



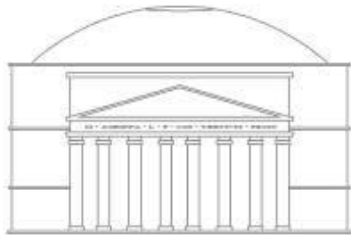
# Comune di Masainas

Provincia del Sulcis Iglesiente

## REALIZZAZIONE DI UN FABBRICATO AD USO POLIFUNZIONALE E SOCIO CULTURALE

CUP: E35E25000280002

PROGETTO ESECUTIVO



INGEGNERIAMASCIA

Vico Manno, 2 Carbonia (SU) | +390781671929 | +393490994506  
www.ingegneriamascia.it | info@ingegneriamascia.it | stefano.mascia@ingpec.eu



Elaborato relazionale

05

Relazione Geotecnica

Il Progettista:  
Dott. Ing. Stefano Mascia

Il Geologo:  
Dott. Sandro Trastu

Il RUP:  
Geom. Gianfranco Diana

l'Assessore allo Sport: Valerio Pirosu

Il Sindaco: Luca Pittoni

RIPRODUZIONE VIETATA A TERMINE DI LEGGE SENZA PREVENTIVA AUTORIZZAZIONE

|     |             |            |   |
|-----|-------------|------------|---|
| 03  |             |            |   |
| 02  |             |            |   |
| 01  | Emissione   | 27/03/2026 | 05_PF_27032026_REL_1.4_Relazione Geotecnica |
| REV | DESCRIZIONE | DATA       | NOME FILE e CODICE                          |

|    |  |                |
|----|--|----------------|
| 1. | <i>Introduzione</i> .....                            | <i>pag. 2</i>  |
| 2. | <i>RIFERIMENTI NORMATIVI</i> .....                   | <i>pag. 2</i>  |
| 3. | <i>INQUADRAMENTO GEOGRAFICO</i> .....                | <i>pag. 3</i>  |
| 4. | <i>GEOLOGIA DI DETTAGLIO</i> .....                   | <i>pag. 5</i>  |
| 5. | <i>INDAGINI "IN SITU"</i> .....                      | <i>pag. 6</i>  |
| 6. | <i>STRATIGRAFIA E PARAMETRI GEOTECNICI</i> .....     | <i>pag. 14</i> |
| 7. | <i>VERIFICA AGLI STATI LIMITE ULTIMI "SLU"</i> ..... | <i>pag. 16</i> |
| 8. | <i>CONCLUSIONI</i> .....                             | <i>pag. 24</i> |

## **INTRODUZIONE**

Nel presente elaborato vengono esposti i risultati di uno studio finalizzato a valutare il modello geotecnico relativo al progetto di fattibilità tecnico/economica nel quale si prevede la realizzazione di un edificio polifunzionale nel Comune di Masainas.

L'analisi geotecnica si basa sull'esame dei risultati di una campagna di indagini preliminari eseguite nel mese di dicembre 2025 nonché sui dati geologici e bibliografici.

Ciò ha consentito di effettuare una caratterizzazione geologica dell'area, definendone l'assetto morfologico, i processi geomorfici, i dissesti potenziali, la circolazione idrica superficiale e sotterranea e le principali caratteristiche geomeccaniche dei terreni.

L'indagine, svolta in ottemperanza a quanto previsto dalla normativa del D.M. 17/01/2018, è stata finalizzata principalmente alla definizione delle caratteristiche geotecniche e sismiche dei terreni di posa mediante l'esecuzione di pozzetti geognostici, verifiche in campo, una prospezione sismica Masw e una prova HVSR (Nakamura).

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 geotecnica dell'area.

### **1. RIFERIMENTI NORMATIVI**

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

- **D.M. 11 marzo 1988** Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali 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.
- **O.P.C.M. n. 3274/2003** e succ.mod. (classificazione sismica territorio).
- **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).
- **Circolare LL.PP. 617 / 2009**; Istruzioni per l'applicazione delle «Nuove norme tecniche per le costruzioni» di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008.
- **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**. Pericolosità sismica e Criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale. Allegato al voto n. 36 del 27/07/2007 e succ.mod.
- **D.M. 17.01.2018** "Norme Tecniche per le Costruzioni"

## 2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

L' area oggetto di studio relativa al progetto del ponte ricade:



|            |              |
|------------|--------------|
| Regione:   | Sardegna     |
| Provincia: | Sud Sardegna |
| Comune:    | Masainas     |



Fig. 1 Provincia del SUD SARDEGNA

Fig. 2 Immagine satellitare dell'area

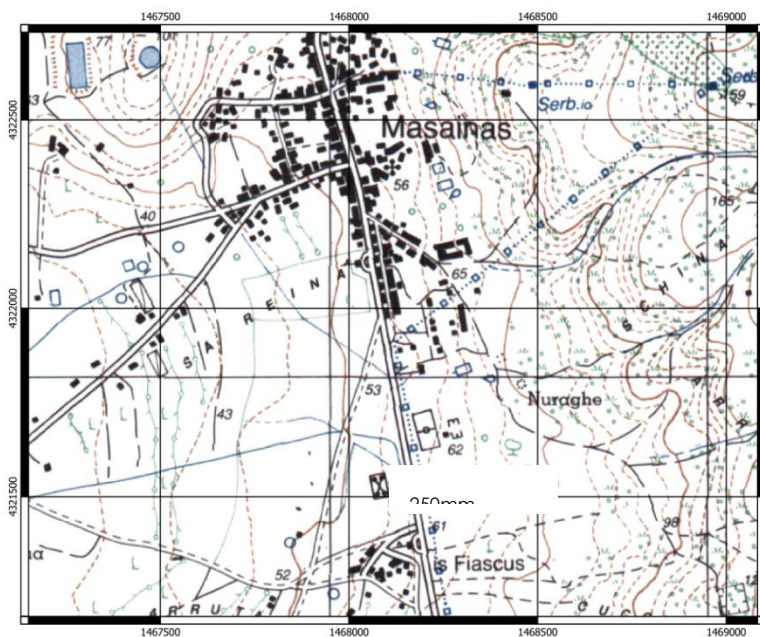


Fig. 3 - Stralcio I.G.M. Foglio 564 Giba (non in scala)

