



Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti

PROVVEDITORATO INTERREGIONALE PER LE OPERE PUBBLICHE
PER LA CAMPANIA, IL MOLISE, LA PUGLIA E LA BASILICATA
SEDE COORDINATA DI POTENZA



ENTE CONVENZIONATO:

COMANDO REGIONALE BASILICATA
DELLA GUARDIA DI FINANZA

Verifiche della vulnerabilità sismica e della stabilità degli edifici in uso al
Comando Regionale Basilicata della Guardia di Finanza.

Caserma finanziere Antonio Zara

viale Europa n° 3 fraz. di Metaponto - Comune di Bernalda

Caserma CGVM Donantonio Pistone e palazzina alloggi

via Bologna n° 2 - Comune di Policoro

IL RUP

Ing. Rosa GILIO

IL PROGETTISTA RESPONSABILE
DELL'INTEGRAZIONE DELLE VARIE PRESTAZIONI

Ing. Pier Giorgio FALVO

STRUTTURE E GEOTECNICA
Ing. Pier Giorgio FALVO

GEOLOGIA
Dott. Geologo Arcangelo F. VILO

GRUPPO DI LAVORO
Ing. Sergio PAGANO
Ing. Anna BILOTTA

N.	REVISIONE	DATA
01		
02		
03		
04		



Ing. Pier Giorgio FALVO

Dott. Geologo Arcangelo F. VILO

<input checked="" type="checkbox"/>	STUDIO DI VULNERABILITA'	<input type="checkbox"/>	PROGETTO PRELIMINARE	<input type="checkbox"/>	PROGETTO DEFINITIVO	<input type="checkbox"/>	PROGETTO ESECUTIVO
<input checked="" type="checkbox"/>	STATO DEI LUOGHI			<input type="checkbox"/>	PROGETTO		
<input type="checkbox"/>	GENERALE	<input type="checkbox"/>	ARCHITETTURA	<input checked="" type="checkbox"/>	STRUTTURE	<input type="checkbox"/>	IMPIANTI

ELABORATO

DESCRITTIVO

TAVOLA n.

06

DESCRIZIONE DELLA TAVOLA

CORPO B - ALLOGGI POLICORO
ALLEGATO 6 – RELAZIONE GEOLOGICA

SCALA

SDV

MT/17_16-B06

RELAZIONE

7

di 11

DATA
31/05/2018

Sommario

PREMESSA	2
INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	2
INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE	2
CARATTERISTICHE GEOLITOLOGICHE	6
INQUADRAMENTO P.A.I.	7
INDAGINI GEOGNOSTICHE.....	7
Indagini geofisiche	8
MODELLO SISMICO	9
<i>Categorie di sottosuolo</i>	<i>10</i>
<i>Condizioni topografiche</i>	<i>11</i>
<i>Spettri di risposta</i>	<i>11</i>
Stato limite SLC.....	12
Stato limite SLV.....	13
Stato limite SLD	14
Stato limite SLO	15
MODELLO GEOLOGICO	16
MODELLO GEOTECNICO.....	16
FATTIBILITÀ GEOLOGICA-CONCLUSIONI.....	18
ALLEGATI	19

PREMESSA

Il presente studio geologico, redatto nell'ambito della convenzione con il COMANDO REGIONALE BASILICATA DELLA GUARDIA DI FINANZA, è posto a corredo del progetto: "CASERMA CGVM DONANTONIO PISTONE E PALAZZINA ALLOGGI CORPO B-ALLOGGI POLICORO".

Tale studio per la definizione delle caratteristiche litologiche, geofisiche, geotecniche e per la definizione della fattibilità globale della progettazione, si avvale di un rilevamento di campagna, integrato con i dati esistenti in bibliografia, con l'osservazione ed interpretazione della cartografia ufficiale e completato con la realizzazione di indagini *in situ*, comprendenti:

- n°2 prospezioni sismiche a rifrazione ad onde longitudinali (P);
- n°2 prospezioni sismiche di superficie con metodologia MASW;

Nella presente relazione vengono riportati, l'inquadramento geologico generale dell'area, geolitologico, le risultanze delle indagini geognostiche, il modello geologico definitivo locale ed il relativo modello geotecnico di riferimento. Delle due MASW realizzate nel complesso della Caserma, la MASW 1 è quella che specificatamente è stata eseguita nei pressi degli alloggi.

INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

Il sito oggetto di studio è rappresentato dall'area della Caserma della Guardia di Finanza nel comune di Policoro, sito in via Bologna. La zona ricade nel foglio n° 508 della Carta d'Italia dell'I.G.M in scala 1.50000.

INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE

L'area oggetto di studio da un punto di vista geologico ricade nella parte orientale dell'Appennino meridionale. L'Appennino meridionale è un segmento del sistema orogenico circum-Mediterraneo collocato tra l'Appennino centrale, a nord e l'Arco Calabro-Peloritano, a sud, e limitato rispettivamente dalle linee tettoniche Ortona-Roccamonfina e Sangineto (Bonardi et al., 2009), (fig. 2). Esso rappresenta un tipico *thrust and fold belt* con vergenza orientale, collocato tra il bacino di retroarco tirrenico ad Ovest e l'avampaese apulo-adriatico ad Est.

