali di origine naturale non può superare la quantità massima del 20% in peso, da quantificarsi secondo quanto disposto dall'Allegato 10 del medesimo D.P.R.;

-oltre al rispetto dei requisiti di qualità ambientale di cui al comma 2, lettera d), il citato articolo 4, comma 3, prevede che le matrici materiali di riporto sono sottoposte al test di cessione, effettuato secondo le metodiche di cui all'Allegato 3 del decreto del Ministro dell'ambiente del 5 febbraio 1998, recante "Individuazione dei rifiuti non pericolosi sottoposti alle procedure semplificate di recupero", per i parametri pertinenti, ad esclusione del parametro amianto, al fine di accertare il rispetto delle concentrazioni soglia di contaminazione delle acque sotterranee, di cui alla Tabella 2, Allegato 5, al Titolo 5, della Parte IV, del decreto.

Alla luce di quanto sopra esposto, ne consegue che i materiali di riporto nella gestione come sottoprodotti e nella gestione come non rifiuti debbano essere sottoposti:

-alla verifica di conformità alle CSC (Concentrazioni Soglia di Contaminazione) secondo quanto prescritto nel D.Lgs. 152/2006, tramite test di cessione;

-alla verifica di non contaminazione mediante verifica di conformità CSC (Concentrazioni Soglia di Contaminazione), di cui alle Colonne A o B, Tabella 1, Allegato 5, al Titolo V, della Parte IV, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, con riferimento alla specifica destinazione d'uso urbanistica;

-alla quantificazione della frazione antropica se gestiti come sottoprodotti.

Secondo quanto previsto dalla tabella dell'allegato 2 del DPR 120/2017, "Il numero di punti d'indagine non può essere inferiore a tre e, in base alle dimensioni dell'area d'intervento, è aumentato secondo i criteri minimi riportati nella tabella seguente."

Dimensione dell'area	Punti di prelievo
Inferiore a 2.500 metri quadri	3
Tra 2.500 e 10.000 metri quadri	3 + 1 ogni 2.500 metri quadri
Oltre i 10.000 metri quadri	7 + 1 ogni 5.000 metri quadri

Per una superficie dell'area d'impianto di circa 12.000,00 mq, ne deriva che i punti da sottoporre ad indagine saranno 8.

La profondità d'indagine sarà determinata in base alle profondità previste degli scavi. I campioni da sottoporre ad analisi chimico-fisiche saranno come minimo 3:

campione 1: da 0 a 1 m dal piano campagna;

campione 2: nella zona di fondo scavo;

campione 3: nella zona intermedia tra i due;

e in ogni caso andrà previsto un campione rappresentativo di ogni orizzonte stratigrafico individuato ed un campione in caso di evidenze organolettiche di potenziale contaminazione.



Figura 8: Inquadramento interventi in progetto su Ortofoto – Ubicazione punti di indagine

SNE ARMUNGIA

Le analisi sui campioni prelevati saranno condotte in conformità a quanto indicato nell'allegato 4 del suddetto D.M. e prenderanno a riferimento il set analitico minimale riportato in tabella 4.1 del medesimo allegato 4, che qui di seguito si riporta:

Set analitico preliminare:

Tabella 4.1 - Set analitico minimale

Arsenico
Cadmio
Cobalto
Nichel
Piombo
Rame
Zinco
Mercurio
Idrocarburi C>12
Cromo totale
Cromo VI
Amianto
BTEX (*)
IPA (*)
(*) Da eseguire nel caso in cui l'area da scavo si collochi a 20 m di distanza da infrastrutture viarie di grande comunicazione e ad insediamenti che possono aver influenzato le caratteristiche del sito mediante ricaduta delle emissioni in atmosfera. Gli analiti da ricercare sono quelli elencati alle colonne A e B. Tabella 1, Allegato 5, Parte Quarta, Titolo V, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152.

Tale set analitico sarà quindi confrontato con quanto indicato alla colonna B (siti ad uso commerciale e industriale) della tabella 1, allegato 5, titolo V parte IV, del D.LGS 152/2006 e s.m.i.. La Società proponente si impegna a condurre, secondo il piano di campionamento previsto, a trasmettere tali caratterizzazioni, unitamente al Piano di utilizzo terre, almeno novanta giorni prima dell'apertura del cantiere. Il Piano di Utilizzo risulta vincolato e subordinato alla presentazione delle suddette caratterizzazioni ed all'ottenimento della relativa approvazione da parte dell'Autorità Competente.

7. VOLUMETRIE PREVISTE DELLE TERRE E ROCCE DA SCAVO

	Opera in progetto	Sterro	Riporto	Volume terreno riutilizzato in sito
	SNE ARMUNGIA	14.000,00 mc	14.000,00 mc	
	STRADA ACCESSO	6.000,00 mc	1.000,00 mc	
BILANCIO TOTALE		20.000,00 mc	15.000,00 mc	15.000,00 mc

8. MODALITA' E VOLUMETRIE PREVISTE DA RIUTILIZZARE IN SITO

A seguito dell'attività di realizzazione delle opere sopra descritte si prevede che circa 15.000,00 m³ di terre e rocce provenienti dalle operazioni di scavo vengano riutilizzati nel medesimo sito di produzione;

Il tutto avverrà attraverso livellamento ed attraverso una accurata modalità di riempimento degli scavi con il materiale precedentemente accantonato presso il sito, costipando opportunamente lo stesso e rimodellando a finire lo stato dei luoghi.

Comunque, in fase di progettazione esecutiva si procederà:

- all'analisi delle caratteristiche delle terre mediante prove di laboratorio su campioni rappresentativi delle aree e profondità di provenienza degli scavi;

- allo studio della miscela di progetto, ovvero alla definizione, in funzione delle caratteristiche individuate al punto precedente, della percentuale di legante da impiegare, della quantità di acqua ottimale e delle modalità di compattazione.

9. GESTIONE DEGLI ESUBERI DI MATERIALE DA SCAVO

Gli esuberi di cui al Capitolo 7 sono inquadrabili nella normativa vigente come volumi di scavo che, al netto delle stime effettuate nella presente fase progettuale, non sono riutilizzabili all'interno del progetto di costruzione dell'impianto SNE ARMUNGIA, nell'ambito dei riporti previsti. Per tali volumi di scavo si prevede due distinte modalità di gestione contemplate dalla normativa vigente:

utilizzo per reinterri, riempimenti, rimodellazioni e rilevati in opere o interventi preventivamente individuati nell'ambito della disciplina di cui al D.P.R. 13 giugno 2017, n. 120 Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell'articolo 8 del decreto-legge 12 settembre 2014, n. 133, convertito, con modificazioni, dalla legge 11 novembre 2014, n. 164

conferimento come rifiuto a soggetti autorizzati (gestione nell'ambito della disciplina di cui alla parte quarta del D.lgs. 152/06 e ss.mm) dei volumi di scavo prodotti rimanenti e non riutilizzabili.

Aprile 2022

Dott. Geol. Nicola Demurtas