

REGIONE SARDEGNA
Provincia di Oristano
Comune di San Nicolò D'Arcidano

**PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE
DI DUE IMPIANTI FOTOVOLTAICI DENOMINATI
"SNARC_FAGONI" E "SNARC_TERRA ZIRINGONIS"
DELLA POTENZA NOMINALE COMPLESSIVA DI
38,3MWp, DA REALIZZARE NEL COMUNE DI SAN
NICOLÒ D'ARCIDANO**

PROPONENTE

GREEN SOLE s.r.l.
Piazza Walther Von Vogelweide, 8
39100 Bolzano

PROGETTO DEFINITIVO

COMMESSA

05_2020

OGGETTO:

RELAZIONE GEOLOGICA

**PD
R15**

IL PROGETTISTA

ing. giuseppe pipitone

via libero grassì, 8
91011 Alcamo (TP)

ing.giuseppepipitone@gmail.com

PEC: giuseppe.pipitone@ordineingegneritrapani.it



GRUPPO DI LAVORO

- ing. Bruno Manca
- ing. Mauro Amendola
- SIC s.r.l.
- Renova s.r.l.
- dott. geol. Cosima Atzori
- ing. Silvia Exana
- ing. Ilaria Giovagnorio
- ing. Alessandra Scalas

TIMBRO E FIRMA REDATTORE

TIMBRO DEL PROPONENTE

REV	DATA	DESCRIZIONE REVISIONE	ELABORAZIONE	VERIFICA	APPROVAZIONE
01	dic 2022	modifiche			
00	apr 2020	emissione	ing. g. d'annibale	ing. d. bonafede	ing. g. pipitone

FORMATO:

ISO A4 - 210 x 297

FILE DI ELABORAZIONE:

Snarc_Terra Ziringonis_PD_R13_Piano di dismissione impianto di produzione.pdf

FILE DI STAMPA:

Snarc_Terra Ziringonis_PD_R13_Piano di dismissione impianto di produzione.pdf

SCALA:

INDICE

1. PREMESSA	3
1.1. Quadro normativo.....	3
2. STUDI ED INDAGINI DI RIFERIMENTO	4
3. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO GENERALE.....	5
4. CARATTERISTICHE DI PROGETTO DELL'OPERA.....	9
5. INQUADRAMENTO GEOLOGICO	11
5.1. Descrizione del contesto geologico dell'area vasta oggetto di intervento.....	11
5.2. Situazione geologica e litostratigrafica dell'area interessata dall'intervento.....	14
5.3. Caratteri geostrutturali, geometria e caratteristiche delle superfici di discontinuità.....	14
6. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO.....	15
7. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO	16
7.1. Schema della circolazione idrica superficiale.....	16
7.2. Schema della circolazione idrica sotterranea	18
7.3. Dissesti in atto o potenziali che possono interferire con l'opera e loro tendenza evolutiva	21
8. INQUADRAMENTO PEDOLOGICO	21
9. USO DEL SUOLO	24
10. ANALISI E SISMICITA' STORICA.....	25
10.1. Vita nominale, classi d'uso e periodo di riferimento	25
11. PARAMETRI DI PERICOLOSITA' SISMICA.....	27
12. ANALISI DEI VINCOLI GRAVANTI SUI TERRENI	28
12.1. Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA).....	29
12.1. Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (PSFF)	30
12.2. Art.30ter NTA PAI.....	30
13. MODELLO GEOLOGICO.....	31
14. FATTIBILITA' GEOLOGICA – GEOTECNICA	33
15. VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI DEL PIANO SULLE COMPONENTI AMBIENTALI SUOLO, SOTTOSUOLO E ACQUE.....	34
16. CARATTERIZZAZIONE DELLE TERRE E DELLE ROCCE DA SCAVO	36
16.1. Piano di riutilizzo delle terre e rocce provenienti dallo scavo e da eseguire in fase di progettazione esecutiva e comunque prima dell'inizio dei lavori	36
16.1.1. Materiale riutilizzato in sito	36
16.2. Piano di Riutilizzo: criteri generali	37



Indice delle figure

Figura 1 Localizzazione dell'area - (Google Earth)	6
Figura 2 - Inquadramento topografico – IGM 25.000.....	7
Figura 3 Inquadramento C.T.R. 1:10.000.....	8
Figura 4 - Impianto Terra Ziringonis - Struttura tipo "PEG"	9
Figura 5 Sistema di supporto (progetto Coddu Fagoni).....	10
Figura 6 Stralcio Carta Geologica d'Italia 1:100.000 Fg.217	12
Figura 7 Schema dei rapporti stratigrafici dei depositi quaternari nel foglio 528 "ORISTANO"	12
Figura 8 Stralcio Carta Geologica del territorio comunale di San Nicolò d'Arcidano - Fonte RAS.....	13
Figura 9 - Depositi alluvionali terrazzati olocenici (bn) in affioramento	14
Figura 10 Particolare delle serie di meandri abbandonati	15
Figura 11 Rappresentazione della circolazione idrica superficiale. Fonte RAS.....	17
Figura 12 - Stratigrafia dei pozzi per acqua prossimi all'area di intervento - Arch. Ind. Sottosuolo - ISPRA	20
Figura 13 Stralcio Carta della permeabilità dei substrati (Fonte RAS).....	21
Figura 14 Tipologia di suoli presenti nell'area di interesse.....	22
Figura 15 Stralcio Carta dei Suoli, Fonte RAS.....	23
Figura 16 Stralcio Carta Uso del Suolo – Fonte RAS	24
Figura 17 - Inquadramento PAI (Fonte RAS).....	28
Figura 18 Inquadramento PGRA-Fonte RAS	29
Figura 19 Inquadramento PSFF-Fonte RAS.....	30
Figura 20 Inquadramento Strahler (Fonte RAS)	31
Figura 21 - Modello geologico del sito (6.2.1 NTC 2018) per il progetto SNARC_ZI	32
Figura 22 - Modello geologico del sito (6.2.1 NTC 2018) per il progetto Coddu Fagoni.....	32
Figura 23 - Curva di compattazione da prove di laboratorio in terreni incoerenti.....	33
Figura 24 - Curva di compattazione da prove di laboratorio in terreni coerenti.....	33



1. PREMESSA

Il proponente **Green Sole s.r.l.** intende realizzare un impianto fotovoltaico in località Contrada Terra Ziringonis e Loc. Coddu Fagoni in agro del comune di **San Nicolò d'Arcidano** e denominato **"Snarc_Terra Ziringonis" e "Snarc_Fagoni"**, per il cui progetto è stato conferito, alla scrivente Geol. Cosima Atzori, regolarmente iscritta all'Albo Professionale dei Geologi della Sardegna al n°656, con studio in Sestu (CA) – C.D. Pittarello - Loc. Scala Sa Perda 87, C.F. TZRC5M72H41B354F e P.I.V.A. 03191600927, l'incarico professionale per la redazione della Relazione Geologica, la cui stesura ottempera quanto previsto dal D.M. del 17/01/2018 recante le nuove Norme Tecniche per le Costruzioni (di seguito NTC), con l'obiettivo di evidenziare, in via preliminare, le caratteristiche geologico-morfologiche e il comportamento fisico-meccanico dei terreni interessati dalle opere in progetto.

1.1. QUADRO NORMATIVO

La presente è redatta in ottemperanza a quanto stabilito dalla vigente normativa in materia, con particolare riferimento a:

- D.M LL.PP. 11.03.1988 "Norme Tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii attuali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione in applicazione della Legge 02.02.1974 n°64.
- Circ. Min. LL.PP. n° 30483 del 24.09.1988 – Istruzioni per l'applicazione del D.M. LL.PP.11.03.1988.
- Raccomandazioni, programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche, 1975 – Associazione Geotecnica Italiana.
- D.M. Infrastrutture 17.01.2018 - Norme Tecniche per le Costruzioni. (6.2.1 – Caratterizzazione e modellazione geologica del sito, 6.4.2 Fondazioni superficiali)
- D.lgs. n. 152/2006 Norme in materia ambientale
- DPR 59/2013 Regolamento recante la disciplina dell'autorizzazione unica ambientale e la semplificazione di adempimenti amministrativi in materia ambientale gravanti sulle piccole e medie imprese e sugli impianti non soggetti ad autorizzazione integrata ambientale
- Dgls 50/2016 Codice dei contratti pubblici
- Deliberazione n. 6/16 del 14 febbraio 2014- Direttive in materia di autorizzazione unica ambientale. Raccordo tra la L.R. n. 3/2008, art.1, commi 16-32 e il D.P.R. n. 59/2013.

2. STUDI ED INDAGINI DI RIFERIMENTO

Le informazioni topografiche e geologiche dell'area oggetto della presente sono state ricavate dalla cartografia tematica esistente. Si elencano di seguito:

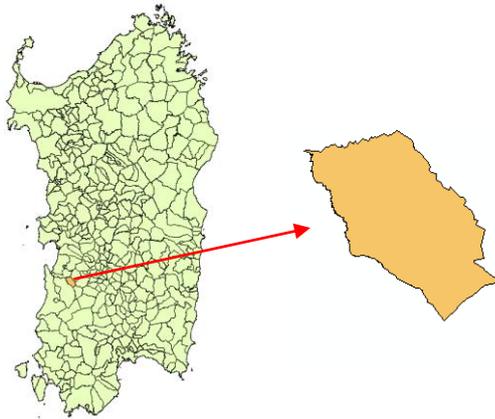
- Carta Topografica I.G.M. scala in 1:25000
- Carta Tecnica Regionale in scala 1:10000
- RAS - Modello digitale del Terreno con passo 1m
- Carta Geologica dell'Italia in scala 1:100000.
- Cartografia Geologica di base della R.A.S. in scala 1:25000
- RAS - Carta dell'Uso del Suolo della Regione Sardegna, 2008
- I.S.P.R.A - Archivio nazionale delle indagini nel sottosuolo (legge 464/84)
- RAS – Studio dell'Idrologia Superficiale della Sardegna, annali idrologici 1922-2009
- RAS – ARPA – Dati meteorologici 1971-2000 e 2014
- RAS – Autorità di Bacino - Piano Stralcio d'Assetto Idrogeologico
- RAS – Autorità di Bacino - Piano di Tutela delle Acque
- RAS – Autorità di Bacino - Piano Stralcio delle Fasce Fluviali
- Analisi orto-fotogrammetrica

3. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO GENERALE

Il Comune di San Nicolò d'Arcidano, facente parte della Provincia di Oristano, è chiuso tra le catene del Monte Linas e del Monte Arci, al confine con la nuova Provincia del Medio Campidano.

Confina con i comuni di Terralba, Uras, Mogoro, Pabillonis e Guspini e si estende per una superficie complessiva di 28,40 Km².

Il terreno sul quale verrà realizzato il progetto ricade nelle località Contrada "Terra Ziringonis" e "Coddu Fagoni".



L'inquadramento cartografico di riferimento è il seguente:

- Cartografia ufficiale dell'Istituto Geografico Militare I.G.M. Serie 25 fogli **539 III Mogoro** e **538 II San Nicolò d'Arcidano**.

Carta Tecnica Regionale della Sardegna – scala 1:10000 – sez. **538120**

Le coordinate dell'ipotetico centroide nel sistema di riferimento Gauss-Boaga sono:

4 389 761 N 1 470 057 E per l'area di **Terra Ziringonis**

4 390 026 N 1 470 347 E per l'area di **Coddu Fagoni**

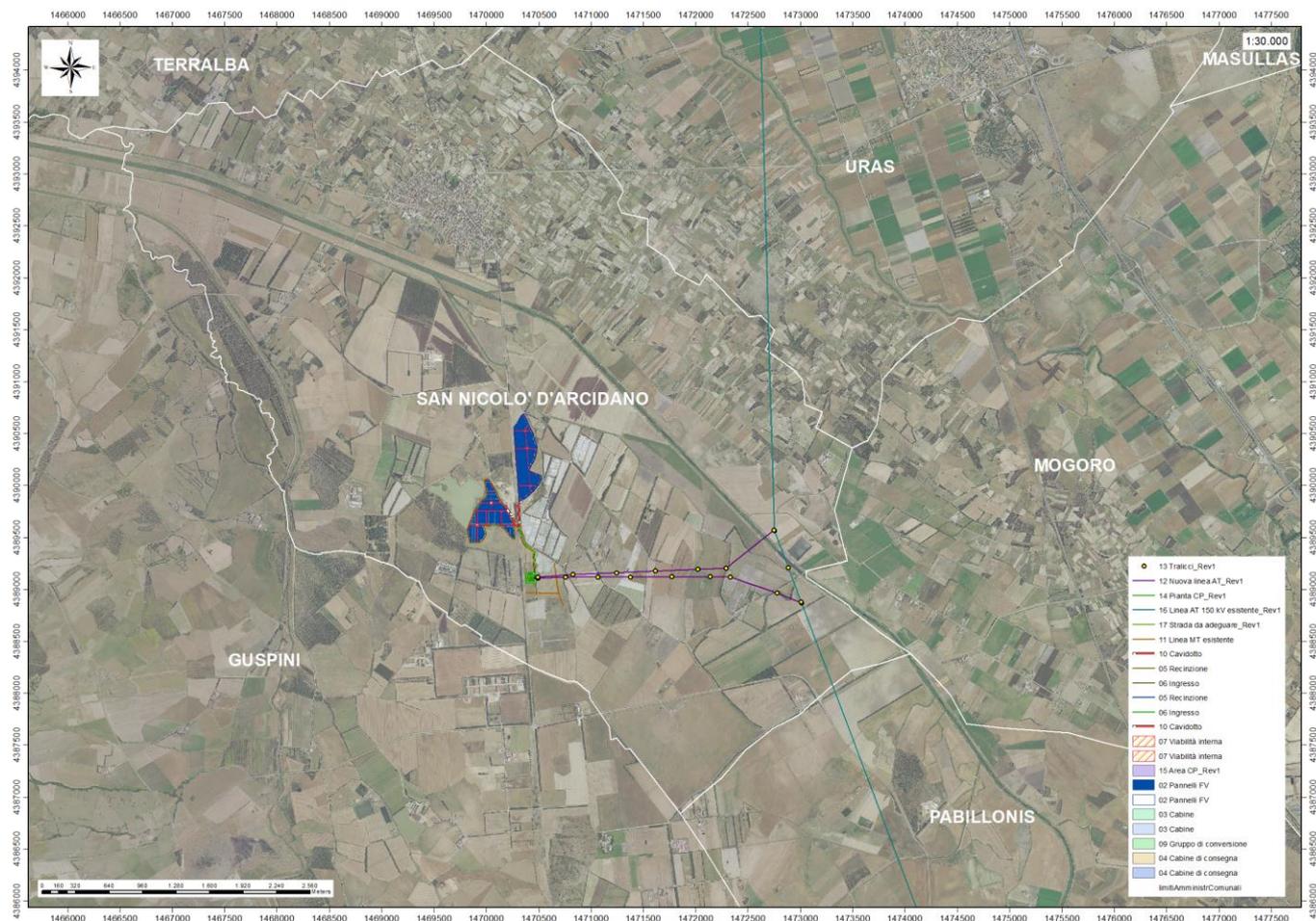


Figura 1 Localizzazione dell'area - (Google Earth)