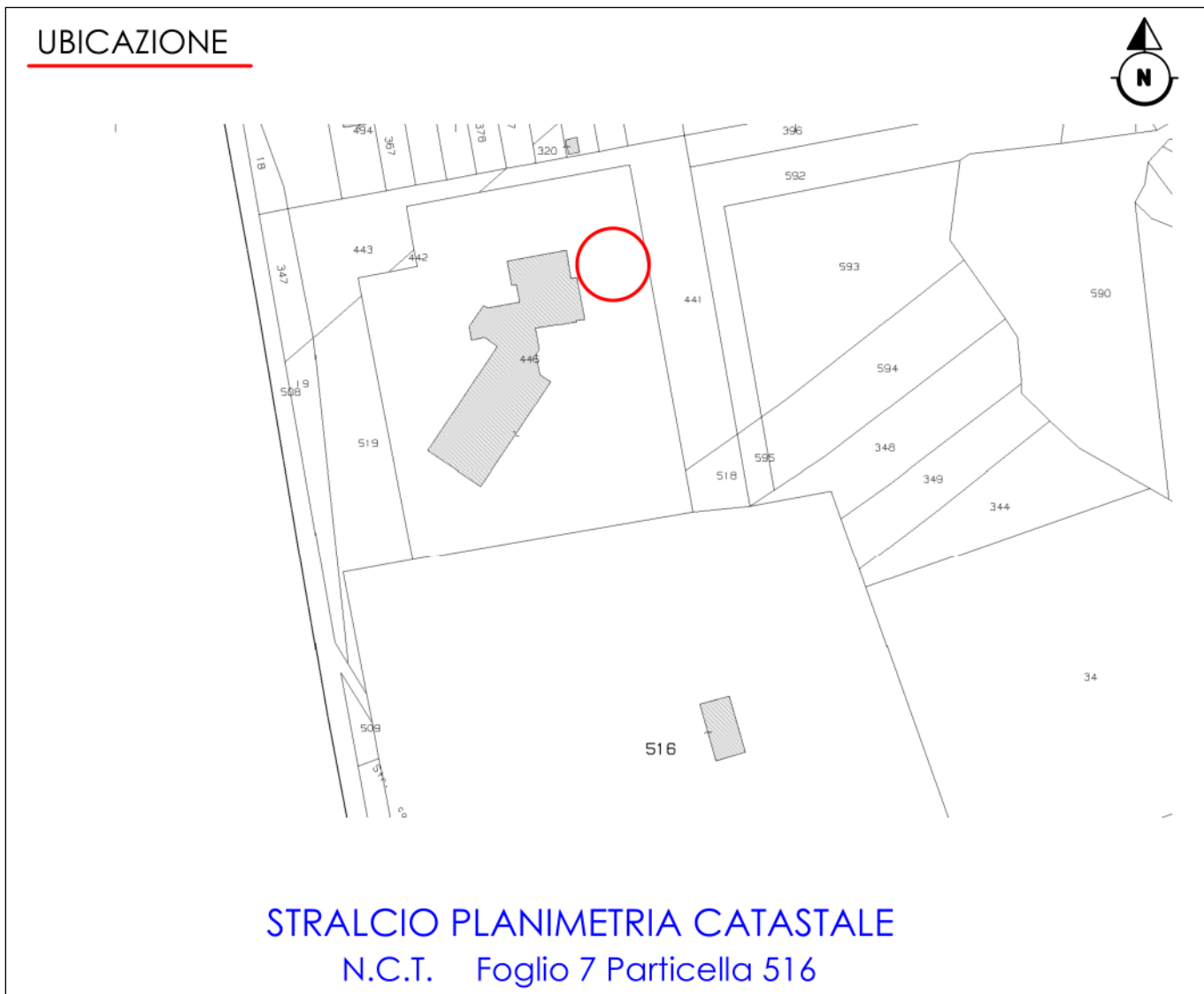
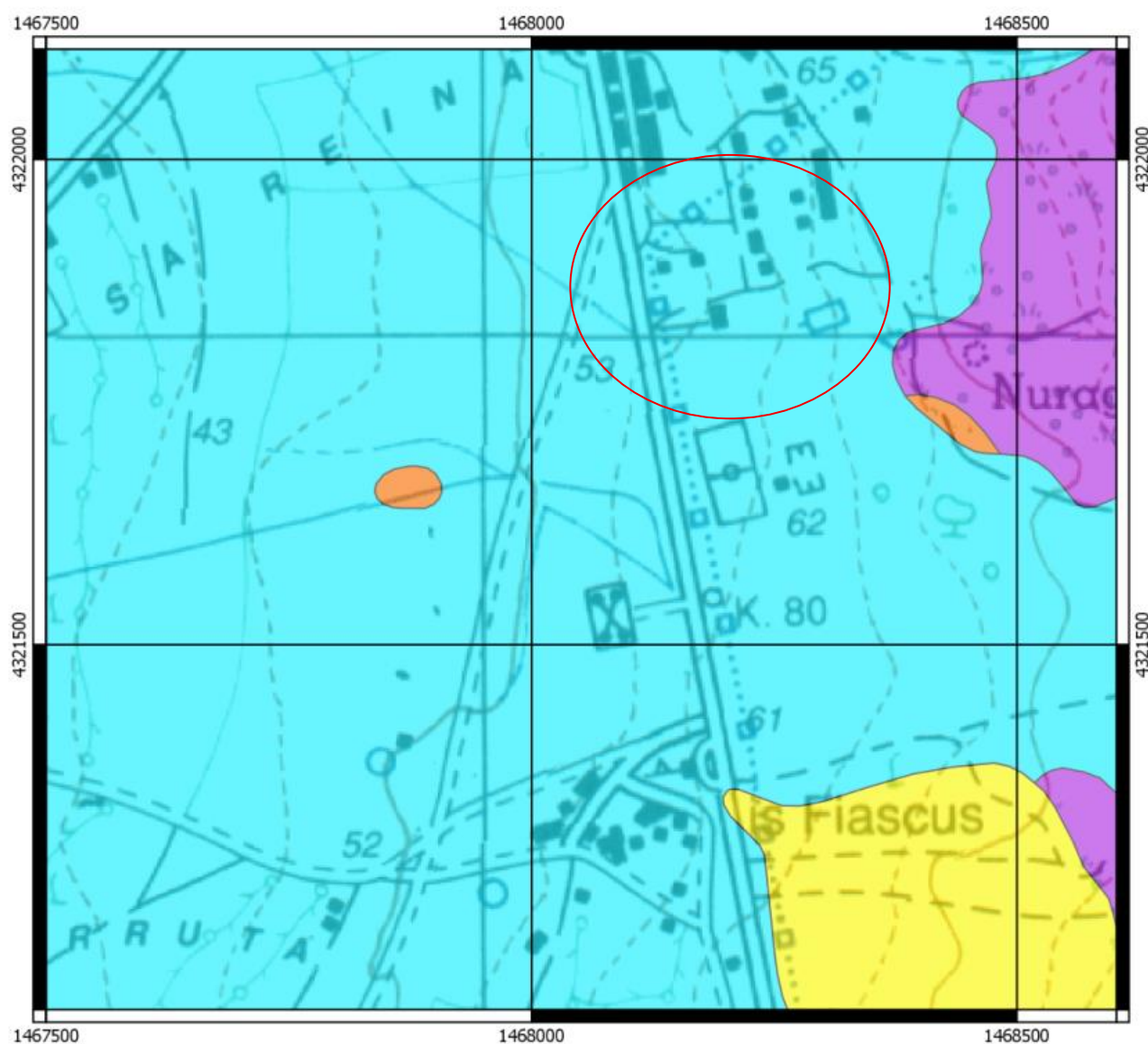


Fig. 4 - Stralcio planimetria catastale Foglio 7 Particella 516

### 3. Geologia di dettaglio

Da un punto di vista geologico i terreni affioranti nell'area in studio sono costituiti prevalentemente da depositi terrigeni pleistocenici .



#### Legenda

- Depositi alluvionali terrazzati. Ghiaie con subordinate sabbie. OLOCENE
- FORMAZIONE DEL CIXERRI. Argille siltose, arenarie qEOCENE MEDIO - ?OLIGOCENE
- Subsistema di Portoscuso Ghiaie alluvionali terrazzate PLEISTOCENE SUP.
- Membro della Dolomia rigata (FORMAZIONE DI GONNESA). Dolomie CAMBRIANO INF.

## QUATERNARIO

### Subsistema di Portoscuso:

Questa unità affiora estesamente nell' area in esame; è composta da due subsistemi: il subsistema di Cala Mosca e il subsistema di Portoscuso.

In particolare il subsistema di Portoscuso è costituito da:

- depositi di ambiente alluvionale, sono in genere grossolani: ghiaie grossolane sino a blocchi, presentano clasti a spigoli da sub angolosi a sub arrotondati, a questi livelli sono intercalati livelli e lenti di sedimenti fini come sabbie e silt. Lo spessore può superare i 10 metri;
- depositi di ambiente eolico, sono costituiti da sabbie e arenarie da medie a grossolane. Questi sedimenti originavano campi dunari;
- depositi di versante, costituiti da brecce con clasti di rocce carbonatiche in matrice arenacea a cemento calcareo, lo spessore è di alcuni metri.

### La Formazione della dolomia rigata

La Formazione della dolomia rigata è costituita da Dolomie e metacalcari sottilmente laminati a tappeti e livelli oolitici con livelli di ossidi ed idrossidi di ferro e brecce facente parte del "Membro della dolomia rigata Auct." Del Cambriano inferiore. Esso affiora in maniera diffusa nell'area a E della città di Masainas

## **4. INDAGINI "IN SITU"**

Le indagini in situ sono state eseguite mediante una campagna di rilevamento diretto e l'esecuzione di due pozzetti geognostici, oltre ai risultati di una prospezione geofisica HVSR per valutare il rapporto H/V e una prospezione Masw per determinare la classe dei suoli dalle velocità "Vs" eseguita dallo scrivente in un lotto attiguo.

### *Prospezione Masw*

Con una prospezione sismica MASW si analizza la dispersione delle onde di superficie sfruttando il principio per il quale le varie componenti (frequenze) del segnale sismico, si propagano ad una velocità che dipende dalle caratteristiche fisico-meccaniche del sottosuolo attraversato. I risultati sono stati elaborati con il software "Easymasw" della Geostru.

