



Oggetto: Lavori di ristrutturazione, promozione dell'efficienza e riduzione dei consumi energetici del palazzo di città

Riferimenti: Foglio 16 p.lla 1317
Calcoli eseguiti secondo il D.M. 17/01/2018

Committente: Comune di Santa Elisabetta

Elaborato:

- ◇ **Relazione Geologica**
- ◇ Stralcio topografico Scala 1:10000
- ◇ Planimetria Scala 1:500
- ◇ Carta Geologica Scala 1:2000
- ◇ Sezione geologica Scala 1:200
- ◇ Stralcio catastale Scala 1:2000
- ◇ Colonne stratigrafiche Scala 1:20
- ◇ Stralcio del PAI Scala 1:10000
- ◇ Sezioni verificate Scala 1:400
- ◇ Prove di laboratorio
- ◇ Prove geotecniche in sito
- ◇ Verifica di stabilità del pendio
- ◇ Documentazione fotografica
- ◇ Caratterizzazione sismica del sito

Il geologo
Dott. Paolo Vizzi

La Ditta

Premessa

A seguito dell'incarico avuto dal Comune di Santa Elisabetta, giusta determinazione nr 70 del 07/10/2021, per la redazione della relazione geologica finale per i lavori di ristrutturazione, promozione dell'eco-efficienza e riduzione dei consumi energetici del palazzo di città di Santa Elisabetta io sottoscritto Dott. Geol. Paolo Vizzi, nato ad Agrigento il 07/12/1971 con studio a Raffadali in Via Brescia 1, ho condotto lo studio geologico dell'area interessata dal progetto di cui sopra. Nella presente viene ricostruito l'assetto geologico dell'area con riferimento al quadro dell'evoluzione delle unità tettono-sedimentarie siciliane; è individuato lo schema stratigrafico del sito con la caratterizzazione meccanica delle singole unità ed è posta specifica attenzione ai termini notoriamente all'origine di dissesto. Vengo definiti i caratteri idrogeologici e geomorfologici sia per valutarne la stabilità complessiva, sia per determinare le eventuali interazioni tra falda e fondazioni. I parametri geotecnici dei materiali sono definiti in base ai dati ottenuti da una serie di sondaggi geognostici a carotaggio continuo eseguiti all'interno dell'area nella pregressa campagna di indagine. Sui campioni indisturbati sono eseguite una serie di prove geotecniche che hanno consentito di ottenere le proprietà indice dei materiali campionati e le relative caratteristiche geotecniche. I dati di laboratorio sono articolati in modo da consentire la corretta progettazione geotecnica del sistema fondale e delle strutture accessorie sia in condizioni drenate che non drenate. La definizione della categoria di sottosuolo, funzionale alla quantificazione dell'azione sismica di progetto, ai sensi del D.M. 17/01/2018, è stata eseguita utilizzando il metodo MASW.

Inquadramento Geologico

La corretta conoscenza della situazione geologica dell'area oggetto dello studio ha portato alla realizzazione di un rilevamento geologico di superficie scala 1:2000 che interessa anche le aree limitrofe. Dal punto di vista stratigrafico l'area è da inserire nel contesto della serie mio-pliocenica che è costituita dalle argille tortoniano-pre-tortoniane seguite in discordanza dal complesso tardo messiniano a sua volta coperto, sempre in discordanza, da terreni del Pliocene inf.. Strutturalmente ci troviamo all'interno della Falda di Gela che rappresenta il cuneo di accrezione della catena Siculo-Maghrebide tuttora in formazione che sovrascorre sui depositi plio-pleistocenici dell'avanfossa di Gela. La falda è costituita da un ripetuto impilamento di depositi del Cretaceo Superiore dell'Oligocene e del Mio- Pleistocene fagliati e sovrapposti in maniera molto complessa e con strutture di duplex.

I terreni del Cretaceo-Eocene sono essenzialmente le Argille Varicolori, l'intervallo Oligocene-Miocene è rappresentato dalle facies arenacee e argillose del Flysch Numidico e il Mio-Pleistocene è dato dalle argille pre-Messiniane seguite dalla serie evaporitica e dalle coperture clastico terrigene tardo terziario-quadernarie. I bacini formati durante la deformazione Pliocenica vengono colmati in discordanza dalla successione clastico terrigena costituita dai "Trubi" auct.(Pliocene inf.), dalle argille e argille sabbiose della F.ne Narbone (Pliocene Sup.) e dalle argille e Calcareniti della F.ne Agrigento (Pleistocene). Nella nostra area sono presenti soltanto tre termini della successione descritta cioè i gessi del Messiniano sup. Le marne calcaree plioceniche e le brecce argillose note in letteratura come Argille brecciate IV come di seguito descritte:

Gessi e argille sabbiose

La serie evaporitica messiniana è rappresentata nell'area da due principali facies gessose intercalate a livelli pelitici e sabbiosi che talvolta possono diventare prevalenti e acquisire spessore anche superiore ai 50m. Gli affioramenti appartengono in prevalenza al primo ciclo evaporitico e sono associabili ai gessi di Pasquasia. Il tipo di gesso più comune è il gesso selenitico chiamato anche "spicchiolino" per via della capacità dei grossi cristalli che lo compongono di riflettere i raggi solari a mo di specchi. In affioramento appare di colore bianco con livelli grigiastri irregolari, costituito in banchi intercalati da sottili partimenti pelitici. Si presenta in strati dallo spessore compreso tra 5 e 10 cm in alternanza a peliti o a gessareniti, piuttosto che a gesso selenitico costituendo banchi decametrici. Associati al gesso selenitico si trovano, oltre agli strati pelitici, livelli gessosi costituiti da noduli di forma ellissoidale con diametro di 5mm circa bianco lattiginosi, immersi in una matrice grigiastra. Questi livelli costituiscono strati di spessore compreso tra 10 e 20 cm e passano lateralmente a sabbie gessose poco cementate di colore giallastro laminate contenenti rari ciottoli di diametro generalmente inferiore ai 4mm (torbiditi gessose). Affiora in lembi nell'area di Cozzo Valenti in chiara discordanza geometrica con le facies sottostanti. Si tratta del secondo ciclo evaporitico, indicato in letteratura come "Gessi di Cattolica".

In associazione con le facies propriamente dette evaporitiche si trovano lembi argillosi, talora di notevole spessore, associati ai cicli di mare profondo coincidenti con le fasi di apertura del Mediterraneo durante la crisi di salinità Messiniana.

A grande scala le argille possono prevalere acquisendo spessori anche superiori ai 50m. Dallo studio micropaleontologico effettuato sulle argille sono state individuate associazioni di faune dulcicole. Lo spessore complessivo dell'unità è nell'ordine del centinaio di metri.

La tettonica ha un ruolo determinante nelle caratteristiche degli affioramenti, che riflettono le complesse deformazioni subite, e che si manifestano numerosissime con pieghe di svariate dimensioni e orientamento e con altrettanto numerose faglie e superfici di scollamento. Gli affioramenti messiniani così come parte della soprastante formazione pliocenica sono intensamente deformati mostrando gli effetti di diversi eventi tettonici che hanno determinato l'assetto attuale.

Calcari marnosi a foraminiferi “trubi”

In campagna sono facilmente riconoscibili per il colore bianco latte a luoghi tendente al grigio e per i caratteristici gradoni in affioramento dovuti all'erosione differenziata degli strati che la compongono. Il litotipo prevalente è costituito da calcari marnosi a foraminiferi planctonici, dove è possibile anche ad occhio nudo notare l'impronta degli esemplari a maggiori dimensioni (Orbuline). Grazie alla stratificazione così spesso ben evidente è agevole individuare la geometria e da qui la tettonica che ha interessato l'unità.

Possono distinguersi, infatti, due momenti principali:

Il primo avvenuto dopo la deposizione della porzione basale, caratterizzato da una forte compressione che ha generato deformazioni sia duttili che rigide, testimoniate da evidentissime faglie inverse accompagnate da pieghe molto strette, rovesciate o anche a scatola con direzione assiale variabile nello spazio; Durante la seconda fase si registra un'attenuazione dei movimenti compressivi e la deposizione dello stesso litotipo in discordanza angolare con gli strati sottostanti.

Affiorano estesamente nell'intorno ed in corrispondenza dell'area urbanizzata a costituire una sinclinale con asse in direzione SO-NE con al nucleo un apprezzabile lembo di argille brecciate (ABIV).

Argille brecciate IV

Si tratta di una breccia argillosa costituita da frammenti eterometrici di argille di varia origine e consistenza con colore dei clasti variabile dal grigio-nerastro al verde in matrice argillosa generatisi da fenomeni gravitativi coevi alla deposizione dei "trubi". Lo spessore varia nell'intervallo 2-30m con il limite superiore non definitivamente accertato. Affiorano al nucleo della sinclinale sulla quale sorge l'abitato di Santa Elisabetta spingendosi verso valle a raggiungere il corso del Vallone Zolfare.