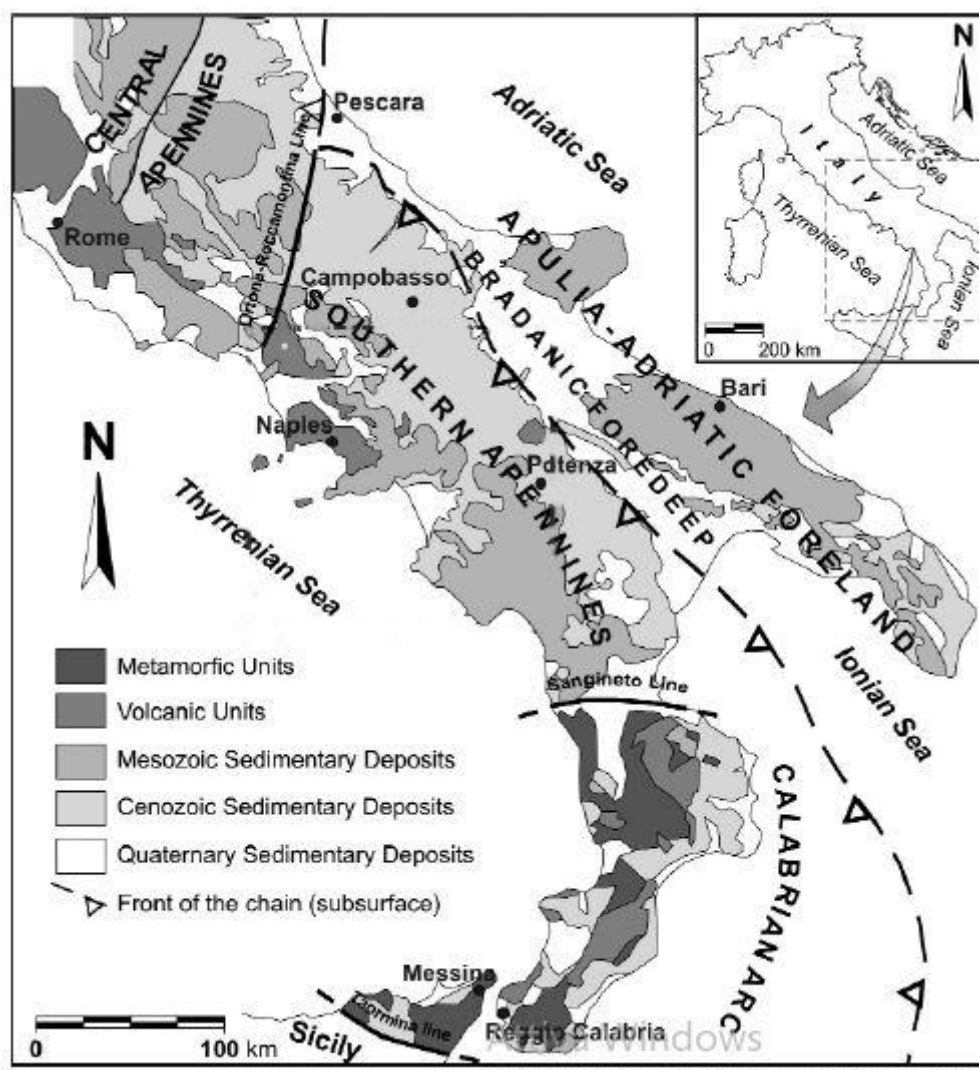


Fig. 2 - Carta geologica schematica dell'Italia centro-meridionale (Bonardi et al., 2009);

L'attuale assetto strutturale dell'Appennino meridionale è il risultato di eventi, compressivi, distensivi e trascorrenti, connessi alla subduzione e al successivo arretramento flessurale della microplacca apulo-adriatica, cui si accompagna, sul bordo interno della catena, a partire dal Tortoniano, l'estensione connessa all'apertura del bacino di retroarco tirrenico (Sartori, 1989; Patacca et al., 1990; Bonardi et al., 2009). Gli eventi compressivi sembrano essersi esauriti nel corso del Pleistocene (Cinque et al., 1993). I principali elementi strutturali che caratterizzano il sistema orogenico dell'Appennino meridionale sono costituiti da un dominio di avampaese, un dominio di catena ed infine dal dominio tirrenico.

- Il dominio d'avampaese è rappresentato da diversi settori di pertinenza afro-adriatica i quali differiscono tra loro sia per le caratteristiche crostali che per le coperture sedimentarie. Questi, separati da importanti strutture crostali, si identificano nel Blocco Pelagiano, nel Blocco Apulo e nel Bacino Ionico (Monaco et al., 2008). I blocchi apulo e pelagiano sono costituiti da crosta continentale, caratterizzata da spessori dell'ordine dei 25-30 Km (Boccaletti et al.,

1984; Monaco et al., 2008), su cui poggiano potenti successioni carbonatiche mesozoico-terziarie di piattaforma (Burollet et al., 1978; Channell et al., 1979; Ricchetti, 1980; Ricchetti et al., 1988). Il Bacino Ionico è costituito invece da un'area a crosta assottigliata e/o oceanica, probabile residuo di un bacino giurassico (Makris et al., 1986), caratterizzata da spessori dell'ordine dei 10-15 Km (Finetti, 1982; Boccaletti et al., 1984), nei quali sono comprese potenti successioni sedimentarie rappresentate da circa 2000-4000 m di sedimenti carbonatici mesozoico-paleogenici e da circa 2000-4000 m di sedimenti terrigeni (Monaco et al., 2008). Verso NO queste successioni sono interessate da una serie di *thrust* che permettono di definire la fascia deformata dell'Arco Calabro esterno, interpretabile nel suo insieme come un cuneo di accrezione neogenico-quadernario (Kastens, 1981; Rossi & Sartori, 1981; Ben Avraham et al., 1990; Monaco et al., 2008).