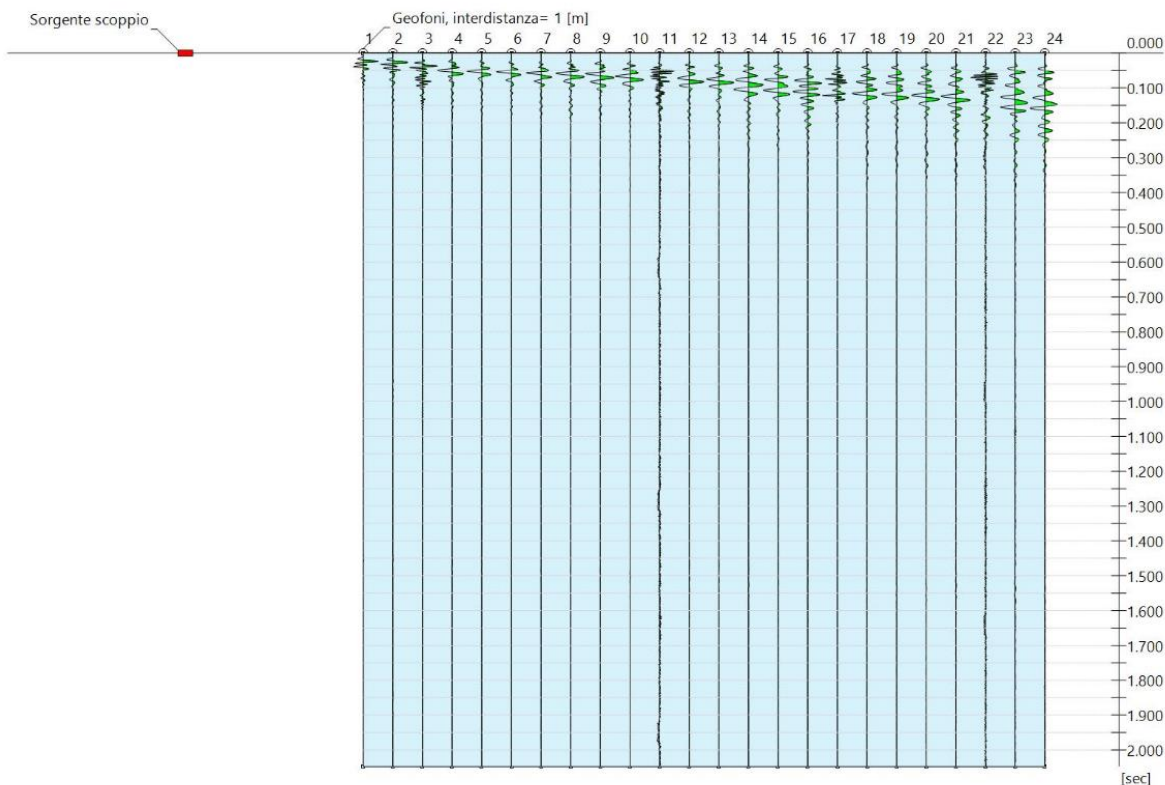
L'attrezzatura utilizzata per la prospezione sismica Masw è costituita dai seguenti componenti:

- sismografo a 24 canali (Dolang mod. Esac 247), 24 bit;
- 24 geofoni verticali a frequenza propria di 14Hz;
- spaziatura tra geofoni 2 m;
- sorgente impulsiva: mazza battente da 10 kg;

### DATI GENERALI MASW

| N. tracce                       |        |
|---------------------------------|--------|
| Durata acquisizione [msec]      | 2048.0 |
| Interdistanza geofoni [m]       | 1.0    |
| Periodo di campionamento [msec] | 1.00   |

| Analisi spettrale                        |     |
|--|-----|
| Frequenza minima di elaborazione [Hz]    | 1   |
| Frequenza massima di elaborazione [Hz]   | 60  |
| Velocità minima di elaborazione [m/sec]  | 1   |
| Velocità massima di elaborazione [m/sec] | 800 |
| Intervallo velocità [m/sec]              | 1   |



*Fig. 5 Tracce ottenute dall'indagine Masw con 24 geofoni ad interdistanza di 1 m*

| n. | Frequenza [Hz] | Velocità [m/sec] | Modo |
|----|----------------|------------------|------|
| 1  | 15.3           | 690.9            | 0    |
| 2  | 18.4           | 612.7            | 0    |
| 3  | 22.2           | 546.3            | 0    |
| 4  | 26.2           | 477.6            | 0    |
| 5  | 31.1           | 406.4            | 0    |
| 6  | 38.9           | 337.7            | 0    |
| 7  | 48.6           | 283.1            | 0    |
| 8  | 57.0           | 261.8            | 0    |

**Analisi spettrale**

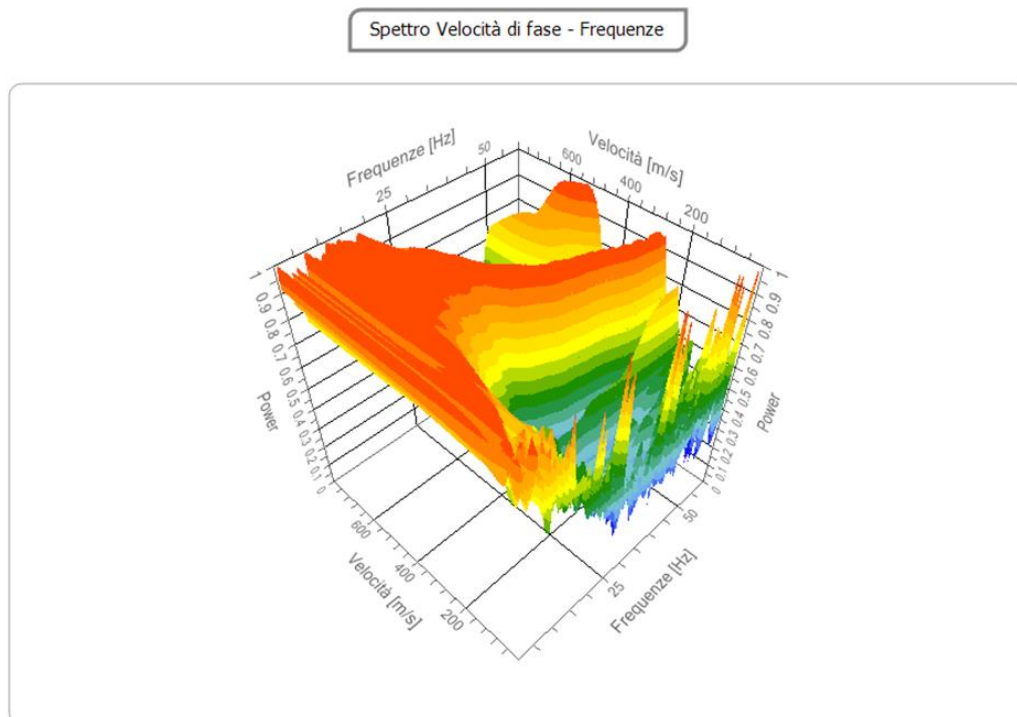


Fig. 6 Visualizzazione 3D Spettro velocità di fase-frequenze

**Inversione**

| n. | Profondità [m] | Spessore [m] | Peso unità volume [kg/mc] | Coefficient e Poisson | Falda | Vp [m/sec] | Vs [m/sec] |
|----|----------------|--------------|---------------------------|-----------------------|-------|------------|------------|
| 1  | 1.38           | 1.38         | 1800.0                    | 0.30                  | No    | 498.9      | 266.7      |
| 2  | 2.38           | 1.00         | 1800.0                    | 0.30                  | No    | 623.6      | 333.3      |
| 3  | 7.38           | 5.00         | 1800.0                    | 0.30                  | No    | 948.3      | 400.0      |
| 4  | ∞              | ∞            | 1800.0                    | 0.30                  | No    | 1273.1     | 466.7      |