Caratteri Geomorfologici e ideologici

L'area in studio ricade all'interno di un contesto caratterizzato dalla diversa resistenza alla degradazione e al disfacimento, cioè all'erosione selettiva dei diversi tipi litologici affioranti. Tali diversità litologiche insieme alla variabilità delle caratteristiche strutturali e giaciture, comportano una certa differenziazione delle forme epigee in relazione alla differente resistenza offerta agli attacchi da parte degli agenti esogeni.

Il sito ricade in un'area con assetto a bassa pendenza che si alternano a salti morfologici e ripide incisioni legate all'azione erosiva, talvolta accelerata, dei valloni che dalla montagna del Comune defluiscono in direzione Sud. Allargando l'area di indagine si può immediatamente notare come l'andamento del rilievo nel raggio di un chilometro sia abbastanza vario. Da quanto è possibile vedere le morfologie sono moderatamente dolci nell'immediato intorno del sito e più dolci nell'area circostante con pendenze che variano da 10 ad un massimo di 25°. L'idrogeologia del

versante, considerato che l'area è completamente urbanizzata, è governata dal reticolo urbano superficiale. La pendenza media al sito di edificazione è inferiore ai 15° il che permette di inserire il fabbricato in un contesto di tipo T1 per quanto riguarda la categoria topografica. Il coefficiente di amplificazione topografica S_T acquista di conseguenza il valore di 1,0. La quota del sito è pari a 410 m s.l.m. , tale valore deve essere considerato per l'inserimento della categoria di esposizione all'azione del vento e per quanto riguarda il valore di carico neve relativo alla superficie di copertura. Il sito è inserito in classe di rugosità B di cui alla tabella 3.3.III

Tabella 3.3.III - Classi di rugosità del terreno

Classe di rugosità del terreno	Descrizione
A	Aree urbane in cui almeno il 15% della superficie sia coperto da edifici la cui altezza media superi i 15m
B	Aree urbane (non di classe A), suburbane, industriali e boschive
C	Aree con ostacoli diffusi (alberi, case, muri, recinzioni,...); aree con rugosità non riconducibile alle classi A, B, D
D	Aree prive di ostacoli (aperta campagna, aeroporti, aree agricole, pascoli, zone paludose o sabbiose, superfici innevate o ghiacciate, mare, laghi,...)
L'assegnazione della classe di rugosità non dipende dalla conformazione orografica e topografica del terreno. Affinché una costruzione possa dirsi ubicata in classe A o B è necessario che la situazione che contraddistingue la classe permanga intorno alla costruzione per non meno di 1 km e comunque non meno di 20 volte l'altezza della costruzione. Laddove sussistano dubbi sulla scelta della classe di rugosità, a meno di analisi dettagliate, verrà assegnata la classe più sfavorevole.	

Visti i grafici riportati sotto, il sito può essere classificato in categoria III per quanto riguarda l'esposizione del sito alle azioni eoliche. In categoria III i valori di k_r , z_0 e z_{min} assumono rispettivamente il valore di 0,20 ; 0,10 e 5. In base a questi dati si può calcolare il coefficiente di esposizione c_e che è utilizzato per la definizione delle azioni del vento sulla struttura.

ZONE 1,2,3,4,5						
A	--	IV	IV	V	V	V
B	--	III	III	IV	IV	IV
C	--	*	III	III	IV	IV
D	I	II	II	II	III	**
* Categoria II in zona 1,2,3,4 Categoria III in zona 5						
** Categoria III in zona 2,3,4,5 Categoria IV in zona 1						

Caratteristiche geotecniche del terreno di fondazione

La stratigrafia è stata definita attraverso una serie di sondaggi geognostici a carotaggio continuo, realizzati all'interno dell'area di edificazione, in fase di perforazione sono stati prelevati dei campioni indisturbati con campionatore a pareti sottili, sui quali sono state eseguite una serie di prove geotecniche che hanno consentito di ottenere le proprietà indice dei materiali campionati e le relative caratteristiche geotecniche. I dati di laboratorio sono articolati in modo da consentire la corretta progettazione geotecnica del sistema fondale e delle strutture accessorie sia in condizioni drenate che non drenate.

Dall'osservazione di campagna e grazie ai sondaggi acquisiti sono stati riconosciuti dall'alto verso il basso, i seguenti termini litologici:

- a) Riporto eterogeneo;
- b) Coltre detritica marnosa con inclusi gessosi e marnoso calcarei;
- c) Marne calcaree con livelli argillo-marnosi;

Le marne , per le complesse fasi tettonica che hanno subito, presentano un pattern deformativo molto complesso che in maniera sensibile concorre alla diminuzione dei parametri geotecnici tipici di questi materiali. Il corpo di fabbrica principale, a causa di cedimenti differenziali, è stato oggetto di consolidamento negli anni 90 ed oggi appare in condizioni di stabilità. Passerella poggerà sulla coltre detritica che sarà opportuno superare con adeguate fondazioni in grado di distribuire correttamente il peso della struttura in elevazione.

Ai fini del calcolo delle opere di fondazione si forniscono i seguenti parametri geotecnici:

Il livello da 0.00 a 7.00 m costituito da una coltre detritica marnosa

Coesione non drenata	Coesione drenata	Peso di volume	Angolo di attrito interno
0.4 kg/cmq	0.1 kg/cmq	$\gamma=1.8$ t/mc	$\varphi= 10^\circ$

Il livello da 7.00 a m costituito da una marne calcaree con livelli argillo-limosi

Coesione non drenata	Coesione drenata	Peso di volume	Angolo di attrito interno
0.9 kg/cmq	0.1 kg/cmq	$\gamma=1.9$ t/mc	$\varphi= 18^\circ$

Definizione dell'azione sismica

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. Essa costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche. La

pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa **g_a** in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria A), nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente $S_e(T)$, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza PVR, nel periodo di riferimento VR. In alternativa è ammesso l'uso di accelerogrammi, purché correttamente commisurati alla pericolosità sismica del sito. Ai fini della presente normativa le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento PVR , a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

g_a 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.

La normativa riporta, per tutti i siti considerati, i valori di **g_a, F_o, T * c** necessari per la determinazione delle azioni sismiche. I valori suddetti sono riportati nelle tabelle allegate.

Nei punti di contatto con il terreno di opere con sviluppo longitudinale significativo, il moto sismico può avere caratteristiche differenti, a causa del carattere asincrono del fenomeno di propagazione, delle disomogeneità e discontinuità eventualmente presenti, e della diversa risposta locale del terreno. Degli effetti sopra indicati dovrà tenersi conto quando tali effetti possono essere significativi e in ogni caso quando le condizioni di sottosuolo siano così variabili lungo lo sviluppo dell'opera da richiedere l'uso di accelerogrammi o di spettri di risposta diversi. Nel presente caso non vi è una variabilità significativa nelle caratteristiche dei materiali al substrato che possono considerarsi complessivamente a comportamento omogeneo.

Stati limite e probabilità di superamento

Nei confronti delle azioni sismiche gli stati limite, sia di esercizio che ultimi, sono individuati riferendosi alle prestazioni della costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e gli impianti. Gli stati limite di esercizio sono:

- **Stato Limite di Operatività (SLO):** a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, non deve subire danni ed interruzioni d'uso significativi;
- **Stato Limite di Danno (SLD):** a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, subisce danni tali da non mettere a rischio gli utenti e da non compromettere significativamente la capacità di resistenza e di rigidità nei confronti delle azioni verticali ed orizzontali, mantenendosi immediatamente utilizzabile pur nell'interruzione d'uso di parte delle apparecchiature.

Gli stati limite ultimi sono:

- **Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV):** a seguito del terremoto la costruzione subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali cui si associa una perdita significativa di rigidità nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte della resistenza e rigidità per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali;
- **Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC):** a seguito del terremoto la costruzione subisce gravi rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e danni molto gravi dei componenti strutturali; la costruzione conserva ancora un margine di sicurezza per azioni verticali ed un esiguo margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni orizzontali.

Tabella 3.2.I – Probabilità di superamento P_{V_R} al variare dello stato limite considerato

Stati Limite		P_{V_R} : Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V_R
Stati limite di esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati limite ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, l'effetto della risposta sismica locale si valuta mediante specifiche analisi o in alternativa, si può fare riferimento a un approccio semplificato che si basa sulla classificazione del sottosuolo in funzione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio, V_s .

La classificazione del sottosuolo si effettua in base alle condizioni stratigrafiche ed i valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, V_s, eq (in m/s), definita dall'espressione:

con:

h_i = Spessore in metri dello strato i-esimo;

$$V_s, eq = \frac{H}{\sum_{strato=1}^N \frac{h(strato)}{V_s(strato)}}$$

V_i = Velocità dell'onda di taglio i-esima strato;

N = Numero di strati;

H = profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno rigido, caratterizzata da V_s non inferiore a 800m/s.

Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio $V_{s,eq}$ è definita dal parametro $V_{s,30}$, ottenuto ponendo $H=30$ m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

Per qualsiasi condizione di sottosuolo non classificabile nelle categorie precedenti, è necessario specificare analisi di risposta locale per la definizione delle azioni sismiche.

Inoltre, deve essere valutata l'influenza delle condizioni litologiche e morfologiche locali sulle caratteristiche del moto del suolo in superficie, mediante studi specifici di risposta sismica locale.

Per configurazioni superficiali semplici si può adottare la seguente classificazione:

Tab. 3.2.II – *Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.*

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	<i>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.</i>
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.</i>
C	<i>Depositati 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.</i>
D	<i>Depositati di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente 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 100 e 180 m/s.</i>
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.</i>

Per queste cinque categorie di sottosuolo, le azioni sismiche sono definibili come descritto al § 3.2.3 delle presenti norme. Per qualsiasi condizione di sottosuolo non classificabile nelle categorie

precedenti, è necessario predisporre specifiche analisi di risposta locale per la definizione delle azioni sismiche.

Nello specifico dell'area in studio è stata classificata attraverso una prova MASW e le è stata attribuita la categoria di suolo di **tipo B**.

OPERE DI FONDAZIONE

Verifiche agli SLE

La verifica agli SLE per fondazioni su pali è costituita: a) dal calcolo dei cedimenti nei diversi punti significativi del telaio in modo da verificare l'eventuale presenza di cedimenti differenziali di entità non ammissibile; b) dal calcolo degli spostamenti trasversali dovuti alla combinazione delle varie condizioni di carico. Per le fondazioni dirette la verifica agli SLE potrà essere fatta soltanto con il calcolo dei cedimenti. Le verifiche dovranno essere eseguite utilizzando i parametri forniti nella presente senza l'applicazione di alcun parametro correttivo (Parametri caratteristici) e secondo le metodiche più affidabili della geotecnica.

Verifiche agli SLU

Fondazioni superficiali

Nelle verifiche di sicurezza devono essere presi in considerazione tutti i meccanismi di stato limite ultimo, sia a breve sia a lungo termine. Gli stati limite ultimi delle fondazioni superficiali si riferiscono allo sviluppo di meccanismi di collasso determinati dalla mobilitazione della resistenza del terreno e al raggiungimento della resistenza degli elementi strutturali che compongono la fondazione stessa. Nel caso di fondazioni posizionate su o in prossimità di pendii naturali o

artificiali deve essere effettuata la verifica anche con riferimento alle condizioni di stabilità globale del pendio includendo nelle verifiche le azioni trasmesse dalle fondazioni.

Le verifiche devono essere effettuate almeno nei confronti dei seguenti stati limite:

- SLU di tipo geotecnico (GEO)
 - collasso per carico limite dell'insieme fondazione-terreno
 - collasso per scorrimento sul piano di posa
 - stabilità globale
- SLU di tipo strutturale (STR)
 - raggiungimento della resistenza negli elementi strutturali,

La verifica di stabilità globale deve essere effettuata secondo l'Approccio 1:

- Combinazione 2: (A2+M2+R2) tenendo conto dei coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I e 6.2.II per le azioni e i parametri geotecnici e nella Tabella 6.8.I per le resistenze globali.

Le rimanenti verifiche devono essere effettuate, tenendo conto dei valori dei coefficienti parziali riportati nelle Tab. 6.2.I, 6.2.II e 6.4.I, seguendo almeno uno dei due approcci:

Approccio 1:

- Combinazione 1: (A1+M1+R1)
- Combinazione 2: (A2+M2+R2)

Approccio 2: (A1+M1+R3).

Nelle verifiche effettuate con l'approccio 2 che siano finalizzate al dimensionamento strutturale, il coefficiente γ_R non deve essere portato in conto.

Fondazioni profonde

Le verifiche delle fondazioni su pali devono essere effettuate con riferimento almeno ai seguenti stati limite, quando pertinenti:

SLU di tipo geotecnico (GEO)

- 1) collasso per carico limite della palificata nei riguardi dei carichi assiali;
- 2) collasso per carico limite della palificata nei riguardi dei carichi trasversali;
- 3) collasso per carico limite di sfilamento nei riguardi dei carichi assiali di trazione;
- 4) stabilità globale;

SLU di tipo strutturale (STR)

- 1)raggiungimento della resistenza dei pali;
- 2)raggiungimento della resistenza della struttura di collegamento dei pali.

La verifica di stabilità globale deve essere effettuata secondo l'Approccio 1:

Combinazione 2: $(A_2+M_2+R_2)$

tenendo conto dei coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I e 6.2.II per le azioni e i parametri geotecnici, e nella Tabella 6.8.I per le resistenze globali.

Le rimanenti verifiche devono essere effettuate, tenendo conto dei valori dei coefficienti parziali riportati nelle Tab. 6.2.I, 6.2.II e 6.4.II, seguendo almeno uno dei due approcci:

Approccio 1:

Combinazione 1: $(A_1+M_1+R_1)$

Combinazione 2: $(A_2+M_2+R_2)$

Approccio 2:

$(A_1+M_1+R_3)$

Nelle verifiche effettuate con l'approccio 2 che siano finalizzate al dimensionamento strutturale il coefficiente γ non deve essere portato in conto

criteri di progetto

Le opere di fondazione debbono essere adeguatamente protette dagli agenti erosivi esterni, considerando la circolazione idrica che si realizza all'interno della coltre di copertura. I parametri geotecnici forniti nella presente, per il modo con il quale sono stati ottenuti, garantiscono una elevata affidabilità e quindi consentono di potere spingere il calcolo fino al limite che il calcolista riterrà di raggiungere. I vari parametri potranno quindi essere combinati con i rispettivi coefficienti di sicurezza (parametri di progetto), secondo le modalità volute dal calcolista. In base ai dati raccolti si consigliano fondazioni di tipo indiretto adeguate a distribuire le tensioni sul substrato marnoso-argilloso posto sotto le coperture a profondità variabile dal piano di campagna in modo da garantire un adeguato inserimento della struttura nel contesto geologico del sito. Si raccomanda l'assistenza del geologo durante le operazioni di scavo nell'area in modo da poter rilevare eventuali squilibri nell'assetto geomorfologico e la presenza di brusche variazioni litologiche che facciano variare i criteri di progetto. Cura particolare deve essere fatta alle acque piovane, realizzando le necessarie opere di drenaggio al fine di salvaguardare le opere di fondazione. Si pone divieto assoluto alla realizzazione di terrapieni, rilevati, scavi o altro in prossimità del fabbricato che non siano stati regolarmente progettati e autorizzati dall'autorità competente.

Conclusioni

La geologia della zona, i dati in possesso e l'assetto geomorfologico-idrologico riscontrato permettono di esprimere parere favorevole alle opere in oggetto. In base ai dati raccolti l'area è

stata caratterizzata da punto di vista litologico, geotecnico e sismico ed è stato riscontrato un assetto geomorfologico in equilibrio. Il volume significativo è stato caratterizzato in base ad i dati ottenuti dai sondaggi geognostici a carotaggio continuo eseguiti e grazie alle prove di laboratorio effettuate sui campioni di terreno prelevati. In base a quanto sopra esposto si può affermare che l'area studiata è idonea ad ospitare la struttura senza subire significativo turbamento al regime idrico o alla complessiva stabilità del rilievo. Le ipotesi di progetto dovranno essere confrontate con i dati e le misure raccolte durante l'esecuzione dei lavori, in modo da adeguare, eventualmente fosse necessario, l'opera alle situazioni riscontrate. La caratterizzazione sismica per la definizione delle azioni di progetto è stata eseguita con la tecnica MASW.

Lo stralcio del Piano per l'Assetto Idrogeologico redatto ai sensi dell'art. 17, comma 6 ter, della L. 183/89, dell'art. 1, comma 1, del D.L. 180/98, convertito con modificazioni dalla L. 267/98, e dell'art. 1 bis del D.L. 279/2000, convertito con modificazioni dalla L. 365/2000 in vigore sul territorio oggetto della presente non riporta situazione di pericolosità significativa per il sito di progetto e non pone quindi vincoli oltre la normativa vigente.

