



PROGETTO DI COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN  
IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO DELLA POTENZA DI  
10,162 MW<sub>P</sub> DA REALIZZARSI NEL COMUNE DI MILIS  
(OR), CON LE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE  
ELETTRICHE  
DENOMINATO “PILINGRINUS”

RELAZIONE GEOLOGICA

Rev. 0.0

Data: Giugno 2022

PV029.REL017

Committente:

**Ecosardinia 4 S.r.l.**  
via Manzoni, 30  
20121 MILANO  
C. F. e P. IVA: 11117490968  
PEC: ecosardinia4srl@legalmail.it

Incaricato:

**Queequeg Renewables, ltd**  
Unit 3.21, 1110 Great West Road  
TW80GP London (UK)  
Company number: 111780524  
email: [mail@quenter.co.uk](mailto:mail@quenter.co.uk)





## SOMMARIO

<i>Introduzione</i> .....	3
RIFERIMENTI NORMATIVI.....	4
1. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO.....	5
2. ELEMENTI CLIMATICI .....	8
3. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO .....	12
4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO .....	14
5. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO .....	17
6. CONSIDERAZIONI SUL MODELLO GEOLOGICO .....	19
7. INDAGINI GEOLOGICHE IN SITO.....	23
8. ANALISI DELLE AZIONI SISMICHE .....	29
CONCLUSIONI.....	33

## *Introduzione*

La presente relazione è stata commissionata da “Queequeg Renewables Lt” allo scopo di verificare le condizioni geologiche dell’area interessata dal progetto di un impianto per la produzione di energia fotovoltaica nel Comune di Milis in località “Pilingrinus”.

La relazione geologica comprende la ricostruzione del modello geologico del sito, orientato alla definizione dei caratteri stratigrafici, litologici, strutturali, idrogeologici, geomorfologici e, più in generale, alla fattibilità geologica.

Nel corso dello studio geologico si è compiuto un rilevamento di campagna dell’area direttamente interessata dall’intervento e delle zone adiacenti, per un’estensione sufficientemente ampia, al fine di caratterizzare le formazioni geologiche presenti, i limiti stratigrafici e tettonici nonché i processi geomorfologici antichi e recenti.

E’ stata eseguita inoltre una prova HVSR (Nakamura) finalizzata alla valutazione del rapporto H/V.

Lo studio è stato condotto avvalendosi di informazioni provenienti dalla bibliografia e dalla cartografia geologica esistente, di dati d’archivio relativi a numerosi studi già precedentemente svolti dallo scrivente nel medesimo contesto geologico nonché di quanto emerso ad un attento rilievo dei luoghi. Ciò ha consentito di effettuare una caratterizzazione geologica dell’area, definendone l’assetto morfologico, i dissesti potenziali, la circolazione idrica superficiale e sotterranea.

## RIFERIMENTI NORMATIVI

La redazione della suddetta relazione è stata realizzata secondo i principali riferimenti normativi:

Normative e raccomandazioni:

- **D.M. 11 marzo 1988.**
- **Norme Tecniche per le Costruzioni”** D.M. 17.01.2018.
- **Circolare LL.PP. 617 – 2009.**
- **Eurocodice 7** Progettazione geotecnica – Parte 1: Regole generali.
- **Eurocodice 8** Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture - Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici.
- **Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.** Istruzioni per l'applicazione delle “Norme tecniche per le costruzioni” di cui al D.M. 14/01/2008. Circolare 2 febbraio 2009.
- **Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.** Pericolosità sismica e Criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale. Allegato al voto n. 36 del 27/07/2007 e succ.mod.
- **Decreto Legislativo 03/04/2006**, n. 152 "Norme in materia ambientale" e succ.mod., D.M. Ambiente 10/08/2012, n. 161 (Terre e Rocce da Scavo).
- **O.P.C.M. n. 3274/2003** e succ.mod. (classificazione sismica territorio).

# 1. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

L' area oggetto di studio relativa al progetto per la realizzazione di una centrale fotovoltaica da realizzarsi nel comune di Milis ricade:



Fig. 1 Limiti amministrativi Provincia di Oristano  
In rosso Comune di Milis

Regione:	Sardegna
Provincia:	Oristano
Comune:	Milis

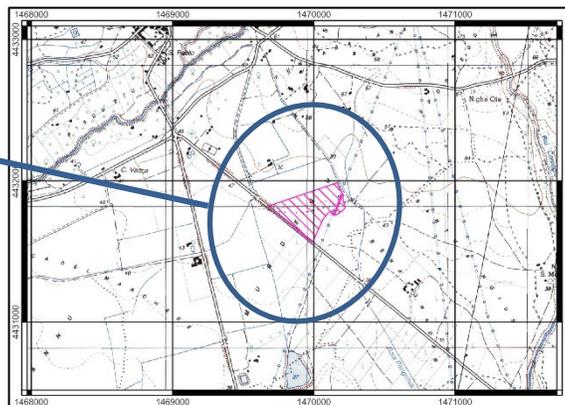


Fig. 2 Stralcio I.G.M. Foglio 514 Sez. II "San Vero Milis (1:25.000)

## QUADRI D'UNIONE

CARTA	FOGLIO	SEZIONE	SCALA
I.G.M	514	II - SAN VERO MILIS	1:25.000
C.T.R.	514	160 -	1:10.000

### Sezioni 1:25.000

IV	I
III	II

514

### SEZIONI 1:10.000

010	020	030	040
050	060	070	080
090	100	110	120
130	140	150	160

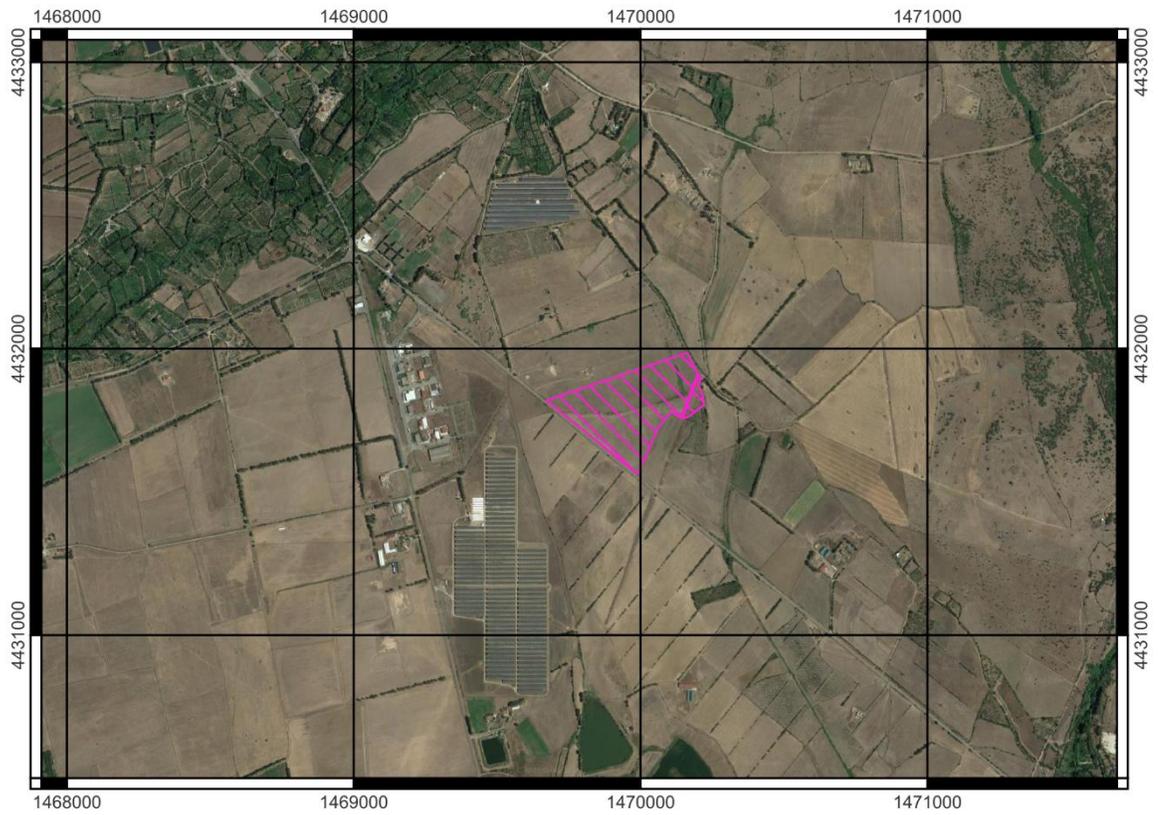


Fig. 3 - Immagine satellitare. Area interessata dall'impianto fotovoltaico

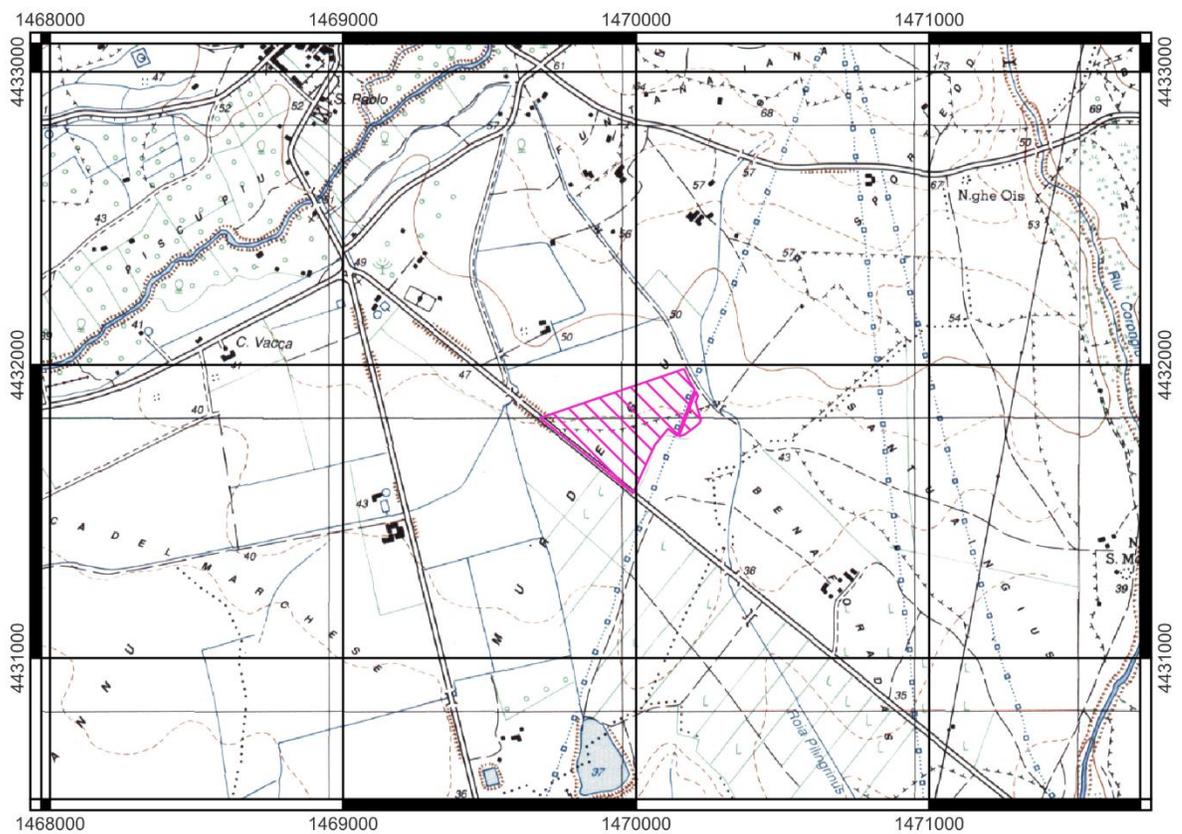
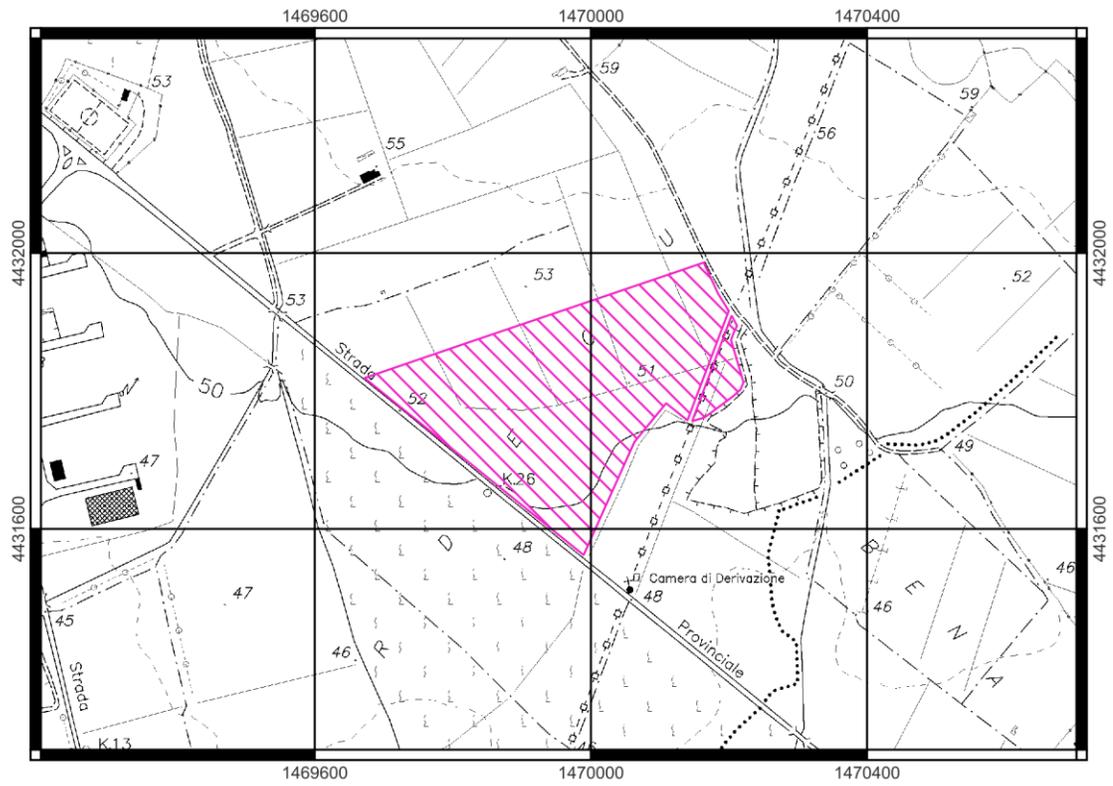