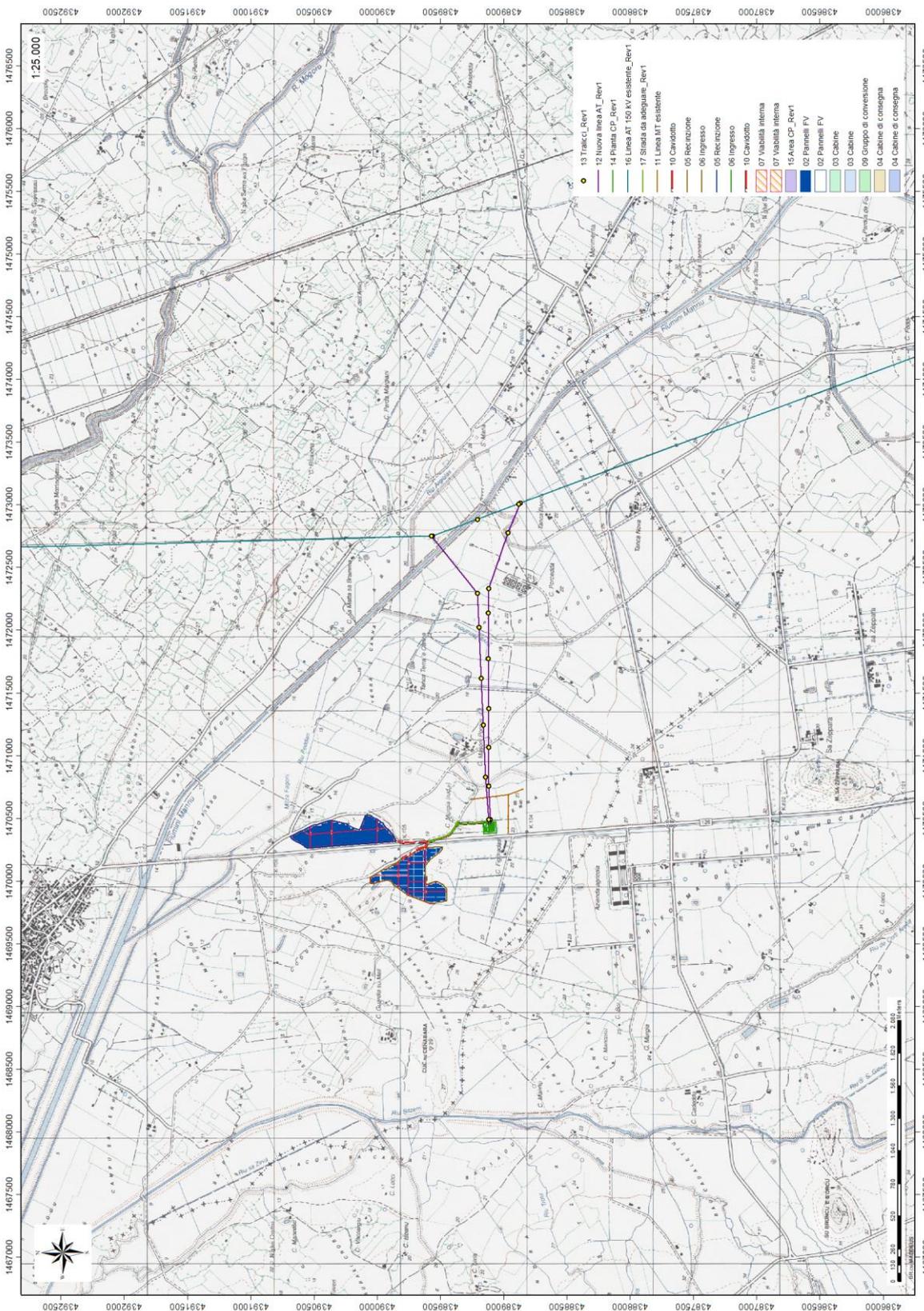


Figura 2 - Inquadramento topografico – IGM 25.000

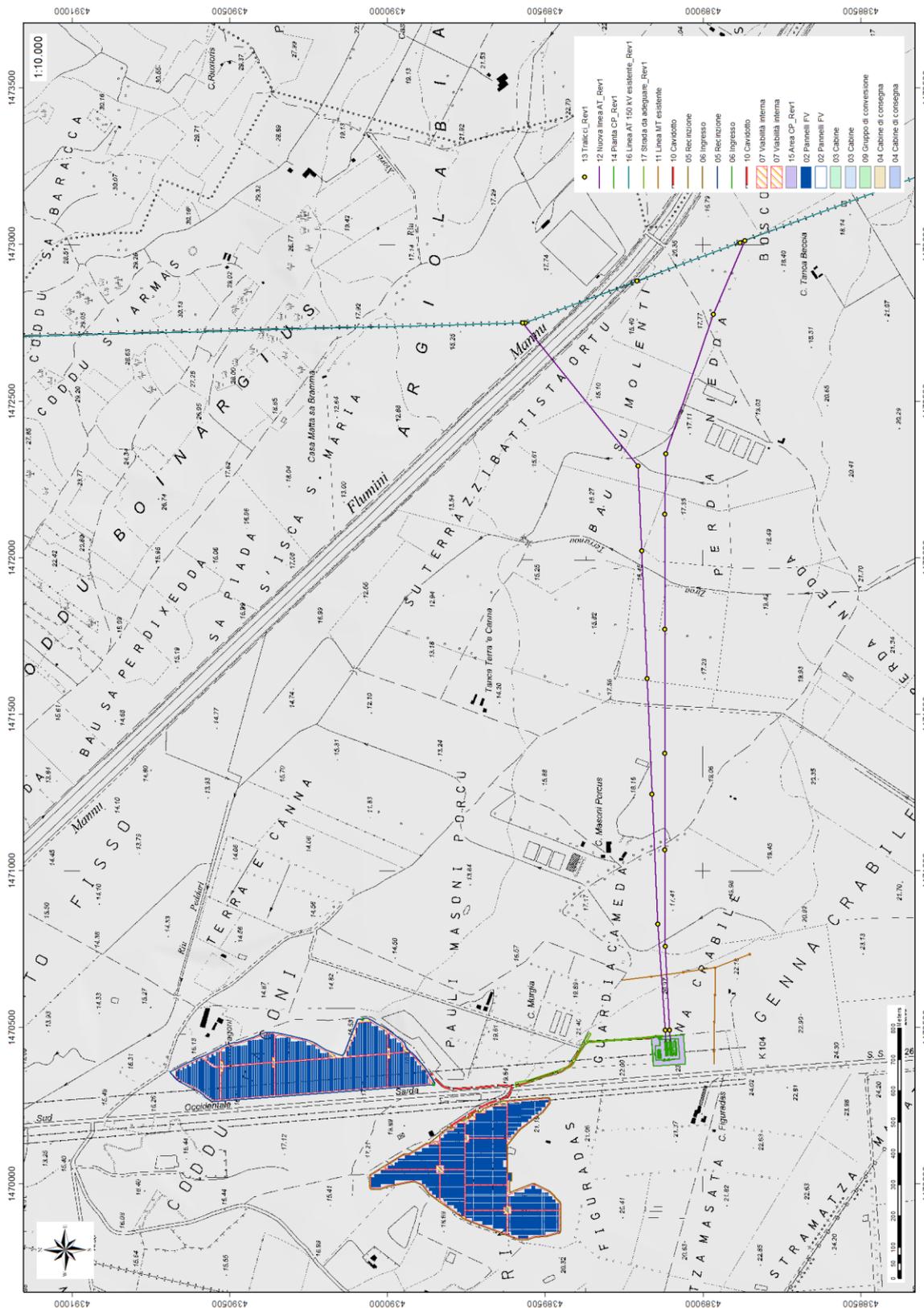


Figura 3 Inquadramento C.T.R. 1:10.000

Dal punto di vista altimetrico il territorio è caratterizzato da quote comprese tra 5,6 e 31m s.l.m. e una quota media di 16,7 m s.l.m.: in particolare, tutto il territorio si trova a quota inferiore a 200 m, di cui il 50% è al di sotto di 15 m e il restante 50% è al di sopra.

Le aree più depresse sono situate nella parte nord- occidentale del territorio comunale e si estendono verso il centro-sud: i rilievi maggiori sono limitati alle località Cuccuru Cenabara a ovest e Coddu Sarmas ad est, conferendo dunque un carattere prevalentemente pianeggiante all'intero territorio comunale.

4. CARATTERISTICHE DI PROGETTO DELL'OPERA

Il lotto di progetto denominato "Snarc_Terra Ziringonis" sarà composto complessivamente da n. **45.100** moduli in silicio monocristallino con tecnologia PERC, di potenza pari a 450 Wp, distribuiti su n. **902 strutture di sostegno** (blocco standard) ognuna composta di n. 50 moduli fotovoltaici, organizzati in n. 2 stringhe fotovoltaiche da n. 25 moduli ciascuna con orientamento est/ovest; complessivamente saranno presenti n. 1.804 stringhe fotovoltaiche costituite ognuna da n. 25 moduli collegati in serie.

Il generatore fotovoltaico sarà installato a terra con un sistema di sostegno e supporto denominato "PEG" che consiste nella posa dei moduli fotovoltaici con esposizione est/ovest su **aste di supporto infisse nel terreno a una profondità di 80 cm** circa, in assenza di elementi di profili orizzontali di supporto e di fondazioni. I moduli fotovoltaici saranno pertanto fissati su delle piastre costituenti gli elementi terminali delle aste di supporto, costituendo quindi elementi portanti della struttura che si configura come una maglia interconnessa.

La struttura "PEG" è costituita da aste di sostegno, piastre di ancoraggio, piastre stabilizzatrici e di tutti i componenti per il raccordo ed il fissaggio degli elementi.

Le aste di sostegno, in parte piantate nel terreno, sono realizzate con tondini in acciaio S235 del **diametro minimo di 26 mm**, ed avranno **lunghezza pari a 1362 mm e 1509 mm**, in maniera da conferire ai moduli la giusta inclinazione. All'estremità delle aste sarà fissata una piastra metallica in grado di garantire l'ancoraggio dei profili di n. 4 moduli fotovoltaici. In corrispondenza del terreno sarà inserita una piastra metallica in grado di stabilizzare l'intera struttura. La struttura sarà realizzata in maniera da costituire un blocco standard tipo da n. 50 pannelli fotovoltaici con esposizione est/ovest, comprendente n. 66 aste con relative piastre, ed in particolare n. 30 aste di lunghezza 1509 mm e n. 36 aste di lunghezza 1362 mm.

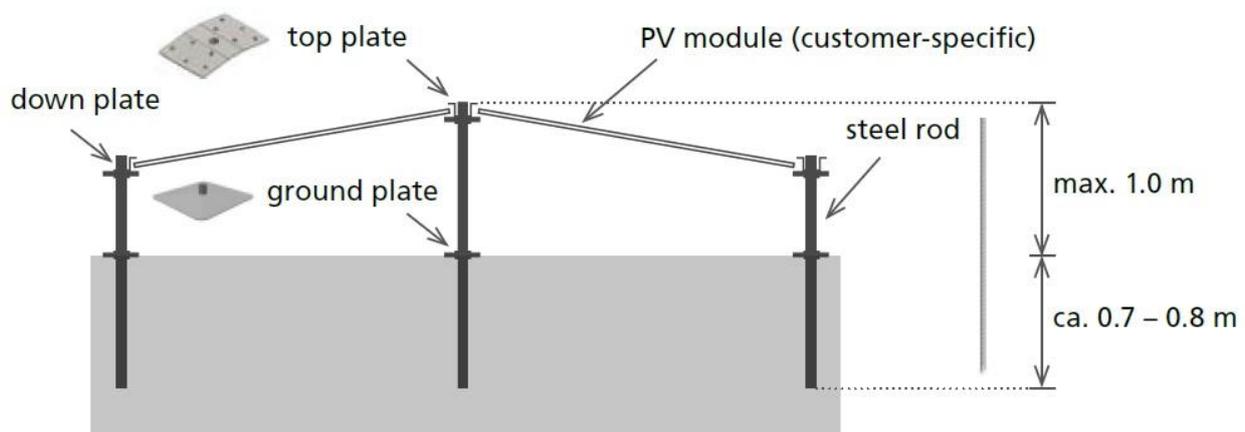


Figura 4 - Impianto Terra Ziringonis - Struttura tipo "PEG"

Il lotto di progetto denominato "SNArc_Fagoni", che verrà installato nell'omonima Località, sarà del tipo grid-connected e l'energia elettrica prodotta sarà riversata completamente in rete, salvo gli autoconsumi di centrale, con connessione alla rete di distribuzione in Media Tensione tramite cabine MT/BT di nuova costruzione.

Il generatore fotovoltaico sarà installato a terra con un sistema di sostegno e supporto di tipo fisso con esposizione a sud e tilt pari a 20°. La struttura sarà realizzata con profili in acciaio zincato a caldo infissi nel terreno a mezzo di battipalo. I profili avranno una sezione ed una profondità di interramento idonei alla forma della struttura, alle sollecitazioni previste, nonché al tipo di terreno. Le strutture saranno disposte su filari distanziati fra di loro ad una distanza minima pari a 3,00 m in maniera da minimizzare l'ombreggiamento tra gli stessi.

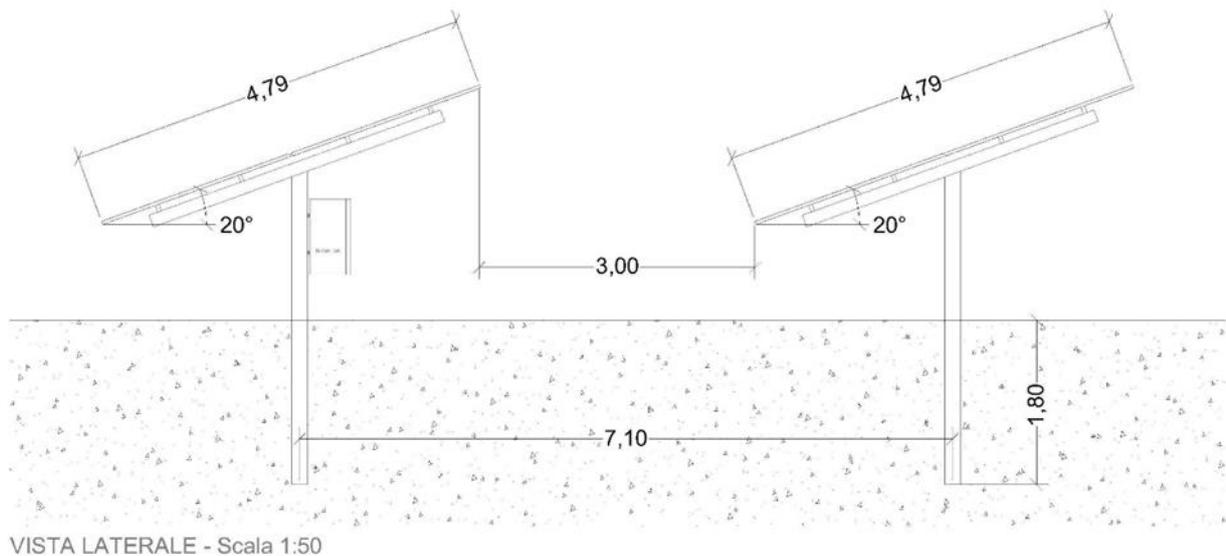


Figura 5 Sistema di supporto (progetto Coddu Fagoni)

Per ulteriori specifiche si rimanda agli elaborati tecnici di progetto.

5. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

5.1. DESCRIZIONE DEL CONTESTO GEOLOGICO DELL'AREA VASTA OGGETTO DI INTERVENTO

L'obiettivo dell'analisi dell'assetto geologico è quello di caratterizzare geologicamente e geotecnicamente l'area ove verrà installato l'impianto fotovoltaico e le opere accessorie e quella geomorfologicamente significativa, con particolare riferimento alle condizioni del piano di posa delle opere fondanti, agli scavi ed ai riporti necessari per la realizzazione delle infrastrutture di supporto e delle sue potenziali interazioni con le condizioni al contorno (dinamica geomorfologica, circolazione idrica superficiale e sotterranea, rapporti fra le componenti litologiche interessate) attraverso:

- Definizione dell'assetto geologico-strutturale e idrogeologico di area vasta e dell'area geomorfologicamente significativa;
- Definizione dell'assetto stratigrafico dell'area di sedime delle opere;
- Definizione del modello geologico di sito;

A partire dal paleozoico si sono susseguiti una serie di eventi geologici sviluppatasi nell'arco di circa mezzo miliardo di anni, che hanno reso la Sardegna una delle regioni geografiche più antiche del mediterraneo centrale e, morfologicamente e cronologicamente eterogenea.

Riflette pertanto una storia geologica molto articolata, che testimonia, in maniera più o meno completa, alcuni dei grandi eventi geodinamici degli ultimi 400 milioni di anni.



L'orogenesi Caledoniana, la più antica, le cui tracce si rinvencono principalmente nel nord della Gran Bretagna e nella Scandinavia occidentale, fu causata dalla progressiva chiusura dell'oceano Giapeto, a seguito della collisione dei continenti Laurentia, Baltica e Avalonia, dando così origine al super continente Laurussia.