Raffadali 08/11/2021

Il Geologo

Corografia 1:10000



Area in studio



Google Erth

Legenda

 fabbricato



SP19

SP17

fabbricato

Via Nazionale

Via Santa Lucia

SP17

Via Ugo La Malfa

Via Nazionale

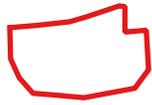
Google Earth

Gazziano

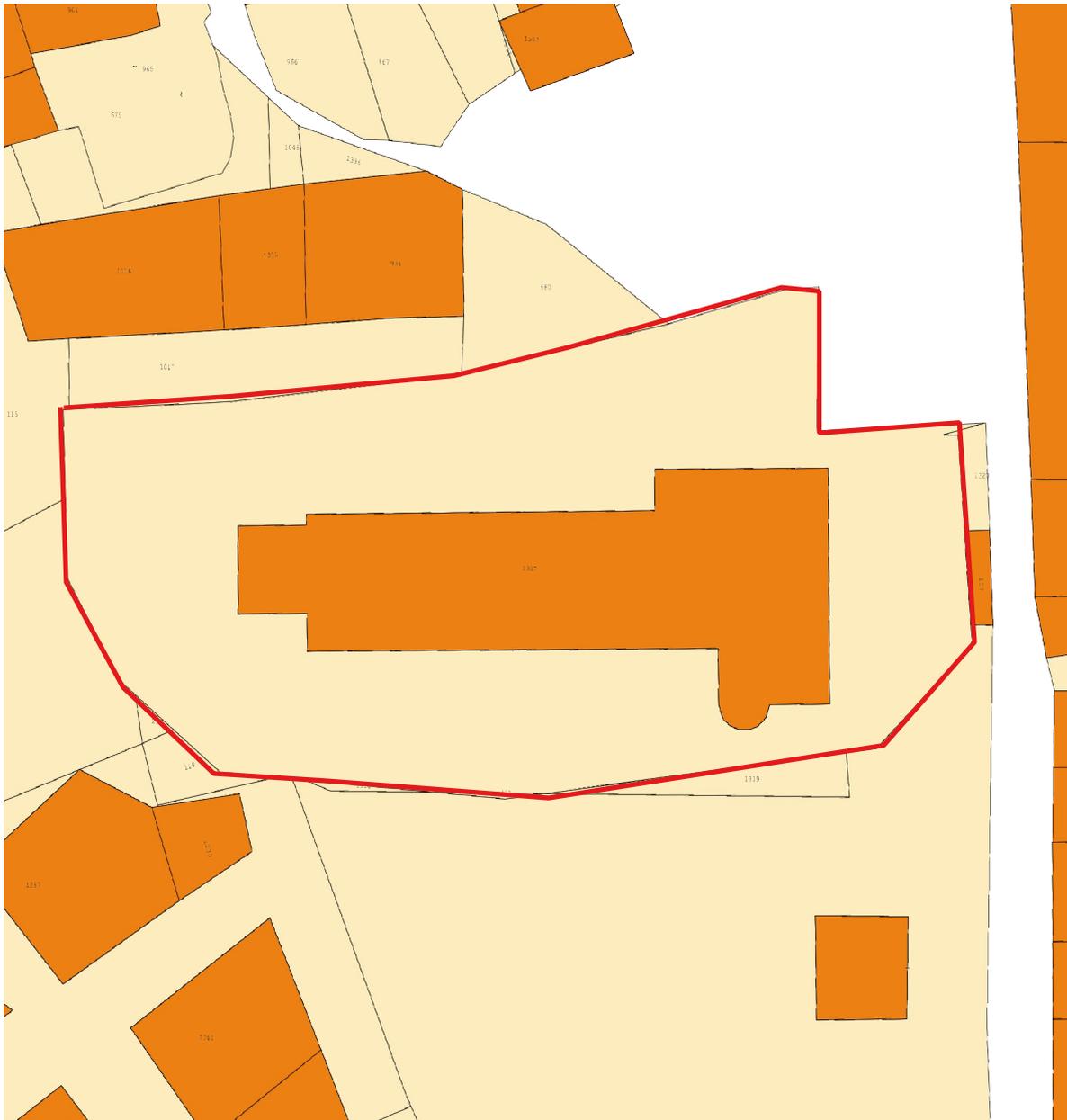


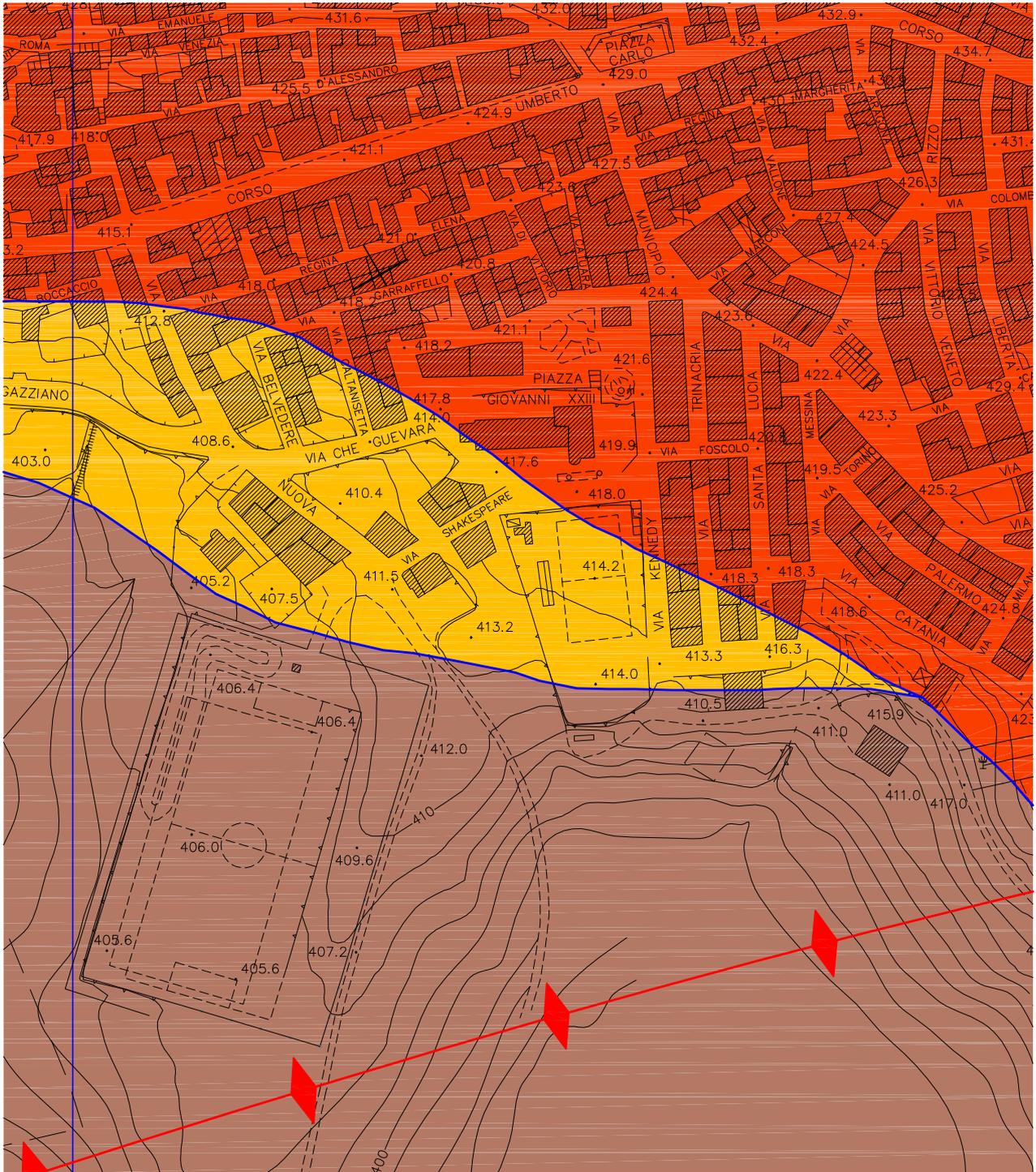
200 m

Stralcio planimetrico Catastale
1:500

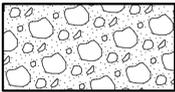


Particella interessata





Legenda



Detrito di falda



DEPOSITI ALLUVIONALI ATTUALI E RECENTI costituiti da materiali eterogenei di granulometria compresa tra ghiaie e limi, talora terrazzati lungo i corsi d'acqua.



COLTRI ELUVIO-COLLUVIALI. Depositi sciolti a granulometria variabile di colore nerastro con prevalenza di limi e sabbie talora in matrice argillosa con presenza di frammenti litici eterogenei eterometrici.



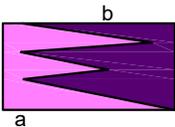
Coltre detritica e colluviale moderatamente coesiva costituita da frammenti dal diametro medio delle ghiaie in una matrice limo-argillosa associata alle facies marnoso-calcaree dei "Trubi" ed agli affioramenti prossimali della facies evaporitica



Brecce argillose costituite da frammenti argillosi di colore variabile dal grigio al verde" argille brecciate IV" auct.



Calcarei e calcarei marnosi a foraminiferi planctonici (Globigerina, Orbulina etc.) di colore biancastro a luoghi bianco azzurrognolo, ben stratificati e ben cementati alternati a livelli a minore coesione fortemente tettonizzati nelle porzioni basali. "Trubi" Auct. Età: Pliocene inf.