Fig. 4 - Stralcio I.G.M Foglio 514 Sez. II – SAN VERO MILIS (1:25000)



*Fig. 5 - Stralcio C.T.R. Foglio 514 160*

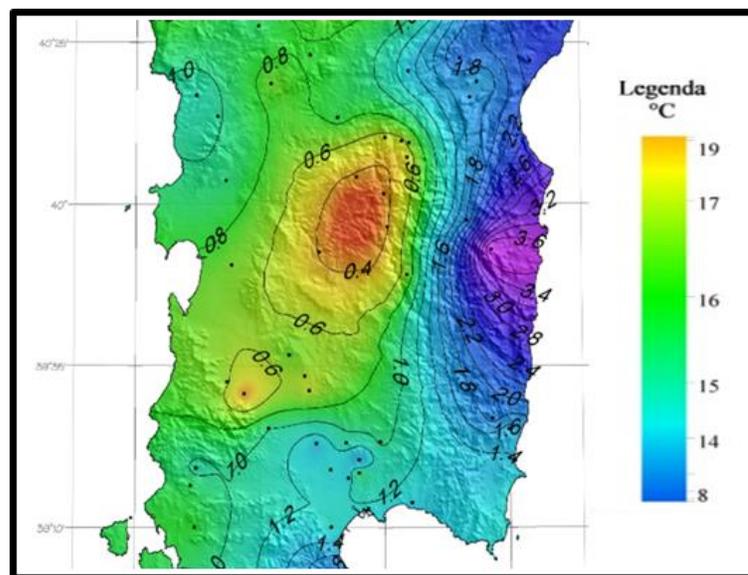


*Foto 1 Area interessata dall'Impianto fotovoltaico*

## 2. ELEMENTI CLIMATICI

Il clima della Sardegna viene generalmente classificato come “Mediterraneo”, caratterizzato da inverni miti e relativamente piovosi ed estati secche e calde. Da un punto di vista più generale, il clima Mediterraneo può essere considerato come una fascia dove le stagioni sono definite in accordo alla quantità di pioggia, e le stagioni sono caratterizzate dalle variazioni di temperatura. Di conseguenza si ha a che fare con grandi variazioni interstagionali di precipitazione accompagnate da variazioni di temperatura, senza che però le une e le altre raggiungano i valori estremi tipici delle due aree climatiche (Servizio Agrometeorologico Regionale per la Sardegna SAR).

Nelle tabelle sottostanti sono rappresentati i valori delle temperature medie mensili, delle stazioni di riferimento: Capo Frasca (1963-2003) e Santa Giusta (1951-2003), e delle precipitazioni medie annue delle stazioni riferite a Riola Sardo (1921-2004) e Santa Giusta (1921-2004). Dai dati riportati nella tabella 1, riguardanti le temperature medie periodiche, emerge come i mesi più caldi dell'anno siano quelli di Luglio e Agosto, mentre i mesi con la temperatura media più bassa sono Gennaio e Febbraio. L'accentuata escursione termica tra il mese più caldo e quello più freddo e tra la stagione estiva e quella invernale rimarca la netta bi-stagionalità climatica, altra tipicità del clima mediterraneo.



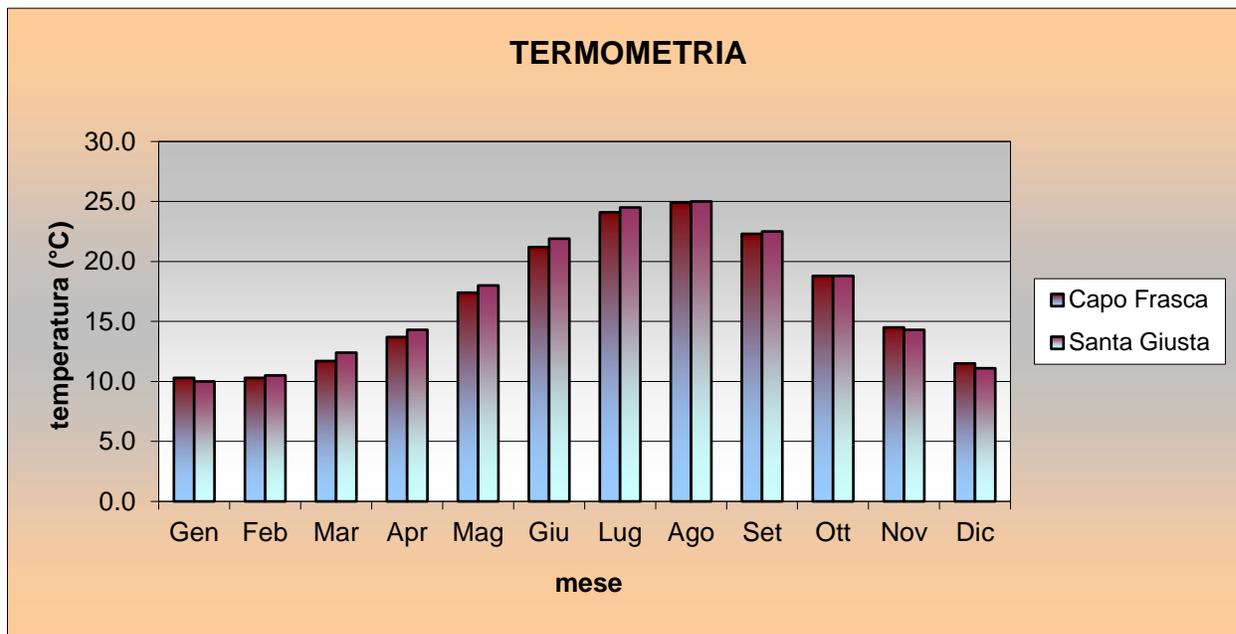
*Fig.6 Temperature medie (1934 – 2004)*

In linea generale l'analisi delle variazioni delle medie mensili di temperatura e di precipitazione permette di individuare due stagioni climatiche tipiche delle regioni mediterranee: stagioni piovose da Ottobre ad Aprile e secche da Maggio a Settembre.

Le temperature medie risultano sostanzialmente costanti nel periodo estivo Luglio – Agosto e nel periodo invernale Dicembre - Febbraio.

Mesi	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Media /anno
<b>Capo Frasca</b>	10.3	10.3	11.7	13.7	17.4	21.2	24.1	24.9	22.3	18.8	14.5	11.5	<b>16.7</b>
<b>Santa Giusta</b>	10.0	10.5	12.4	14.3	18.0	21.9	24.5	25.0	22.5	18.8	14.3	11,1	<b>16.9</b>

Tab. 1 – Dati relativi alle temperature medie nell’arco di 40 anni per la stazione di Capo Frasca e 52 anni per Santa Giusta



Le precipitazioni invece hanno un massimo cumulato nei mesi di Novembre e Dicembre, mentre Luglio ed Agosto risultano i mesi più secchi. Dai parametri pluviometrici delle stazioni di riferimento di Riola Sardo e Santa Giusta riferiti al periodo che va dal 1921 al 2004 (dati ufficiali SISS), e dall’analisi di questi, emerge che i mesi più piovosi sono Ottobre, Novembre e Dicembre; i mesi più aridi Giugno, Luglio e Agosto. Nella tabella sottostante sono rappresentati i valori delle precipitazioni medie mensili, stagionali e annuali dei due comuni.

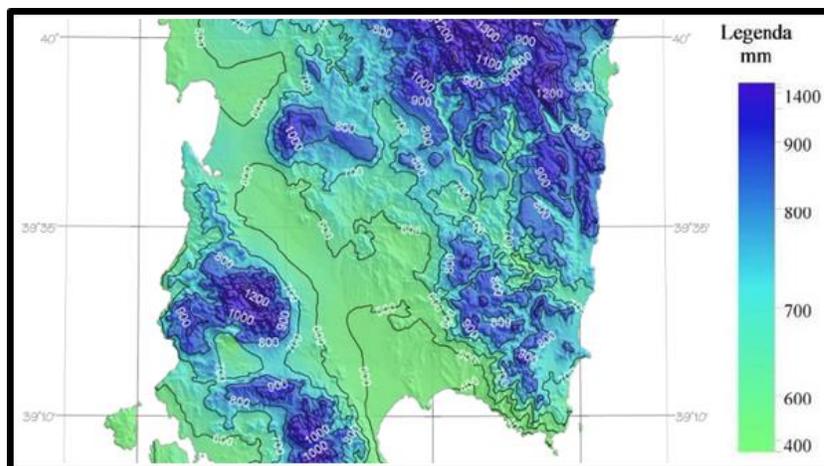
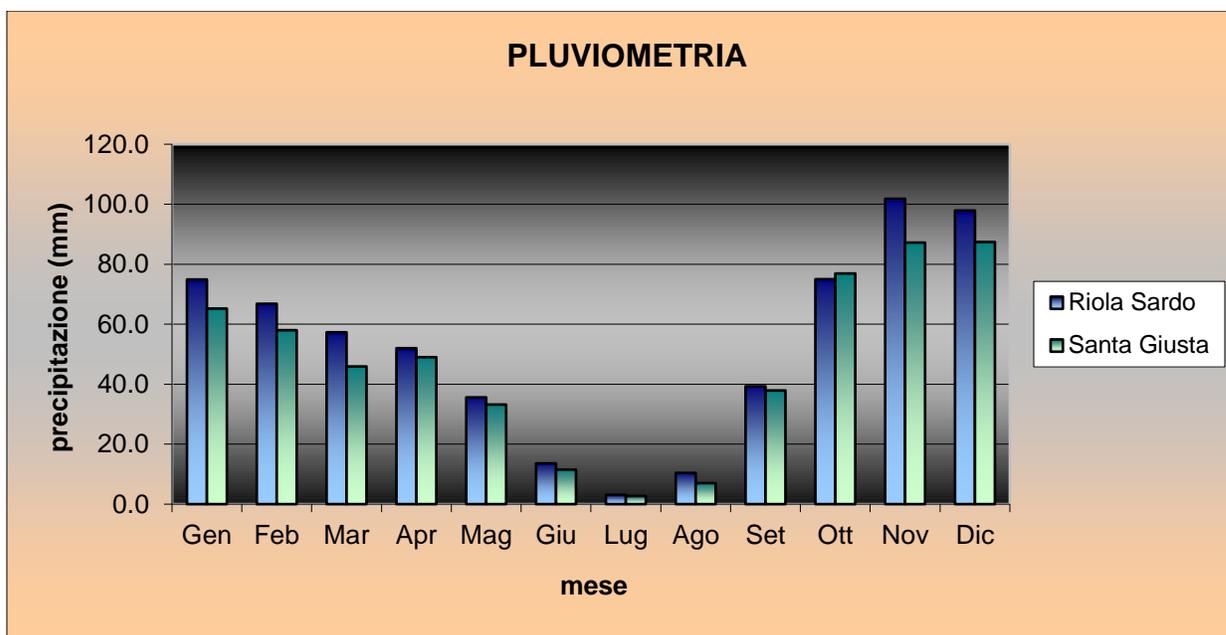