- Il dominio di catena comprende l'Appennino meridionale, che presenta un andamento generale NO-SE, e la Catena Maghrebide che invece mostra un andamento circa E-O. Questi segmenti d'orogene, costituiti da falde di copertura, sono collegati dalla struttura fortemente arcuata dell'Arco Calabro nel quale sono rappresentate le unità del basamento cristallino delle porzioni più interne dell'intero sistema orogenico (Monaco et al., 2008).

La catena appenninico-maghrebide è formata da un sistema a *thrust* con vergenza verso SE nel tratto siculo-maghrebide e verso ENE in quello appenninico. Questo sistema comprende elementi derivanti dalla deformazione del dominio oceanico della Tetide e ha coinvolto, a partire dal Miocene medio, sequenze mesozoico-terziarie sia di piattaforma che di bacino, con le relative coperture torbiditiche flysciodi mioceniche, ritenute appartenenti al paleomargine afro-adriatico (Ogniben, 1960; 1969; 1973; Scandone, 1972; D'argenio et al., 1973; Amodio-Morelli et al., 1976; Scandone et al., 1977; Mostardini & Merlini, 1986; Cello et al., 1989; Roure et al., 1990; 1991; Monaco et al., 1998; 2008).

L'Arco Calabro rappresenta una delle zone di massima distorsione dell'orogene che circonda il Mediterraneo, costituendo il raccordo tra la catena siculo-maghrebide e l'Appennino meridionale. Esso è l'elemento più interno dell'orogene ed è costituito da una serie di unità tettoniche, in cui sono rappresentate diverse porzioni di un'originaria crosta continentale con le relative coperture meso-cenozoiche (Complesso Calabride di Ogniben, 1969), cui si associano le unità ofiolitifere del Complesso Liguride (Ogniben, 1969), caratterizzate da gradi di metamorfismo variabile e derivanti dalla deformazione di un originario dominio oceanico.

- L'ultimo dominio che caratterizza il sistema orogenico dell'Appennino meridionale è il dominio Tirrenico, costituito da una crosta assottigliata fino ad oceanica e si sviluppa nelle aree interne rispetto al sistema orogenico, da cui è delimitato da strutture orientate da NO-SE

a N-S lungo il margine dell'Appennino meridionale e dell'Arco Calabro ed E-O lungo il margine siciliano. Il dominio tirrenico è stato oggetto di diverse interpretazioni, quelle più recenti suggeriscono che si tratti di un bacino estensionale formatosi al retro dell'Arco Calabro attraverso la deformazione plastico-rigida della crosta continentale a causa dell'indentazione dei blocchi adriatico e pelagiano nella massa continentale europea (Tapponnier, 1977; Boccaletti et al., 1984, 1990; Ben Avraham et al., 1990; Faccenna et al., 1996; Catalano et al., 2004).

L'area oggetto di studio della presente relazione fa parte di un elemento crostale noto in letteratura come Catena dell'Appennino Meridionale, più nello specifico ricade nel dominio strutturale, posto ad est della catena, della "Avanfossa Bradanica".

L'insieme dell'orogene appenninico è costituito anche da altri domini strutturali che si trovano ad est della catena. Essi sono l'avanfossa, che nell'area di nostro interesse è detta Fossa Bradanica, e l'Avampaese Apulo, che coincide con l'altopiano delle Murge. (Fig1.1).

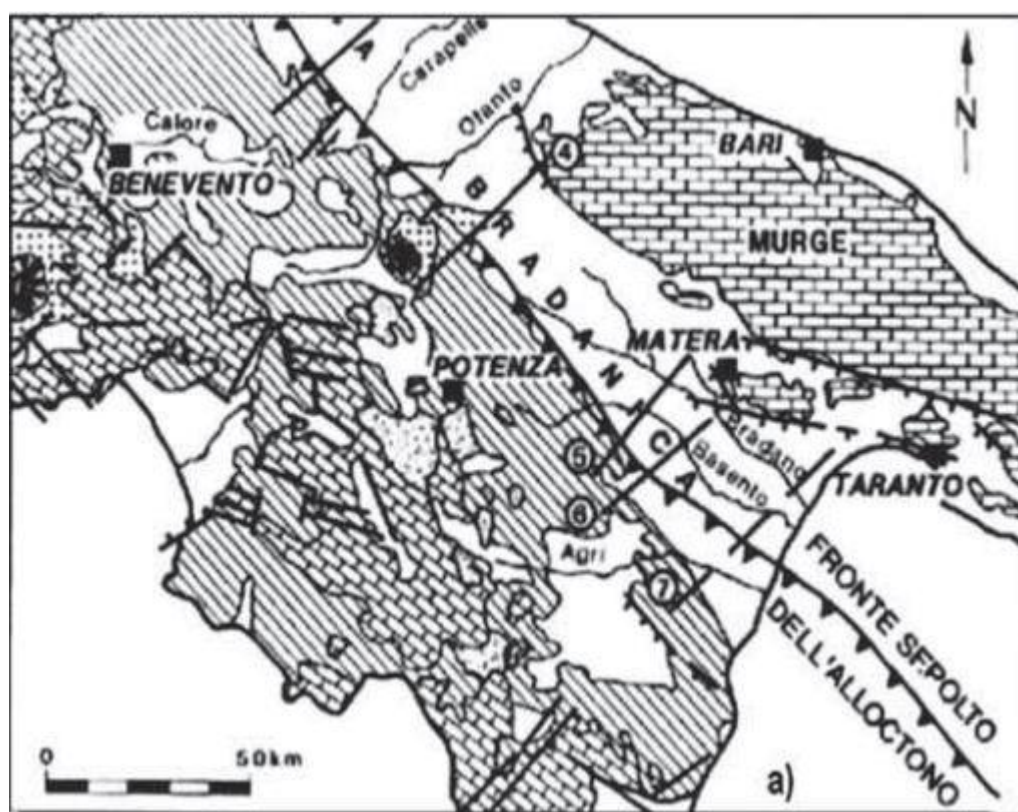


Fig. 1.1- Carta geologica della Fossa Bradanica (Sella et. Al., 1988)