Gesso microcristallino, gesso selenitico, gessareniti, torbiditi gessose (a), alternati ad argille e argille sabbiose azzurro-grigiastre, marne giallastre, sabbie laminate (b)
Serie evaporitica, età Messiniano sup.



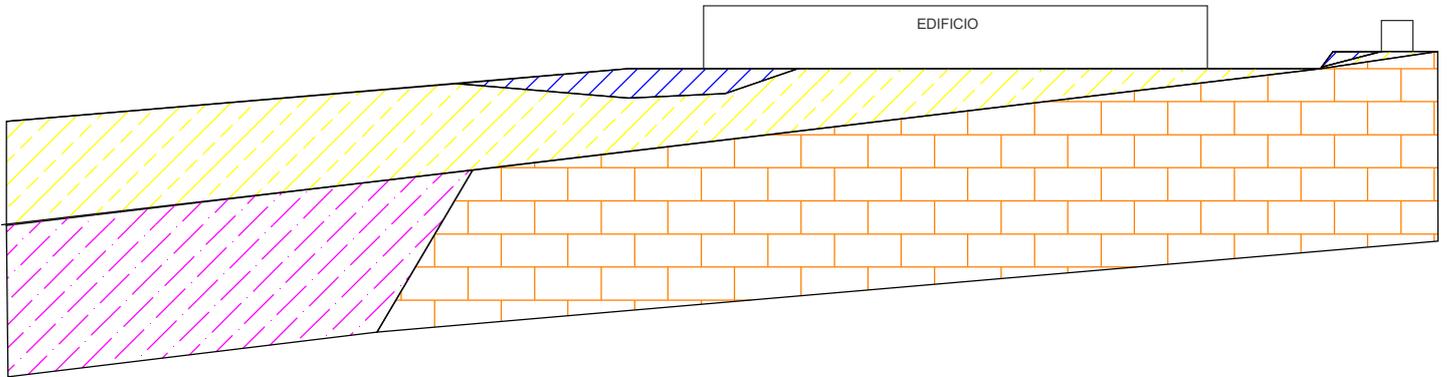
Calcarei detritico-vacuolari brecciati massivi, calcarei bianco grigiastri a laminazione parallela. Affiorano in banchi metrici intervallati a livelli pelitici costituiti da argille, diatomiti, sabbie o marne laminate a colore variabile dal verdastro all'azzurro al rosso vinaccia.
Calcare di Base, età Messiniano inf.



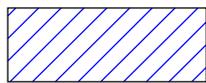
Complesso argilloso costituito da argille e argille marnose azzurre e azzurro verdastre a tratti limose e limo-sabbiose tettonizzate Eq. Fm Licata(Langhiano-Tortoniano sup.)

SEZIONE GEOLOGICA

SCALA 1:100



LEGENDA



Materiale di Riporto



Coltre detritica marnosa con inclusi gessosi e marnoso calcarei



Argille brecciate



Marne calcaree con livelli argillo-marnosi

Legenda

Unità del substrato



B1s - Calcari e calcari marnosi a foraminiferi planctonici (Globigerina, Orbulina etc.) di colore biancastro a luoghi bianco azzurrognolo, ben stratificati e ben cementati alternati a livelli a minore coesione fortemente tettonizzati nelle porzioni basali. "Trubi" Auct. L'unità ha comportamento variabile dal coesivo al francamente litoide in dipendenza dalla componente calcarea, affiora spesso privo di copertura o con una coltre che raramente supera i 1,0m.

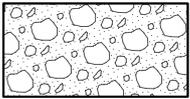


B2 - Calcari detritico-vacuolari breccciati massivi, calcari bianco grigiastri a laminazione parallela. Affiorano in banchi metrici intervallati a livelli pelitici costituiti da argille, diatomiti, sabbie o marne laminate a colore variabile dal verdastro all'azzurro al rosso vinaccia. L'unità affiora con spessori variabili dal metro ai 7-8m, è intensamente fratturata con cariatature e giunti spesso riempiti da materiali fini sinsedimentari o, in prossimità della superficie, di deposizione recente.



B2s - Gesso microcristallino, gesso selenitico, gessareniti, torbiditi gessose. La successione è intensamente piegata fratturata ed affiora in banchi di spessore variabile da qualche metro a decine di metri.

Unità delle coperture



D1 - Detrito di falda, unità originata in prevalenza dai materiali provenienti dallo smantellamento dei fronti gessosi e costituita da blocchi di dimensioni variabili da ciclopici alla granulometria delle ghiaie, generalmente sciolti o immersi in una matrice limosa debolmente coesiva. L'assetto è quello tipico della facies con spessori e geometrie ad andamento cuneiforme.



E1c - DEPOSITI ALLUVIONALI ATTUALI E RECENTI costituiti da materiali eterogenei di granulometria compresa tra ghiaie e limi, talora terrazzati lungo i corsi d'acqua. L'unità ha stratificazione sub-orizzontale o sigmoide e scarsa continuità laterale con comportamento generalmenete non coesivo. Gli spessori variano nell'intervallo 1-8m.



E1c - COLTRI ELUVIO-COLLUVIALI. Depositi sciolti a granulometria variabile di colore nerastro con prevalenza di limi e sabbie talora in matrice argillosa con presenza di frammenti litici eterogenei eterometrici. Si tratta di sedimenti recenti scarsamente coesivi o sciolti talvolta saturi con scarse caratteristiche meccaniche. La potenza può superare i 10m.



E2c - Coltre detritica e colluviale moderatamente coesiva costituita da frammenti dal diametro medio delle ghiaie in una matrice limo-argillosa associata alle facies marnoso-calcaree dei "Trubi" ed agli affioramenti prossimali della facies evaporitica



F1 - Complessi argillosi e argillo limosi, argille brecciate con comportamento tipicamente coesivo associate a coltri di alterazione con spessore variabile da 1 a 6 metri. Le coltri di alterazione sono tendenzialmente plastiche o moderatamenete consistenti, generalmente saturi e suscettibili di forti variazioni stagionali nel comportamento meccanico del primo metro e mezzo dal piano di campagna.

REPUBBLICA ITALIANA



Regione Siciliana

Assessorato Territorio e Ambiente

DIPARTIMENTO TERRITORIO E AMBIENTE

Servizio 4 "ASSETTO DEL TERRITORIO E DIFESA DEL SUOLO"

Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.)

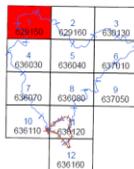
Bacino Idrografico del Fiume San Leone
ed Area intermedia compresa tra i Bacini
del F. San Leone e del F. Naro (067)



CARTA DELLA PERICOLOSITA' E DEL RISCHIO GEOMORFOLOGICO N° 01

COMUNI DI: ARAGONA-JOPPOLO-GIANCAXIO-RAFFADALI-SANT'ELISABETTA

Scala 1:10.000



Anno 2006

Stralcio carta della pericolosità e del rischio geomorfologico



Area in studio



LEGENDA

LIVELLI DI PERICOLOSITA'

- P0 basso
- P1 moderato
- P2 medio
- P3 elevato
- P4 molto elevato
- Sito di attenzione

LIVELLI DI RISCHIO

- R1 moderato
- R2 medio
- R3 elevato
- R4 molto elevato

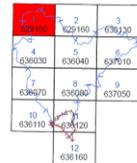
- Limite bacino idrografico
- Limite area intermedia
- Limite comunale

REPUBBLICA ITALIANA
 Regione Siciliana
 Assessorato Territorio e Ambiente
 DIPARTIMENTO TERRITORIO E AMBIENTE
 Servizio 4 "ASSETTO DEL TERRITORIO E DIFESA DEL SUOLO"
**Piano Stralcio di Bacino
 per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.)**
(ART. 1 D.L. 180/99 convertito con modifiche con la L. 287/01 e sst. mod. s.)
**Bacino Idrografico del Fiume San Leone
 ed Area intermedia compresa tra i Bacini
 del F. San Leone e del F. Naro (067)**



CARTA DEI DISSESTI N° 01

COMUNI DI ARAGONA-JOPPOLO-GIANCAVIO-RAFFADALI-SANTELISABETTA
 Scala 1:10.000



Anno 2006

LEGENDA

TIPOLOGIA

- Crollo e/o ribaltamento
- Colamento rapido
- Sprofondamento
- Scorrimento
- Frana complessa
- Espansione laterale o deformazione gravitativa (DGPV)
- Colamento lento
- Area a franosità diffusa
- Deformazione superficiale lenta
- Calanco
- Dissesti conseguenti ad erosione accelerata
- Sito di attenzione

STATO DI ATTIVITA'