La successiva fase dell'orogenesi Ercinica (o Varisica) ha avuto corso a partire dal Carbonifero, circa 350 Ma fa e si è protratta fino al Permiano determinando un'estesa catena montuosa ubicata tra il Nord America e l'Europa.

Quest'orogenesi ha prodotto in Sardegna tre zone metamorfiche principali. Procedendo dal nucleo orogenetico verso l'avanzata si trovano le zone dette: Assiale (Sardegna NE) – a Falde (Sardegna centrale) - a Falde esterne (Sardegna SW).

Successivamente, nel Carbonifero-Permiano, la messa in posto dei batoliti granitici post-ercinici ha causato metamorfismo termico delle rocce esistenti.

Gli eventi geologici responsabili dell'attuale assetto geostrutturale dell'area in esame si possono far iniziare nel Terziario, durante l'Oligocene medio quando, per la collisione della placca africana con quella europea, si ebbe la rototraslazione del blocco sardo-corso e l'apertura del rift sardo (fossa sarda), con la suddivisione del basamento cristallino paleozoico, strutturalmente già evoluto, in due horst (pilastrini).

Per definire geologicamente l'area del territorio comunale di Villasor è necessario inquadrare l'assetto geologico-strutturale della regione nella quale ricade il territorio in oggetto, con particolare riguardo alla genesi e stratigrafia della pianura del Campidano.

A partire dal Pliocene, con la migrazione verso est dell'arco calabro e la formazione degli Appennini meridionali, avvenne la messa in posto di un semi-graben, detto Graben del Campidano..

Tra Pliocene e Quaternario, circa tra 4 e 2 milioni di anni fa, avvenne lo sprofondamento del semi-graben del Campidano, dove si sono raccolti oltre 600 m di spessore di sedimenti.

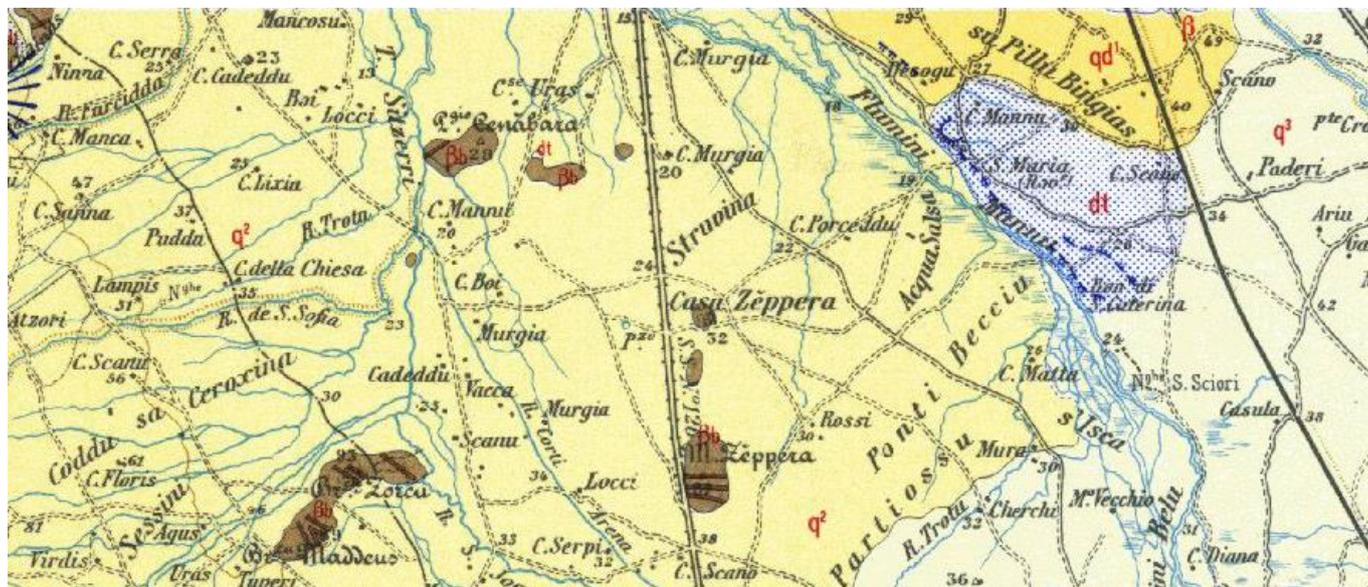


Figura 6 Stralcio Carta Geologica d'Italia 1:100.000 Fg.217

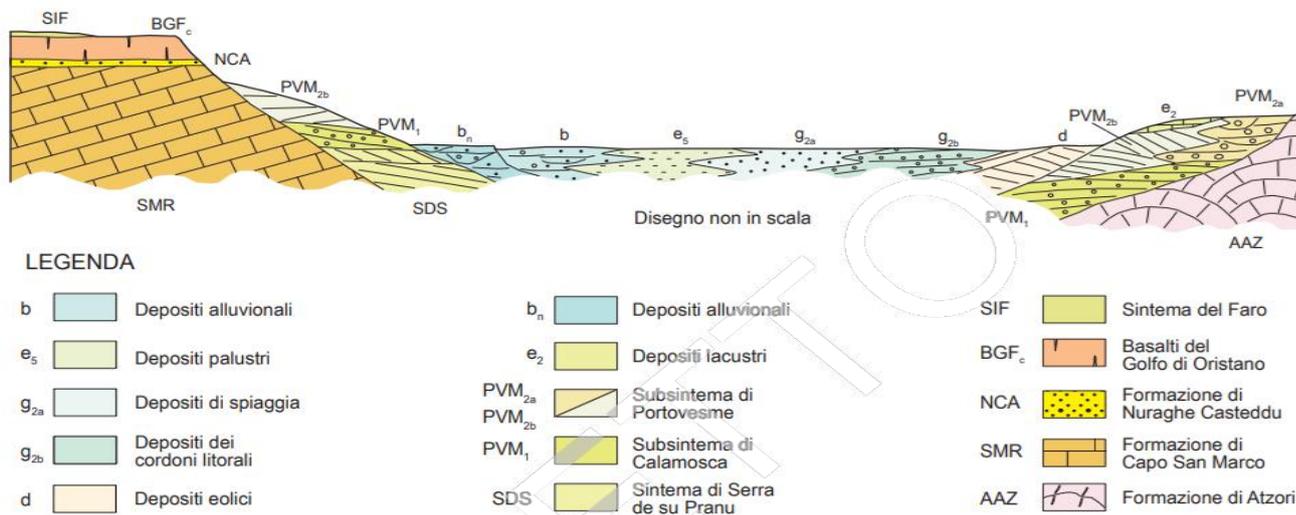


Figura 7 Schema dei rapporti stratigrafici dei depositi quaternari nel foglio 528 "ORISTANO"

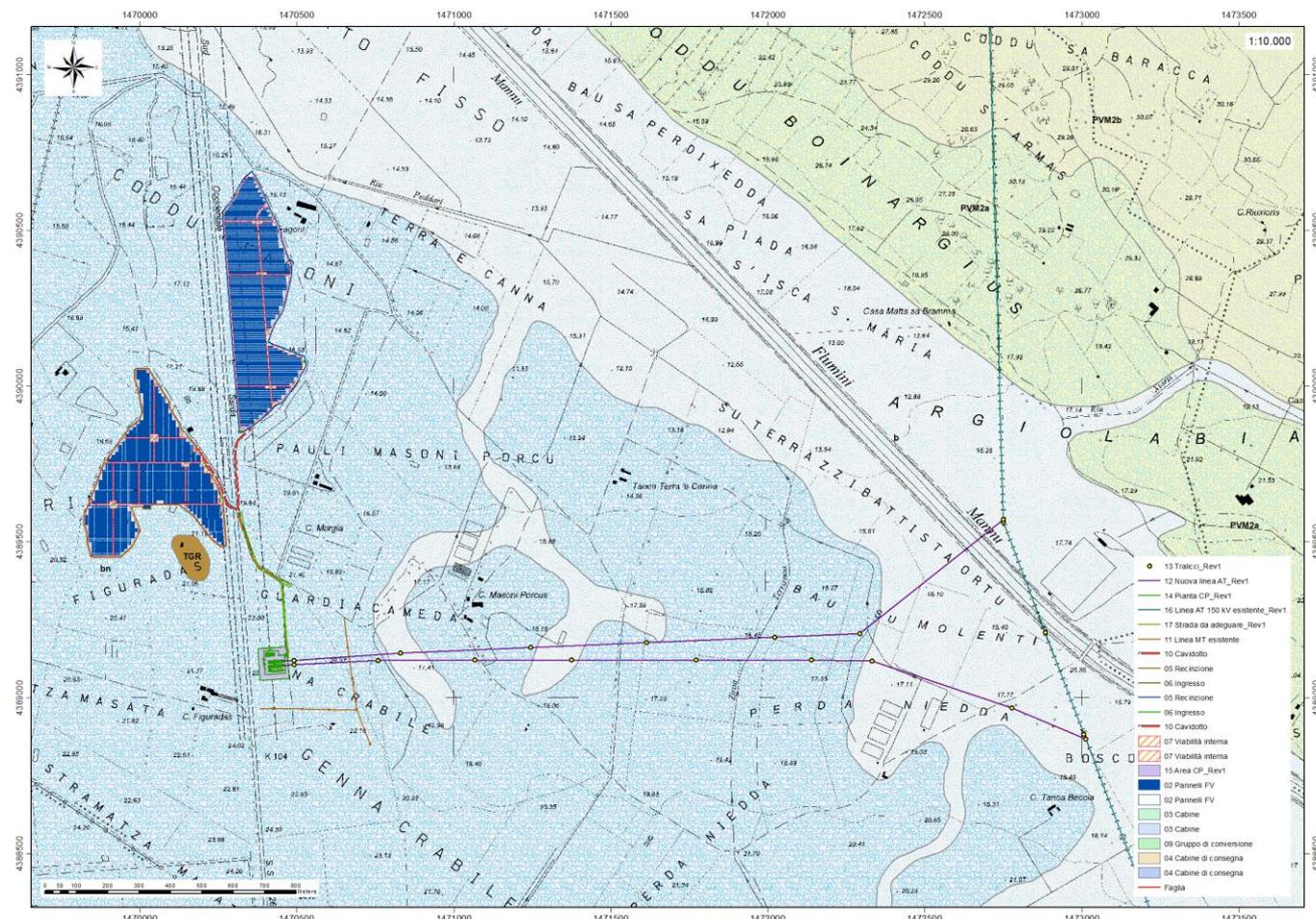


Figura 8 Stralcio Carta Geologica del territorio comunale di San Nicolò d'Arcidano - Fonte RAS

e5: Depositi palustri. Limi ed argille limose talvolta ciottolose, fanghi torbosi con frammenti di molluschi. OLOCENE

b: Depositi alluvionali OLOCENE

bn: Depositi alluvionali terrazzati OLOCENE

TRG: UNITÀ DI MONTE TOGORO. Basalti e andesiti con giaciture in cupole di ristagno ed in colate; intercalati depositi di base surgecon laminazioni da incrociate a piano-parallele e a gradazione inversa in facies prossimale; locali livelli non saldati a la

PVM2b: Litofacies nel Subsistema di Portoscuso (SINTEMA DI PORTOVESME). Sabbie e arenarie eoliche con subordinati detriti e depositi alluvionali. PLEISTOCENE SUP.

PVM2a: Litofacies nel Subsistema di Portoscuso (SINTEMA DI PORTOVESME). Ghiaie alluvionali terrazzate da medie a grossolane, con subordinate sabbie. PLEISTOCENE SUP.

Geologicamente l'area vasta è compresa in prossimità dell'estremità settentrionale del Graben plio-pleistocenico del Campidano, fossa tettonica creatasi a seguito di faglie distensive, la quale successivamente è stata interessata da dinamiche sia fluviali che continentali.

La geologia di questo settore è contraddistinta, pertanto, da coperture alluvionali oloceniche e pleistoceniche.

Nella zona meridionale del territorio comunale affiorano i basalti e le andesiti appartenenti all'unità di Monte Togoro, con giaciture in cupole di ristagno ed in colate.

Ciottoli, ghiaie, sabbie e subordinatamente limi ed argille costituenti i depositi alluvionali del terreno hanno avuto origine dall'erosione e successivo deposito delle rocce che costituiscono i rilievi appartenenti ai margini della fossa tettonica.

La deposizione è avvenuta in tempi diversi in relazione al susseguirsi di periodi climatici glaciali ed interglaciali che hanno caratterizzato il quaternario, con periodi di maggior forza erosiva dei corsi d'acqua alternati a periodi di stasi.

Trattandosi di sedimenti relativamente recenti, lo stato di alterazione non è marcato, ed è essenzialmente rappresentato dal grado di ossidazione dei minerali costituenti i depositi stessi.

5.2. SITUAZIONE GEOLOGICA E LITOSTRATIGRAFICA DELL'AREA INTERESSATA DALL'INTERVENTO

L'area di intervento sorgerà prevalentemente sui depositi alluvionali terrazzati olocenici (**bn**), costituiti da ghiaie medie subangolose e sub arrotondate. Questi depositi sono posti ai lati degli alvei attivi e dei tratti di alveo regimati e non sono interessati dalle dinamiche orinarie fluviali, tranne in caso di eventi meteorici eccezionali. Solo una piccola porzione dell'area interessata dal progetto è interessata dai basalti\andesiti dell'unità di Monte Togoro (**TRG**)

L'impianto sorgerà entro a una cava dismessa la quale coltivava materiali inerti presenti nei livelli ciottolosi dei depositi alluvionali olocenici. Lo sviluppo della connessione alla cabina primaria CP e alla linea principale avverrà sulle medesime litologie alluvionali antiche e in parte su quelle più recenti in prossimità del Flumini Mannu.

Da indagini geognostiche recenti effettuate in area attigua all'impianto in progetto, si evidenziano depositi di materiale limo-argilloso di riporto, saturo e inconsistente, avente spessore di circa 9.00 m, con substrato di riferimento sabbioso-limoso in matrice argillosa, più addensato e sistemato a profondità > 9.00 m dal p.d.c., questo materiale argilloso costituisce con tutta probabilità materiale di risulta della cava nel periodo di esercizio e utilizzato per la colmata degli scavi.

5.3. CARATTERI GEOSTRUTTURALI, GEOMETRIA E CARATTERISTICHE DELLE SUPERFICI DI DISCONTINUITÀ

I depositi alluvionali interessati dall'intervento di progetto non presentano per loro natura genetica alcun tipo di fratturazione. Si tratta di depositi ancora definibili come mediamente cementati nei livelli più antichi e quindi più profondi, conseguentemente le superfici di discontinuità rilevabili sono quelle di natura strettamente deposizionale legate al processo di



Figura 9 - Depositi alluvionali terrazzati olocenici (bn) in affioramento

sedimentazione e alla granulometria (alternanze più o meno marcate di strati da grossolani - ciottoli, ghiaie - a più sottili - sabbie, subordinatamente limi e argille).

6. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

Il territorio comunale di San Nicolò d'Arcidano sorge su terreni di natura prevalentemente alluvionale, al centro della fossa tettonica e tra i rilievi che delimitano in maniera netta i bordi della porzione settentrionale della Graben del Campidano.

L'evoluzione geomorfologica del territorio comunale è il risultato della combinazione dei processi endogeni ed esogeni; è quindi strettamente dipendente dalla struttura geologica, dalle caratteristiche mineralogico-petrografiche delle rocce, dal loro assetto giaciturale e dalla resistenza offerta all'erosione.

A questi due fattori bisogna aggiungere in maniera non subordinata:

- l'azione del clima locale che favorisce od ostacola determinati processi fisici e chimici sulla superficie e sul substrato roccioso;
- l'interazione antropica sul territorio, particolarmente discriminante nelle zone periurbane.

Adeguate considerazione meritano altresì i fattori geologici come: la litologia locale con le sue implicazioni petrografiche, la condizione di giacitura, la fratturazione, le modalità di sedimentazione del detrito colluviale, etc.; poiché condizionano in modo rilevante, le modalità e le dinamiche di erosione che guidano il modellamento del rilievo e la sua stabilità strutturale.