Il settore meridionale dell'avanfossa appenninica è detto Fossa Bradanica (Auct.) e la sua età è fatta risalire al Pliocene inferiore Pleistocene (Balduzzi et al., 1982). La Fossa Bradanica è

il bacino associato alla fascia di sovrascorrimenti appenninici e si imposta al margine occidentale della placca Adriatica che si comporta da avampaese, immergente di circa 10° sotto la catena (Menardi Noguera e Rea, 2000).

Tale fossa si è sviluppata tra la catena e la parte esposta del flessurato Avampaese Apulo subdotto dalle coltri appenniniche. È un bacino di forma allungata in direzione NO-SE ed è caratterizzato da uno spessore non elevato.

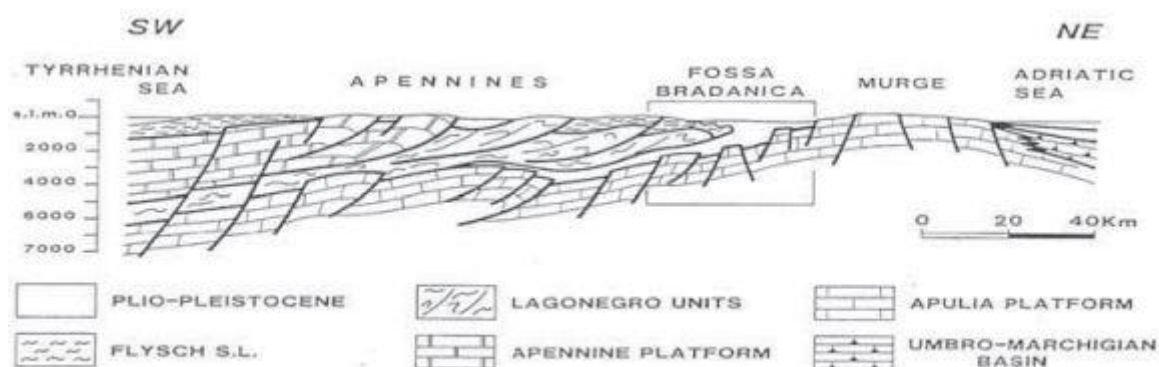


Fig.1.2-Sezione geologica dell'Italia Meridionale: è evidenziata la posizione della Fossa Bradanica. (Sella et.al.,1988).

CARATTERISTICHE GEOLITOLOGICHE

Il riempimento di tale bacino ha inizio durante la parte alta del Pliocene inferiore-medio, su un'ampia area subsidente dell'Avampaese apulo (CIARANFI et alii, 1979). Lo spessore complessivo della successione bradanica supera i 2000 m; la parte sepolta della successione, infrapliocenico-infrapleistocenica, è principalmente caratterizzata da un complesso torbiditico (CASNEDI, 1988; 1991), mentre la parte affiorante quaternaria, è costituita da argille siltose emipelagitiche (VALDUGA, 1973; CIARANFI et alii, 1979), al di sopra delle quali si rinvencono depositi grossolani di mare basso, silicoclastici, meno diffusamente carbonatici, relativi sia alle ultime fasi di riempimento dell'avanfossa (RICCHETTI, 1967) sia al successivo sviluppo di depositi marini terrazzati (VEZZANI, 1967). La parte più interna dell'intera successione di riempimento è caratterizzata dalla presenza del cosiddetto "alloctono", un complesso di terreni caotici di età pre-pliocenica che si interpone ai depositi di avanfossa sovrapponendosi a quelli torbiditici di età pliocenico-infrapleistocenica (CASNEDI et alii, 1982). La parte alta affiorante della successione pliopleistocenica, spesso all'incirca 600 m, è rappresentata da depositi argillosi emipelagitici passanti in alto a una serie di depositi generalmente grossolani.

Dall'osservazione del foglio n° 508, Policoro, della carta 1:50000, dell'I.G.M, si può ottenere un quadro di riferimento dei terreni presenti nell'area della città di Policoro. Sostanzialmente l'area d'interesse è costituita principalmente da:

- “Sabbie e Conglomerati di Policoro (**OCR**): Depositi sabbiosi ricchi di intercalazioni conglomeratiche ed argillose e depositi conglomeratici a luoghi clinostratificati; localmente, nella parte alta, si rinvencono depositi argillosi e argilloso-siltosi. I caratteri di facies sono molto variabili e riferibili a sistemi deltizi e/o di spiaggia passanti a sistemi continentali. Questi depositi affiorano da quota 10 a 40 m s.l.m. (Pleistocene Sup.);
- “Sabbie e conglomerati di Masseria Ricotta” (**RIT**): Depositi conglomeratici clinostratificati con intercalazioni sabbioso-arenacee, depositi argillosi e depositi sabbioso-conglomeratici. I caratteri di facies sono riferibili a sistemi di spiaggia passanti a continentali. Tali depositi affiorano da quota 5 a 25 m s.l.m. (Pleistocene Sup.);
- “Sistema del Calderaio” (**LDE**): Sabbie limose rosse con livelli ghiaiosi, spessi al massimo pochi metri, riferibili ad ambienti fluviali e di conoide alluvionale. (Pleistocene Sup.);
- “Argille Subappennine(**ASP**): Depositi argillosi, argilloso-siltosi e argilloso-sabbiosi di colore grigio, a cui si intercalano localmente livelli ghiaiosi discontinui. Tali depositi che frequentemente contengono macrofossili, mostrano caratteri di facies indicativi di ambiente di piattaforma. Lo spessore affiorante è di alcune decine di metri. (Pleistocene Medio).

INQUADRAMENTO P.A.I.

Il comune di Policoro, poiché non è interessato da fenomeni di instabilità nei versanti, se non nelle limitatissime aree dei cigli dei versanti, non rientra nei comuni interessati dalla redazione delle tavole con aree a rischio per fenomeni di versante, per cui non risultano aree vincolate, così come pure non risultano aree a pericolosità morfologica nelle tavole tematiche del Regolamento Urbanistico Comunale.

L'area risulta inoltre a grande distanza da qualsiasi asta fluviale, per cui l'area non è interessata da alcun vincolo di tipo idraulico.

INDAGINI GEOGNOSTICHE

Al fine di ottenere un'esauriente ricostruzione dell'assetto sismostratigrafico locale, nonché un'identificazione delle caratteristiche elastomeccaniche dei terreni affioranti nel sito in esame sono state eseguite le seguenti indagini:

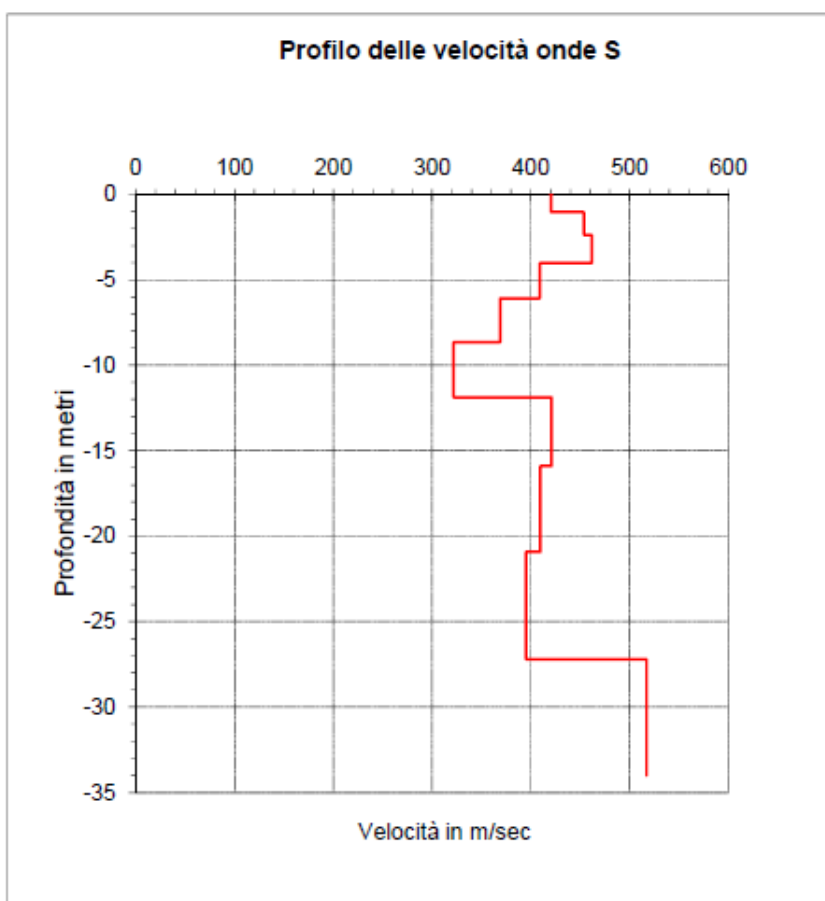
- N°2 prospezioni sismiche a rifrazione ad onde longitudinali (P);