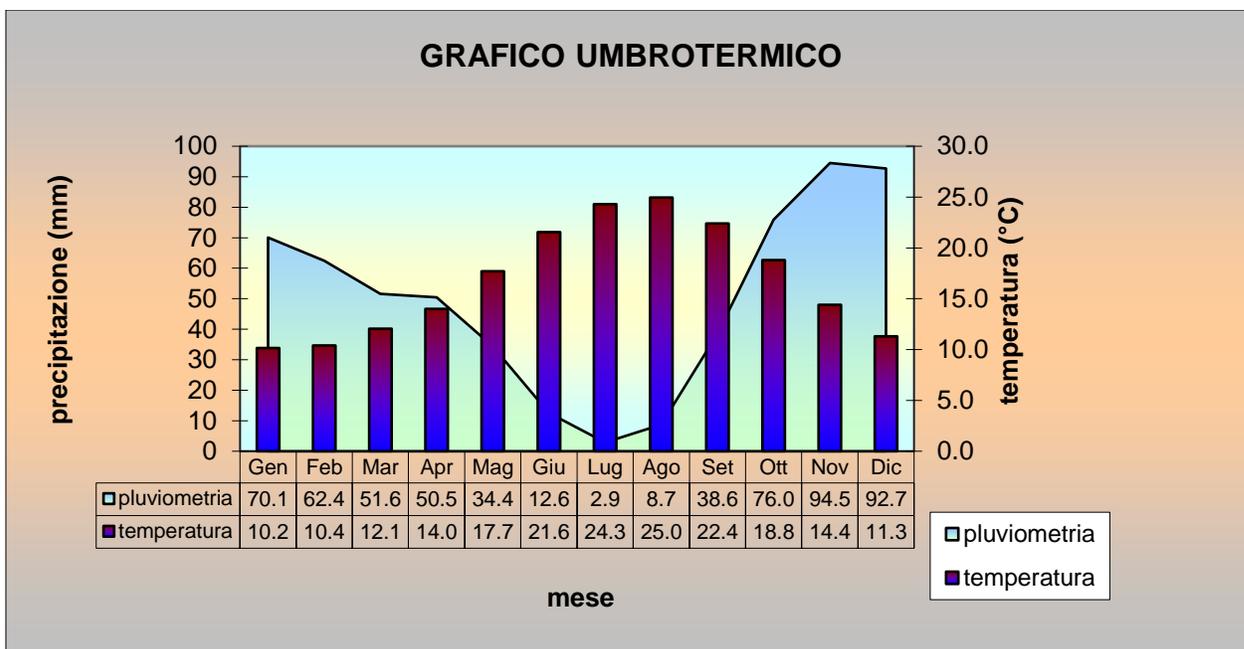
Fig. 7 Precipitazioni medie (1934-2004)

Nei seguenti grafici vengono riportati i valori medi mensili delle precipitazioni espressi in millimetri di pioggia nell'intervallo considerato ed i valori medi mensili delle temperature relativi all'area in esame.

Mesi	Gen.	Feb.	Mar.	Apr.	Mag.	Giu.	Lug.	Ago.	Sett.	Ott.	Nov.	Dic	Totale /anno
<b>Riola Sardo</b>	74.9	66.8	57.3	52.0	35.6	13.6	3.1	10.4	39.3	75.0	101.8	97.9	<b>627.7</b>
<b>Santa Giusta</b>	65.2	58.0	45.9	49.0	33.2	11.5	2.7	7.0	37.9	76.9	87.2	87.4	<b>591.9</b>

Tab. 2 – Dati relativi alle precipitazioni medie nell'arco di 83 anni





Il grafico rappresenta la media mensile delle temperature (°C) e delle precipitazioni (mm), dall'intersezione della linea sulle colonne è possibile individuare la stagione arida. In questo grafico la stagione arida va da giugno ad agosto, quando ad elevata temperatura media (23.7°C) si associa una scarsa piovosità (8.0 mm).

Il valore medio annuo delle temperature rilevate nelle stazioni di "Capo Frasca e Santa Giusta" è di 16,8°; le temperature medie stagionali espresse nel periodo di osservazione sono le seguenti:

INVERNO	PRIMAVERA	ESTATE	AUTUNNO
10,6°	14,6°	23,6°	18,5°

Il valore medio annuo delle precipitazioni rilevate nelle stazioni di "Riola Sardo e Santa Giusta" è di 594,8 mm; le precipitazioni medie stagionali espresse in mm nel periodo di osservazione sono le seguenti:

INVERNO	PRIMAVERA	ESTATE	AUTUNNO
225,1 (mm)	136,5 (mm)	24,2 (mm)	209,1 (mm)

### 3. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

Il riconoscimento delle forme e dei processi geomorfologici, si basa essenzialmente sulla fotointerpretazione delle ortofoto digitali e delle immagini da satellite appoggiate sul modello altimetrico del terreno e sul rilievo diretto.

L'area in esame ricade in una zona a morfologia pianeggiante ad una quota media 50 metri sul livello del mare ed è collocata nel sistema di pianura che orla la sponda orientale della fossa tettonica del Campidano.

La zona in esame è stata caratterizzata nelle ere passate da un'intensa attività erosiva ad opera del ruscellamento superficiale, legata al sollevamento della serie terziaria di cui sono costituite le colline che la circondano, determinando, a seconda della tipologia litologica dei terreni una differente morfologia della zona stessa.

La morfologia del settore risulta influenzata dalla tettonica oligo-miocenica e dalle formazioni geologiche affioranti.

Gli eventi geologici responsabili dell'attuale assetto geo-strutturale 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". L'apertura della fossa tettonica, che si sviluppava dal Golfo dell'Asinara al Golfo di Cagliari, con una larghezza di circa 40 km, fu seguita da un'intensa attività vulcanica sintettonica, che portò al parziale riempimento della stessa, come testimoniano le estese coperture vulcaniche della Planargia, del Bosano, del vicino Montiferru.

L'area in oggetto risulta situata all'interno della cosiddetta Fossa Sarda, un'area bordata da colline dolci e versanti debolmente acclivi e nell'area esterna dagli affioramenti vulcanici. Il profilo morfologico dominante nell'area in esame è quello di una piana alluvionale interrotta da modesti rilievi a deboli pendenze.

Il paesaggio che si denota è pertanto quello tipico di pianura caratterizzato dalla presenza di depositi quaternari costituiti da materiale di origine vulcanica proveniente dal rimaneggiamento e trasporto dei basalti e dagli apporti terrigeni. Le pendenze sono molto basse e pertanto i processi erosivi sono pressoché nulli. In questa areale pendenze risultano spesso inferiori al 10%. Nell'area si individuano le forme tipiche della morfologia fluviale dovute al dilavamento della copertura detritica colluviale ed eluviale.

I caratteri geomorfologici dell'area sono in stretta dipendenza delle litologie del substrato in essa affioranti e delle strutture tettoniche che la caratterizzano.

L'azione erosiva delle acque, legata soprattutto alla sua capacità di soluzione sui depositi argillosi, ha determinato in modesti tratti, superfici irregolari con strutture di erosione minori quali solchi.

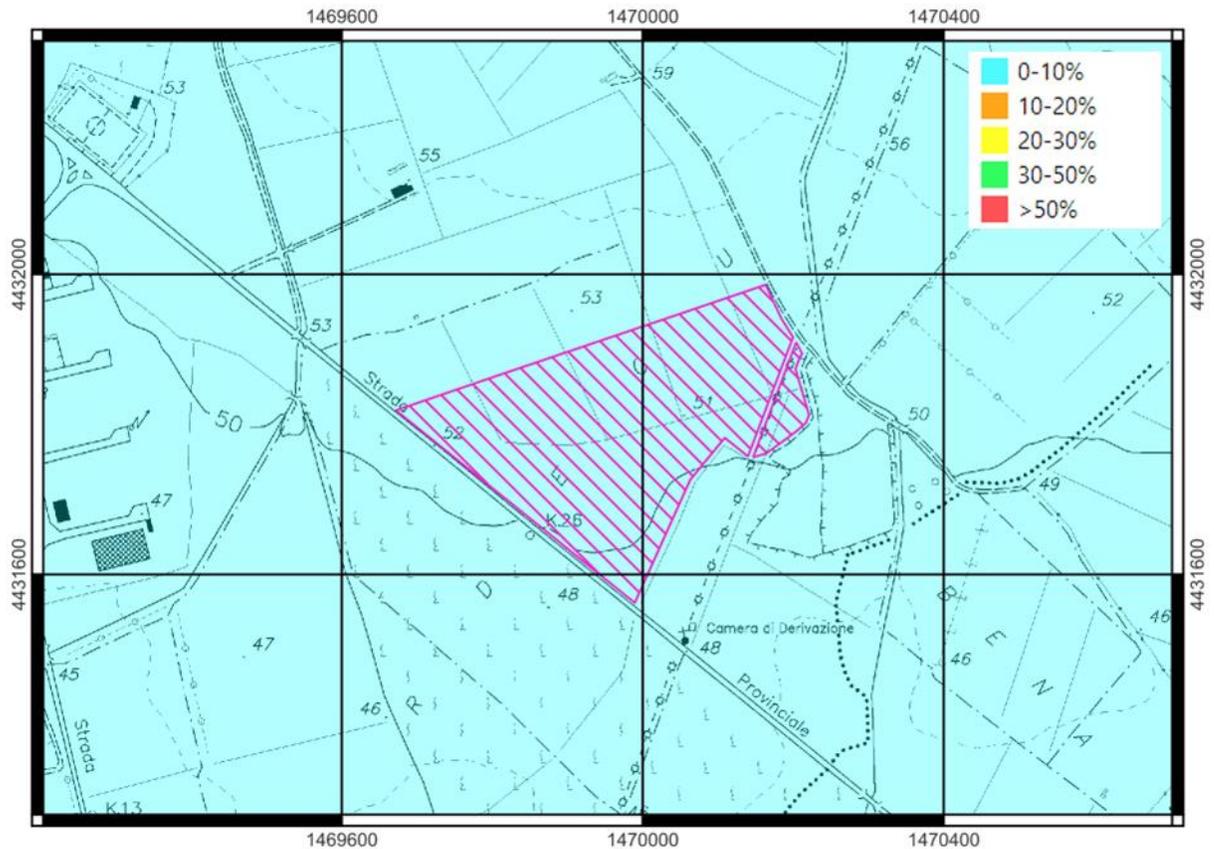


Fig. 8 - Carta Altimetrica

L'area interessata dall'impianto è pianeggiante essendo caratterizzata da pendenze del 0-10%. Il reticolo idrografico appare ben sviluppato; ricade nel bacino idrografico del Tirso e in prossimità del sito è presente un corso d'acqua a carattere stagionale "Roia fontana iana" che diventa il "Roia pilingrinus" andando verso la costa.

#### 4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

L'area in esame localizzata nella parte centrale della Sardegna ricade nella regione del Campidano di Oristano costituita prevalentemente da depositi quaternari di origine alluvionale sovrastanti il basamento basaltico. Gli eventi geologici responsabili dell'attuale assetto geostrutturale del settore in esame si possono ricondurre all'era Terziaria, in particolare durante l'Oligocene medio, quando, si ebbe la rototraslazione del blocco sardo-corso e l'apertura del rift sardo, con la suddivisione del basamento cristallino paleozoico in due horst.