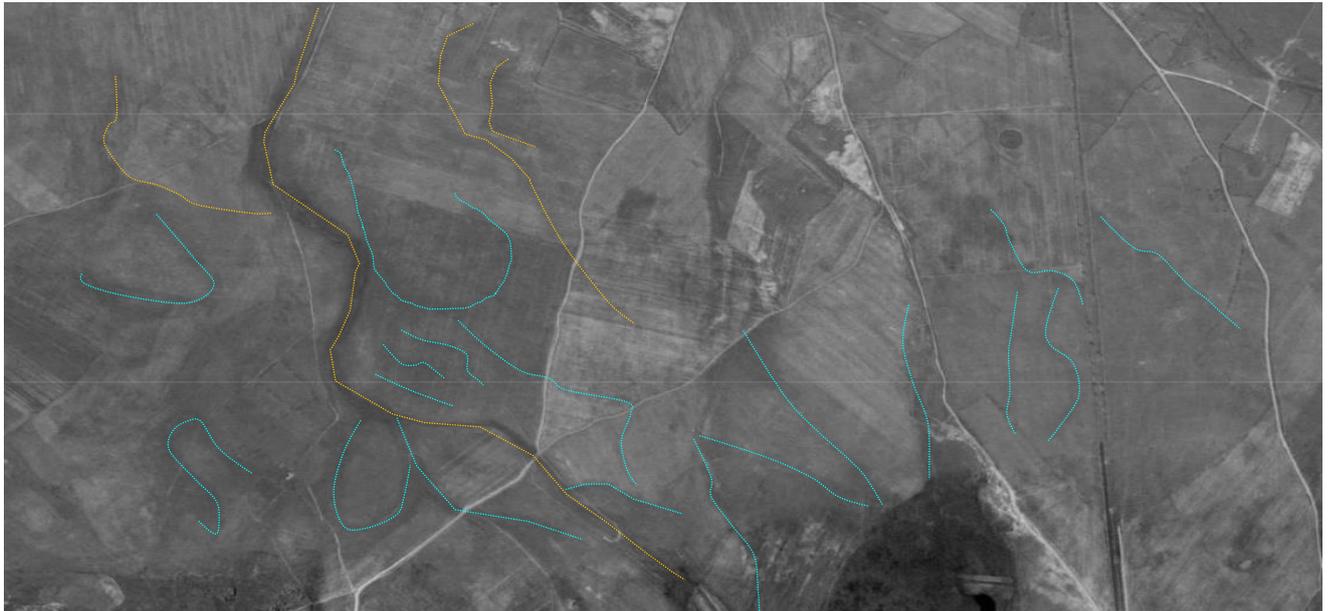
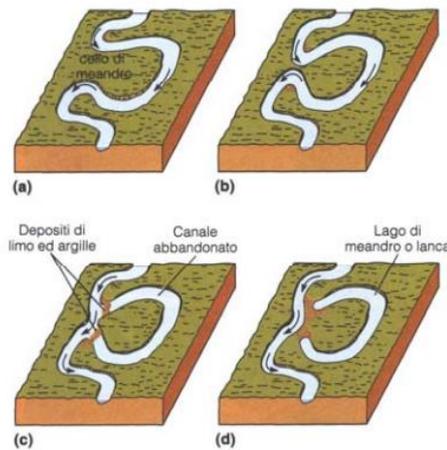
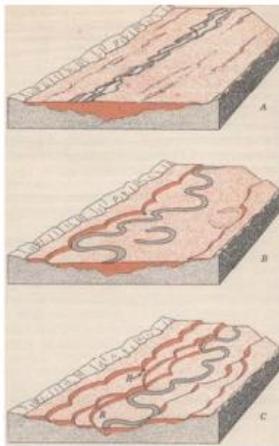


Figura 10 Particolare delle serie di meandri abbandonati

Morfologicamente il territorio si presenta pianeggiante e con linee dolci determinate dalla dinamica fluviale locale. Il rio Flumini Mannu divide a metà il territorio con i sedimenti quaternari e i basalti e andesiti dell'Unità di Monte Togoro nel settore sud-occidentale, e i depositi pleistocenici nel settore nord-orientale, appartenenti al sistema di Portovesme.



In figura si può osservare la foto aerea dell'area risalente all'anno 1968, in cui l'azione antropica non aveva ancora predominato su questa porzione del territorio.

Sono ben visibili morfologie relative alle dinamiche fluviali torrentizie, oggi poco distinguibili poiché ricoperte dalle coltivazioni dei campi.

Sono presenti numerosi solchi di ruscellamento, terrazzi fluviali e meandri abbandonati.

7. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

7.1. SCHEMA DELLA CIRCOLAZIONE IDRICA SUPERFICIALE

Il territorio comunale è attraversato da un corso d'acqua principale, Rio **Flumini Mannu di Pabillonis**, e da un suo affluente in sinistra, il **torrente Sitzzerri**: il bacino di riferimento è quello del Rio Mannu, che a sua volta è un **sub-bacino del fiume Tirso**.

Il Rio Flumini Mannu di Pabillonis si sviluppa all'incirca per 9 km seguendo la direttrice nord-ovest sud-est, e che fa parte dell'Unità Idrografica Omogenea (U.I.O.) del Mannu di Pabillonis – Mogoro: ha origine sulle colline ad est di Sardara e sfocia nello stagno di S. Giovanni, drenando una superficie di 593,3 Km².

I suoi affluenti principali sono il **Rio Bellu** e il **Rio Sitzzerri** che drenano tutta la parte orientale del massiccio dell'Arburese. Il Rio Bellu, che nella parte alta è denominato Terramaistus, ha origine nel gruppo del Linas.

Il Rio Sitzzerri è stato inalveato nella parte terminale in modo tale da farlo sversare direttamente nello stagno di S. Giovanni. Anche il Rio Mannu presenta una sezione regolarizzata a seguito di interventi di sistemazione idraulica, nonché messo in sicurezza da argini in terra che corrono lungo l'intero percorso fino all'immissione nello stagno.

La rete idrografica si sviluppa interamente in sinistra idraulica, eccezione fatta per il Fosso nord del Flumini Mannu, che lambisce l'abitato di San Nicolò d'Arcidano in destra idraulica. Nel territorio comunale sono inoltre presenti diverse formazioni artificiali legate ad attività estrattiva ormai dismessa, e che attualmente costituisce un sistema di laghetti potenzialmente utili come risorsa idrica.

Il progetto in questione sorgerà entro una cava dismessa la quale presenta appunto un piccolo bacino creatosi a seguito dell'attività estrattiva.

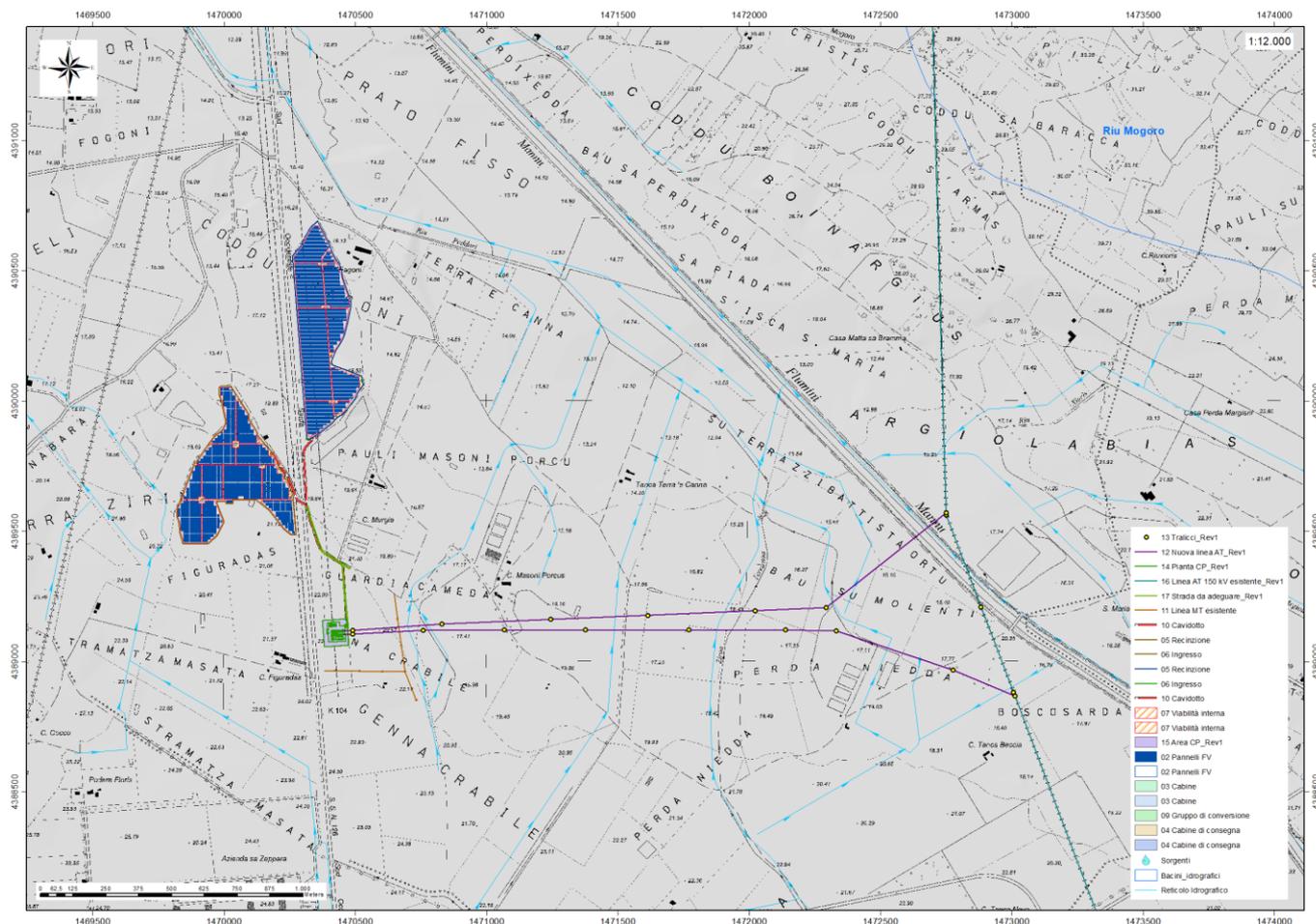
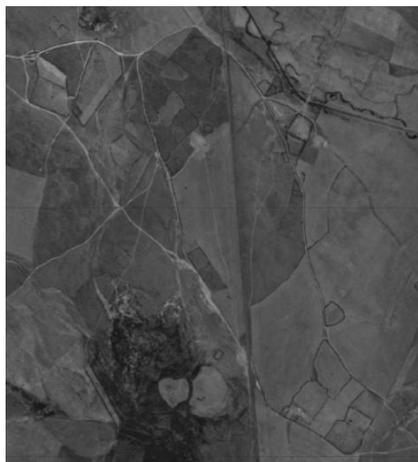


Figura 11 Rappresentazione della circolazione idrica superficiale. Fonte RAS



a) 1954



b) 1977



c) 1998



d) 2003



e) 2006



f) 2013

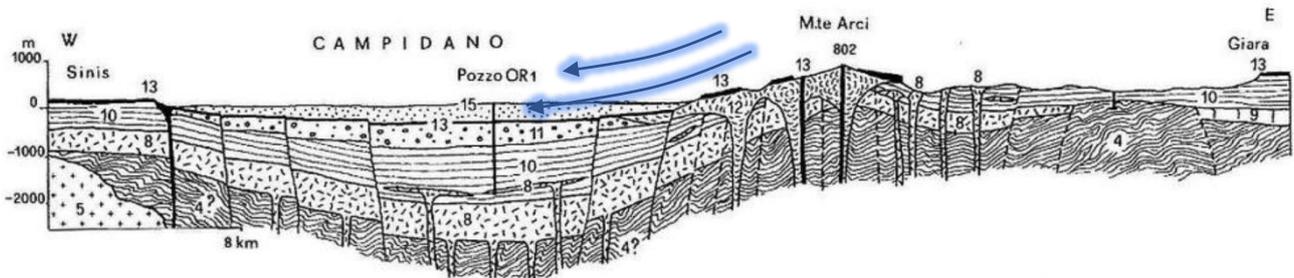
Dalle foto soprariportate che evidenziano l'evoluzione della cava nel tempo, si evince che lo specchio d'acqua si è creato a seguito dell'avanzamento degli scavi all'interno dei quali successivamente sono state raccolte acque meteoriche e non.

L'area interessata dall'impianto in Località Terra Zirigonis è nello specifico, solcata da un impluvio mentre l'area Nord Orientale (Loc.Coddu Fagoni) risulta topograficamente più depressa rispetto al territorio circostante, sono presenti avvallamenti e bacini originati dall'attività estrattiva. Al fine di garantire il corretto smaltimento delle acque superficiali afferenti a quest'area in fase di progettazione esecutiva verrà predisposto un piano di regimazione delle acque superficiali il cui bilancio idraulico riferito al recettore finale rispetterà il criterio dell'invarianza idraulica.

7.2. SCHEMA DELLA CIRCOLAZIONE IDRICA SOTTERRANEA

Le caratteristiche idrogeologiche di una determinata area dipendono dall'assetto stratigrafico e dalle caratteristiche litologiche che definiscono la permeabilità della roccia o deposito.

La zona in questione è collocata nel bordo occidentale del Graben, la quale configurazione strutturale suggerisce un gradiente idraulico delle acque sotterranee verso Ovest.



L'Unità idrogeologica dei depositi alluvionali quaternari (bn), è composta da conglomerati e breccie a clasti da medi a grossi con permeabilità per porosità complessiva media-bassa e, localmente, medio-alta in livelli a matrice grossolana.

I dati estrapolati dall'archivio Nazionale Delle Indagini Del Sottosuolo (L.464/1984) relativi alle perforazioni (Codice: 197214-197207) con profondità di **49** e **51** m per uso idrico adiacente al lotto, mettono in evidenza un'alternanza di strati di ghiaie e argille, successione deposizionale associata prevalentemente a meccanismi di deposito torrentizio e un substrato roccioso basaltico.

Dalla carta delle permeabilità dei substrati, resa disponibile dalla RAS, all'area in oggetto viene attribuita la classe di **permeabilità medio bassa per porosità**.

Per quanto riguarda le informazioni relative al livello statico della falda, le misure piezometriche indicano che si trova a -4 m da p.c. nella perforazione 197214 e a -8 m da p.c. nella perforazione 197297. Indagini dirette in aree prossime a quella di progetto confermano una soggiacenza variabile tra i 2.00m e i 3.m da p.c..