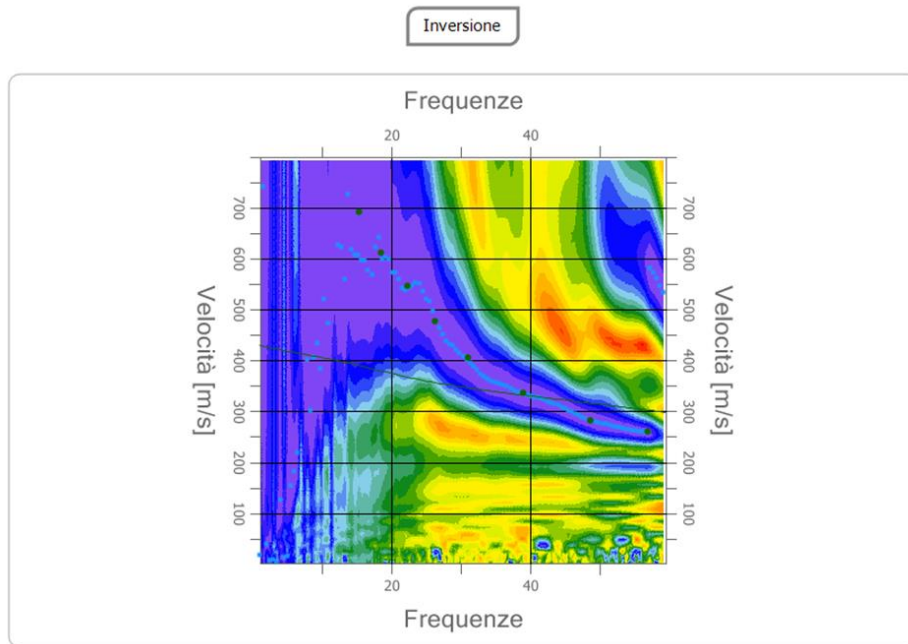


Fig. 7 Spettro frequenze – velocità dopo l'inversione

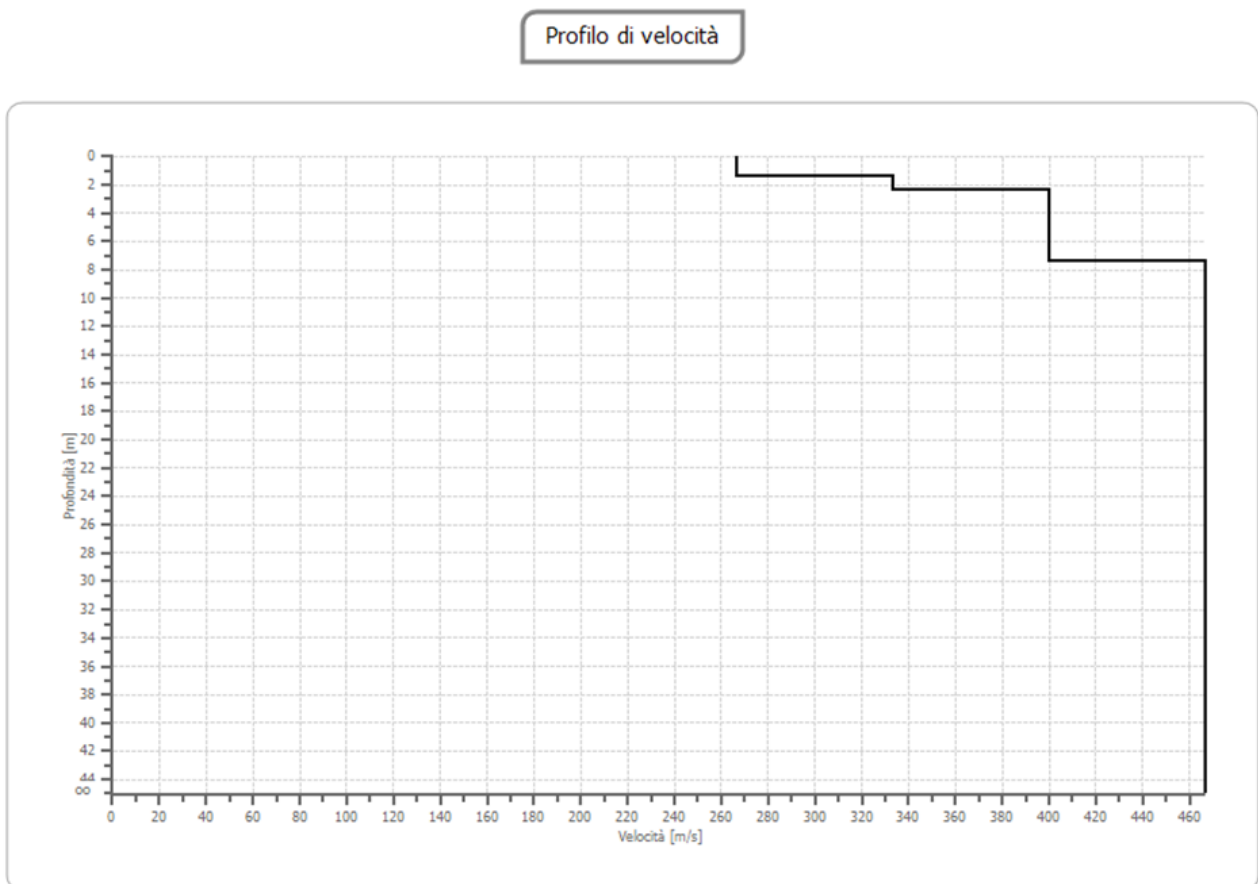


Fig. 8 Profilo risultante delle velocità Vs

La  $V_s$  eq risultante è pari a 191ms/sec e corrisponde ad un suolo tipo C.

**Suolo di tipo C:** Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.

### *Prova Hvsr*

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  $V_{SEq}$  (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 dei sottosuoli. 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  $f_0$  37.21. Tale frequenza rinvenuta potrebbe correlarsi a cambi litologici presenti a profondità superiori ai 2/3 mt.

L'elaborazione evidenzia una curva H/V che presenta un picco netto, con valori in ampiezza che superano di poco la soglia di 5 nell'intervallo compreso tra 26 Hz e 28 Hz (frequenza di risonanza  $f_0=35$ Hz – profondità riflettore stimata 3-4 m, evidenziando la presenza di una transizione di velocità delle onde di taglio graduale.

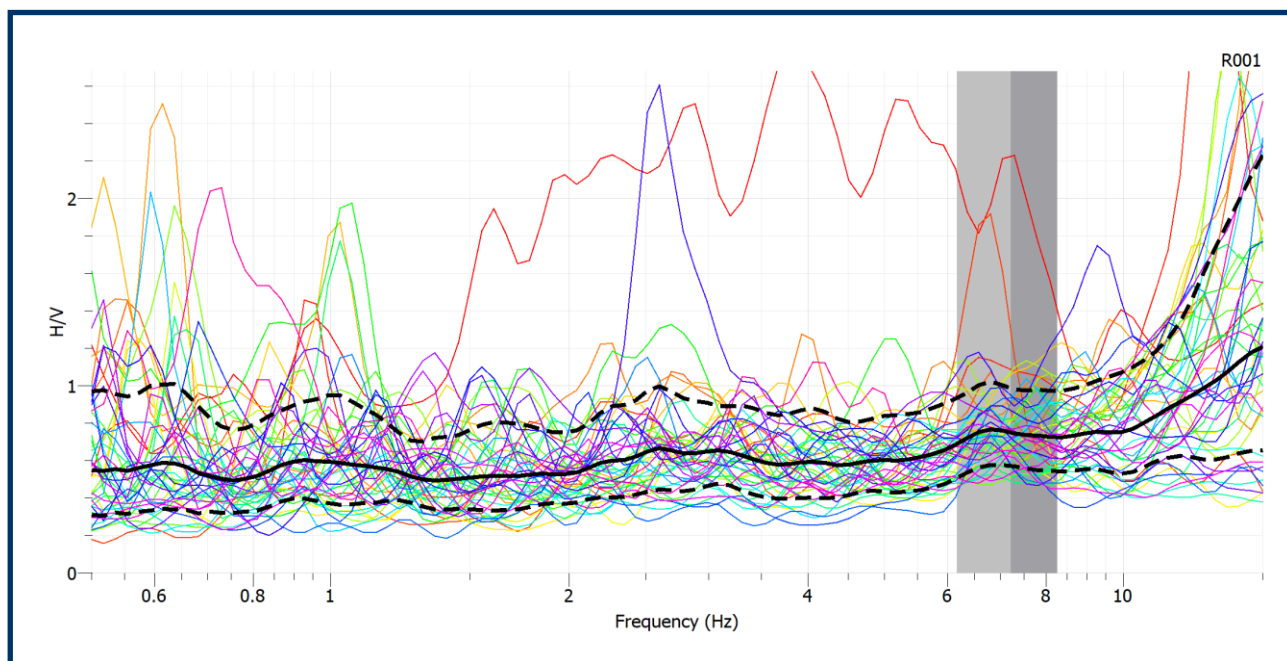


Fig. 9 Frequenze (Hz)

L'elaborazione evidenzia una curva H/V che presenta un picco netto, con valori in ampiezza che superano di poco la soglia di 5 nell'intervallo compreso tra 26 Hz e 28 Hz (frequenza di risonanza  $f_0=7.21$  Hz – 11 profondità riflettore stimata  $> 6/8$  m), evidenziando la presenza di una transizione di velocità delle onde di taglio graduale.