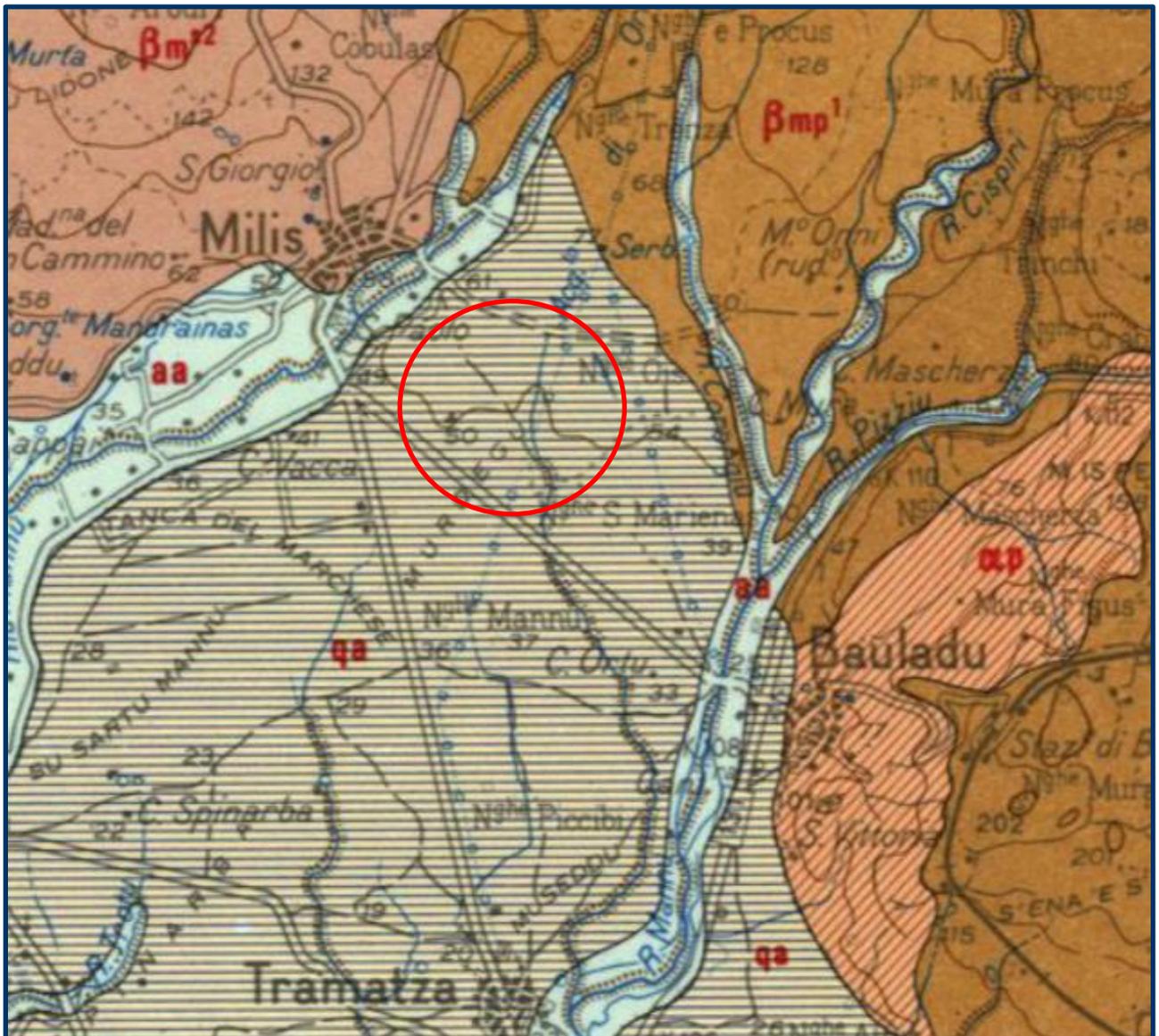
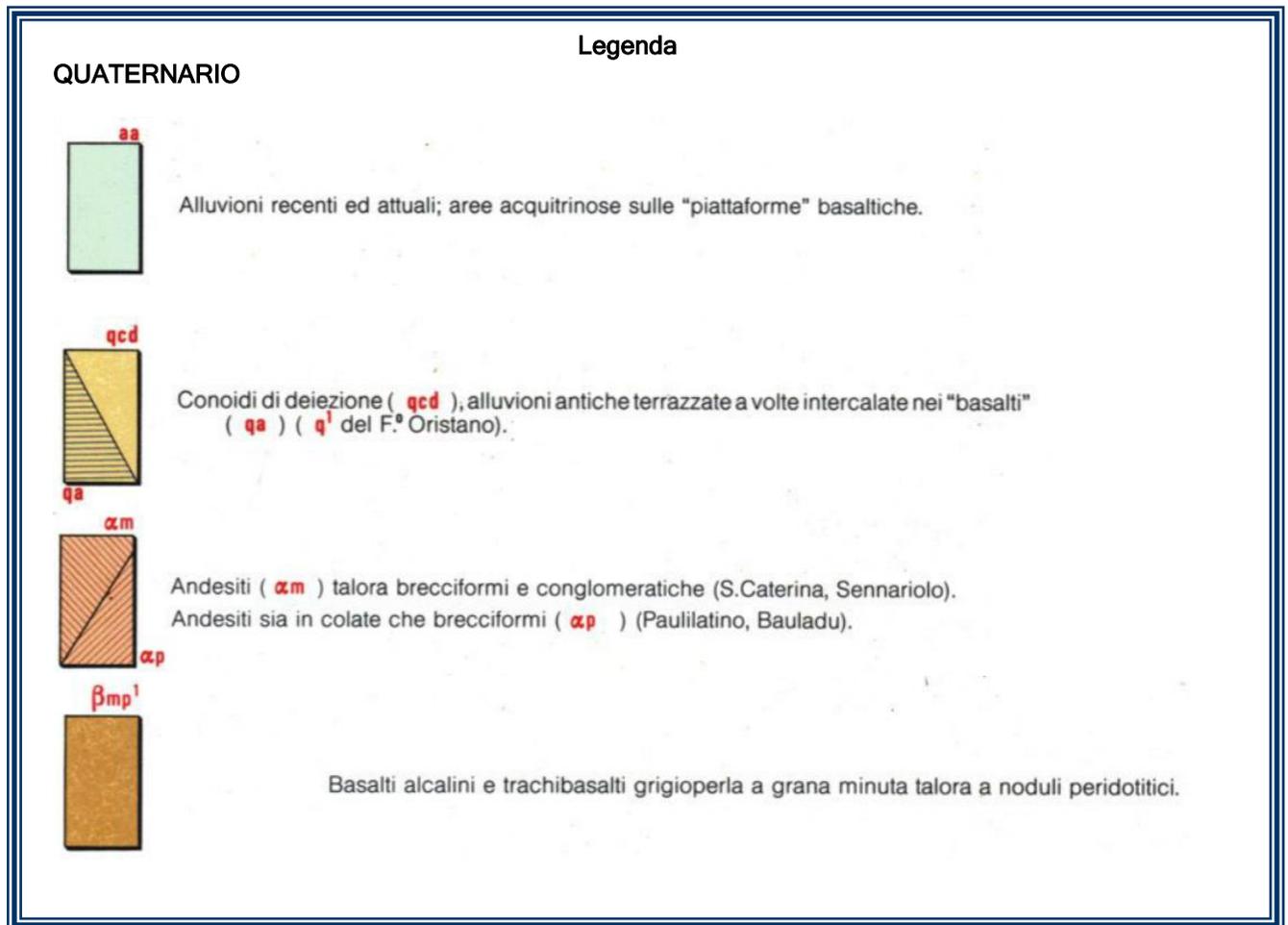


Fig. 9 - Carta GEOLOGICA 1:100.000 Foglio 217 Oristano



### **Geologia di dettaglio**

Da un punto di vista geologico i terreni affioranti nell'area in studio sono costituiti prevalentemente da depositi quaternari, costituiti dalle alluvioni terrazzate.

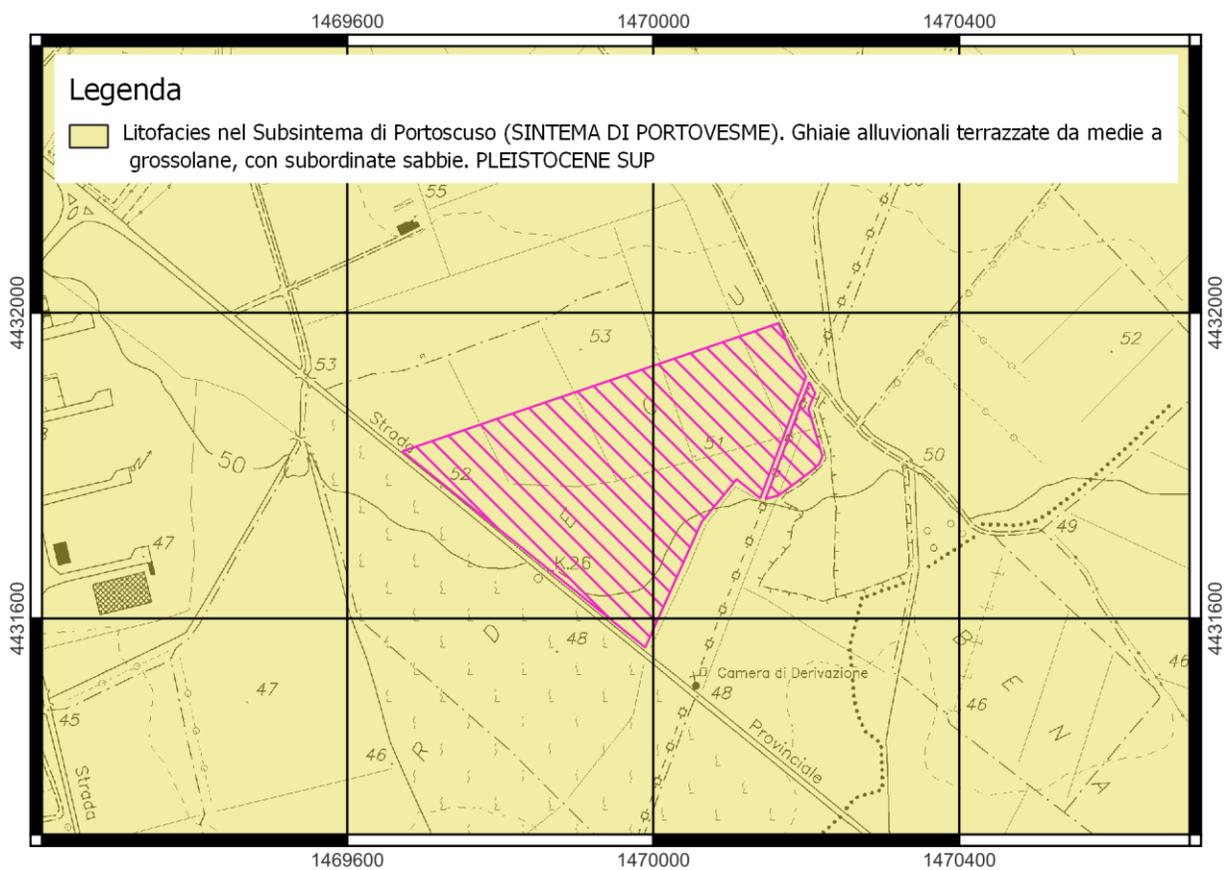


Fig. 10 – Dettaglio carta geologica

### *Litofacies Subsistema di Portoscuso - Depositi alluvionali terrazzati*

I depositi alluvionali terrazzati sono presenti nelle piane di esondazione dei corsi d'acqua che costituiscono l'idrografia del territorio, alcuni dei quali attualmente inattivi. Si tratta di depositi costituiti da materiali eterometrici e poligenici in coltri di media potenza. Il grado di cementazione e di ferrettizzazione è inferiore a quello delle alluvioni antiche da cui si distinguono per la colorazione rossiccia meno intensa. Generalmente hanno una tessitura da sabbiosa franca a franco sabbiosa, buona permeabilità, un contenuto in scheletro clastico variabile, costituito da ciottoli di dimensioni centimetriche, spigoli vivi, immersi in una matrice prevalentemente limoso-sabbiosa, un colore da giallo scuro a beige. Le alluvioni vengono periodicamente reincise portando alla formazione di terrazzi di altezza decimetrica.

## 5. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

L'area ricade all'interno del bacino idrografico del Riu di Mare Foghe, che prende il nome dal fiume principale che attraversa la piana, si estende nell'entroterra per circa 532 kmq; è caratterizzato da un'intensa idrografia dovuta alle varie tipologie rocciose attraversate, e si sviluppa dalla catena montuosa del Monti Ferru fino allo stagno di Cabras. che domina e caratterizza tutto l'assetto idrologico ed idraulico del settore.

Per definire i caratteri idrogeologici del territorio sono stati analizzati gli aspetti riguardanti l'idrografia superficiale, sono stati descritti i caratteri idraulici delle formazioni rocciose presenti e sono state descritte le principali unità idrogeologiche. Le aste dei corsi d'acqua presentano un andamento prevalentemente N-S e più limitatamente NE-SW.