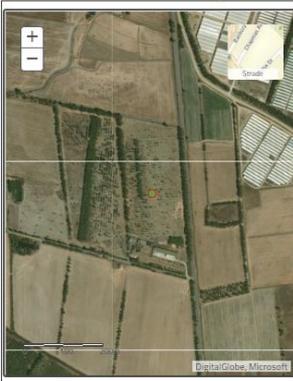
Dati generali	Ubicazione indicativa dell'area d'indagine
Codice: 197214 Regione: SARDEGNA Provincia: ORISTANO Comune: SAN NICOLÒ D'ARCIDANO Tipologia: PERFORAZIONE Opera: POZZO PER ACQUA Profondità (m): 49,00 Quota pc slm (m): 17,00 Anno realizzazione: 1989 Numero diametri: 2 Presenza acqua: SI Portata massima (l/s): 17,000 Portata esercizio (l/s): 17,000 Numero falde: 1 Numero filtri: 0 Numero piezometrie: 1 Stratigrafia: SI Certificazione(*): NO Numero strati: 5 Longitudine WGS84 (dd): 8,656522 Latitudine WGS84 (dd): 39,658450 Longitudine WGS84 (dms): 8° 39' 23,48" E Latitudine WGS84 (dms): 39° 39' 30,43" N (*)Indica la presenza di un professionista nella compilazione della stratigrafia	

DIAMETRI PERFORAZIONE				
Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	0,00	15,00	15,00	530
2	15,00	49,00	34,00	420

FALDE ACQUIFERE			
Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)
1	10,00	16,00	6,00

MISURE PIEZOMETRICHE				
Data rilevamento	Livello statico (m)	Livello dinamico (m)	Abbassamento (m)	Portata (l/s)
nov/1989	4,00	16,70	12,70	17,000

STRATIGRAFIA					
Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Età geologica	Descrizione litologica
1	0,00	7,00	7,00		CONGLOMERATO SCIOLTO
2	7,00	10,00	3,00		CIOTTOLAME E SABBIONE
3	10,00	23,00	13,00		MARNA ARENACEA
4	23,00	48,00	25,00		BASALTO BRECCIATO
5	48,00	49,00	1,00		BASALTO LAPIDEO

Dati generali	Ubicazione indicativa dell'area d'indagine
Codice: 197207 Regione: SARDEGNA Provincia: ORISTANO Comune: SAN NICOLÒ D'ARCIDANO Tipologia: PERFORAZIONE Opera: POZZO PER ACQUA Profondità (m): 51,00 Quota pc slm (m): 5,00 Anno realizzazione: 1994 Numero diametri: 1 Presenza acqua: SI Portata massima (l/s): 16,000 Portata esercizio (l/s): ND Numero falde: 0 Numero filtri: 0 Numero piezometrie: 1 Stratigrafia: SI Certificazione(*): SI Numero strati: 2 Longitudine WGS84 (dd): 8,652911 Latitudine WGS84 (dd): 39,651500 Longitudine WGS84 (dms): 8° 39' 10,48" E Latitudine WGS84 (dms): 39° 39' 05,40" N (*)Indica la presenza di un professionista nella compilazione della stratigrafia	

DIAMETRI PERFORAZIONE				
Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	0,00	51,00	51,00	250

MISURE PIEZOMETRICHE				
Data rilevamento	Livello statico (m)	Livello dinamico (m)	Abbassamento (m)	Portata (l/s)
dic/1994	8,00	16,00	8,00	16,000

STRATIGRAFIA					
Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Età geologica	Descrizione litologica
1	0,00	33,00	33,00		ARGILLA
2	33,00	51,00	18,00		ROCCIA BASALTICA

Figura 12 - Stratigrafia dei pozzi per acqua prossimi all'area di intervento - Arch. Ind. Sottosuolo - ISPRA

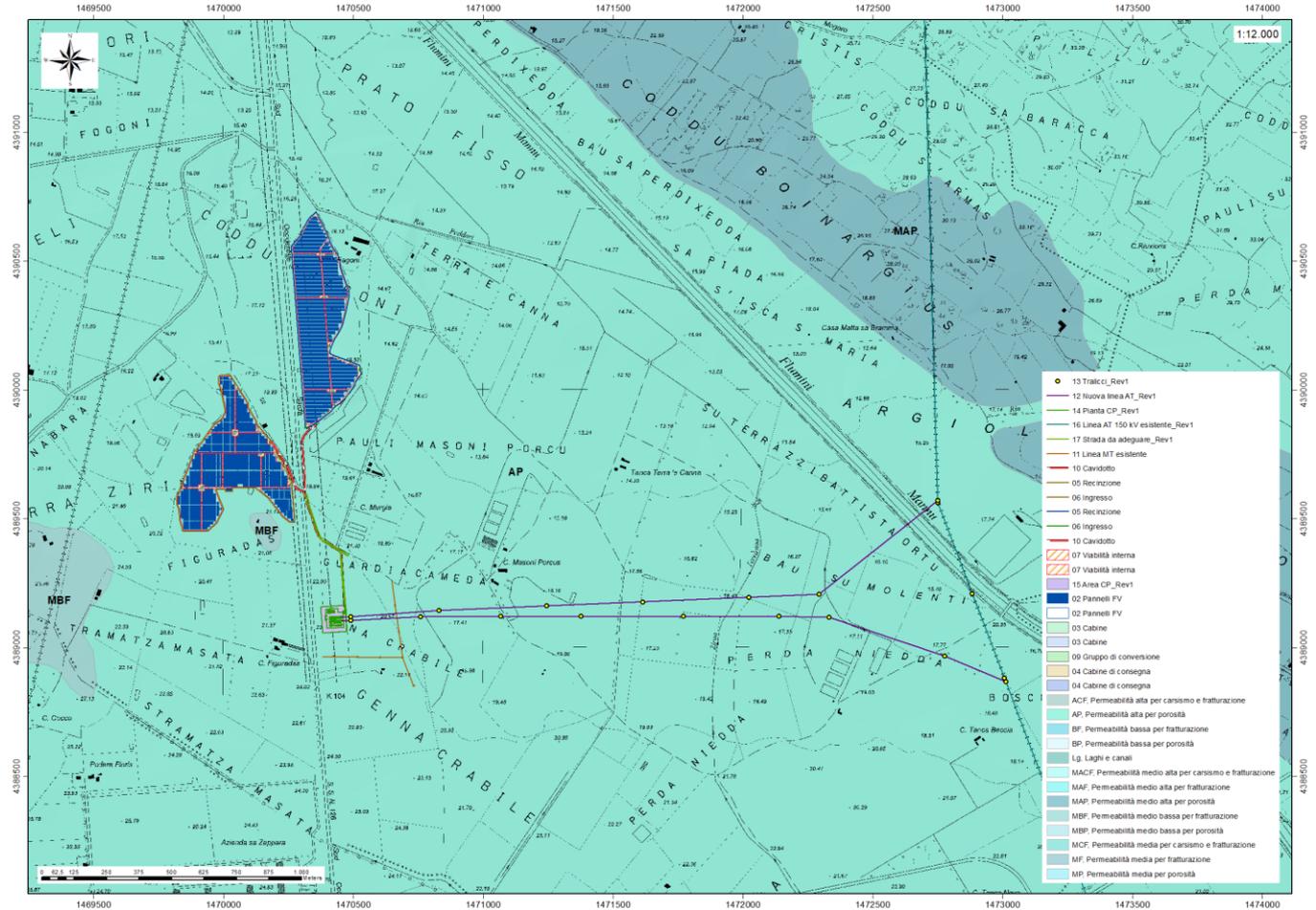


Figura 13 Stralcio Carta della permeabilità dei substrati (Fonte RAS)

7.3. DISSISTI IN ATTO O POTENZIALI CHE POSSONO INTERFERIRE CON L’OPERA E LORO TENDENZA EVOLUTIVA

La predisposizione naturale di un territorio a fenomeni di instabilità legata alle dinamiche geomorfologiche deriva in generale dall’interazione di diversi fattori come natura geologica dei terreni, loro assetto sia deposizionale che geostrutturale, circolazione delle acque superficiali e sotterranee con la morfologia cioè la geometria del territorio.

L’area oggetto di intervento, in base delle caratteristiche suddette non presenta allo stato attuale evidenze di dissesto di natura geologico-geomorfologica in atto o potenziale escludendo la naturale evoluzione del pendio.

8. INQUADRAMENTO PEDOLOGICO

Le tipologie di suolo sono legate per genesi alle caratteristiche delle formazioni geo-litologiche presenti e all’assetto idraulico di superficie nonché ai diversi aspetti morfologici, climatici e vegetazionali.

Poiché la litologia del substrato o della roccia madre ha una importanza fondamentale quale fattore nella pedogenesi dei suoli, le unità principali sono state delimitate in funzione delle formazioni geologiche prevalenti, e successivamente all’interno di esse sono state individuate delle sub unità, distinte dalla morfologia del rilievo, dall’acclività e dall’uso del suolo prevalente.

Nell'area pianeggiante di San Nicolò d'Arcidano, l'unità presenta suoli con profilo A-C, con profondità di circa 80 cm, scheletro talvolta abbondante, tessitura franco sabbiosa, drenaggio da normale a rapido



Figura 14 Tipologia di suoli presenti nell'area di interesse

I suoli presenti sui sedimenti alluvionali pleistocenici derivano in parte dal rimaneggiamento di depositi alluvionale più antichi del Fiume Tirso e dei corsi d'acqua minori provenienti dal versante occidentale del Monte Arci. Si possono rinvenire suoli a profilo A-Bt-C e A-B-C da poco a non lisciviati, profondi oltre 100cm, contenuto in scheletro anche grossolano, quasi sempre elevato, talvolta sin dalla superficie, tessitura da franco-sabbio-argillosa ad argillo-sabbiosa, drenaggio molto lento. La presenza di *mud-cracks* indica la presenza di argille espandibili.

In figura si può osservare la carta dei suoli relativa all'area di progetto. I suoli interessati sono i suoli **I1** a profilo A-Bt-C, A-Btg-Cg e subordinatamente A-C, profondi, da FS a FSA in superficie, da FSA ad A in profondità, da permeabili a poco permeabili, da subacidi ad acidi, da saturi a desaturati.

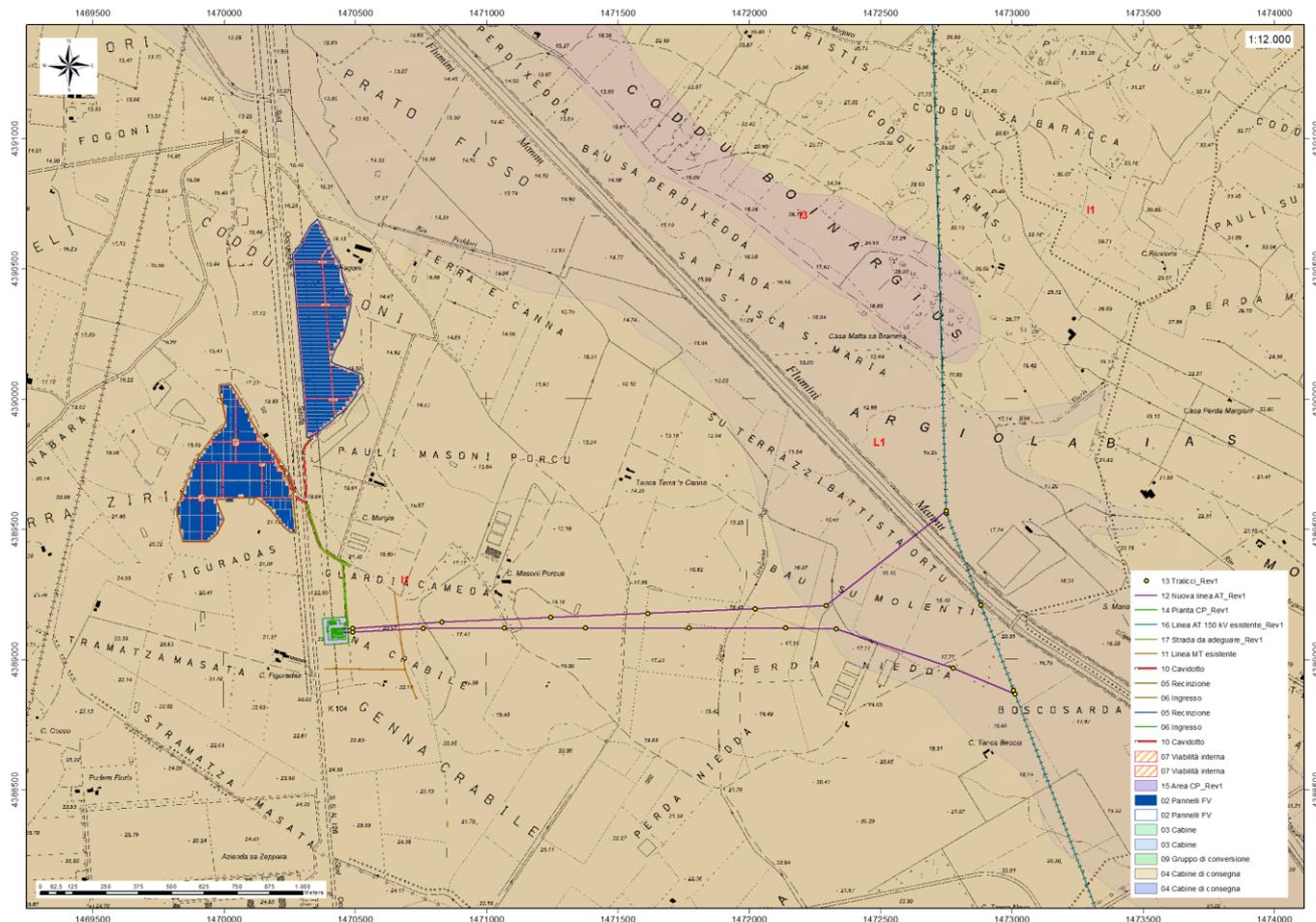


Figura 15 Stralcio Carta dei Suoli, Fonte RAS

9. USO DEL SUOLO

Dalla Carta dell'Uso del Suolo, resa disponibile dal sito Geoportale, si evince che l'ambito di progetto si inserisce principalmente in un contesto in cui il suolo ricade nel livello dei "Territori agricoli" e viene classificato come **(2121) Seminativi semplici e colture orticole a pieno campo**, e **(2112) Prati artificiali**.

Il lotto di interesse ricade inoltre in prossimità di:

(131) aree estrattive,

(2121) *Seminativi semplici e colture orticole a pieno campo*

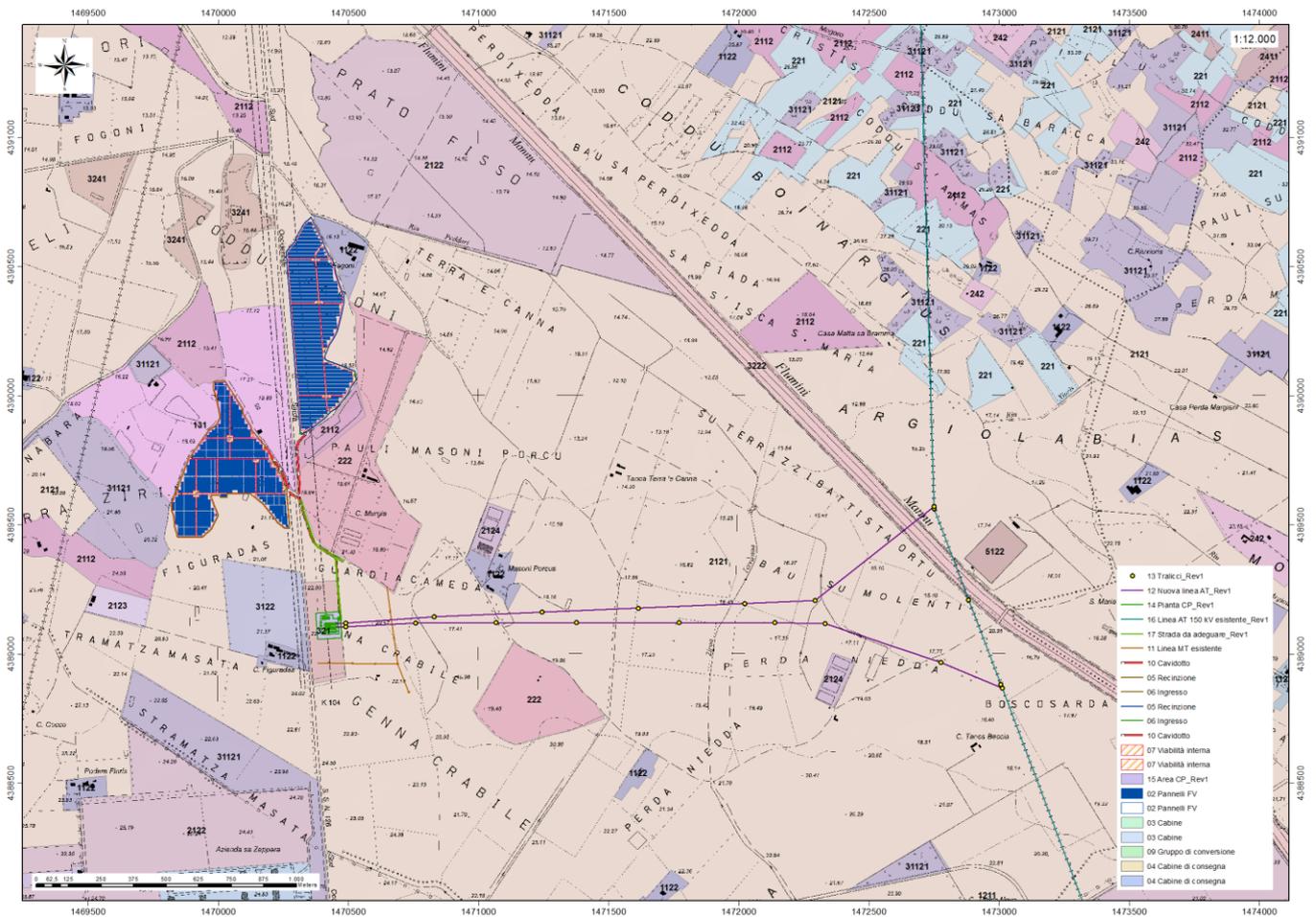


Figura 16 Stralcio Carta Uso del Suolo – Fonte RAS

10.ANALISI E SISMICITA' STORICA

Le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla pericolosità sismica di base del sito di costruzione e sono funzione delle caratteristiche morfologiche e stratigrafiche che determinano la risposta sismica locale.

