



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA



CITTÀ DI SCAFATI
*Croce al Valore Militare e
Medaglia d'oro alla Resistenza*

CITTÀ DI SCAFATI

(Provincia di Salerno)

SETTORE VI - LL.PP. e MANUTENZIONE

TITOLO.:

Parcheggio ed area attrezzata in Via Corbisiero

LIVELLO DELLA PROGETTAZIONE.:

Progetto definitivo

ELABORATO.:

Relazione Geologico Tecnica e Indagini meccaniche e sismiche

SCALA.:

-

IL R.U.P.:

Geom. Antonio PICARO

P.V.

IL SUPPORTO AL R.U.P.:

Arch. Alessandro CARBONE

P.V.

I PROGETTISTI

Arch. Mirko SASSO

Ing. Angelo RAIOLA

P.V.

P.V.

STAZIONE APPALTANTE.:

Comune di Scafati
via P. Melchiade - 84018 Scafati
Settore VI - LL.PP. e Manutenzione



REVISIONE

/

TAVOLA

DF-R06

DATA REVISIONE

/

DATA TAVOLA

Marzo 2023



COMUNE DI SCAFATI

PROVINCIA DI SALERNO

REALIZZAZIONE PARCHEGGIO ED AREA ATTREZZATA IN VIA
CORBISIERO

RELAZIONE GEOLOGICA

LOCALITA'	via Corbisiero p.lle 1038 e 1043 del fg. 8
-----------	---

COMMITTENTE	COMUNE DI SCAFATI D.D. N. 16 DEL 08/02/2023 CIG.:964883240E
-------------	---

DATA	FEBBRAIO 2023
------	---------------

IL TECNICO

GEOLOGO:
DOTT. ABAGNALE GIUSEPPE



INDICE

1. PREMESSA	pag. 1
2. UBICAZIONE TERRITORIALE E VINCOLI	pag. 2
3. INDAGINI GEOGNOSTICHE UTILIZZATE	pag. 3
4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO	pag. 4
5. ASSETTO GEOLITOLOGICO DELL'AREA IN STUDIO	pag. 10
6. CARATTERIZZAZIONE SISMICA	pag. 10
7. CARATTERIZZAZIONE GEOMECCANICA DEI TERRENI	pag. 22
8. COMPATIBILITA' DEL PROGETTO	pag. 27
9. CONCLUSIONI	pag. 28

ALLEGATI:

- 1. Carta geolitologica*
- 2. Carta idrogeologica*
- 3. Carta della stabilità*
- 4. Carta della zonazione in prospettiva sismica*
- 5. Carta della ubicazione delle indagini geognostiche*
- 6. Sezione geolitologica*
- 7. Stratigrafia*

Risultanze prove penetrometriche dinamiche DPSH

Modellazione sismica del sito di costruzione – indagine M.A.S.W.

1. PREMESSA

La presente relazione geologica, redatta dallo scrivente Geologo Dott. Giuseppe Abagnale, per incarico del Comune di Scafati, con Determina Dirigenziale n. 16 dell'8.02.2023, CIG.: 964883240E, è relativa alla realizzazione del "Parcheggio ed area attrezzata in Via Corbisiero", e verifica la compatibilità tra la suddetta previsione urbanistica e le condizioni geologiche, geomorfologiche e sismiche che caratterizzano la medesima area.

Si tratta di un intervento urbanistico di tipo puntuale per un lotto della superficie di circa 2.256 mq, e interessa le particelle 1038 e 1043 del foglio 8, situate a nord ovest del territorio comunale di Scafati, alla via Corbisiero, consistente nella realizzazione di un parcheggio ed area attrezzata, attualmente con destinazione urbanistica ad uso agricolo E1, al fine di sopperire agli enormi disagi della sosta negli orari di entrata e uscita della adiacente Scuola Elementare Pisacane III Circolo.