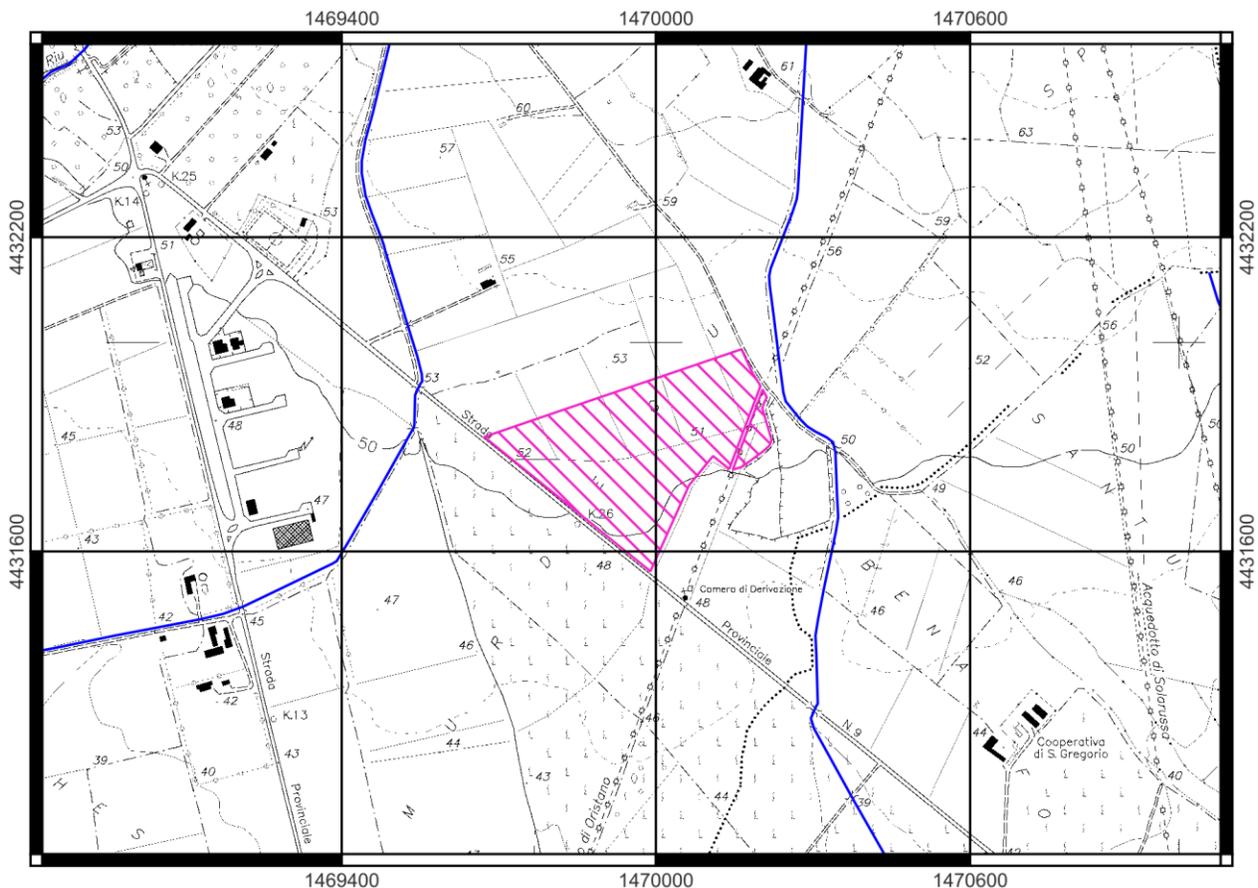


Fig. 11 – Inquadramento idrogeologico

Il reticolo idrografico è condizionato dal grado permeabilità che localmente può essere definito mediamente permeabile. In generale il reticolo idrografico è di tipo semidendritico.

Il corso d'acqua censito e riportato nella cartografia ufficiale risulta un fiume secondario con alveo scarsamente inciso e poco definito, in cui risulta difficoltoso definire i compluvi di appartenenza.

I corsi d'acqua presentano un andamento fortemente dipendente dall'entità delle precipitazioni e quindi carattere in genere torrentizio con limitate piene durante le stagioni piovose e alveo pressoché asciutto durante le stagioni estive.

L'assetto idrogeologico dell'area è definito nella seguente Unità idrogeologica:

- Unità Detritico-Alluvionali terrazzate Pleistocenica.

I depositi attuali e recenti hanno permeabilità medio alta e sono di solito sede di falda freatica, sono caratterizzati da granulometrie assortite, poco addensate, pertanto dotate di buona permeabilità (generalmente  $K < 10^{-2}$  m/sec) in cui è possibile la circolazione idrica sotterranea e la formazione di falde. Queste sono superficiali, libere, fortemente influenzate dagli apporti meteorici, con significative fluttuazioni stagionali.

Nell'area è stata riscontrata una unità litologica principale, caratterizzata da differenti intervalli di permeabilità **K** espressa in m/s:

- depositi alluvionali terrazzati, costituiti da conglomerati, caratterizzati da permeabilità variabile da molto alta a media  $K > 10^{-2}$

		Tipo di permeabilità		Grado di permeabilità					
		Primaria	Secondaria	10	10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-6</sup>	10 <sup>-8</sup>	10 <sup>-10</sup>
Unità	Litotipi	% granuli	fratture	molto alta	alta	media	bassa	molto bassa	impermeabile
	Unità detritica - alluvionale terrazzata	Porosità	Porosità	↔					

Tab. 3 – Valori di Permeabilità

Grado di Permeabilità relativa	Coefficienti di permeabilità (cm/s)
Alto	$K > 10^{-2}$
Medio-alto	$10^{-2} > K > 10^{-4}$
Medio-basso	$10^{-4} > K > 10^{-9}$
Basso	$10^{-9} > K$

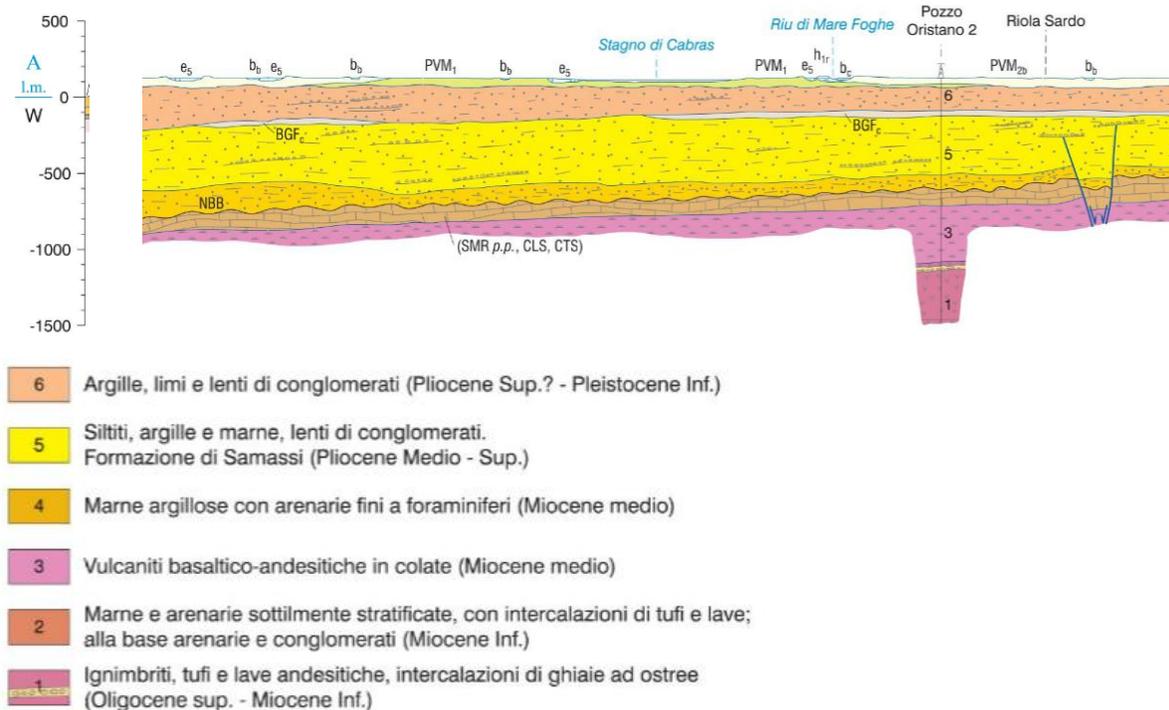
## 6. CONSIDERAZIONI SUL MODELLO GEOLOGICO

I risultati delle indagini e degli studi effettuati possono essere considerati adeguati alla tipologia d'intervento, tuttavia si raccomanda la verifica puntuale delle assunzioni fatte mediante rilievi e controlli geologico – geotecnici nelle fasi esecutive delle opere in progetto.

Secondo quanto disposto dalle Norme Tecniche, i parametri meccanici devono essere trattati in maniera statistica, adottando valori a cui sia associata una probabilità di superamento non superiore a 5% (2.3 – NTC 2018), ottenendo parametri definiti “caratteristici”.

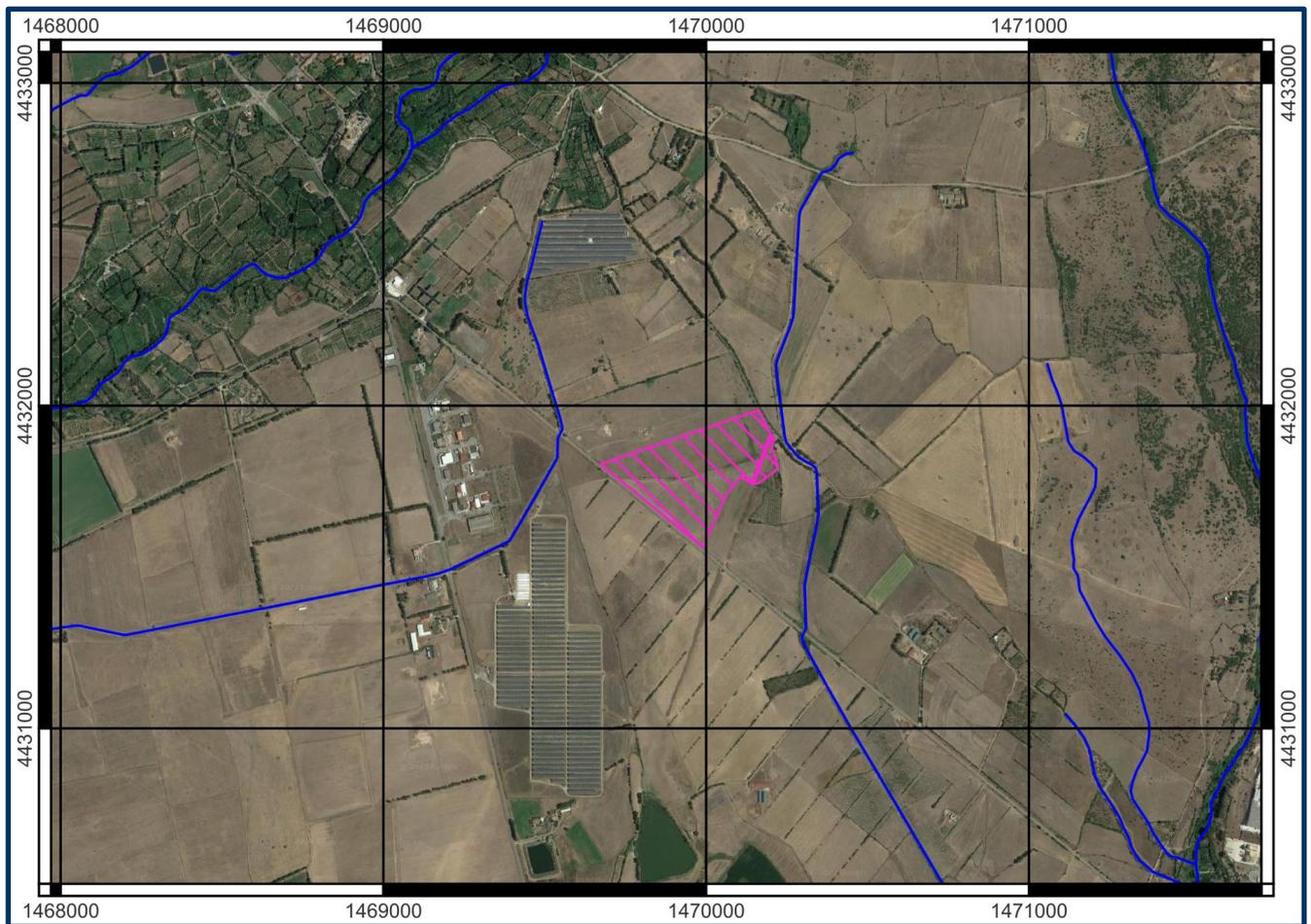
Morfologicamente l'area indagata non presenta evidenze legate agli interventi antropici e all'urbanizzazione inoltre non si riscontrano processi morfologici in atto e non vi sono dissesti in atto o potenziali.

### RAPPORTI STRATIGRAFICI (estratto da Progetto CARG)



*Caratteri geostrutturali generali, geometria e caratteristiche delle superfici di discontinuità.*

Non vi sono evidenze di ulteriori elementi strutturali.



*Fig. 12 - Schema della circolazione idrica superficiale*

La granulometria dei terreni condiziona la geometria e le caratteristiche degli acquiferi sotterranei. I depositi superficiali hanno un grado di permeabilità elevato, con variazioni significative sia orizzontali e sia verticali dovute alla presenza di livelli a granulometria fine che limitano la permeabilità. Nel corso delle indagini non è stata rilevata falda freatica.