Dalla normativa vigente NTC2018 si evince che la pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa A_g in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria A come definita al § 3.2.2), nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente $S_e(T)$, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza PVR come definite nel § 3.2.1, nel periodo di riferimento V_R , come definito nel § 2.4. Inoltre, è ammessa l'uso di accelerogrammi, purché correttamente commisurati alla pericolosità sismica locale dell'area della costruzione.

Le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento PVR nel periodo di riferimento V_R , a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

A_g accelerazione orizzontale massima al sito;

F_o valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

T_C^* valore di riferimento per la determinazione del periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.¹

Per i valori di A_g , F_o e T_C^* necessari per la determinazione delle azioni sismiche, si fa riferimento agli Allegati A e B al Decreto del Ministro delle Infrastrutture 14 gennaio 2008, pubblicato nel S.O. alla Gazzetta Ufficiale del 4 febbraio 2008, n.29, ed eventuali successivi aggiornamenti.

10.1. VITA NOMINALE, CLASSI D'USO E PERIODO DI RIFERIMENTO

La tipologia di costruzioni previste in progetto (NTC2018 - par.2.4) ha **vita nominale ≥ 50 anni** (opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni...) appartiene alla **classe d'uso II**.

Tabella 2.4.I – Vita nominale V_N per diversi tipi di opere

TIPI DI COSTRUZIONE		Vita Nominale V_N (in anni)
1	Opere provvisorie – Opere provvisionali - Strutture in fase costruttiva ¹	≤ 10
2	Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale	≥ 50
3	Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica	≥ 100

Classe II: Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

Le azioni sismiche su ciascuna costruzione vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento V_R che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale V_N per il coefficiente d'uso C_U :

$$V_R = V_N \times C_U$$

Il valore del coefficiente d'uso C_U è definito, al variare della classe d'uso, come mostrato in Tab. 2.4.II. Nel Caso specifico $C_U = 2$.

Tab. 2.4.II – Valori del coefficiente d'uso C_U

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE C_U	0,7	1,0	1,5	2,0

Il valore del periodo di riferimento è $V_T= 50$

Amplificazione stratigrafica e topografica: Nel caso di pendii con inclinazione maggiore di 15° e altezza maggiore di 30 m, l'azione sismica di progetto deve essere opportunamente incrementata o attraverso un coefficiente di amplificazione topografica o in base ai risultati di una specifica analisi bidimensionale della risposta sismica locale, con la quale si valutano anche gli effetti di amplificazione stratigrafica

La categoria topografica è la T1 a cui corrisponde un valore del fattore di amplificazione pari a 1.0.

Tabella 3.2.IV – Categorie topografiche

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i < 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Al fine di definire l'azione sismica di progetto, basata sull'identificazione della categoria del sottosuolo di riferimento, si è voluto definire il parametro fondamentale per la "classificazione sismica dei terreni", e quindi per la determinazione della categoria, corrispondente alla velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio VS 30, valutata entro i primi 30 m di profondità dal piano campagna. Tale parametro andrà stimato direttamente in sito mediante l'esecuzione di una prova penetrometrica dinamica o di un profilo MASW.

Categorie di sottosuolo: ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi, come indicato nel § 7.11.3. Per questa tipologia di substrato, salvo diverso esito da prove dirette in sito si stima che essi appartengano alla categoria C.

Tabella 3.2.II – *Categorie di sottosuolo*

Categoria	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
E	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m</i> , posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).

11. PARAMETRI DI PERICOLOSITA' SISMICA

In base ai dati di localizzazione, tipologia dell'opera e classe d'uso si sono calcolati i parametri sismici relativi alle verifiche SLO, SLD, SLV e SLC. (SW AZTEC Sisma 10.0 e GEOSTRU PS):

	T_R [anni]	a_g [m/s ²]	F_0 [---]	T_C^* [s]
SLO	30	0.183	2.610	0.273
SLD	50	0.231	2.670	0.296
SLV	475	0.490	2.880	0.340
SLC	975	0.591	2.980	0.372

Figura 11 - Parametri sismici in funzione delle coordinate geografiche del sito

Dove:

Stati limite di esercizio

Stato Limite di Operatività (SLO)

Stato Limite di Danno (SLD)

ag accelerazione orizzontale massima al sito;

F₀ valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale.

T*C periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale

Stati limite ultimi

Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV):

Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC):

12. ANALISI DEI VINCOLI GRAVANTI SUI TERRENI

Per quanto riguarda gli aspetti legati alla pericolosità idrogeologica, si sintetizzano gli esiti del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI), che è stato redatto dalla Regione Sardegna ai sensi del comma 6 ter dell'art. 17 della Legge 18 maggio 1989 n. 183 e ss.mm.ii., adottato con Delibera della Giunta Regionale n. 2246 del 21 luglio 2003, approvato con Delibera n. 54/33 del 30 dicembre 2004 e reso esecutivo dal Decreto dell'Assessore dei Lavori Pubblici n. 3 del 21 febbraio 2005.

Il PAI ha valore di piano territoriale di settore e, in quanto dispone con finalità di salvaguardia di persone, beni, ed attività dai pericoli e dai rischi idrogeologici, prevale sui piani e programmi di settore di livello regionale (Art. 4 comma 4 delle Norme Tecniche di Attuazione del PAI). Inoltre (art. 6 comma 2 lettera c delle NTA), "le previsioni del PAI [...] prevalgono: [...] su quelle degli altri strumenti regionali di settore con effetti sugli usi del territorio e delle risorse naturali, tra cui i [...] piani per le infrastrutture, il piano regionale di utilizzo delle aree del demanio marittimo per finalità turistico-ricreative".

Dall'analisi della cartografia allegata al Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) della Regione Sardegna e il piano stralcio Fasce Fluviali (P.S.F.F), per quanto concerne l'area di impianto, la cabina primaria e parte del percorso di connessione il sito interessato non rientra in aree caratterizzate da Pericolosità Idraulica e Geomorfologica. **Tuttavia una porzione della nuova linea aerea AT ricade in area a pericolosità idraulica molto elevata HI4.**

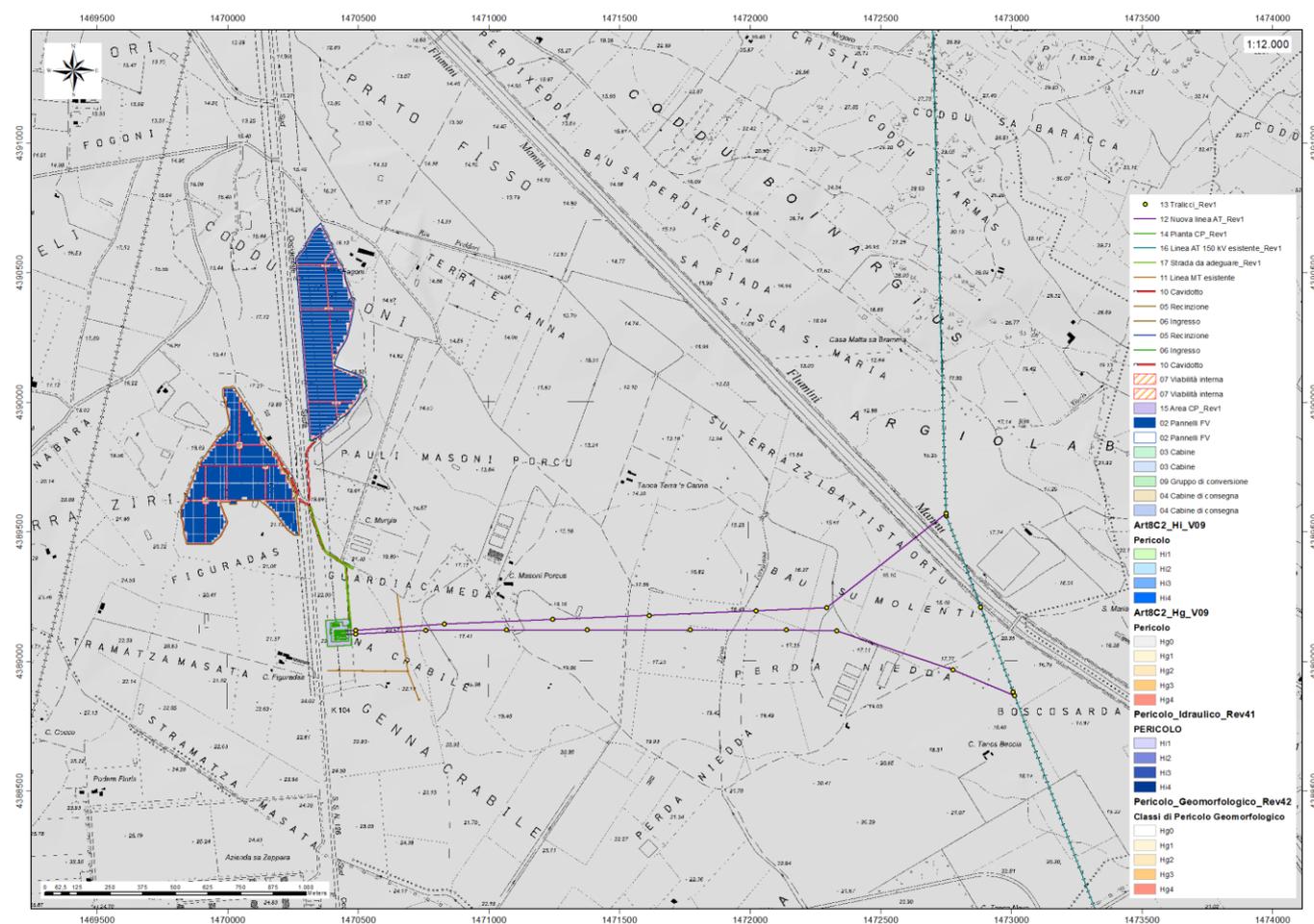


Figura 17 - Inquadramento PAI (Fonte RAS)

12.1. PIANO DI GESTIONE DEL RISCHIO ALLUVIONI (PGRA)

L'articolo 7 del D.Lgs. 23 febbraio 2010 n. 49 "Attuazione della Direttiva Comunitaria 2007/60/CE, relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni", che recepisce in Italia la Direttiva comunitaria 2007/60/CE, prevede che in ogni distretto idrografico, di cui all'art. 64 del D.Lgs.152/2006, sia predisposto il Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (di seguito indicato come PGRA).

L'obiettivo generale del PGRA è la riduzione delle conseguenze negative derivanti dalle alluvioni sulla salute umana, il territorio, i beni, l'ambiente, il patrimonio culturale e le attività economiche e sociali. Esso coinvolge pertanto tutti gli aspetti della gestione del rischio di alluvioni, con particolare riferimento alle misure non strutturali finalizzate alla prevenzione, protezione e preparazione rispetto al verificarsi degli eventi alluvionali; tali misure vengono predisposte in considerazione delle specifiche caratteristiche del bacino idrografico o del sottobacino interessato.

Il PGRA individua strumenti operativi e di governance (quali linee guida, buone pratiche, accordi istituzionali, modalità di coinvolgimento attivo della popolazione) finalizzati alla gestione del fenomeno alluvionale in senso ampio, al fine di ridurre quanto più possibile le conseguenze negative.

L'area di progetto non è compresa nelle perimetrazioni del PGRA, eccetto una porzione della connessione, che ricade in Tr 200, Tr 100 e Tr 50.

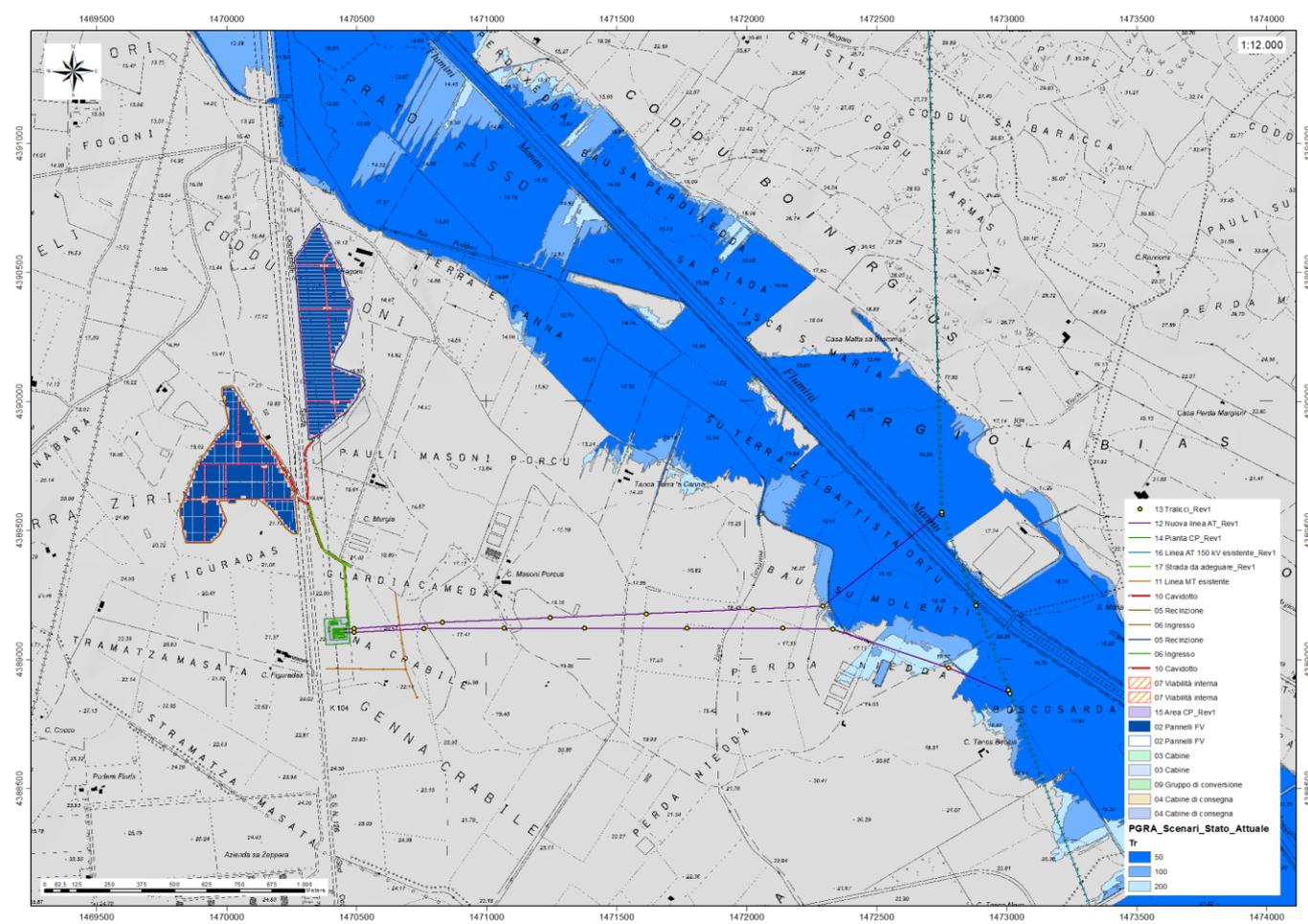


Figura 18 Inquadramento PGRA-Fonte RAS

12.1. PIANO STRALCIO DELLE FASCE FLUVIALI (PSFF)

Il Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (PSFF) definisce, per i principali corsi d'acqua della Sardegna, le aree inondabili e le misure di tutela per le fasce fluviali. A seguito dello svolgimento delle conferenze programmatiche, tenute nel mese di gennaio 2013, il Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino della Regione Sardegna, con Delibera n.1 del 20.06.2013, ha adottato in via definitiva il Progetto di Piano Stralcio delle Fasce Fluviali.