In proposito mediante studi e indagini geognostiche condotte in passato per la redazione degli strumenti urbanistici locali, e utilizzando le recenti ricerche di microzonazione sismica mediante indagine sismica di superficie del tipo M.A.S.W., è stato possibile definire in maniera esaustiva il modello geologico e sismico dell'area oggetto di intervento.

Il lavoro è stato strutturato in tre fasi:

1. Fase di analisi conoscitiva, consistente nella ricerca bibliografica di precedenti studi sul territorio e di dati disponibili sull'area e nella raccolta del materiale cartografico esistente, seguiti da una rivisitazione critica delle informazioni acquisite.
2. Fase di indagine, durante la quale è stato effettuato uno studio esteso all'area di possibile influenza dell'intervento previsto.
3. Fase di sintesi, consistente nella rielaborazione del materiale raccolto e nell'interpretazione dei dati risultanti dalle indagini svolte nell'area.

Le carte riportate sono estratti di quelle generali allegatale al P.U.C., che non sono state modificate.

Lo studio è esplicitato nei seguenti elaborati tecnico-descrittivi:

1. *Carta geolitologica;*
2. *Carta idrogeologica;*
3. *Carta della stabilità;*
4. *Carta della zonazione in prospettiva sismica;*

ed Allegati

A) Indagini geognostiche di supporto al Piano Urbanistico Comunale (stratigrafie, prospezioni sismiche).

B) Stratigrafie e profili penetrometrici relativi a precedenti indagini geognostiche.

C) Prospezioni sismiche indirette di superficie con metodologia MASW.

Analisi dei vincoli del Piano Stralcio.

2. UBICAZIONE TERRITORIALE E VINCOLI

L'area individuata in C.T. nelle particelle 1038 e 1043 del foglio 8, è situata a nord ovest del territorio comunale di Scafati, alla via Corbisiero, in adiacenza alla scuola Elementare Pisacane III Circolo.

Attualmente nelle previsioni urbanistiche dello strumento locale è a destinazione agricola E1.

I confini dell'area sono rappresentati:

- a nord, con Via Corbisiero, con una quota di circa 1 metro sotto il livello della strada;
- ad est con altre particelle agricole, la 1039 e 1042;
- ad ovest con l'area di pertinenza del plesso scolastico Pisacane;
- a sud con altre particelle agricole, la 381 e 1035.



Inquadramento dell'area da google earth

Dal punto di vista geomorfologico quest'area è caratterizzata interamente da blande pendenze e morfologie subpianeggianti, pertanto non è stata classificata a rischio frana nel Piano Stralcio per l'assetto idrogeologico adottato dall'ex Autorità di Bacino Campania Centrale, ora Distrettuale dell'Appennino Meridionale (P.S.A.I.), né è stata classificata a rischio idraulico.



Stralcio rischio idraulico

3. INDAGINI GEOGNOSTICHE UTILIZZATE

Dal punto di vista geologico, il presente studio è stato finalizzato alla verifica della compatibilità geologico-geomorfologia e idrogeologica e soprattutto, sulla base della nuova normativa in materia di costruzioni in zone sismiche, alla definizione della pericolosità sismica locale.

L'analisi sulla fattibilità geologica della proposta in oggetto è stata finalizzata alla definizione puntuale delle particolarità geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche e del comportamento

geomeccanico dei terreni presenti, e dell'eventuale sussistenza del rischio idrogeologico e idraulico delle aree oggetto di studio.

Al fine di poter analizzare al meglio le varie modificazioni, si è proceduto alla raccolta delle numerose informazioni, riguardo agli aspetti geologici, in possesso dell'Amministrazione Comunale. In particolare sono disponibili i dati relativi agli studi geologici per la formazione del Piano Urbanistico Comunale, realizzati nel 2009 dal Dott. Geol. Giovanni Ferrante, per incarico dell'Amministrazione comunale di Scafati.