# ANALISI VINCOLI AMBIENTALI

## Piano Assetto Idrogeologico

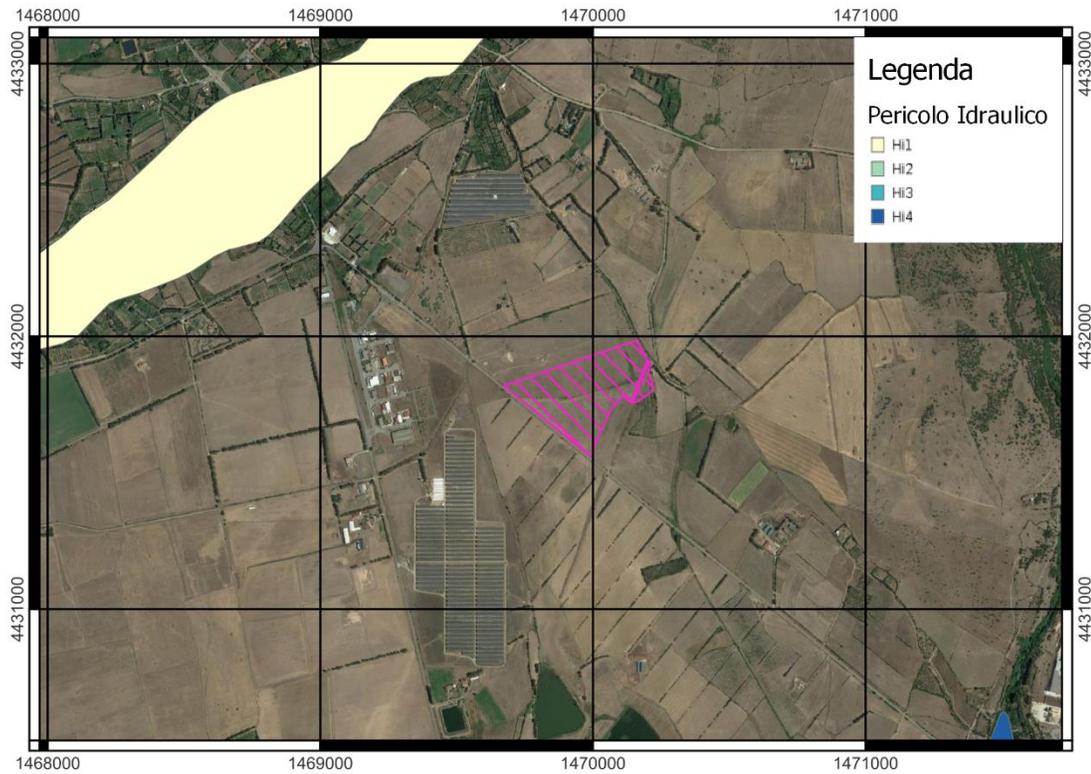


Fig. 13 – Pericolo Idraulico

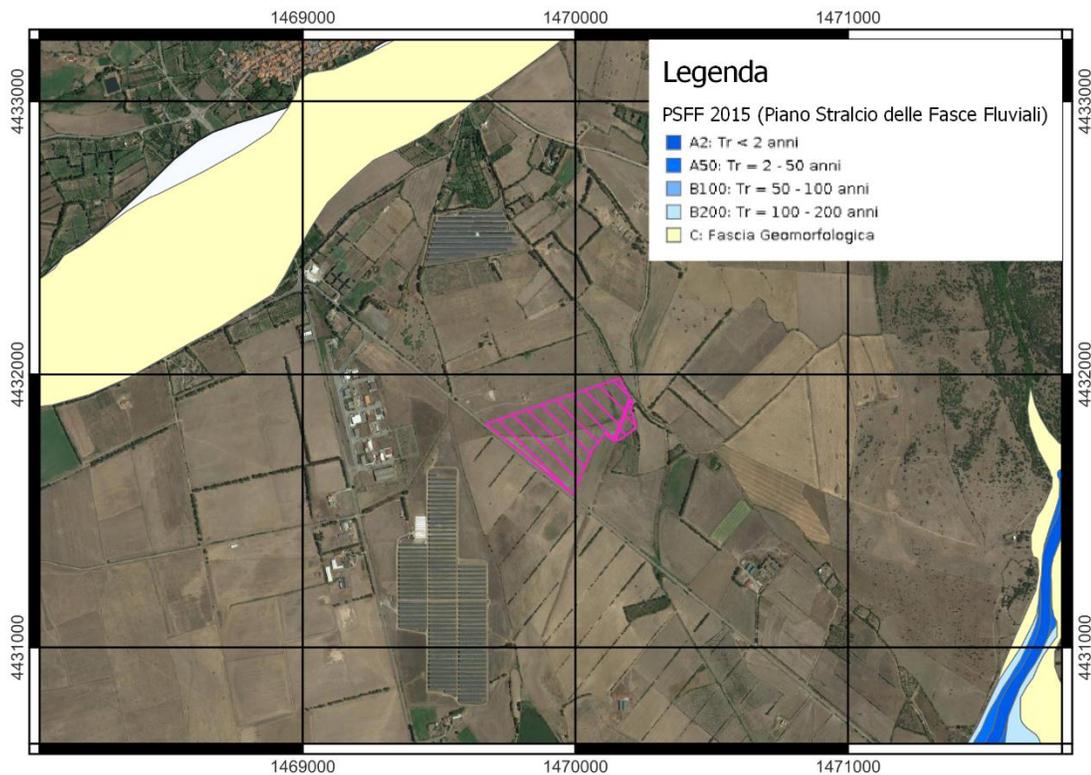


Fig. 14 – Piano Stralcio delle Fasce Fluviali

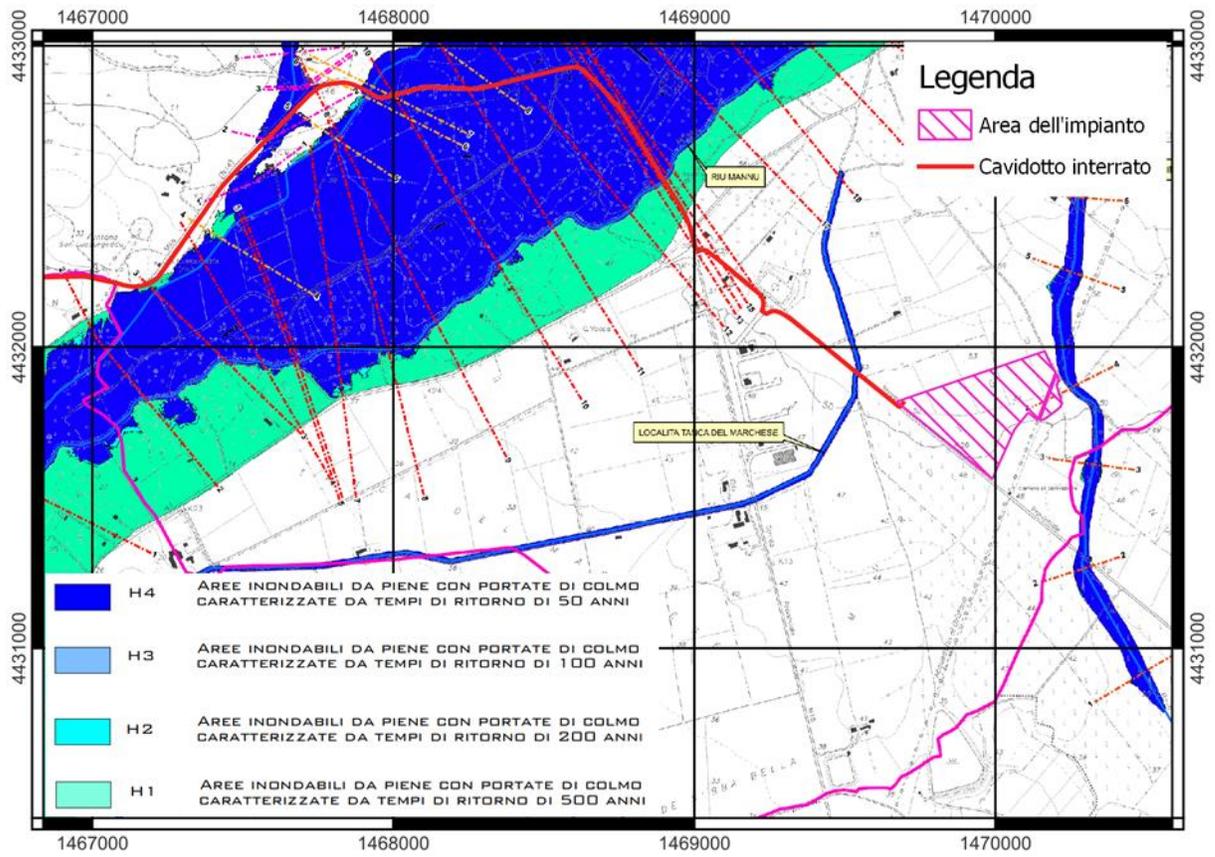


Fig. 14 – Stralcio PAI approvato con DELIBERAZIONE DEL CONSIGLIO COMUNALE N. 15 del 02-07-2020

## ***Piano Paesaggistico Regionale Sardegna***

### **Pubblicazione**

Gazzetta Ufficiale n.null del None

### **Norma**

09 Golfo di Oristano

### **Descrizione**

Ambito di Paesaggio - 09 Golfo di Oristano

### **Articoli**

6, 12, 13, 14, 15, 107, 112

## ***Piano Urbanistico Comunale di Milis***

### **Pubblicazione**

Gazzetta Ufficiale n.56 del 2014-11-27

### **Norma**

E

### **Descrizione**

Agricola

### **Articoli**

13, 14, 15, 16

## **7. INDAGINI GEOLOGICHE IN SITO**

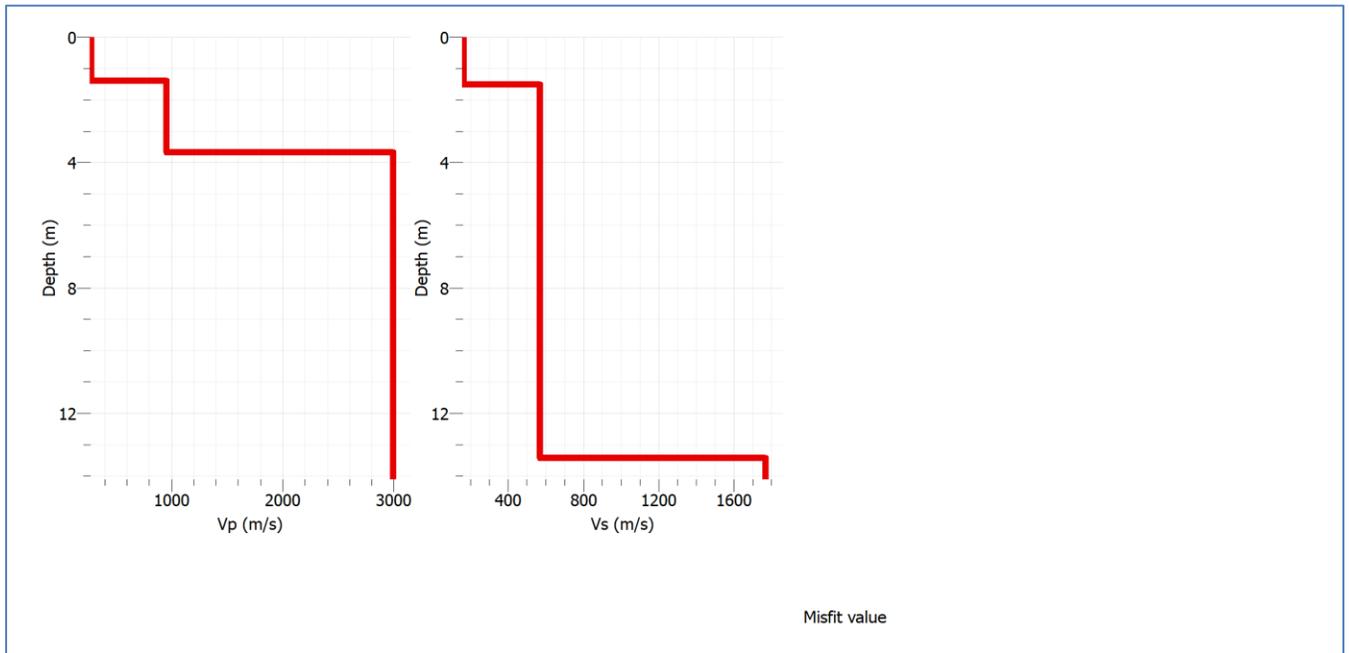
Le indagini in sito sono state eseguite nell'ambito della progettazione preliminare mediante una campagna di rilevamento diretto e l'esecuzione di un'indagine geofisica per valutare il rapporto H/V dalla prova HVSR e stimare la classe dei suoli.

L'indagine consiste nella misurazione, e nella successiva elaborazione, del microtremore ambientale nelle sue tre componenti spaziali (x, y e z). Dall'analisi delle componenti spettrali delle tracce registrate è possibile:

- ricavare la frequenza fondamentale (o di risonanza) del sito;
- ottenere un'interpretazione del profilo stratigrafico-sismico ad elevata profondità con stima sulla profondità del bedrock (substrato sismico o litologico) e stima del parametro VSeq (velocità media delle onde S – di taglio – nei primi 30 metri di profondità).

L'HVSR è in grado di fornire stime affidabili delle frequenze principali di risonanza del sottosuolo. Ciò significa che la curva H/V relativa ad un sistema a più strati contiene l'informazione relativa alle frequenze di risonanza (e quindi allo spessore) di ciascuno di essi.

Dall'analisi HVSR, eseguita sul terreno si ricava la frequenza di picco del rapporto H/V  $f_0$  6.7  
Tale frequenza rinvenuta potrebbe correlarsi a cambi litologici presenti a profondità superiori ai 15 mt.