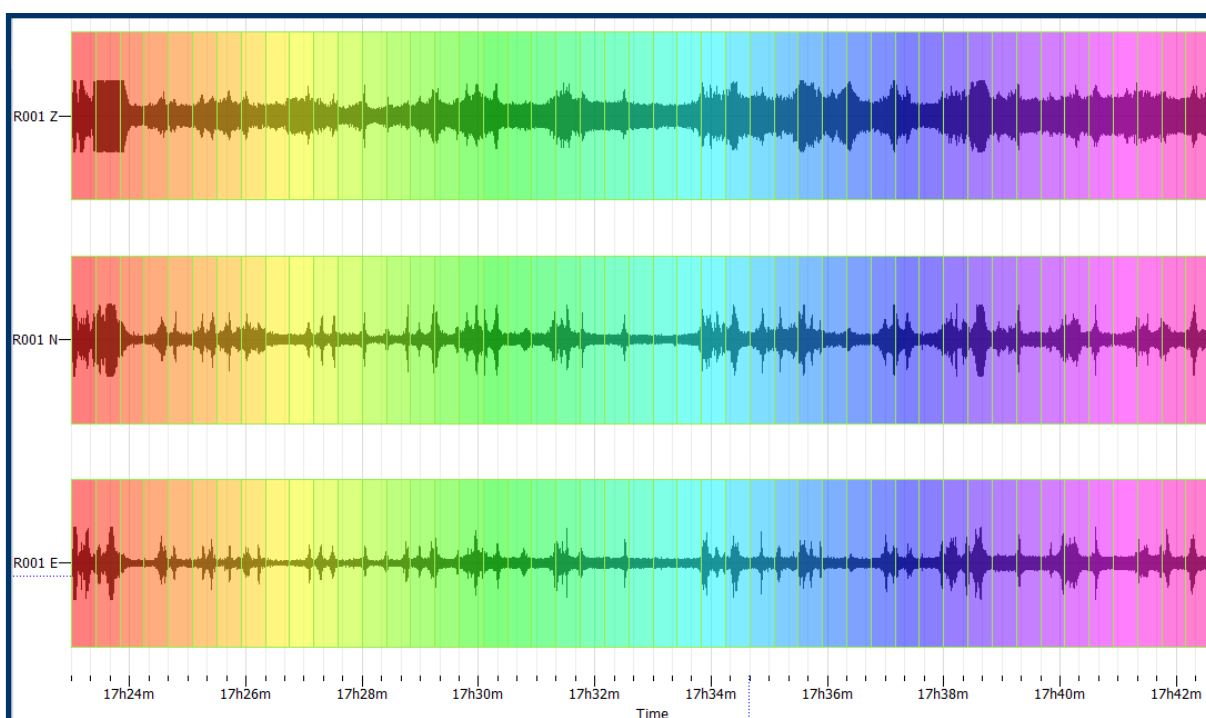


Fig. 10 Serie temporali

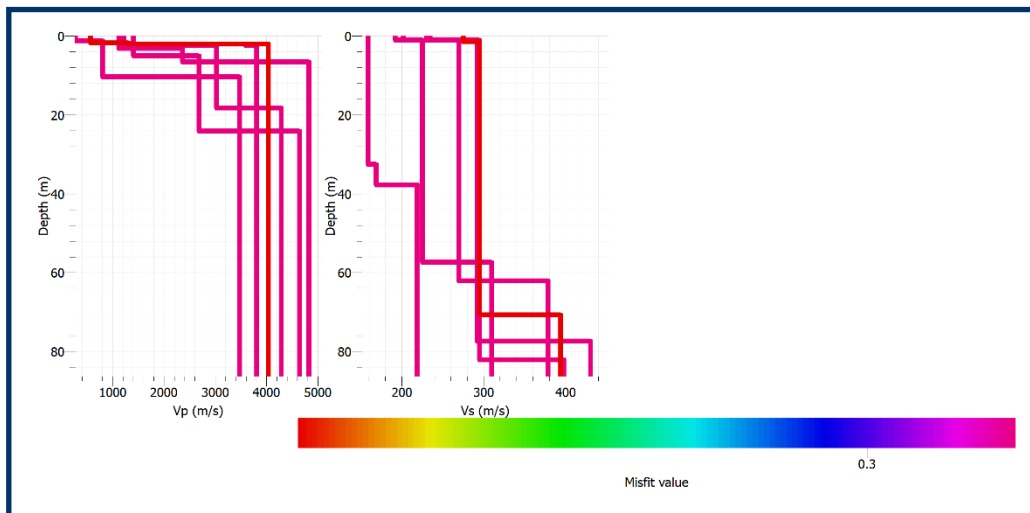


Fig. 11 Modello sismo stratigrafia misfit

### Pozzetti geognostici

La campagna investigativa a supporto dell'analisi geologica-geotecnica, ha previsto l'esecuzione di n. 2 pozzetti geognostici (indicati con le sigle PZ1+PZ2) con l'ausilio di un escavatore meccanico .

PZ1: 1,50 m (profondità dal p.c.)

PZ2: 1,50 m (profondità dal p.c.)



Fig. 12 Ubicazione Pozzetti geognostici Pz1 e Pz2



Fig. 13 Pozzetto geognostico Pz1



Fig. 14 Pozzetto geognostico Pz2

In ambedue i pozzetti è stata riscontrata la presenza di depositi alluvionali argilloso sabbiosi con ciottoli di dimensioni da qualche centimetro a 30 centimetri.

## 5. STRATIGRAFIA E PARAMETRI GEOTECNICI

Nel corso dello studio sono state utilizzati i risultati di indagini geofisiche dallo scrivente in un lotto adiacente che hanno previsto una prove di sismica passiva a stazione singola (metodo HVSR); il riferimento locale geotecnico è sufficientemente noto grazie alla numerosa bibliografia tecnica presente nell'archivio dello Scrivente, oltre agli scavi geognostici effettuati nel sito. Le analisi derivano inoltre dal confronto con riferimenti locali (indagini geognostiche nell'area).

Si tratta di terreni alluvionali incoerenti prevalentemente ghiaioso –sabbiosi con possibili ciottoli. L'assetto stratigrafico del sottosuolo ricavato dall'interpretazione delle pozzetti geognostici e dalle indagini sismiche effettuate ha portato a definire:

- *primo orizzonte costituito da deposito superficiale di esiguo spessore (1,5/2 m)  $V_s=160/200$  m/s*
- *secondo orizzonte di spessore variabile (circa 6/8 m) ascrivibile alla presenza deposito alluvionale mediamente addensato  $V_s=350/450$ m/s*
- *terzo orizzonte assimilabile a deposito alluvionale maggiormente addensato  $V_s > 750$ /s*