L'area di progetto è in parte compresa nelle perimetrazioni del PSFF, eccetto una porzione della connessione, che ricade in Fascia A 50 e A 2.

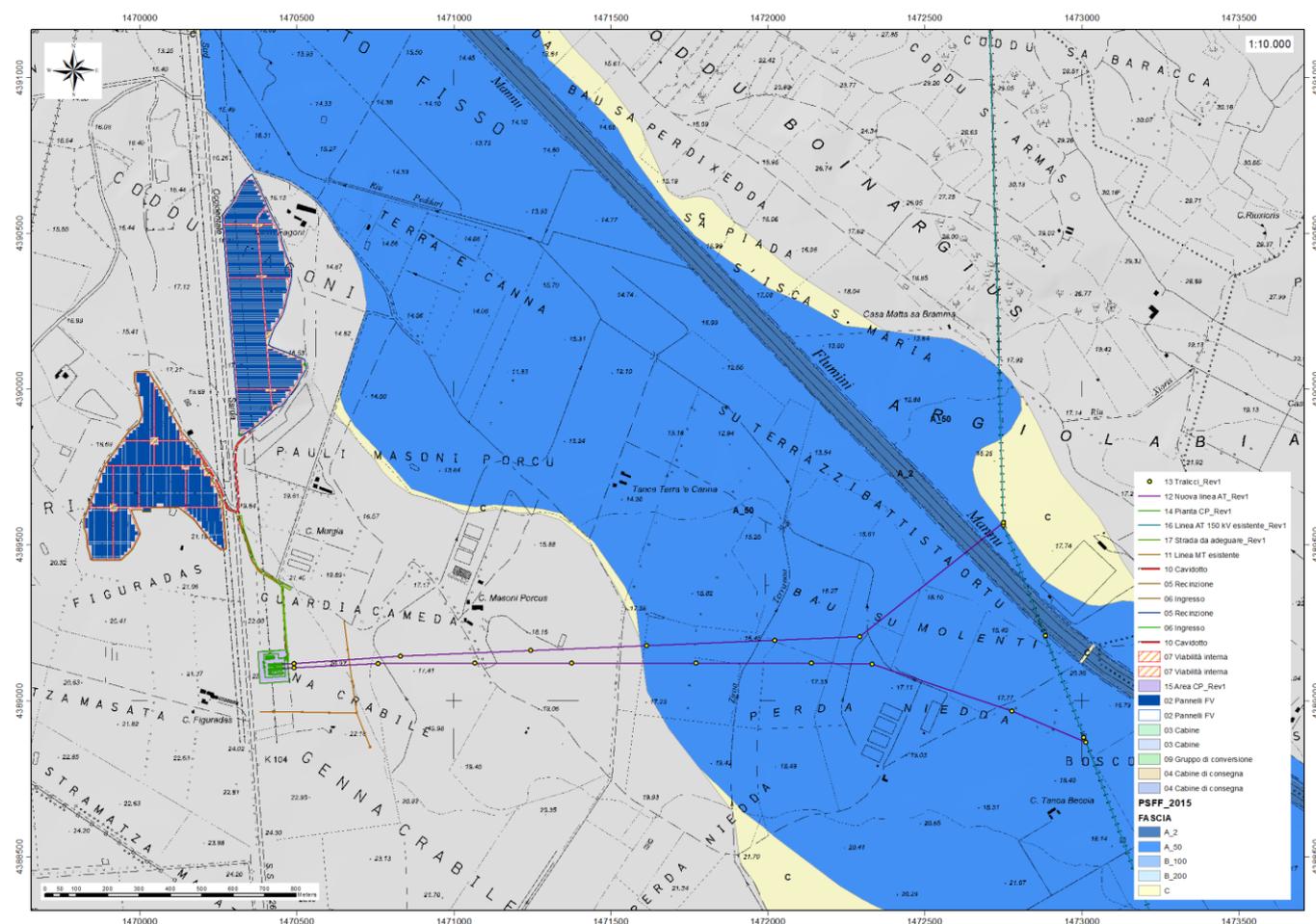


Figura 19 Inquadramento PSFF-Fonte RAS

12.2. ART.30TER NTA PAI

Poiché il territorio comunale non è stato ancora oggetto di uno Studio di dettaglio della pericolosità idraulica così come previsto dall'art.8 comma c delle NTA PAI, nelle more della realizzazione dello stesso, vengono istituite le fasce di prima salvaguardia secondo il comma 1 dell'art.30ter di seguito riportato.

1. Per i singoli tratti dei corsi d'acqua appartenenti al reticolo idrografico dell'intero territorio regionale di cui all'articolo 30 quater, per i quali non siano state ancora determinate le aree di pericolosità idraulica, con esclusione dei tratti le cui aree di esondazione sono state determinate con il solo criterio geomorfologico di cui all'articolo 30 bis, quale misura di prima

salvaguardia finalizzata alla tutela della pubblica incolumità, è istituita una fascia su entrambi i lati a partire dall'asse, di profondità L variabile in funzione dell'ordine gerarchico del singolo tratto.

Nel caso specifico il corso d'acqua **Riu Peddari** (ordine Stralher 2) scorre a nord del parco a 125m dal perimetro; mentre il canale **11157**, il canale **4302**, il canale **Zirda Terra Noa**, il canale **20899**, il Fiume **4139**, tutti di ordine **1**, il Fiume **28153** di ordine **2** e infine il **Flumini Mannu di Pabillonis** di ordine **5** attraversano la connessione all'impianto che si ricorda essere di tipo aereo.

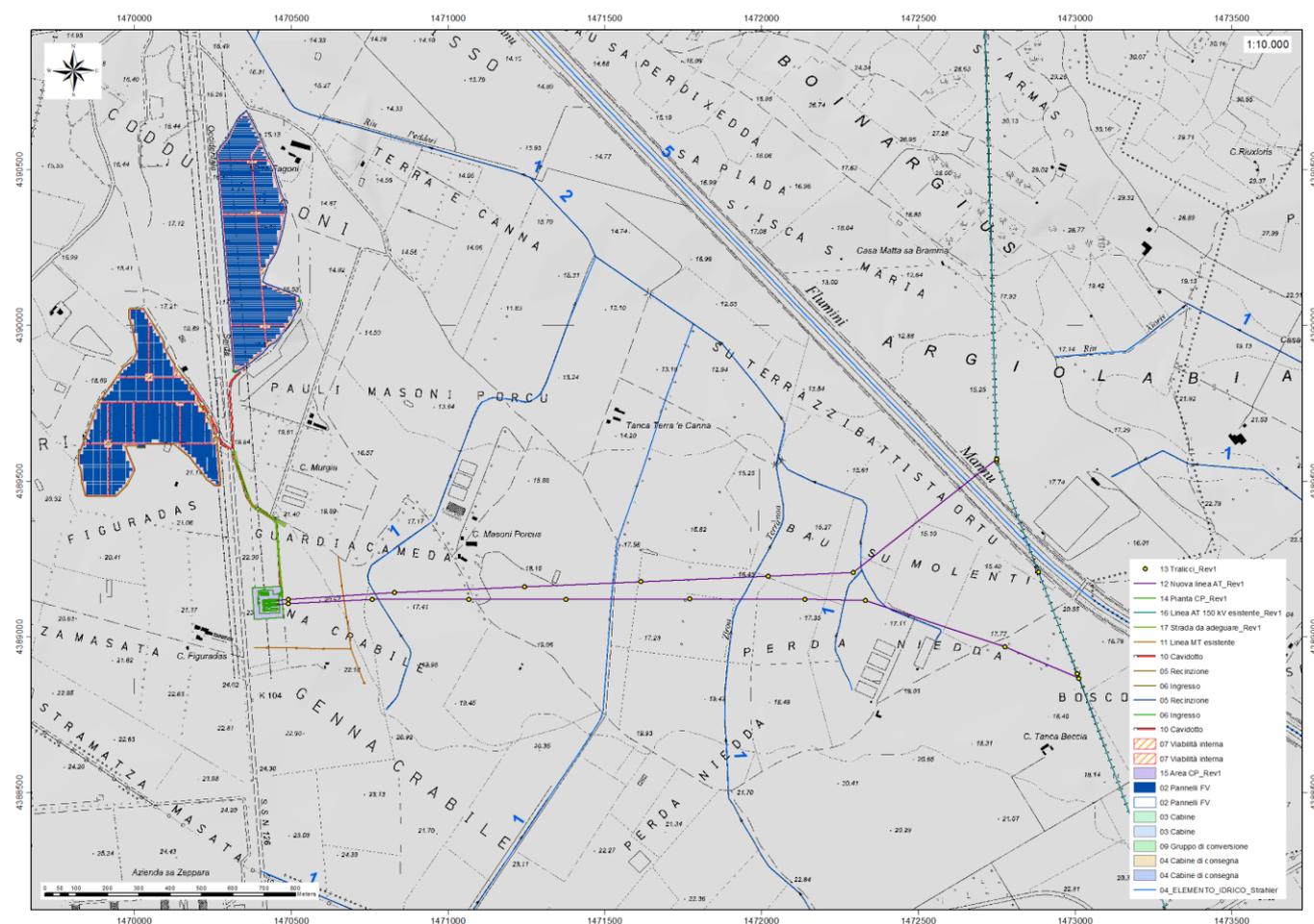


Figura 20 Inquadramento Strahler (Fonte RAS)

13. MODELLO GEOLOGICO

Sulla base di quanto emerso dai rilievi e dalle indagini geognostiche effettuate in aree limitrofe al sito di interesse, nell'approccio progettuale, stante il contesto geologico si evidenziano le seguenti criticità a cui sarà necessario prestare la opportuna attenzione nella progettazione delle opere e nelle varie fasi di realizzazione. L'analisi di tali fattori è funzionale alla progettazione e ha lo scopo di valutare la risposta del terreno ai nuovi carichi ed individuare azioni correttive o accorgimenti tali da limitarne gli effetti. Nello specifico:

- Circolazione idrica sotterranea secondaria o indotta e/o stagnazione di acque di pioggia –vanno considerati gli effetti dell'eventuale presenza d'acqua alla quota di imposta delle opere fondanti con particolare riferimento alla stagionalità degli apporti idrici e del relativo flusso negli ambiti più superficiali delle coltri di alterazione dei depositi alluvionali.

- Presenza di sacche argillose, anche di notevole spessore (5-9m) non attualmente identificabili che possono cambiare il grado di portanza dei terreni – sarà opportuno in fase di progettazione definitivo/esecutiva eseguire dei saggi sul terreno per confermarne o meno la presenza.

Dalle informazioni ricavate dal seguente studio è stato costruito il modello geologico preliminare del sito che sintetizza e descrive i caratteri litologici, strutturali, idrogeologici e geomorfologici trattati nei capitoli precedenti:

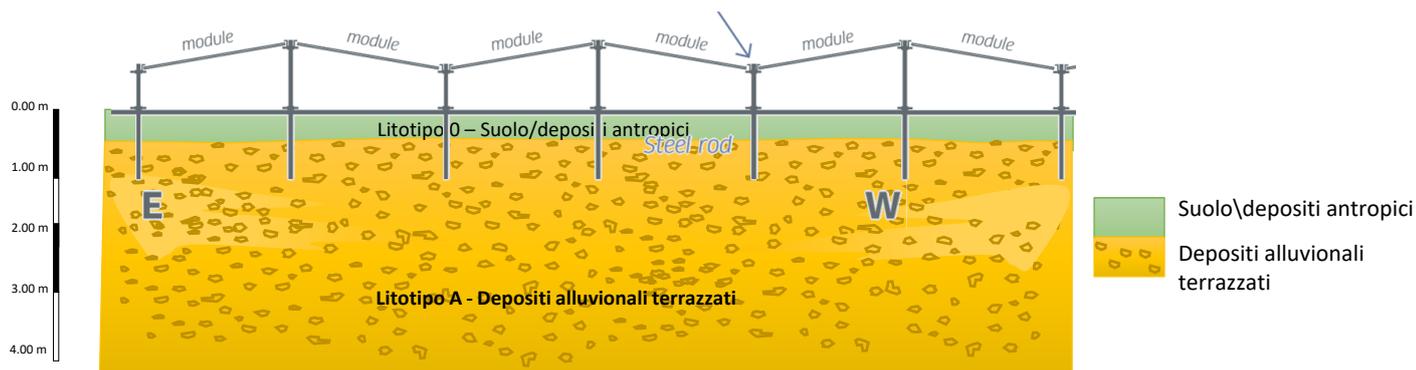


Figura 21 - Modello geologico del sito (6.2.1 NTC 2018) per il progetto SNARC_ZI

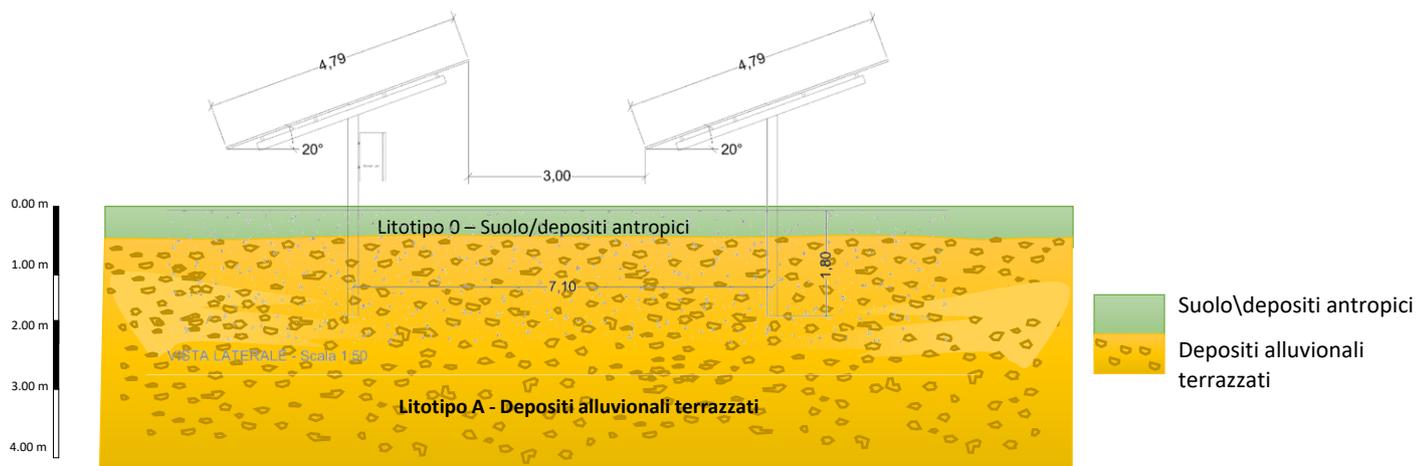


Figura 22 - Modello geologico del sito (6.2.1 NTC 2018) per il progetto Coddu Fagoni

Da 0,00m – a circa 0.50/1.00m da p.c.: suolo più o meno evoluto o depositi antropici - LITOTIPO 0

Da 0.50/1.00m – depositi da ghiaioso sabbiosi a limoso argillosi di origine alluvionale, mediamente compatti - LITOTIPO A

14.FATTIBILITA' GEOLOGICA – GEOTECNICA

Analizzate le specifiche dell'impianto e, a seguito delle analisi geologico strutturali affrontate nei capitoli precedenti, vengono rese note una serie di indicazioni che possono essere utili al fine di una corretta installazione dell'impianto e delle sue componenti fondanti in relazione alle caratteristiche geologiche della superficie interessata dal progetto.

L'area è caratterizzata da depositi alluvionali terrazzati costituiti da un'importante aliquota di materiale ghiaioso e da materiale argilloso, il tutto prevalentemente sciolto o debolmente consolidato.

Durante l'installazione delle aste nel terreno la presenza di questo materiale ciottoloso potrebbe ostacolare l'infissione e creare resistenza tanto da dover ricorrere ad eventuali fori o trivelle per un corretto fissaggio delle aste.

L'infissione dell'asta comporta un addensamento del terreno adiacente all'asta, con un incremento dello stato tensionale e delle caratteristiche meccaniche. Al contrario, l'installazione dell'asta a seguito dell'utilizzo di una trivella, la quale richiede la rimozione di un uguale volume di terreno, comporta una riduzione dello stato tensionale iniziale, il quale deve essere ripristinato attraverso compattazione superficiale.