A tal proposito si fa riferimento a:

- 1 sondaggio a carotaggio continuo della profondità di oltre 24 metri dal piano campagna, denominato con la sigla S10;
- 3 prove penetrometriche dinamiche pesanti realizzate a breve distanza dal sito oggetto di studio;
- 4 Standard Penetration Test;
- 6 rilievi in pozzo del livello della falda acquifera.

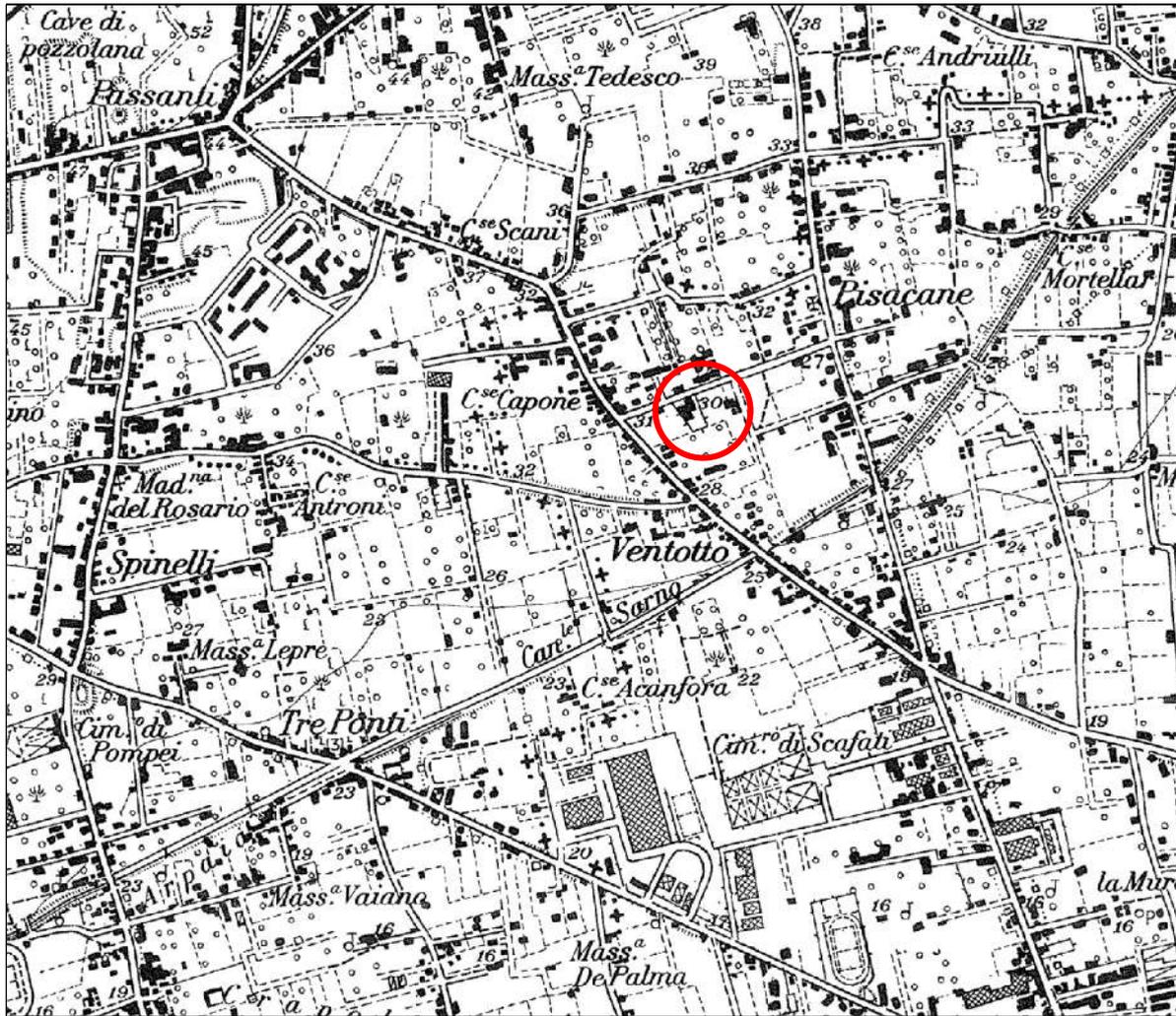
Pertanto negli allegati è stato realizzato un "*documento*" dove sono riportate tutte le indagini e le cartografie innanzi descritte.