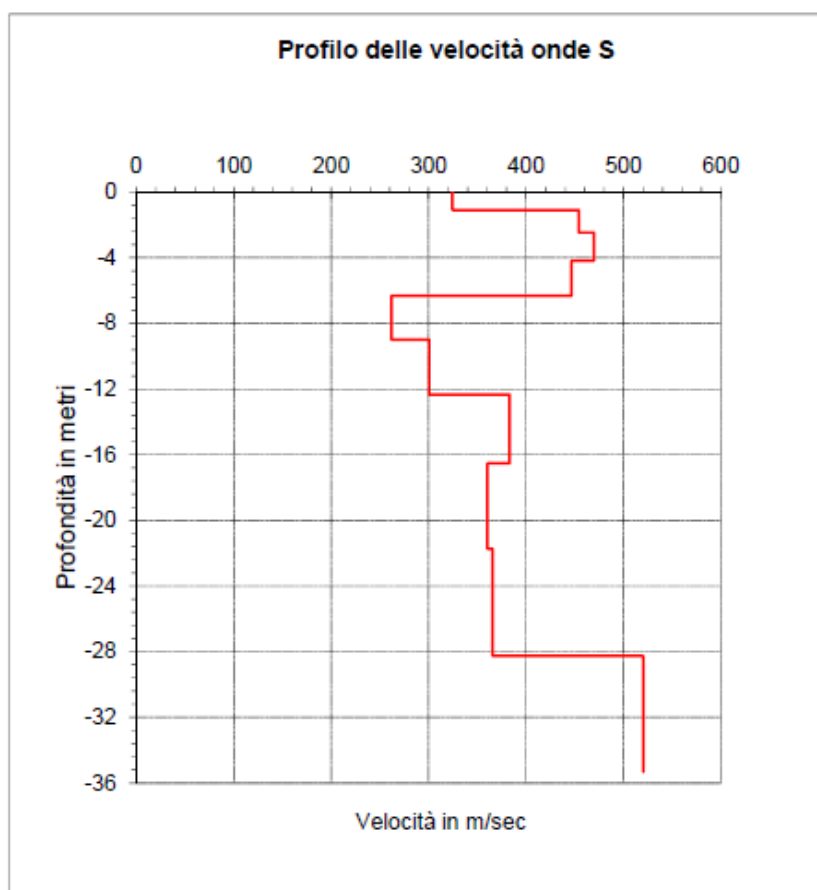
- N°2 prospezioni sismiche di superficie con metodologia MASW;



Indagini geofisiche

Nell'ambito della presente campagna di indagini sono state effettuate n°4 prospezioni sismiche, di cui n°2 a rifrazione ad onde longitudinali (P) e n°2 di superficie con metodologia MASW. I risultati in maniera estesa vengono riportati nell'apposito allegato geofisico fornito dall'Impresa esecutrice. Sostanzialmente le indagini hanno permesso di discriminare i depositi di tipo continentale, rappresentanti i terrazzi marini, medi e grossolani, spiccatamente attritivi, dai depositi bacinali argilloso-limosi, coesivi. All'interno dei complessi sono stati riscontrati più sismostrati e le relative caratteristiche elastomeccaniche sono riportate negli allegati alla presente. Di seguito si riportano i profili verticali delle onde S, da cui è stato possibile trarre la categoria di suolo di fondazione.





Attraverso tale indagine il valore della velocità media equivalente delle onde di taglio ($V_{s,30}$), ottenuto dal Modello Medio dell'elaborazione dei dati acquisiti attraverso la base sismica, è risultato essere (in riferimento al piano campagna): $V_{s,30} = 405$ m/s (MASW1) e $V_{s,30} = 363$ m/s (MASW2), che indica una **categoria di suolo B** per entrambi i profili.

MODELLO SISMICO

In base alle Nuove norme Tecniche per le Costruzioni del 17/01/2018, si definiscono i principi per il progetto, l'esecuzione e il collaudo delle costruzioni, nei riguardi delle prestazioni loro richieste in termini di requisiti essenziali di resistenza meccanica e stabilità, anche in caso di incendio, e di durabilità. Esse forniscono, quindi, i criteri generali di sicurezza, precisano le azioni che devono essere utilizzate nel progetto, definiscono le caratteristiche dei materiali e dei prodotti e, più in generale, trattano gli aspetti attinenti alla sicurezza strutturale delle opere.

In particolare, le azioni sismiche di progetto, in base alla quale 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 definizione di "pericolosità sismica di base" è espressa in termini di accelerazione orizzontale massima prevista su substrato di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (bedrock,

suolo A), nonché in ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione in essa corrispondente $S_e(T)$, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza P_vR , nel periodo di riferimento V_R .

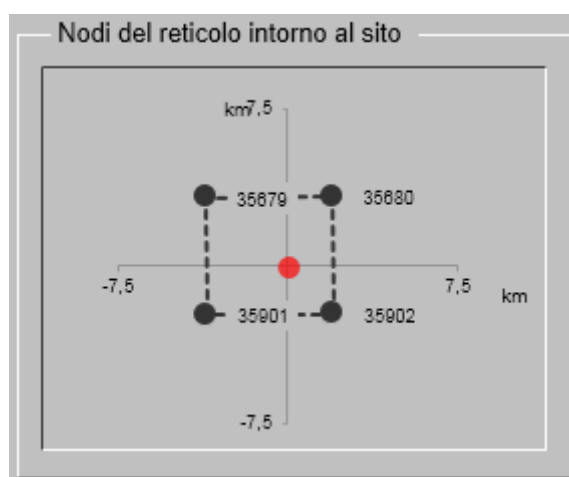
Ai fini della suddetta normativa, le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_vR , a partire dai seguenti valori dei parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

- a_g accelerazione orizzontale massima al sito;
- F_0 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;

Le coordinate di calcolo dei parametri sismici di base sono le seguenti (ED50):

Latitudine $40,210396^\circ$

Longitudine $16,673717^\circ$



Categorie di sottosuolo

Per la definizione dell'azione sismica di progetto si valuta l'effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi. In assenza di tali analisi, si fa riferimento ad un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento e sulle condizioni topografiche. La classificazione si effettua in base ai valori della velocità equivalente $V_{s,30}$ di propagazione delle onde di taglio entro i primi 30 m di profondità, che è definita dall'espressione:

$$V_{s,30} = 30 / \sum h_i / V_{s,i} \text{ (m/s)}$$

h_i spessore (in metri) dell' i -esimo strato compreso nei primi 30 m di profondità;

$V_{s,i}$ velocità delle onde di taglio nell' i -esimo strato;

Il sito come riportato precedentemente è caratterizzato da velocità delle onde di taglio che rientrano per entrambe le verticali MASW nella categoria di sottosuolo **B**.