### LETTURE POCKET PENETROMETER



| Pozzetto 1 | Prof. da p.c. (cm) | valore |
|------------|--------------------|--------|
|            | -0.20              | 1.5    |
|            | -0.40              | 1.5    |
|            | -0.60              | 2      |
|            | -0.80              | 1.5    |
| Pozzetto 2 | Prof. da p.c. (cm) | valore |
|            | -0.20              | 0.5    |
|            | -0.40              | 1.5    |
|            | -0.60              | 1.8    |
|            | -0.80              | 1.85   |
|            | -1.00              | 1.7    |

| Pocket (Kg/cm <sup>2</sup> ) | Consistenza       |
|------------------------------|-------------------|
| < 0.25                       | Molto molle       |
| 0.25 – 0.50                  | Molle             |
| 0.50 – 1.00                  | Plastico          |
| 1.00 – 2.00                  | Consistente       |
| 2.00 – 4.00                  | Molto consistente |
| > 4.00                       | Duro              |

www.servizigeotecnici.com  
info@servizigeotecnici.com

**Servizi Geotecnici s.a.s.**  
09126 Cagliari Via Libeccio 32  
Tel Fax +39070371705

## PROVA DI TAGLIO DIRETTO C.D.

ASTM D 3080

Committente: Dott. Geol. Sandro Trastu  
Cantiere : Campo sportivo Masainas

Certificato N.  
Data 24.09.2024

M. 17001

Pozzetto P2  
Campione: C1  
Profondità campionamento : -0,6 m da p.c.  
Data prelievo: 18/09/2024

| PROVINO N°                            |          | 1   | 2    | 3     |       |
|---------------------------------------|----------|-----|------|-------|-------|
| PRESSIONE VERTICALE DI CONSOLIDAZIONE | $\sigma$ | KPa | 98,1 | 196,1 | 294,2 |
| ROTTURA SOLLECITAZIONE DI TAGLIO      |          | KPa | 67,7 | 127,7 | 193,7 |

|   |      |
|---|------|
| Campione ricostruito in laboratorio sul passante a 2 mm |      |
| Descrizione: sabbia ghiaioso limosa                     |      |
| Peso di volume (g/cm <sup>3</sup> )                     | 1,87 |

Le prospezioni geofisiche (MASW, HVSR, etc.), sono finalizzate generalmente alla misura delle velocità sismiche e alla caratterizzazione sismica del sottosuolo oltre a permettere di calcolare il parametro  $V_s$  eq previste dalle N.T.C. 2018 e conseguentemente la categoria di sottosuolo), consente di procedere anche alla definizione dei principali parametri geotecnici dei terreni tramite l'applicazione di correlazioni empiriche con le velocità sismiche.

Queste correlazioni, in qualunque caso, devono essere utilizzate con spirito critico, avendo presente il loro carattere empirico, per cui non si può prescindere da una conoscenza delle caratteristiche geo-litologiche e del comportamento geotecnico dei terreni. Sul campione prelevato dai pozzetti geognostico sono state eseguite le analisi di laboratorio per verificare le caratteristiche geomeccaniche.

## **6. VERIFICA AGLI STATI LIMITE ULTIMI “SLU” PER CARICO LIMITE DEI TERRENI DI FONDAZIONE (D.M. 17/01/2018)**

La determinazione dei parametri geotecnici dei terreni interessati dall’opera, sono stati ricavati attraverso la correlazione tra prove geofisiche, nello specifico prova sismica a rifrazione , prova MASW e dalle osservazioni in situ dei terreni e dai dati conosciuti la bibliografia relativi a terreni con caratteristiche simili a quelle identificate nell’area in oggetto.

Per la verifica dei carichi ammissibili dei terreni di fondazione ed in merito alla capacità portante del sedime si sono applicati i metodi di: Terzaghi, Meyerhof, Brinch-Hansen, Vesic Meyerhof and Hanna, facendo riferimento le vigenti Norme Tecniche Sulle Costruzioni (NTC 2018).

Per l’elaborazione dei dati si è utilizzato il software specifico **Loandcap** della Geostru aggiornato alle nuove disposizioni indicate nelle NTC 2018.

Di seguito verranno esposti i parametri e le condizioni relative ai dati di inserimento iniziali e i risultati delle diverse elaborazioni ottenute.

### **CONSIDERAZIONI INIZIALI**

Dal progetto strutturale preliminare, si evince che il corpo di fondazione sarà costituito da travi rovesce così inquadrare:

$B = 0.70 \text{ m}$  = Larghezza della fondazione

$L = 15 \text{ m}$  = Lunghezza della fondazione (lunghezza media)

$D = 0.50 \text{ m}$  = Altezza di posa della fondazione

Per il calcolo sono state applicate condizioni cautelative in modo da ottenere una condizione di maggior sicurezza possibile, ed in particolare si è considerato:

- ✓ *la coesione  $c = 5.6$ ;*
- ✓ *il peso di volume è stato considerato uguale sia per il terreno al di sopra e al di sotto della fondazione;*
- ✓ *il valore dell’angolo di attrito ( $\varphi$ ) è stato utilizzato  $28^\circ$ , corrispondente allo strato al di sotto del piano di posa;*
- ✓ *il fattore di sicurezza ( $F$ ) considerato uguale 3.*
- ✓ *Falda =  $>10 \text{ m}$  dal piano di posa della fondazione*

In parametri geotecnici degli strati indagati sono stati ottenuti ottenuti dalle prove in situ e per correlazione dalle prova sismica a rifrazione e la prova MASW. Essi sono valori medi relativi a tutto lo stendimento.

Nella tabella seguente sono esposti i vari parametri ottenuti.

## **NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI 2018**

*Aggiornamento alle Norme tecniche per le costruzioni D.M. 17 gennaio 2018.*

Gli stati limite ultimi per sviluppo di meccanismi di collasso determinati dal raggiungimento della resistenza del terreno interagente con le fondazioni (GEO) riguardano:

- collasso per carico limite nei terreni di fondazione;
- scorrimento sul piano di posa.

*In tali verifiche, tutte le azioni su un elemento di fondazione possono essere ricondotte a una forza risultante applicata al piano di posa.*

Per le verifiche agli stati limite ultimi di tipo geotecnico (GEO) per carico limite e per scorrimento si deve fare riferimento all'approccio 2.

L'analisi deve essere condotta con la Combinazione (A1+M1+R3), nella quale i coefficienti parziali sui parametri di resistenza del terreno (M1) sono unitari, i coefficienti parziali sulle azioni (A1) sono indicati dalla tabella e la resistenza globale del sistema è ridotta tramite i coefficienti  $\gamma_R$  del gruppo R3.

## **DATI GENERALI**

---

|                          |                             |
|--------------------------|-----------------------------|
| Normativa                | NTC 2018                    |
| Zona                     | Comune di Masainas SARDEGNA |
| Lat.                     | 1.468.209                   |
| Long.                    | 4.321.828                   |
| Larghezza fondazione     | 0.7 m                       |
| Lunghezza fondazione     | 15 m                        |
| Profondità piano di posa | 0.50 m                      |
| Profondità falda         | >10.0                       |

---

## **SISMA**

---

|                                |          |
|--------------------------------|----------|
| Accelerazione massima (amax/g) | 0.027    |
| Effetto sismico secondo        | NTC 2018 |

---

## Coefficienti sismici [N.T.C.]

### Dati generali

|                      |                     |
|----------------------|---------------------|
| Tipo opera:          | 2 - Opere ordinarie |
| Classe d'uso:        | Classe II           |
| Vita nominale:       | 50.0 [anni]         |
| Vita di riferimento: | 50.0 [anni]         |

### Parametri sismici su sito di riferimento

|                        |    |
|------------------------|----|
| Categoria sottosuolo:  | C  |
| Categoria topografica: | T1 |

| S.L.<br>Stato limite | TR<br>Tempo ritorno<br>[anni] | ag<br>[m/s <sup>2</sup> ] | F0<br>[-] | TC*<br>[sec] |
|----------------------|-------------------------------|---------------------------|-----------|--------------|
| S.L.O.               | 30.0                          | 0.186                     | 2.61      | 0.273        |
| S.L.D.               | 50.0                          | 0.235                     | 2.67      | 0.296        |
| S.L.V.               | 475.0                         | 0.49                      | 2.88      | 0.34         |
| S.L.C.               | 975.0                         | 0.588                     | 2.98      | 0.372        |

### Coefficienti sismici orizzontali e verticali

|        |                                   |
|--------|-----------------------------------|
| Opera: | Stabilità dei pendii e Fondazioni |
|--------|-----------------------------------|

| S.L.<br>Stato limite | amax<br>[m/s <sup>2</sup> ] | beta<br>[-] | kh<br>[-] | kv<br>[sec] |
|----------------------|-----------------------------|-------------|-----------|-------------|
| S.L.O.               | 0.2678                      | 0.2         | 0.0055    | 0.0027      |
| S.L.D.               | 0.3384                      | 0.2         | 0.0069    | 0.0035      |
| S.L.V.               | 0.7056                      | 0.2         | 0.0144    | 0.0072      |
| S.L.C.               | 0.8467                      | 0.2         | 0.0173    | 0.0086      |