Nei terreni incoerenti l'addensamento avviene con riduzione dei vuoti e con l'espulsione dell'acqua interstiziale e si possono ottenere massimi addensamenti sia con saturazione completa sia in condizioni di assenza di acqua.

La forma della curva mostra come effettivamente si possa ottenere il massimo addensamento anche in condizioni di umidità naturale del volume da compattare (fig. 13-1)

Occorre considerare sempre e comunque che è sufficiente una percentuale del 10-15% di materiali fini per rendere il terreno incoerente assimilabile, ai terreni coesivi e, quindi a dovere compattare il volume di terreno al valore ottimo dell'umidità per ottenere il massimo addensamento, poiché, in un terreno relativamente secco la compattazione deve vincere l'adesione dovuta alle tensioni superficiali al confine tra aria e acqua dovute al fenomeno della capillarità.

Pertanto, quest'operazione di costipamento del terreno è consigliabile eseguirla con un contenuto d'acqua tale che le particelle siano lubrificate al punto giusto affinché si assestino con la compattazione ed il conseguentemente aumento della densità.

L'eccessiva quantità d'acqua porterebbe l'effetto contrario, aumenterebbe l'indice dei vuoti con riduzione della densità (fig. 13-2).

Per quanto concerne un'indicazione di massima sulle caratteristiche geotecniche dei materiali interessati dalle basi fondanti, i parametri che si possono considerare cautelativi in base agli esiti di studi eseguiti sulla formazione interessata.

In fase di progettazione esecutiva gli stessi dovranno essere confermati con indagini dirette.

$$\begin{aligned} \gamma_d &= 1800-2000 \text{ kg/cm}^3 \\ \gamma_{sat} &= 1900-2200 \text{ kg/cm}^3 \\ c &= 0,00 \text{ kg/cm}^2 \\ \phi &= 23^\circ-28^\circ \end{aligned}$$

La presenza di livelli a granulometria variabile con infiltrazioni umide suggerisce di effettuare le verifiche in condizioni non drenate e saturate per maggiore sicurezza.

Per la presenza di importanti spessori di materiale argilloso debolmente consolidato, laddove questi vengono riscontrati, per ovviare alle problematiche di stabilità che i sostegni potrebbero incontrare nel tempo per via del materiale argilloso poco o nulla consolidato, è consigliabile l'utilizzo di sistemi fissi in luogo dei tracker.

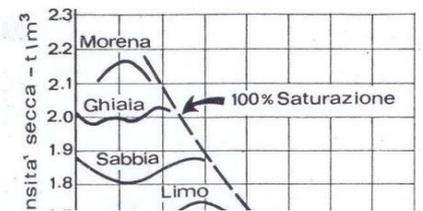


Figura 23 - Curva di compattazione da prove di laboratorio in terreni incoerenti

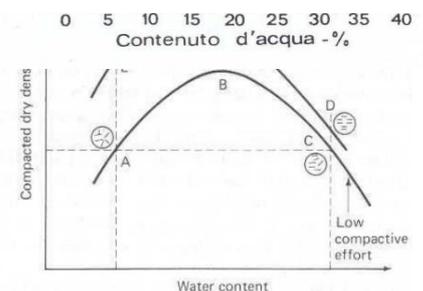


Figura 24 - Curva di compattazione da prove di laboratorio in terreni coerenti

La variazione di regime idraulico sarà imputata alla sistemazione e colmata dei bacini e delle depressioni presenti, nonché la conseguente ridefinizione della rete di drenaggio delle acque superficiali. **Al fine di garantire il corretto smaltimento delle acque superficiali afferenti a quest'area, in fase di progettazione esecutiva, verrà predisposto un piano di regimazione delle acque superficiali il cui bilancio idraulico, riferito al recettore finale, rispetterà il criterio dell'invarianza idraulica richiamato all'art.47 delle NTA PAI.**

La realizzazione del cavidotto, che per la maggior parte si sviluppa lungo un percorso aereo, prevede l'esecuzione di uno scavo temporaneo che verrà ricoperto subito dopo il posizionamento degli strati di allettamento, la stesura del cavo e i relativi rinfianchi. Verrà eseguito per porzioni pertanto non esiste la possibilità della permanenza di scavi aperti per lungo tempo, garantendo di fatto, il mantenimento delle condizioni di stabilità ex ante ed ex post.

I movimenti terra previsti sono sostanzialmente tutti riferibili ad apporto di materiale finalizzato alla colmata di bacini e depressioni e alla realizzazione delle fondazioni dei tralicci della nuova linea AT, pertanto non si evidenziano fattori potenziali tali da ingenerare fenomeni di instabilità. Il materiale di colmata verrà steso e rullato/compattato secondo i criteri di buona regola d'arte al fine di conferire la giusta stabilità per i carichi previsti per la durata dell'impianto.

La connessione della linea di MT alla cabina elettrica avverrà mediante cavo interrato mentre dalla cabina alla linea AT il trasporto dell'energia avviene con cavi sospesi sostenuti da tralicci. Questi, per questo tratto, saranno di nuova realizzazione. La profondità di posa delle fondazioni dei tralicci sulla base delle specifiche tecniche si attesta intorno a i 2m. il substrato di appoggio sarà verosimilmente costituito da depositi alluvionali terrazzati e in misura minore da depositi alluvionali recenti.

In fase esecutiva verranno realizzati opportuni sondaggi o pozzetti stratigrafici a conferma di quanto finora affermato e funzionali al prelievo di campioni per la caratterizzazione geotecnica dei materiali in laboratorio.

15. VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI DEL PIANO SULLE COMPONENTI AMBIENTALI SUOLO, SOTTOSUOLO E ACQUE

Lo studio delle componenti ambientali abiotiche ha permesso di definire lo stato attuale dell'area interessata dall'intervento. Le valutazioni degli impatti sulle componenti sono state definite verificando le stesse nelle varie fasi lavorative e nel complesso, pertanto di seguito vengono analizzate le singole componenti in relazione agli steps di sviluppo dell'intervento.

MATRICE IMPATTI - fase di cantiere

GEOLOGIA

Modifica assetto idro-geomorfologico:

senza mitigazione: tutte le lavorazioni in fase di realizzazione che comprendono realizzazione di aree di stoccaggio temporaneo del materiale scavato o fornito per le colmate e per le opere di fondazione, comportano modifiche talora temporanee all'assetto idro-geomorfologico con impatto da moderato a compatibile.

con mitigazione: le opere o le azioni di mitigazione su tali impatti consistono in un'accurata gestione del cantiere delle aree connesse, nel prevedere opere provvisorie di controllo dell'equilibrio idro-geomorfologico anche in relazione ad occupazioni temporanee di aree o la realizzazione di lavorazioni specifiche.

SUOLI

Compattazione del substrato:

senza mitigazione: in generale gli impatti su tale aspetto della componente suolo vengono riconosciuti nelle lavorazioni di realizzazione delle opere fondanti e nella realizzazione della viabilità di impianto e nella produzione di inerti intendendo a questi connesso il deposito temporaneo. L'impatto è stimato come compatibile. Per le altre lavorazioni si ritiene tale impatto non significativo.

con mitigazione: non sono previste specifiche misure di mitigazione, l'impatto rimane inalterato tuttavia sempre compatibile. Esso si riduce solo per le attività di produzione degli inerti in ragione della temporaneità dei depositi di stoccaggio.

Asportazione di suolo:

senza mitigazione: su tale aspetto della componente suolo, le attività connesse alla realizzazione del piano o di eventuali piste producono impatto da moderato a compatibile in quanto la realizzazione delle opere, comporta una effettiva asportazione di terreno.

con mitigazione: le opere di mitigazione previste e che permettono la riduzione degli impatti descritti consistono nella conservazione e riutilizzo del materiale asportato in aree prossime a quelle di prelievo e/o alte affini carenti in tale componente. L'impatto si riduce a compatibile o non significativo.

Perdita di substrato protettivo:

senza mitigazione: analogamente a quanto espresso per l'aspetto precedente, le attività connesse alla realizzazione del piano producono impatto da moderato a compatibile in quanto l'esecuzione delle opere, comporta una effettiva perdita di substrato protettivo.

con mitigazione: le opere di mitigazione previste e che permettono la riduzione degli impatti descritti consistono nella conservazione e riutilizzo del materiale asportato in aree prossime a quelle di asportazione e/o altre affini carenti in tale componente. L'impatto si riduce a compatibile a non significativo.

ACQUE

Acque sotterranee:

senza mitigazione: la presenza di deboli coltri superficiali, di spessore variabile può determinare la possibilità, sostanzialmente nei periodi piovosi, che si formino locali circolazioni sub sotterranee. Gli impatti dei lavori di realizzazione delle opere sono dovuti principalmente alle possibili locali interruzioni e/o deviazioni di tali deflussi. L'impatto è stimato come moderato o non significativo in ragione della tipologia d'opera per lavori di scavo e realizzazione delle fondazioni.

con mitigazione: In fase di realizzazione, tali impatti possono ridursi definendo una rete di cattura e smaltimento delle acque che garantisca la precedente continuità parzialmente o localmente interrotta dalla realizzazione dell'opera. L'impatto diviene non significativo.

Acque superficiali:

senza mitigazione: il progetto prevede il riassetto e la regimazione delle acque superficiali in virtù della colmata di bacini e depressioni presenti. L'impatto è stimato come compatibile nel caso di realizzazione di strade. Diviene moderato per lavori di scavo e colmata, realizzazione delle fondazioni e per la produzione di inerti a cui sono connessi depositi temporanei di materiale scavato.

con mitigazione: In fase di realizzazione tali impatti possono ridursi definendo una rete di cattura e smaltimento delle acque che garantisca la precedente continuità parzialmente o localmente interrotta dall'opera. L'impatto diviene non significativo o compatibile.

MATRICE IMPATTI – fase di esercizio

Sostanzialmente in fase di esercizio, non si individuano impatti significativi sulle componenti geologia, suolo e acque salvo che per alcuni aspetti legati alla corretta gestione delle opere di mitigazione previste in fase di realizzazione e connesse sostanzialmente alla gestione delle acque superficiali e sub sotterranee.

16. CARATTERIZZAZIONE DELLE TERRE E DELLE ROCCE DA SCAVO

Il DPR n. 120 del 13/06/2017 stabilisce la nuova disciplina sulla gestione delle terre e rocce da scavo ed è in vigore dal 22/08/2017.

Il regolamento riunisce in un unico testo le regole sul riutilizzo delle terre e rocce da scavo come sottoprodotti abrogando sia il DM 161/2012 sia l'art. 41bis del D.L. 69/2013 convertito in L. 98/2013.

Regolamenta inoltre l'utilizzo nel sito di produzione delle terre e rocce da scavo escluse dalla disciplina dei rifiuti (art. 185 c.1, lett. c) e le terre e rocce provenienti dai siti oggetto di bonifica e introduce infine un apposito regime per il deposito temporaneo delle terre e rocce da scavo qualificate come rifiuti.

L'art. 4 del DPR 120/2017 stabilisce i requisiti generali affinché le terre e rocce da scavo possano essere sottoposte al regime dei sottoprodotti. Si rimanda quindi alla normativa vigente in merito alla caratterizzazione dei materiali ed eventuale redazione di un Piano di Utilizzo delle Terre e Rocce da scavo.

Per tutti i cantieri con produzione di TRS da riutilizzare inferiori a 6.000 m³ (Capo III), compresi quelli che riguardano opere sottoposte a VIA o ad AIA, e per i siti di grandi dimensioni, superiori a 6000 m³, non sottoposti a VIA o AIA (Capo IV) è prevista una procedura semplificata, simile a quella dell'articolo 41 bis del Decreto Legge n. 69/2013, attraverso autocertificazione. Il DPR 120/2017 prevede infatti che il proponente o il produttore attesti il rispetto dei requisiti di cui all'articolo 4 (classificazione delle TRS come sottoprodotti e non rifiuti) mediante una autocertificazione (dichiarazione sostitutiva di atto di notorietà, ai sensi del DPR 445/2000) da presentare all'ARPA territorialmente competente e al Comune del luogo di produzione (all'Autorità competente nel caso di cantieri di grandi dimensioni) utilizzando i moduli previsti dagli Allegati 6-7-8 del DPR.

Il "Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo" del 2017, in attuazione dell'articolo 184-bis del decreto legislativo 3 aprile 2006 n. 152, stabilisce i requisiti generali da soddisfare affinché le terre e rocce da scavo generate in cantieri di piccole dimensioni, in cantieri di grandi dimensioni e in cantieri di grandi dimensioni non sottoposti a VIA e AIA, siano qualificati come sottoprodotti e non come rifiuti, nonché le disposizioni comuni ad esse applicabili

16.1. PIANO DI RIUTILIZZO DELLE TERRE E ROCCE PROVENIENTI DALLO SCAVO E DA ESEGUIRE IN FASE DI PROGETTAZIONE ESECUTIVA E COMUNQUE PRIMA DELL'INIZIO DEI LAVORI

16.1.1. MATERIALE RIUTILIZZATO IN SITO

L'attuale quadro normativo include nel processo di gestione come sottoprodotti quelle terre da scavo non contaminate che vengono riutilizzate allo stato naturale, nell'ambito dei lavori di costruzione, direttamente nel luogo dove sono state generate.

Infatti, con il 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, sono state adottate le disposizioni di riordino e di semplificazione della disciplina inerente la gestione delle terre e rocce da scavo, con particolare riferimento:

a) alla gestione delle terre e rocce da scavo qualificate come sottoprodotti, ai sensi dell'articolo 184-bis, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, provenienti da cantieri di piccole dimensioni, di grandi dimensioni e di grandi dimensioni non assoggettati a VIA o ad AIA, compresi quelli finalizzati alla costruzione o alla manutenzione di reti ed infrastrutture;

b) alla disciplina del deposito temporaneo delle terre e rocce da scavo qualificate rifiuti;

c) all'utilizzo nel sito di produzione delle terre e rocce da scavo escluse dalla disciplina dei rifiuti;

d) alla gestione delle terre e rocce da scavo nei siti oggetto di bonifica.

Relativamente al progetto in esame, dunque, il Regolamento si applica nelle seguenti circostanze:

- per il terreno vegetale rimosso tramite scotico dalle aree di cantiere e dalla viabilità in progetto, il quale sarà accantonato in specifiche porzioni delle stesse al fine di essere riportato a fine lavori;

- per le terre scavate nell'ambito dei lavori di posa del cavidotto di connessione che vengono accantonate a fianco della medesima opera e quindi impiegate per la copertura od il ripristino dell'area.

Le caratteristiche delle terre da impiegare per il ripristino delle aree occupate da cantieri, piste di cantiere, aree di stoccaggio ed altre aree funzionali ai lavori di costruzione, dipendono dalla destinazione d'uso finale delle stesse aree.

In generale si prevede comunque il riutilizzo di terre da scavo e proveniente dallo scotico superficiale, da adoperare per rinterri e riempimenti e copertura vegetale (spessore di suolo derivante dallo scotico).

16.2. PIANO DI RIUTILIZZO: CRITERI GENERALI

Le terre e rocce da scavo sono utilizzabili per reinterri, riempimenti, rimodellazioni, miglioramenti fondiari o viari oppure per altre forme di ripristini e miglioramenti ambientali, per rilevati, per sottofondi e, nel corso di processi di produzione industriale, in sostituzione dei materiali di cava:

- se la concentrazione di inquinanti rientra nei limiti di cui alla colonna A della Tabella 1, Allegato 5, al Titolo V, della Parte IV, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, in qualsiasi sito a prescindere dalla sua destinazione;

- se la concentrazione di inquinanti è compresa fra i limiti di cui alle colonne A e B, in siti a destinazione produttiva (commerciale e industriale).

Pertanto, il Piano di Riutilizzo, da predisporre in **fase di progettazione esecutiva** e comunque **prima dell'inizio dei lavori** sarà redatto ai sensi dell'allegato 5 del DPR 120/2017

Dott.ssa Geol. Cosima Atzori

ORDINE DEI GEOLOGI DELLA SARDEGNA - Sezione A n°656