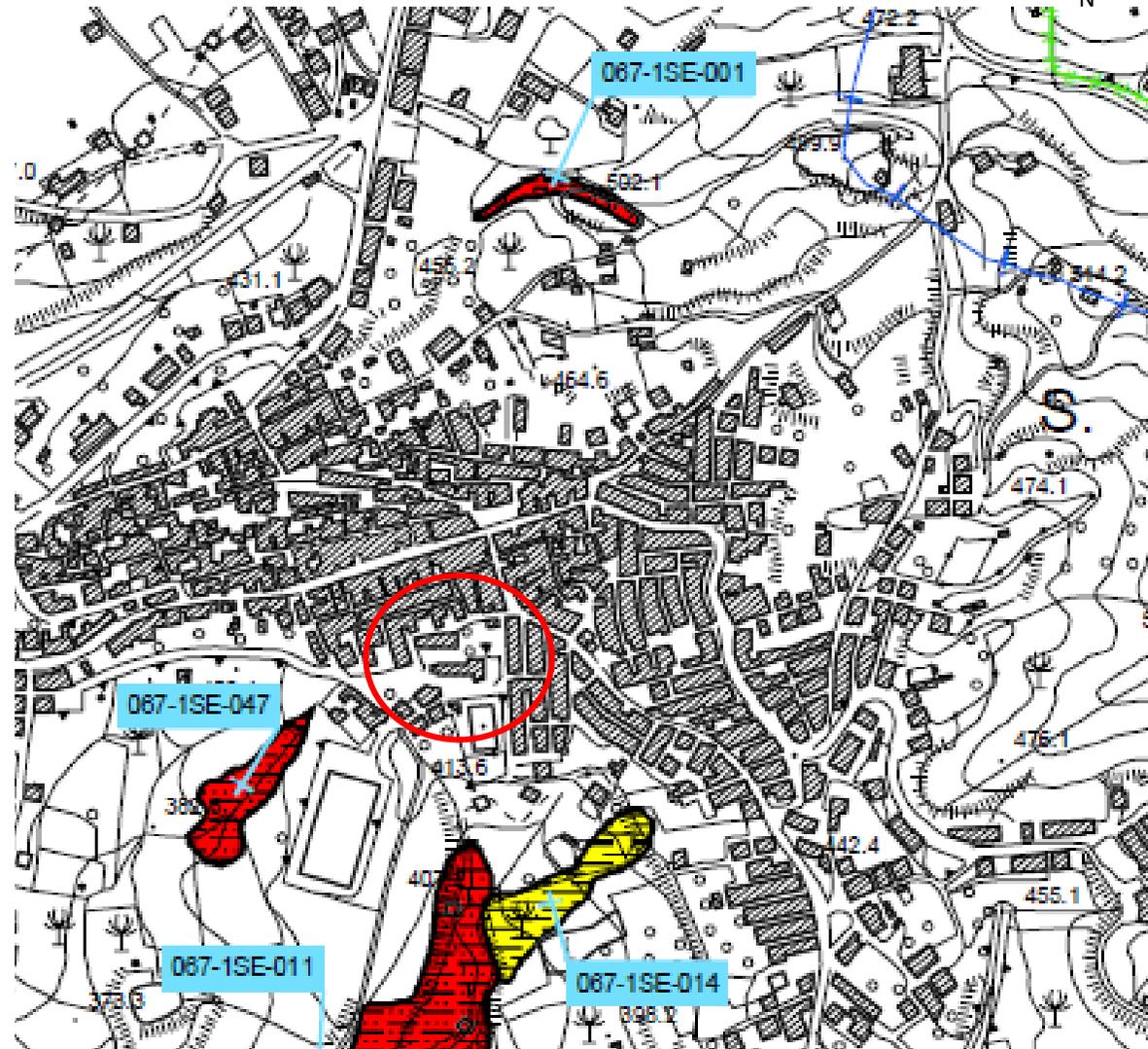
- Attivo
- Inattivo
- Quiescente
- Stabilizzato artificialmente o naturalmente

- Limite bacino idrografico
- Limite area intermedia
- Limite comunale

Stralcio carta della pericolosità



Area in studio



Easy MASW

La geofisica osserva il comportamento delle onde che si propagano all'interno dei materiali. Un segnale sismico, infatti, si modifica in funzione delle caratteristiche del mezzo che attraversa. Le onde possono essere generate in modo artificiale attraverso l'uso di masse battenti, di scoppi, etc.

Moto del segnale sismico

Il segnale sismico può essere scomposto in più fasi ognuna delle quali identifica il movimento delle particelle investite dalle onde sismiche. Le fasi possono essere:

- **P**-Longitudinale: onda profonda di compressione;
- **S**-Trasversale: onda profonda di taglio;
- **L**-Love: onda di superficie, composta da onde P e S;
- **R**-Rayleigh: onda di superficie composta da un movimento ellittico e retrogrado.

Onde di Rayleigh – “R”

In passato gli studi sulla diffusione delle onde sismiche si sono concentrati sulla propagazione delle onde profonde (onde P, onde S) considerando le onde di superficie come un disturbo del segnale sismico da analizzare. Recenti studi hanno consentito di creare dei modelli matematici avanzati per l'analisi delle onde di superficie in mezzi a differente rigidità.

Analisi del segnale con tecnica MASW

Secondo l'ipotesi fondamentale della fisica lineare (Teorema di Fourier) i segnali possono essere rappresentati come la somma di segnali indipendenti, dette armoniche del segnale. Tali armoniche, per analisi monodimensionali, sono funzioni trigonometriche seno e coseno, e si comportano in modo indipendente non interagendo tra di loro. Concentrando l'attenzione su ciascuna componente armonica il risultato finale in analisi lineare risulterà equivalente alla somma dei comportamenti parziali corrispondenti alle singole armoniche. L'analisi di Fourier (analisi spettrale FFT) è lo strumento fondamentale per la caratterizzazione spettrale del segnale. L'analisi delle onde di Rayleigh, mediante tecnica MASW, viene eseguita con la trattazione spettrale del segnale nel dominio trasformato dove è possibile, in modo abbastanza agevole, identificare il segnale relativo alle onde di Rayleigh rispetto ad altri tipi di segnali, osservando, inoltre, che le onde di Rayleigh si propagano con velocità che è funzione della frequenza. Il legame velocità frequenza è detto spettro di dispersione. La curva di dispersione individuata nel dominio f-k è detta curva di dispersione sperimentale, e rappresenta in tale dominio le massime ampiezze dello spettro.

Modellizzazione

E' possibile simulare, a partire da un modello geotecnico sintetico caratterizzato da spessore, densità, coefficiente di Poisson, velocità delle onde S e velocità delle Onde P, la curva di dispersione teorica la quale lega velocità e lunghezza d'onda secondo la relazione:

$$v = \lambda \times \nu$$

Modificando i parametri del modello geotecnico sintetico, si può ottenere una sovrapposizione della curva di dispersione teorica con quella sperimentale: questa fase è detta di inversione e consente di determinare il profilo delle velocità in mezzi a differente rigidità.

Modi di vibrazione

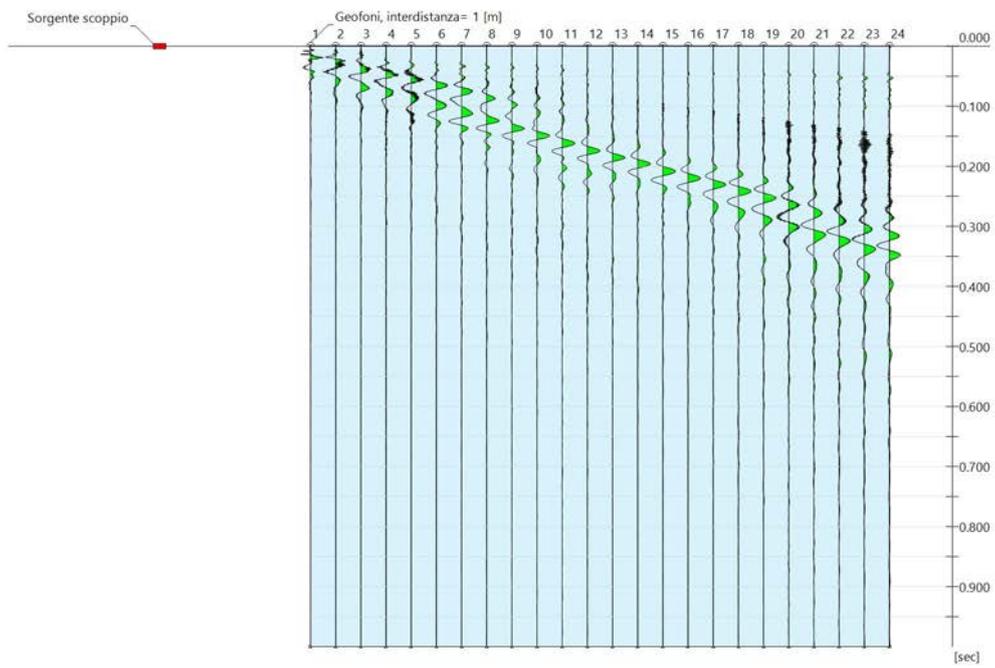
Sia nella curva di inversione teorica che in quella sperimentale è possibile individuare le diverse configurazioni di vibrazione del terreno. I modi per le onde di Rayleigh possono essere: deformazioni a contatto con l'aria, deformazioni quasi nulle a metà della lunghezza d'onda e deformazioni nulle a profondità elevate.