### Stratigrafia Terreno

| Spessore strato<br>[m] | Peso unità di volume<br>[kN/m <sup>3</sup> ] | Peso unità di volume saturo<br>[kN/m <sup>3</sup> ] | Angolo di attrito<br>[°] | Coesione<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | Modulo Elastico<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | Modulo Edometrico<br>[kN/m <sup>2</sup> ] | Poisson     |
|------------------------|--|---|--------------------------|----------------------------------|---|---|-------------|
| <b>0.5</b>             | <b>1800.0</b>                                | <b>1800.0</b>                                       | <b>26.0</b>              | <b>0.0</b>                       | <b>3793.41</b>                          | <b>1517.36</b>                            | <b>0.25</b> |
| <b>1.5</b>             | <b>1810.0</b>                                | <b>1810.0</b>                                       | <b>28.0</b>              | <b>1.5</b>                       | <b>5969.70</b>                          | <b>2387.88</b>                            | <b>0.25</b> |

**Stratigrafia schematica generata dal software dopo l'inserimento dei dati ottenuti dalle prove in relazione alla posizione e dimensioni dell'ipotetica fondazione**

**Carichi di progetto agenti sulla fondazione**

| Nr. | Nome combinazione | Pressione normale di progetto [kN/m <sup>2</sup> ] | N [kN] | Mx [kN·m] | My [kN·m] | Hx [kN] | Hy [kN] | Tipo     |
|-----|-------------------|--|--------|-----------|-----------|---------|---------|----------|
| 1   | A1+M1+R3          | 0.81   | 0.00   | 0.00      | 0.00      | 0.00    | 0.00    | Progetto |
| 2   | Sisma             | 0.81   | 0.00   | 0.00      | 0.00      | 0.00    | 0.00    | Progetto |
| 3   | S.L.E.            | 0.81   | 0.00   | 0.00      | 0.00      | 0.00    | 0.00    | Servizio |
| 4   | S.L.D.            | 0.81   | 0.00   | 0.00      | 0.00      | 0.00    | 0.00    | Servizio |

Sisma + Coeff. parziali parametri geotecnici terreno + Resistenze

| Nr | Correzione Sismica | Tangente angolo di resistenza al taglio | Coesione efficace | Coesione non drenata | Peso Unità volume in fondazione | Peso unità volume copertura | Coef. Rid. Capacità portante verticale | Coef. Rid. Capacità portante orizzontale |
|----|--------------------|---|-------------------|----------------------|---------------------------------|-----------------------------|--|--|
| 1  | Si                 | 1                                       | 1                 | 1                    | 1                               | 1                           | 1.8                                    | 1.1                                      |
| 2  | Si                 | 1                                       | 1                 | 1                    | 1                               | 1                           | 1.8                                    | 1.1                                      |
| 3  | Si                 | 1                                       | 1                 | 1                    | 1                               | 1                           | 1.8                                    | 1  |
| 4  | Si                 | 1                                       | 1                 | 1                    | 1                               | 1                           | 1.8                                    | 1  |

**DATI GENERALI**

|                          |          |
|--------------------------|----------|
| Normativa                | NTC_2018 |
| Larghezza fondazione     | 0.7 m    |
| Lunghezza fondazione     | 15.0 m   |
| Profondità piano di posa | 0.5 m    |
| Altezza di incastro      | 1.5 m    |

**STRATIGRAFIA TERRENO**

| Spessore strato [m] | Peso unità di volume [Kg/m <sup>3</sup> ] | Peso unità di volume saturo [Kg/m <sup>3</sup> ] | Angolo di attrito [°] | Coesione [Kg/cm <sup>2</sup> ] | Modulo Elastico [Kg/cm <sup>2</sup> ] |
|---------------------|---|--|-----------------------|--------------------------------|---------------------------------------|
| 0.5                 | 1835                                      | 2039   | 26                    | 0.0                            | 38.68                                 |
| 1.5                 | 1835                                      | 2039   | 28                    | 1.5                            | 60.87                                 |

**Carichi di progetto agenti sulla fondazione**

| Nr. | Nome combinazione | Pressione normale di progetto [Kg/cm <sup>2</sup> ] | N [Kg] | Mx [Kg·m] | My [Kg·m] | Hx [Kg] | Hy [Kg] | Tipo     |
|-----|-------------------|---|--------|-----------|-----------|---------|---------|----------|
| 1   | A(1)+M(2)+R(2)    | 0.12  | 0.00   | 0.00      | 0.00      | 0.00    | 0.00    | Progetto |
| 2   | A(1)+M(1)+R(3)    | 0.12  | 0.00   | 0.00      | 0.00      | 0.00    | 0.00    | Progetto |

**Sisma + Coeff. parziali parametri geotecnici terreno + Resistenze**

| Nr | Correzione Sismica | Tangente angolo di resistenza al taglio | Coesione efficace | Coesione non drenata | Peso Unità volume in fondazione | Peso unità volume copertura | Coef. Rid. Capacità portante verticale | Coef. Rid. Capacità portante orizzontale |
|----|--------------------|---|-------------------|----------------------|---------------------------------|-----------------------------|--|--|
| 1  | No                 | 1                                       | 1                 | 1                    | 1                               | 1                           | 2.3                                    | 1.1                                      |
| 2  | No                 | 1                                       | 1                 | 1                    | 1                               | 1                           | 1                                      | 1  |

**CARICO LIMITE FONDAZIONE COMBINAZIONE...A(1)+M(2)+R(2)**

Autore: MEYERHOF (1963)

|                                 |                         |
|---------------------------------|-------------------------|
| Carico limite [Qult]            | 2.35 Kg/cm <sup>2</sup> |
| Resistenza di progetto [Rd]     | 2.35 Kg/cm <sup>2</sup> |
| Tensione [Ed]                   | 0.12 Kg/cm <sup>2</sup> |
| Fattore sicurezza [Fs=Qult/Ed]  | 19.97                   |
| Condizione di verifica [Ed<=Rd] | Verificata              |

**COEFFICIENTE DI SOTTOFONDAZIONE BOWLES (1982)**

|                     |                         |
|---------------------|-------------------------|
| Costante di Winkler | 0.94 Kg/cm <sup>3</sup> |
|---------------------|-------------------------|

**A(1)+M(2)+R(2)**

Autore: HANSEN (1970) (Condizione drenata)

**PARAMETRI GEOTECNICI DI CALCOLO**

|                             |                           |
|-----------------------------|---------------------------|
| Peso unità di volume        | 1835.49 Kg/m <sup>3</sup> |
| Peso unità di volume saturo | 2039.43 Kg/m <sup>3</sup> |
| Angolo di attrito           | 23.0433 °                 |
| Coesione                    | 1.5 Kg/cm <sup>2</sup>    |

|                                   |      |
|-----------------------------------|------|
| Fattore [Nq]                      | 8.7  |
| Fattore [Nc]                      | 18.1 |
| Fattore [Ng]                      | 4.91 |
| Fattore forma [Sc]                | 1.0  |
| Fattore profondità [Dc]           | 1.38 |
| Fattore inclinazione carichi [Ic] | 1.0  |
| Fattore inclinazione pendio [Gc]  | 1.0  |

|   |      |
|---|------|
| Fattore inclinazione base [Bc]            | 1.0  |
| Fattore forma [Sq]                        | 1.02 |
| Fattore profondità [Dq]                   | 1.3  |
| Fattore inclinazione carichi [Iq]         | 1.0  |
| Fattore inclinazione pendio [Gq]          | 1.0  |
| Fattore inclinazione base [Bq]            | 1.0  |
| Fattore forma [Sg]                        | 0.98 |
| Fattore profondità [Dg]                   | 1.0  |
| Fattore inclinazione carichi [Ig]         | 1.0  |
| Fattore inclinazione pendio [Gg]          | 1.0  |
| Fattore inclinazione base [Bg]            | 1.0  |
| Fattore correzione sismico inerziale [zq] | 1.0  |
| Fattore correzione sismico inerziale [zg] | 1.0  |
| Fattore correzione sismico inerziale [zc] | 1.0  |