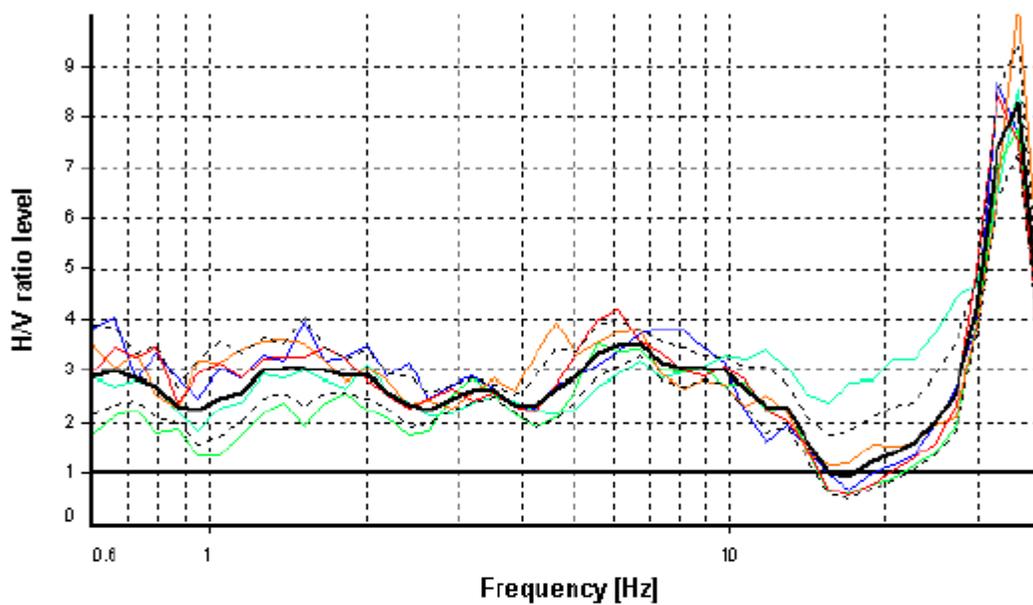
## HVSR ANALYSIS

*Tapering:* Enabled (Bandwidth = 5%)

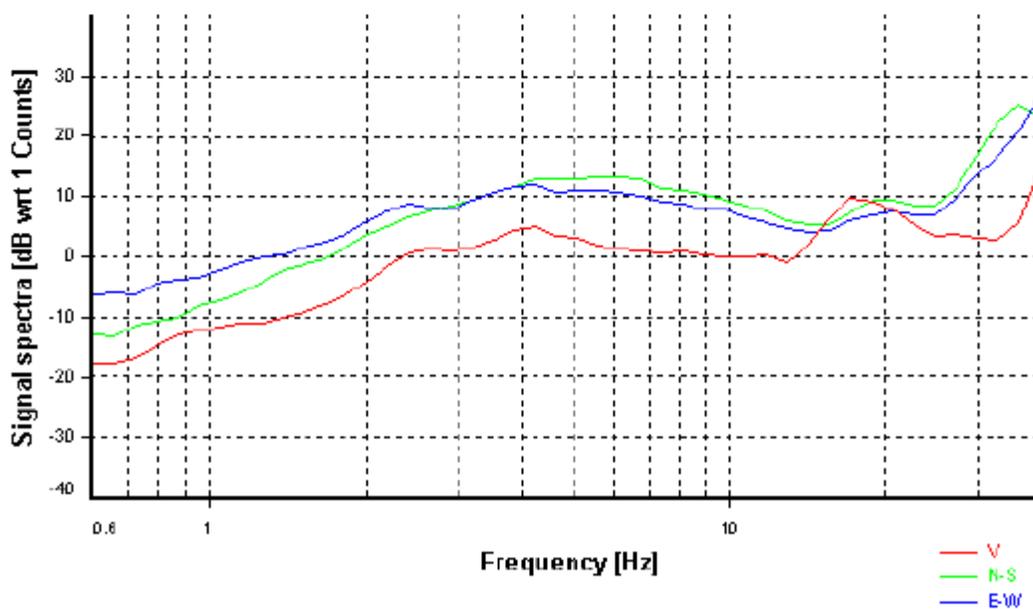
*Smoothing:* Konno-Ohmachi (Bandwidth coefficient = 40)

*Instrumental correction:* Disabled

### HVSR average



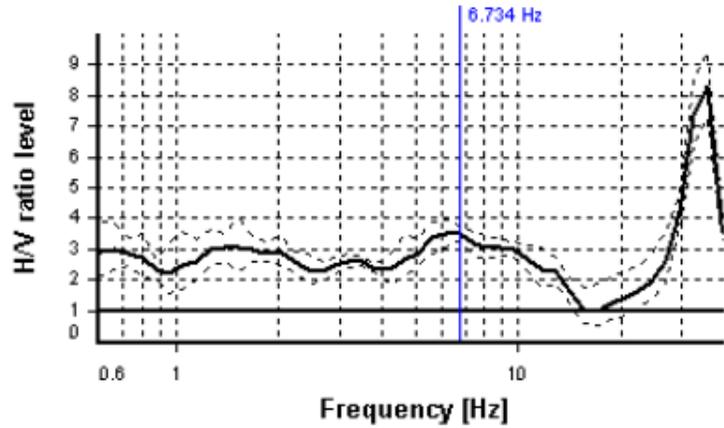
### Signal spectra average



## SESAME CRITERIA

**Selected  $f_0$  frequency**  
**6.734 Hz**

**$A_0$  amplitude = 3.519**  
**Average  $f_0 = 6.706 \pm 1.980$**



*Fig. 11 Frequenze (Hz)*

L'elaborazione evidenzia una curva H/V che presenta un picco, con valori in ampiezza che superano la soglia di 6 nell'intervallo compreso tra 5.0 Hz e 10 Hz (frequenza di risonanza  $f_0 = 6.734$  Hz – profondità riflettore stimata 15 m), evidenziando la presenza di una transizione di velocità delle onde di taglio graduale.



*Foto 2 Registrazione HVSr*

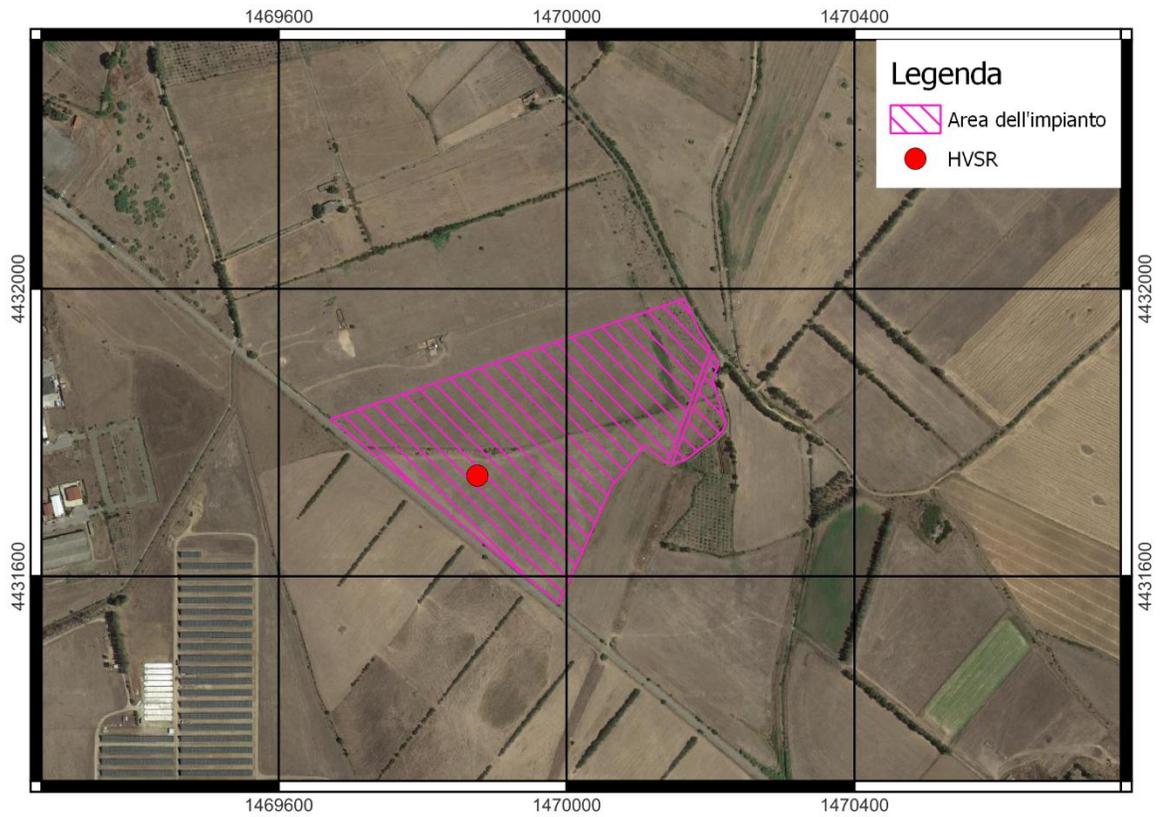


Fig. 12 Ubicazione HVS

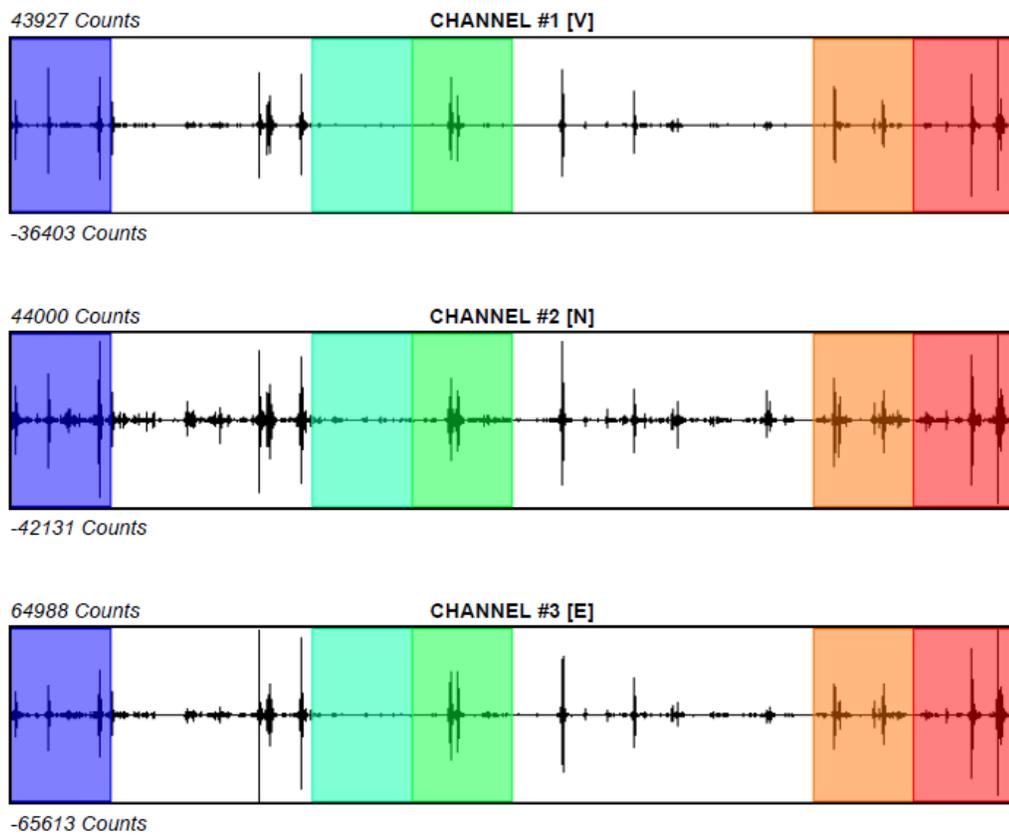
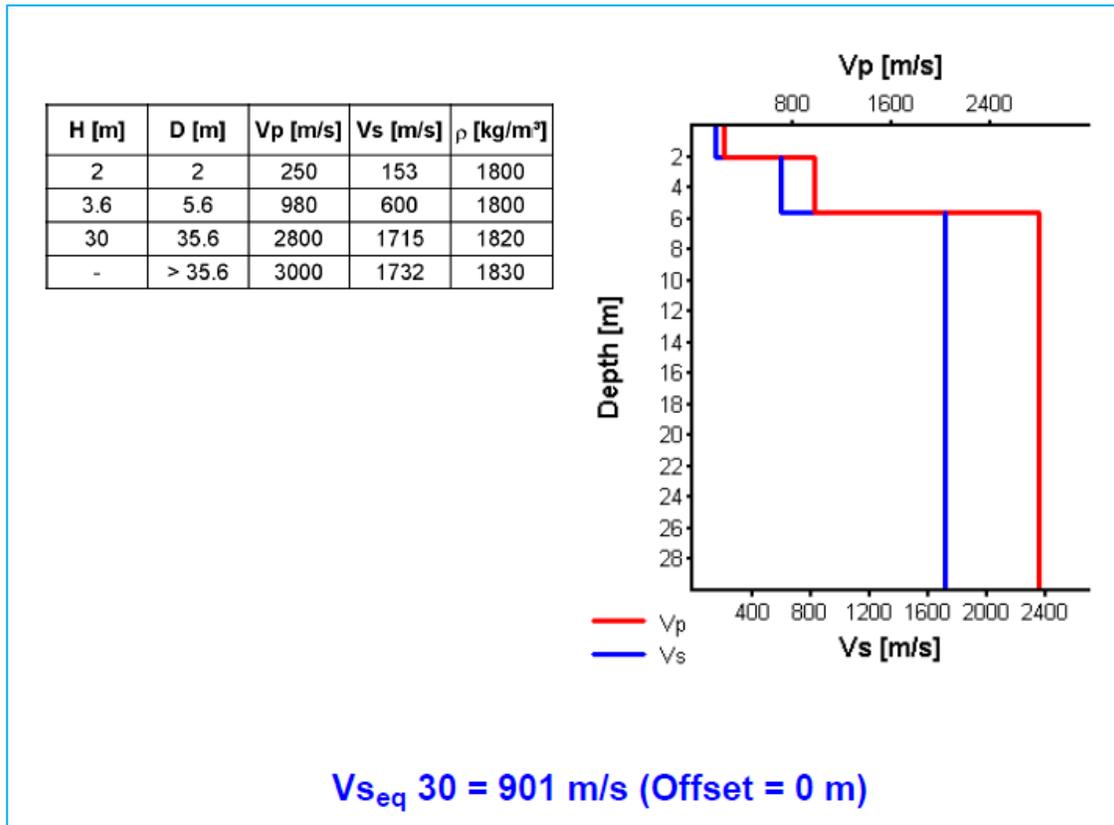


Fig. 13 Serie temporali



### Suolo di tipo A

Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.