Profondità di indagine

Le onde di Rayleigh decadono a profondità circa uguali alla lunghezza d'onda. Piccole lunghezze d'onda (alte frequenze) consentono di indagare zone superficiali mentre grandi lunghezze d'onda (basse frequenze) consentono indagini a maggiore profondità.

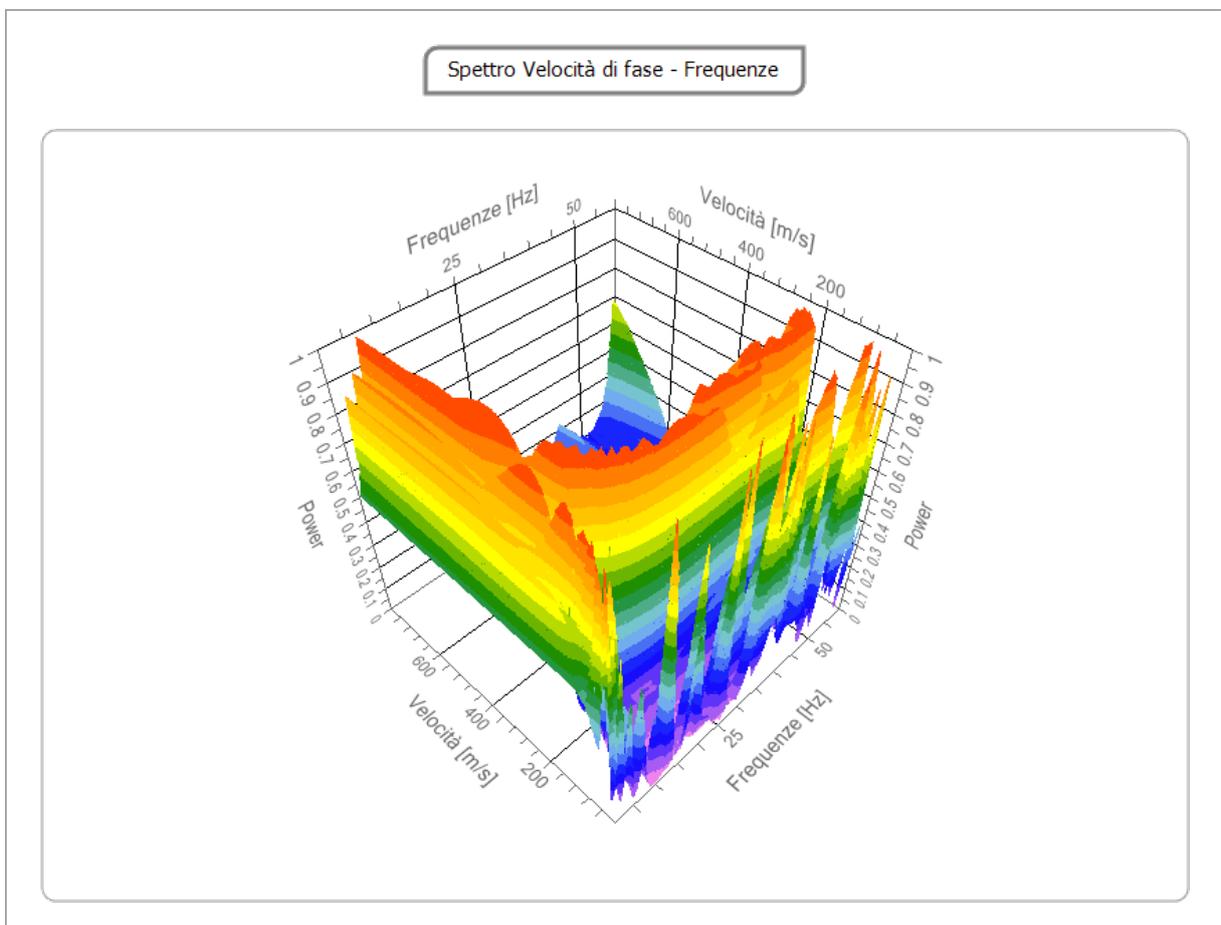
Tracce

N. tracce	24
Durata acquisizione [msec]	1000.0
Interdistanza geofoni [m]	2.0
Periodo di campionamento [msec]	0.125



Analisi spettrale

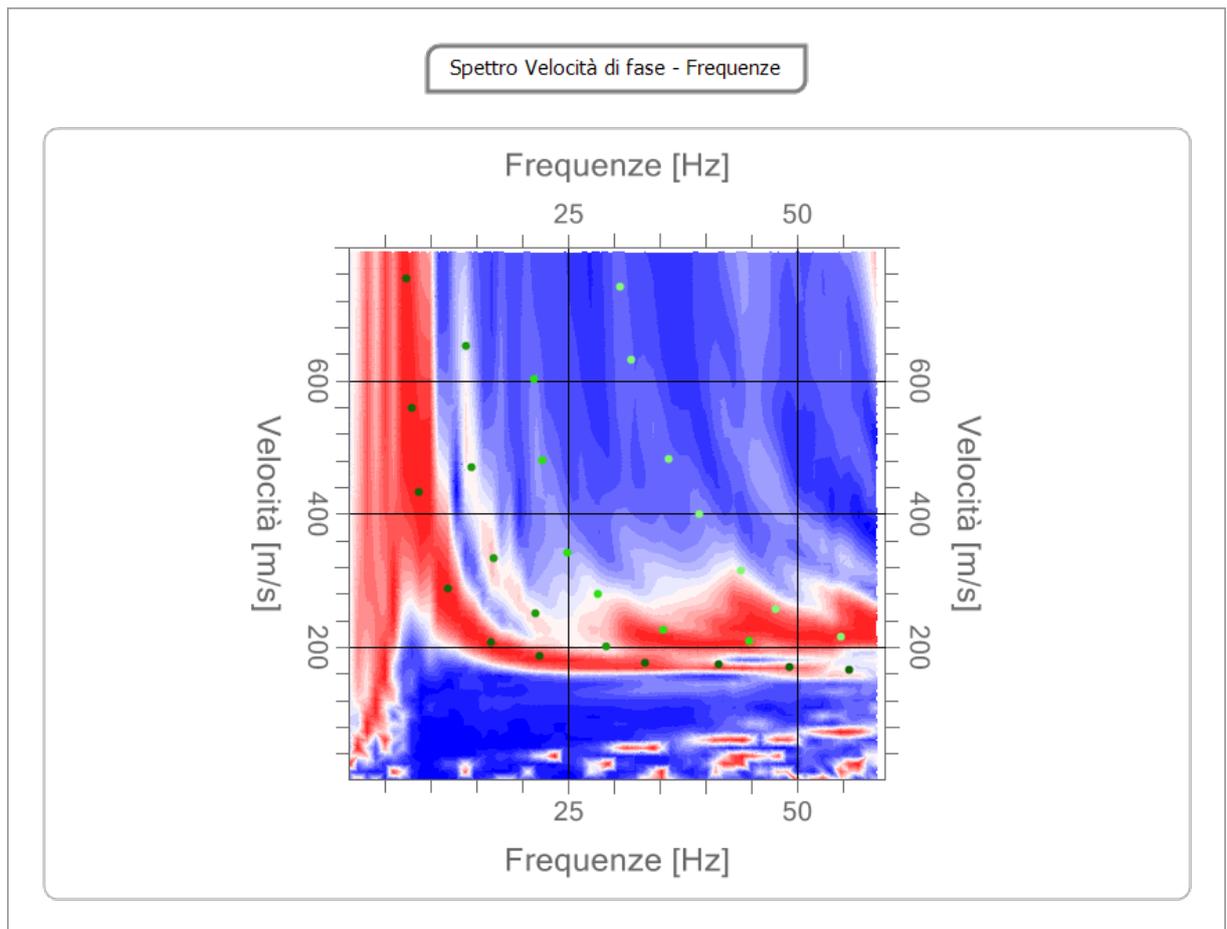
Frequenza minima di elaborazione [Hz]	1
Frequenza massima di elaborazione [Hz]	60
Velocità minima di elaborazione [m/sec]	1
Velocità massima di elaborazione [m/sec]	800
Intervallo velocità [m/sec]	1