---

|                        |                         |
|------------------------|-------------------------|
| Carico limite          | 2.43 Kg/cm <sup>2</sup> |
| Resistenza di progetto | 2.43 Kg/cm <sup>2</sup> |

Condizione di verifica [Ed<=Rd]    Verificata

---

Autore: TERZAGHI (1955) (Condizione drenata)

---

#### PARAMETRI GEOTECNICI DI CALCOLO

---

|                             |                           |
|-----------------------------|---------------------------|
| Peso unità di volume        | 1835.49 Kg/m <sup>3</sup> |
| Peso unità di volume saturo | 2039.43 Kg/m <sup>3</sup> |
| Angolo di attrito           | 23.0433 °                 |
| Coesione                    | 1.5 Kg/cm <sup>2</sup>    |

---

|   |       |
|---|-------|
| Fattore [Nq]                              | 10.28 |
| Fattore [Nc]                              | 21.81 |
| Fattore [Ng]                              | 7.6   |
| Fattore forma [Sc]                        | 1.0   |
| Fattore forma [Sg]                        | 1.0   |
| Fattore correzione sismico inerziale [zq] | 1.0   |
| Fattore correzione sismico inerziale [zg] | 1.0   |
| Fattore correzione sismico inerziale [zc] | 1.0   |

---

|                        |                         |
|------------------------|-------------------------|
| Carico limite          | 2.37 Kg/cm <sup>2</sup> |
| Resistenza di progetto | 2.37 Kg/cm <sup>2</sup> |

Condizione di verifica [Ed<=Rd]    Verificata

---

Autore: MEYERHOF (1963) (Condizione drenata)

---

**PARAMETRI GEOTECNICI DI CALCOLO**

|                             |                           |
|-----------------------------|---------------------------|
| Peso unità di volume        | 1835.49 Kg/m <sup>3</sup> |
| Peso unità di volume saturo | 2039.43 Kg/m <sup>3</sup> |
| Angolo di attrito           | 23.0433 °                 |
| Coesione                    | 1.5 Kg/cm <sup>2</sup>    |

|   |      |
|---|------|
| Fattore [Nq]                              | 8.7  |
| Fattore [Nc]                              | 18.1 |
| Fattore [Ng]                              | 4.86 |
| Fattore forma [Sc]                        | 1.02 |
| Fattore profondità [Dc]                   | 1.43 |
| Fattore inclinazione carichi [Ic]         | 1.0  |
| Fattore forma [Sq]                        | 1.01 |
| Fattore profondità [Dq]                   | 1.22 |
| Fattore inclinazione carichi [Iq]         | 1.0  |
| Fattore forma [Sg]                        | 1.01 |
| Fattore profondità [Dg]                   | 1.22 |
| Fattore inclinazione carichi [Ig]         | 1.0  |
| Fattore correzione sismico inerziale [zq] | 1.0  |
| Fattore correzione sismico inerziale [zg] | 1.0  |
| Fattore correzione sismico inerziale [zc] | 1.0  |

|                        |                         |
|------------------------|-------------------------|
| Carico limite          | 2.35 Kg/cm <sup>2</sup> |
| Resistenza di progetto | 2.35 Kg/cm <sup>2</sup> |

Condizione di verifica [Ed<=Rd]      Verificata

**Carichi di progetto agenti sulla fondazione**

| Nr. | Nome combinazione | Pressione normale di progetto (Kg/cm <sup>2</sup> ) | N (Kg) | Mx (Kg·m) | My (Kg·m) | Hx (Kg) | Hy (Kg) | Tipo     |
|-----|-------------------|---|--------|-----------|-----------|---------|---------|----------|
| 1   | A1+M1+R3          | 1.2   | 0      | 0         | 0         | 0       | 0       | Progetto |
| 2   | SISMA             | 1.2   | 0      | 0         | 0         | 0       | 0       | Progetto |
| 3   | S.L.E.            | 1.2   | 0      | 0         | 0         | 0       | 0       | Servizio |
| 4   | S.L.D.            | 1.2   | 0      | 0         | 0         | 0       | 0       | Servizio |

**Sisma + Coeff. parziali parametri geotecnici terreno + Resistenze**

| Nr. | Correzione Sismica (Paolucci e Pecker (1997)) | Tangente angolo di resistenza al taglio | Coesione efficace | Coesione non drenata | Peso Unità volume in fondazione | Peso unità volume copertura | Coef. Rid. Capacità portante verticale | Coef. Rid. Capacità portante orizzontale |
|-----|---|---|-------------------|----------------------|---------------------------------|-----------------------------|--|--|
| 1   | no  | 1                                       | 1                 | 1                    | 1                               | 1                           | 2.3                                    | 1.1                                      |
| 2   | yes   | 1                                       | 1                 | 1                    | 1                               | 1                           | 1.8                                    | 1.1                                      |
| 3   | no  | 1                                       | 1                 | 1                    | 1                               | 1                           | 1                                      | 1  |
| 4   | no  | 1                                       | 1                 | 1                    | 1                               | 1                           | 1                                      | 1  |

**Carico limite verticale**

| Nome combinazioni | Autore          | Carico limite [Qult] (Kg/cm <sup>2</sup> ) | Resistenza di progetto [Rd] (Kg/cm <sup>2</sup> ) | Tensione [Ed] (Kg/cm <sup>2</sup> ) | Fattore sicurezza [Fs=Qult/Ed] | Condizione di verifica [Ed<Rd] | Tipo rottura                                 | Costante sottofondo (Kg/cm <sup>3</sup> ) |
|-------------------|-----------------|--|---|-------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--|---|
| A1+M1+R3          |                 |  |   |                                     |                                |                                |  |   |
| *                 | TERZAGHI (1955) | 14.68                                      | 6.38  | 1.20                                | 12.23                          | Verificata                     | * Rottura generale; Ir=280.756; Icrit=85.489 | 5.87                                      |
|                   | MEYERHOF (1963) | 18.98                                      | 8.25  | 1.20                                | 15.82                          | Verificata                     | * Rottura generale; Ir=280.756; Icrit=85.489 | 7.59                                      |
| SISMA             |                 |  |   |                                     |                                |                                |  |   |
|                   | TERZAGHI (1955) | 14.68                                      | 8.15  | 1.20                                | 12.23                          | Verificata                     | * Rottura generale; Ir=280.756; Icrit=85.489 | 5.87                                      |
|                   | MEYERHOF (1963) | 18.98                                      | 10.55   | 1.20                                | 15.82                          | Verificata                     | * Rottura generale; Ir=280.756; Icrit=85.489 | 7.59                                      |

## 7. CONCLUSIONI

La presente relazione, a corredo del progetto di fattibilità tecnica ed economica, illustra i risultati di uno studio finalizzato a ricostruire il modello geologico interessata dal progetto di fattibilità tecnico/economica che prevede la realizzazione di un edificio polifunzionale

Lo studio geotecnico del sito oggetto di intervento è stato eseguito sulla base dei dati bibliografici, dai pozzetti geognostici, dalla prova HVSR e Masw, integrato da un rilievo superficiale che ha permesso di definire le condizioni litologiche morfologiche, una caratterizzazione geotecnica preliminare dell'area ed in particolare si osserva quanto segue:

- ❖ L' area interessata dal progetto ricade in una zona a morfologia pianeggiante formata da depositi quaternari di origine continentale.
- ❖ Il terreno interessato risulta lontano da cigli di scarpata instabili.
- ❖ Il Comune di Masainas è stato inserito, ai sensi dell'Ordinanza n° 3274 tra le località sismiche appartenenti alla Zona 4.
- ❖ L' accelerazione orizzontale massima prevista è pari  $< 0.05g$ .

Sulla base delle considerazioni contenute nella presente relazione, si può affermare che non esistono incompatibilità tra terreno e struttura in progetto e non sono emerse altre considerazioni di natura geologica tali da sconsigliare la realizzazione delle opere. Il presente elaborato è redatto in ottemperanza ai contenuti del NTC 2018, fa riferimento alla relazione geologica del progetto definitivo.

Il Tecnico

Dott. Geol. Sandro Trastu