Fig. 12 –Profilo delle velocità delle onde S;

Condizioni topografiche

Considerando che la zona interessata dal progetto è situata in un'area a debole pendenza, si può concludere che la categoria topografica di pertinenza è la **T1**, ovvero “superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$ ”, secondo la tab. 3.2.IV (Categorie topografiche) NTC 2016.

Spettri di risposta

Sulla base dei parametri di accelerazione attesa al suolo sui punti nodali, sull'effetto della litostratigrafia (attraverso la categoria di suolo di fondazione) e della morfologia superficiale (attraverso la categoria topografica), è possibile ottenere i parametri spettrali imponendo la classe d'uso (IV) e gli stati limite.

Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite SLC

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLC
a_g	0,445 g
F_0	2,497
T_C^*	0,425 s
S_S	1,000
C_C	1,305
S_T	1,000
q	1,000

Parametri dipendenti

S	1,000
η	1,000
T_B	0,185 s
T_C	0,555 s
T_D	3,382 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10/(5 + \xi)} \geq 0,55; \quad \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_C / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_C \cdot T_C^* \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

Lo spettro di progetto $S_d(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_e(T)$ sostituendo η con $1/q$, dove q è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0,000	0,445
$T_B \leftarrow$	0,185	1,112
$T_C \leftarrow$	0,555	1,112
	0,689	0,895
	0,824	0,749
	0,959	0,644
	1,093	0,564
	1,228	0,503
	1,363	0,453
	1,497	0,412
	1,632	0,378
	1,766	0,349
	1,901	0,325
	2,036	0,303
	2,170	0,284
	2,305	0,268
	2,439	0,253
	2,574	0,240
	2,709	0,228
	2,843	0,217
	2,978	0,207
	3,112	0,198
	3,247	0,190
$T_D \leftarrow$	3,382	0,182
	3,411	0,179
	3,441	0,176
	3,470	0,173
	3,499	0,170
	3,529	0,168
	3,558	0,165
	3,588	0,162
	3,617	0,160
	3,647	0,157
	3,676	0,154
	3,706	0,152
	3,735	0,150
	3,764	0,147
	3,794	0,145
	3,823	0,143
	3,853	0,141
	3,882	0,138
	3,912	0,136
	3,941	0,134
	3,971	0,132
	4,000	0,130

Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite SLV

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0,338 g
F_o	2,465
T_C^*	0,392 s
S_S	1,067
C_C	1,326
S_T	1,000
q	1,000

Parametri dipendenti

S	1,067
η	1,000
T_B	0,173 s
T_C	0,520 s
T_D	2,953 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10/(5+\xi)} \geq 0,55; \quad \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_C / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_C \cdot T_C^* \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

Lo spettro di progetto $S_d(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_e(T)$ sostituendo η con $1/q$, dove q è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0,000	0,361
$T_B \leftarrow$	0,173	0,889
$T_C \leftarrow$	0,520	0,889
	0,636	0,727
	0,752	0,615
	0,868	0,533
	0,984	0,470
	1,099	0,421
	1,215	0,381
	1,331	0,348
	1,447	0,320
	1,563	0,296
	1,679	0,276
	1,794	0,258
	1,910	0,242
	2,026	0,228
	2,142	0,216
	2,258	0,205
	2,374	0,195
	2,489	0,186
	2,605	0,178
	2,721	0,170
	2,837	0,163
$T_D \leftarrow$	2,953	0,157
	3,003	0,151
	3,053	0,147
	3,102	0,142
	3,152	0,137
	3,202	0,133
	3,252	0,129
	3,302	0,125
	3,352	0,122
	3,402	0,118
	3,451	0,115
	3,501	0,111
	3,551	0,108
	3,601	0,105
	3,651	0,102
	3,701	0,100
	3,751	0,097
	3,801	0,095
	3,850	0,092
	3,900	0,090
	3,950	0,088
	4,000	0,085

Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite SLD

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLD
a_g	0,123 g
F_o	2,309
T_C^*	0,328 s
S_S	1,200
C_C	1,375
S_T	1,000
q	1,000

Parametri dipendenti

S	1,200
η	1,000
T_B	0,150 s
T_C	0,451 s
T_D	2,093 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10/(5+\xi)} \geq 0,55; \quad \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_C / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_C \cdot T_C^* \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

Lo spettro di progetto $S_d(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_e(T)$ sostituendo η con $1/q$, dove q è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0,000	0,148
$T_B \leftarrow$	0,150	0,342
$T_C \leftarrow$	0,451	0,342
	0,529	0,291
	0,608	0,254
	0,686	0,225
	0,764	0,202
	0,842	0,183
	0,920	0,168
	0,999	0,154
	1,077	0,143
	1,155	0,134
	1,233	0,125
	1,311	0,118
	1,390	0,111
	1,468	0,105
	1,546	0,100
	1,624	0,095
	1,702	0,091
	1,781	0,087
	1,859	0,083
	1,937	0,080
	2,015	0,077
$T_D \leftarrow$	2,093	0,074
	2,184	0,068
	2,275	0,062
	2,366	0,058
	2,457	0,053
	2,547	0,050
	2,638	0,046
	2,729	0,043
	2,820	0,041
	2,910	0,038
	3,001	0,036
	3,092	0,034
	3,183	0,032
	3,274	0,030
	3,364	0,029
	3,455	0,027
	3,546	0,026
	3,637	0,024
	3,728	0,023
	3,818	0,022
	3,909	0,021
	4,000	0,020

Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite SLO

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLO
a_g	0,095 g
F_0	2,283
T_C^*	0,311 s
S_S	1,200
C_C	1,389
S_T	1,000
q	1,000

Parametri dipendenti

S	1,200
η	1,000
T_B	0,144 s
T_C	0,432 s
T_D	1,978 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10/(5+\xi)} \geq 0,55; \quad \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_C / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_C \cdot T_C^* \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

Lo spettro di progetto $S_d(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_e(T)$ sostituendo η con $1/q$, dove q è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0,000	0,113
$T_B \leftarrow$	0,144	0,259
$T_C \leftarrow$	0,432	0,259
	0,506	0,221
	0,579	0,193
	0,653	0,171
	0,727	0,154
	0,800	0,140
	0,874	0,128
	0,947	0,118
	1,021	0,110
	1,095	0,102
	1,168	0,096
	1,242	0,090
	1,316	0,085
	1,389	0,081
	1,463	0,077
	1,536	0,073
	1,610	0,070
	1,684	0,066
	1,757	0,064
	1,831	0,061
	1,905	0,059
$T_D \leftarrow$	1,978	0,057
	2,074	0,051
	2,171	0,047
	2,267	0,043
	2,363	0,040
	2,460	0,037
	2,556	0,034
	2,652	0,031
	2,748	0,029
	2,845	0,027
	2,941	0,026
	3,037	0,024
	3,133	0,023
	3,230	0,021
	3,326	0,020
	3,422	0,019
	3,519	0,018
	3,615	0,017
	3,711	0,016
	3,807	0,015
	3,904	0,015
	4,000	0,014

MODELLO GEOLOGICO

Il modello geologico che si propone è caratterizzato sostanzialmente da due principali corpi sedimentari: terreni superficiali terrazzati a grana media e grossa, in parte più o meno cementati, fino alla profondità di circa 12 m, con una significativa inversione di velocità che indica assenza di cementazione oltre circa 6 m. al di sotto dei 12 m circa è presente la formazione argillosa pliocenica basale, che presenta un significativo aumento di velocità solo al di sotto dei 27 m (MASW1). Tale assetto, con modeste variazioni, si riscontra anche nella MASW2, nella quale si notano solo piccole variazioni di quota.

MODELLO GEOTECNICO

Il modello geotecnico scaturisce dall'analisi ragionata delle indagini geognostiche in situ e di laboratorio effettuate. Facendo riferimento alle verticali delle MASW effettuate si riportano i seguenti profili geotecnici.

Masw 1

1,00 - 6,00 m.

$\phi=34^\circ$, $c=3,42$ kPa, Peso di volume $\gamma=1,8 - 2,00$ gr/ cm³

Depositi granulari eterometrici parzialmente cementati.

6,00 - 11,90

$\phi=28^\circ-30^\circ$ $c=0 - 1,00$ kPa Peso di volume $\gamma=1,8-2,0$ gr/cm³

Dwpositi granulari mediamente addensati o addensati

11,90 - 27,20

$\phi=26^\circ-28^\circ$, $c=20$ kPa, $c_u=70$ kPa, Peso di volume $\gamma=1,9-2,0$ gr/ cm³

Argille limose consistenti

27,20 - ind.

$\phi=28^\circ-30^\circ$; $c=25$ kPa, $c_u=100$ kPa, Peso di volume $\gamma=1,90-2,00$ gr/ cm³

Argille limose molto consistenti

Masw 2***1,00 - 6,30 m.***

$\phi=34^\circ$, $c= 3,42$ kPa, Peso di volume $\gamma=1,8 - 2,00$ gr/ cm³

Depositi granulari eterometrici parzialmente cementati.

6,30 - 12,30

$\phi=28^\circ-30^\circ$ $c= 0 - 1,00$ kPa Peso di volume $\gamma=1,8-2,0$ gr/cm³

Depositi granulari eterometrici

12,30 - 28,20

$\phi=26^\circ-28^\circ$, $c= 20$ Kpa, $c_u = 70$ Kpa, Peso di volume $\gamma=1,9-2,0$

Argille limose consistenti

28,20 - ind.

$\phi=28^\circ-30^\circ$; $c= 25$ KPa, $c_u = 100$ kPa, Peso di volume $\gamma=1,90-2,00$

Argille limose molto consistenti

Il presente studio ha permesso di individuare le caratteristiche geologiche e sismostratigrafiche del sito, caratterizzato da prodotti di terrazzo marino di età pleistocenica a carattere attritivo fino a circa 12 m dal piano campagna. Segue la formazione argilloso-limosa della Argille Subappennine.

Sulla base dei risultati delle indagini geofisiche è stato possibile ottenere la categoria di sottosuolo, rientrante nel range della categoria **B** per entrambe le verticali esplorate. La categoria topografica è la **categoria T1**, con pendenze molto lievi.

L'area d'indagine è costituita da un'area lievemente digradante in direzione della linea di costa, la cui continuità è interrotta dal ciglio del terrazzo quaternario marino. Nell'area non sono state individuate aree con specifiche pericolosità geologiche o con fattori limitanti significativi, per cui si esprime un parere di fattibilità senza particolari limitazioni per l'area di progetto, non essendo presenti vincoli di tipo idrologico e geomorfologico né ai sensi del vigente Piano a scala comunale né ai sensi del Piano stralcio di Assetto Idrogeologico.

ALLEGATI

1. Stralcio carta geologica
2. Indagini geofisiche