Curva di dispersione

n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	7.3	754.0	0
2	7.9	559.2	0
3	8.7	432.2	0
4	11.9	287.8	0
5	13.8	651.1	1
6	14.5	469.5	1
7	16.6	206.8	0
8	16.9	333.7	1
9	21.2	603.0	2
10	21.4	250.6	1
11	21.9	187.1	0
12	22.2	480.4	2
13	24.9	342.5	2
14	28.3	279.0	2
15	29.1	200.2	1
16	30.7	740.9	3
17	31.8	631.4	3
18	33.4	176.1	0
19	35.4	226.5	2
20	36.0	482.6	3
21	39.4	399.4	3
22	41.5	173.9	0
23	43.9	314.0	3
24	44.8	209.0	2

25	47.7	257.1	3
26	49.2	169.6	0
27	54.8	215.5	3
28	55.7	165.2	0



Inversione

n.	Descrizione	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso unità volume [kg/mc]	Coefficiente Poisson	Falda	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1		3.73	3.73	1800.0	0.20	No	244.3	149.6
2		8.87	5.14	1800.0	0.20	No	531.1	325.2
3		14.14	5.27	1800.0	0.20	No	1057.3	647.5
4		20.41	6.28	1800.0	0.20	No	1264.9	774.6
5		28.78	8.37	1800.0	0.20	No	1472.2	901.5
6		oo	oo	1800.0	0.20	No	1964.6	1203.1

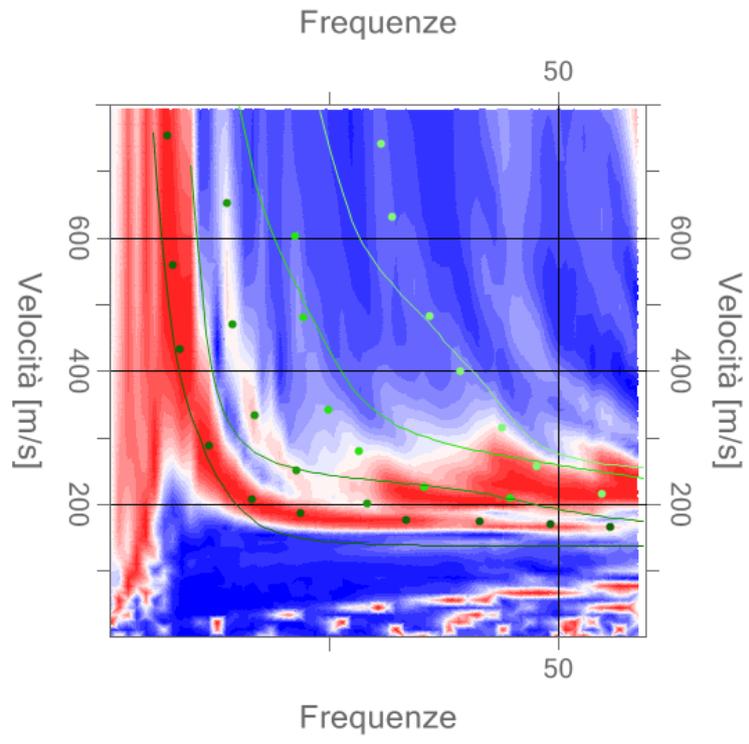
Percentuale di errore

6.169 %

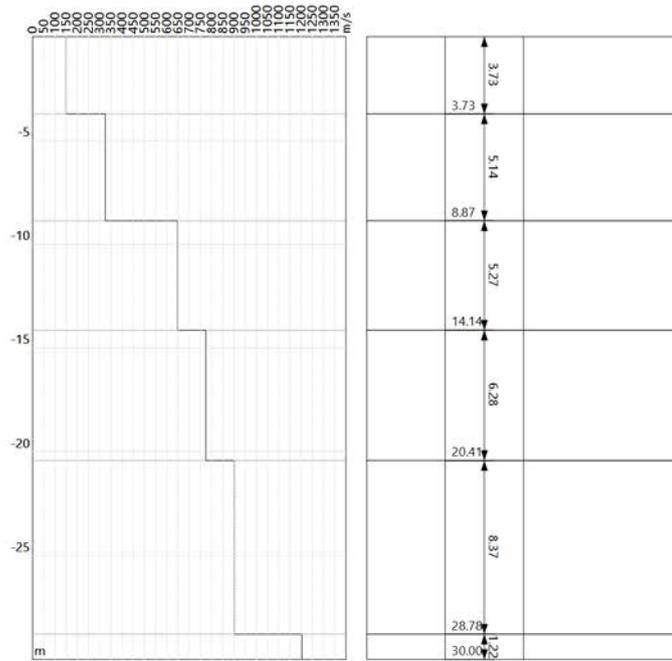
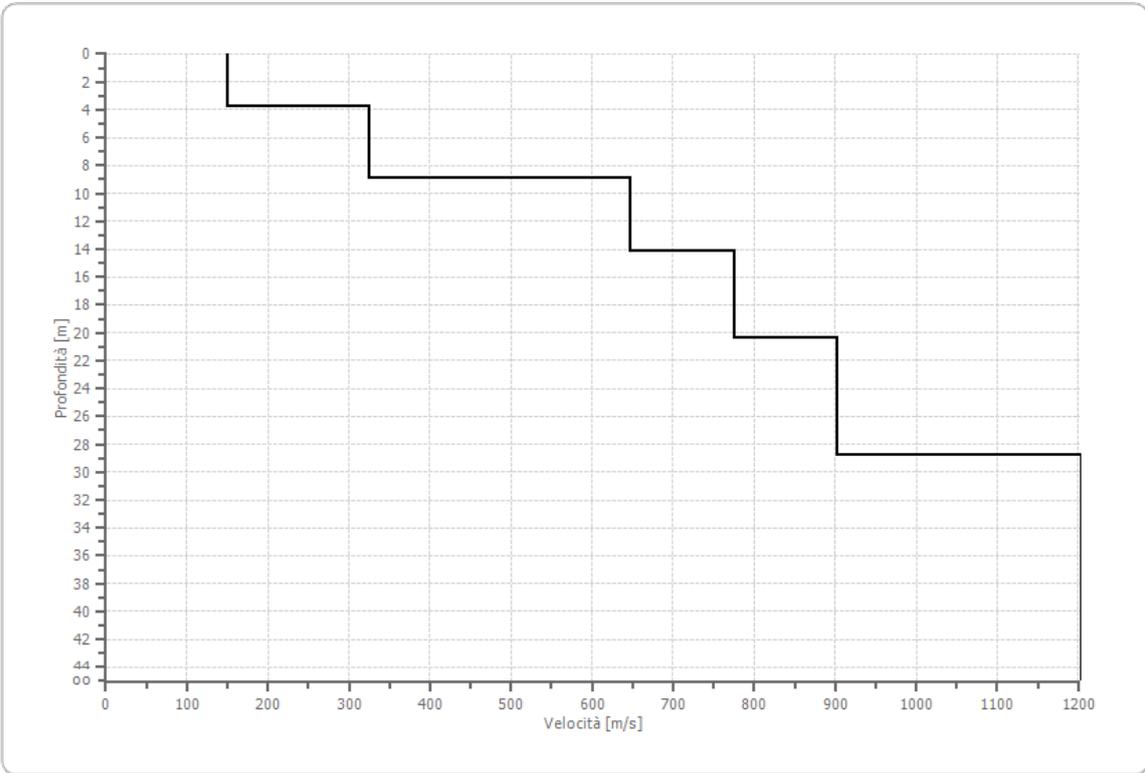
Fattore di disadattamento della soluzione

0.217

Inversione



Profilo di velocità



Risultati

Profondità piano di posa [m]	2.00
Vs,30 [m/sec]	539.99
Categoria del suolo	B

Suolo di tipo B: Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.

Altri parametri geotecnici

n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Vp [m/s]	Densità [kg/m ³]	Coefficiente Poisson	G0 [MPa]	Ed [MPa]	M0 [MPa]	Ey [MPa]	NSPT	Qc [kPa]
1	3.73	3.73	149.59	244.28	1800.00	0.20	40.28	107.41	53.71	96.67	46	176.74
2	8.87	5.14	325.25	531.13	1800.00	0.20	190.42	507.78	253.89	457.00	N/A	N/A
3	14.14	5.27	647.46	1057.29	1800.00	0.20	754.56	2012.15	1006.08	1810.94	N/A	N/A
4	20.41	6.28	774.59	1264.90	1800.00	0.20	1079.97	2879.93	1439.96	2591.94	N/A	N/A
5	28.78	8.37	901.51	1472.15	1800.00	0.20	1462.88	3901.02	1950.51	3510.92	N/A	N/A
6	oo	oo	1203.09	1964.63	1800.00	0.20	2605.35	6947.59	3473.80	6252.83	0	N/A

G_0 : Modulo di deformazione al taglio;

E_d : Modulo edometrico;

M_0 : Modulo di compressibilità volumetrica;

E_y : Modulo di Young;