## 8. ANALISI DELLE AZIONI SISMICHE

Il Decreto Ministeriale del 17 Gennaio 2018 “Norme Tecniche per le Costruzioni” impone la verifica delle azioni sismiche sulle nuove costruzioni.

Come prima fase si determinano i parametri delle azioni sismiche di progetto proprie del sito oggetto di intervento; il territorio comunale di Milis è collocato in zona sismica 4, con parametri sismici per periodi di ritorno di riferimento  $T_r$ , riportati nella seguente tabella:

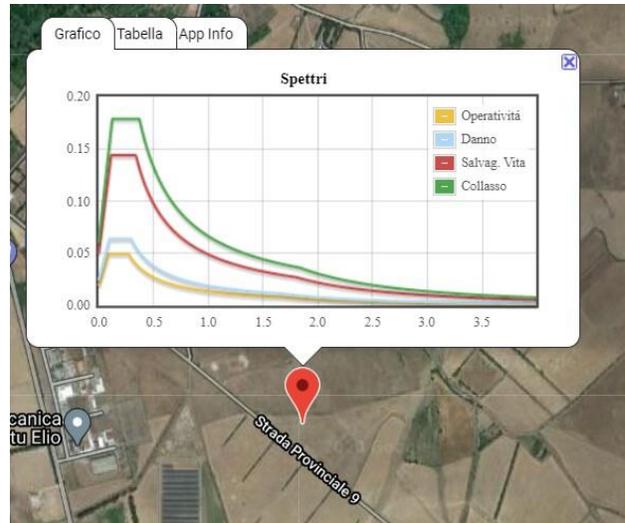
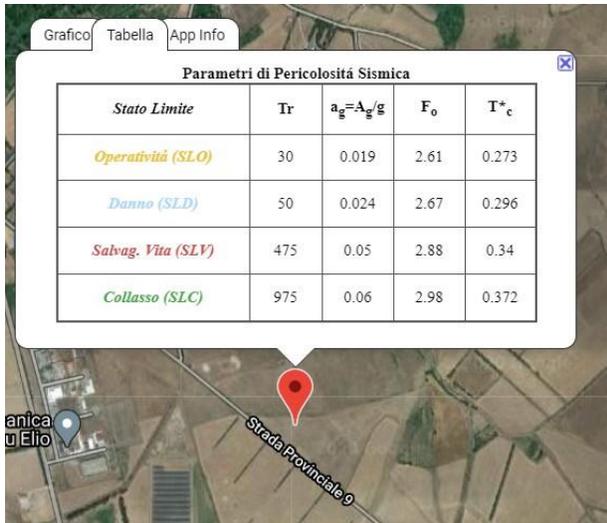
Latitudine (WSS84)	40.03531514	Longitudine (WSS84)	8.64679870	
Latitudine (ED50)	40.03706	Longitudine (ED50)	8.647761	
Località:	Murdegu – Comune Milis			
Altitudine (m s.l.m.).....	50			
Categoria Terreno	A			
Categoria Topografica	T1			
Classe dell'edificio	IV: Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti.....			
Vita Nominale Struttura.....	50			
Periodo di riferimento per l'azione sismica.....	50			
Parametri di pericolosità Sismica				
Stato Limite	$T_r$ [anni]	$a_g/g$ [-]	$F_o$ [-]	$T^*_c$ [s]
Operatività	30	0.019	2.610	0.273
Danno	50	0.024	2.670	0.296
Salvaguardia Vita	475	0.050	2.880	0.340
Prevenzione Collasso	975	0.060	2.980	0.372

Dove  $A_g$  = accelerazione orizzontale massima al sito,

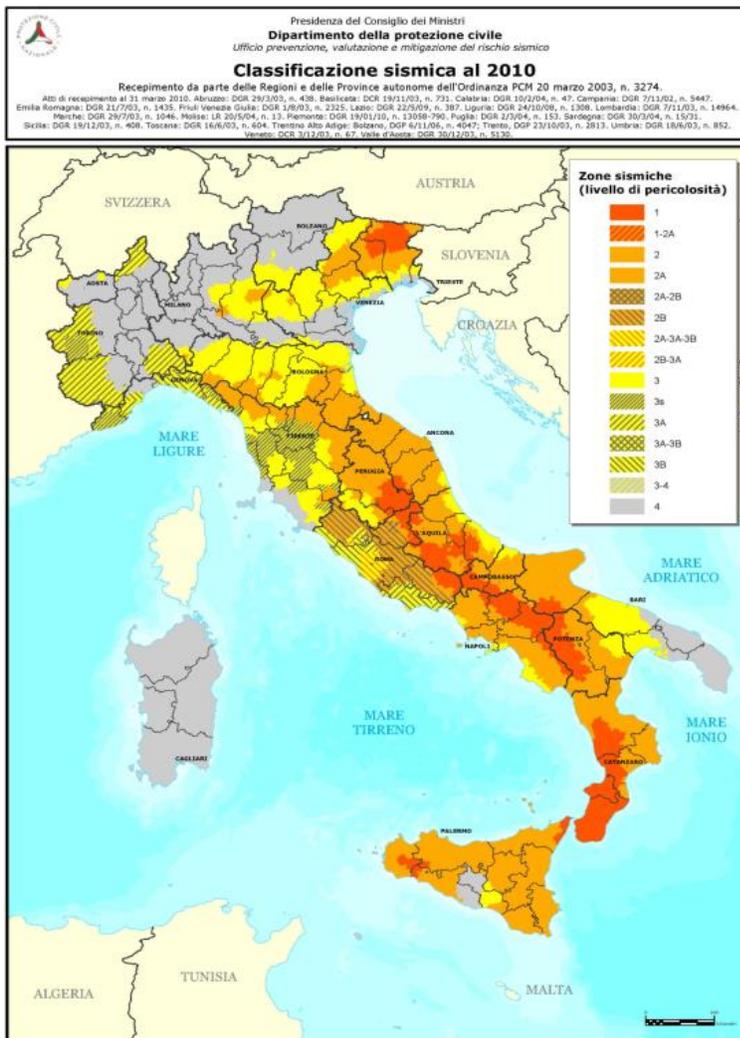
$F_o$  = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale,

$T_c$  = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Per la scelta dei parametri progettuali, vista l'importanza dell'opera, abbiamo assegnato al manufatto una vita nominale  $V_n$  (2.4.1 – NTC 2018) pari a 50 anni e una classe d'uso “II” (2.4.2 – NTC 2018). Ne consegue che il periodo di riferimento  $V_r$  per le azioni sismiche è pari a  $V_n \times C_u$  (coefficiente d'uso = 1 per classe d'uso II) = 50 anni.



Pertanto secondo la Delib. G.R. 30/03/2004 n. 15/31 (B.U. 21/08/2004 n. 27) Disposizioni preliminari in attuazione dell'Ord. P.C.M. 3274 del 20.3.2003 recante "Primi elementi in materia



di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" si desume che la Regione Sardegna non ha ancora presentato una Normativa antisismica e che nella suddetta delibera comunque l'Assessore della Difesa dell'Ambiente propone alla Giunta regionale ottenendo parere favorevole su tale proposta:

- di recepire in via transitoria, fino a nuova determinazione conseguente l'aggiornamento della mappa di rischio sismico nazionale, in corso di redazione da parte degli Organi tecnici competenti, la classificazione sismica dei Comuni della Sardegna così come riportato nell'allegato "A" dell'Ordinanza 3274/2003 in cui tutti i comuni dell'isola sono classificati in Zona 4.

- di non introdurre per detti Comuni l'obbligo della progettazione antisismica.

Zona	Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10 % in 50 anni	Accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (Norme Tecniche)
	[a <sub>g</sub> /g]	[a <sub>g</sub> /g]
1	> 0,25	0,35
2	0,15-0,25	0,25
3	0,05-0,15	0,15
4	<0,05	0,05

- ❖ Zona 1 - È la zona più pericolosa, dove possono verificarsi forti terremoti. Comprende 708 Comuni o porzioni di essi per i quali  $[a_g/g] \geq 0,25g$ .
- ❖ Zona 2 - Nei 2.345 Comuni o porzioni di essi per i quali  $0,25g > [a_g/g] \geq 0,15g$  possono verificarsi terremoti abbastanza forti.
- ❖ Zona 3 - Nei 1.560 Comuni o porzioni di essi per i quali  $0,15g > [a_g/g] \geq 0,05g$  possono essere soggetti a scuotimenti modesti.
- ❖ Zona 4 - È la meno pericolosa. Nei 3.488 Comuni o porzioni di essi per i quali  $[a_g/g] < 0,05g$  le possibilità di danni sismici sono basse.

L'area in esame è classificata come zona sismica 4, in riferimento al D.M. 17/01/2018 il tipo di costruzione e la 2 con vita nominale  $\geq 50$ .

	TIPI DI COSTRUZIONE	V <sub>n</sub>
1	Opere provvisorie - Opere provvisionali - Strutture in fase costruttiva	$\leq 10$
2	Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o importanza normale	$\geq 50$
3	Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica	$\geq 100$

La normativa definisce in presenza di azione sismica 4 classi di costruzioni in base al loro utilizzo (Classe d'uso - art. 2.4.2) a cui si associa un coefficiente d'uso (C<sub>u</sub>) come mostrano le Tabelle seguenti (estratte da NTC 2018).

Classe I	Presenza occasionale di persone, edifici agricoli
Classe II	Normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente [...]
Classe III	Affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti con attività particolarmente pericolose per l'ambiente
Classe IV	Funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente [...]

Classe d'uso	<i>I</i>	<i>II</i>	<i>III</i>	<i>IV</i>
Coefficiente $C_u$	0,7	1,0	1,5	2,0

La classe d'uso è la II con coefficiente 1.

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

Per la categoria topografica l'area ricade nella categoria T1.

L'azione sismica di progetto tiene inoltre conto della categoria di sottosuolo di riferimento (3.2.2 – NTC 2018); sono previste cinque classi di terreni, identificabili sulla base delle caratteristiche stratigrafiche e delle proprietà geotecniche rilevate nei primi 30 metri, e definite dalle velocità delle onde S.

Le NTC 2018 raccomandano fortemente la misura diretta della velocità di propagazione delle onde di taglio VS.

## CONCLUSIONI

Lo studio geologico del sito oggetto di intervento è stato eseguito sulla base dei dati bibliografici, dai rilievi diretti, dalla prova HVSR, integrato da un rilievo superficiale che ha permesso di definire le condizioni litologiche morfologiche dell'area; in particolare si osserva quanto segue:

- ❖ L' area interessata dal progetto per la realizzazione dell'impianto fotovoltaico ricade in una zona a morfologia pianeggiante;
- ❖ Geologicamente è caratterizzata da depositi quaternari e subordinatamente dalle formazioni mioceniche; non si evincono fenomeni erosivi e di instabilità;
- ❖ L'area non ricade in area vincolata e risulta lontano da cigli di scarpata instabili;
- ❖ Il Comune di Milis è stato inserito, ai sensi dell'Ordinanza n° 3274 tra le località sismiche appartenenti alla Zona 4.
- ❖ L' accelerazione orizzontale massima prevista è pari  $< 0.05g$ .

Il Tecnico

Dr. Geol. Sandro Trastu