Infine nel sito è stata effettuata n. 1 prospezione sismica M.A.S.W. (Multichannel Analysis of Surface Waves ovvero Analisi Multicanale delle onde Superficiali di Rayleigh), al fine di definire le caratteristiche sismostratigrafiche dei litotipi e classificare sismicamente il suolo secondo la normativa vigente (D.M. 17 gennaio 2018) (VEDI RELAZIONI SULLA MODELLAZIONE SISMICA DI SITO).

Il Comune di Scafati è dichiarato zona sismica di 2° classe a sismicità media e come previsto dalla normativa vigente si è provveduto a una valutazione delle possibili amplificazioni o instabilità dinamica locale in funzione della specificità delle situazioni geologiche e geomorfologiche e di microzonazione sismica locale.

4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

La zona in esame, ubicata a nord ovest dell'abitato di Scafati, nei pressi del limite amministrativo col Comune di Boscoreale, fa parte del Foglio n. 185 della Carta d'Italia III – tavoletta S.O. "Castellammare di Stabia" e tav. n. 32 "Pompei" della Carta Tecnica Regionale (vedi tav.n.1).



Tav. 1

**TAV. N. 32 - POMPEI
(QUADRANTE 185-III)**

L'area comunale di Scafati presenta una morfologia sub-pianeggiante, con pendenze quindi molto basse, in media del 4% in direzione Nord-Sud, con valori specifici intorno al 6 % per quanto riguarda le aree poste a Nord, del 2% per le aree a Sud ed intorno al 2% in direzione Est-Ovest. Dal punto di vista altimetrico, il territorio ha quote comprese tra gli 8 ed i 35 m.

Il sito interessato dalla nuova realizzazione è posto a 29 metri s.l.m..

Nel complesso detta area, essendo caratterizzata da debole pendenza, non presenta fenomeni erosivi superficiali potenziali o in atto.

Dal punto di vista idrografico, l'area fa parte del bacino del Fiume Sarno. Le acque di precipitazione meteorica si infiltrano generalmente nel sottosuolo, grazie alla buona permeabilità dei terreni superficiali. Solo durante gli eventi pluviometrici di maggiore intensità si registrano aliquote d'acqua di ruscellamento che vengono generalmente drenate dalla rete di canali e fossi presenti nella zona.

I depositi piroclastici e sedimentari presenti nel sottosuolo, e che costituiscono l'acquifero, presentano continue variazioni granulometriche sia in senso areale che verticale.

E' difficile che si individuino, nell'ambito dei litotipi presenti, livelli di scarsa permeabilità sufficientemente continui da frazionare l'acquifero in più strati distinti.

La falda acquifera tende, quindi, a digitarsi in più livelli, corrispondenti ai materiali grossolani e variamente interconnessi, ma conservando sempre carattere di unicità.

Ne deriva uno schema di circolazione idrica sotterranea per falde sovrapposte ma fra loro interconnesse, sia per l'interdigitazione dei depositi, sia per i flussi di drenanza che si muovono, generalmente, dal basso verso l'alto.

Dal punto di vista geolitologico, la sequenza presente pressoché su tutto il territorio comunale, è quella meglio conosciuta come "*serie di Pompei del 79 d.C.*", la quale ha uno spessore medio di circa 2.5-3 metri, ed è costituita da un'alternanza di depositi piroclastici di tipo cineritico, seguita da pomici e/o lapillo con al tetto ancora piroclastiti cineritiche (**vedi tav. n.2**).

Gli altri litotipi presenti nel sottosuolo scafatese, possono essere raggruppati sostanzialmente in 3 litozone, descritte in dettaglio di seguito:

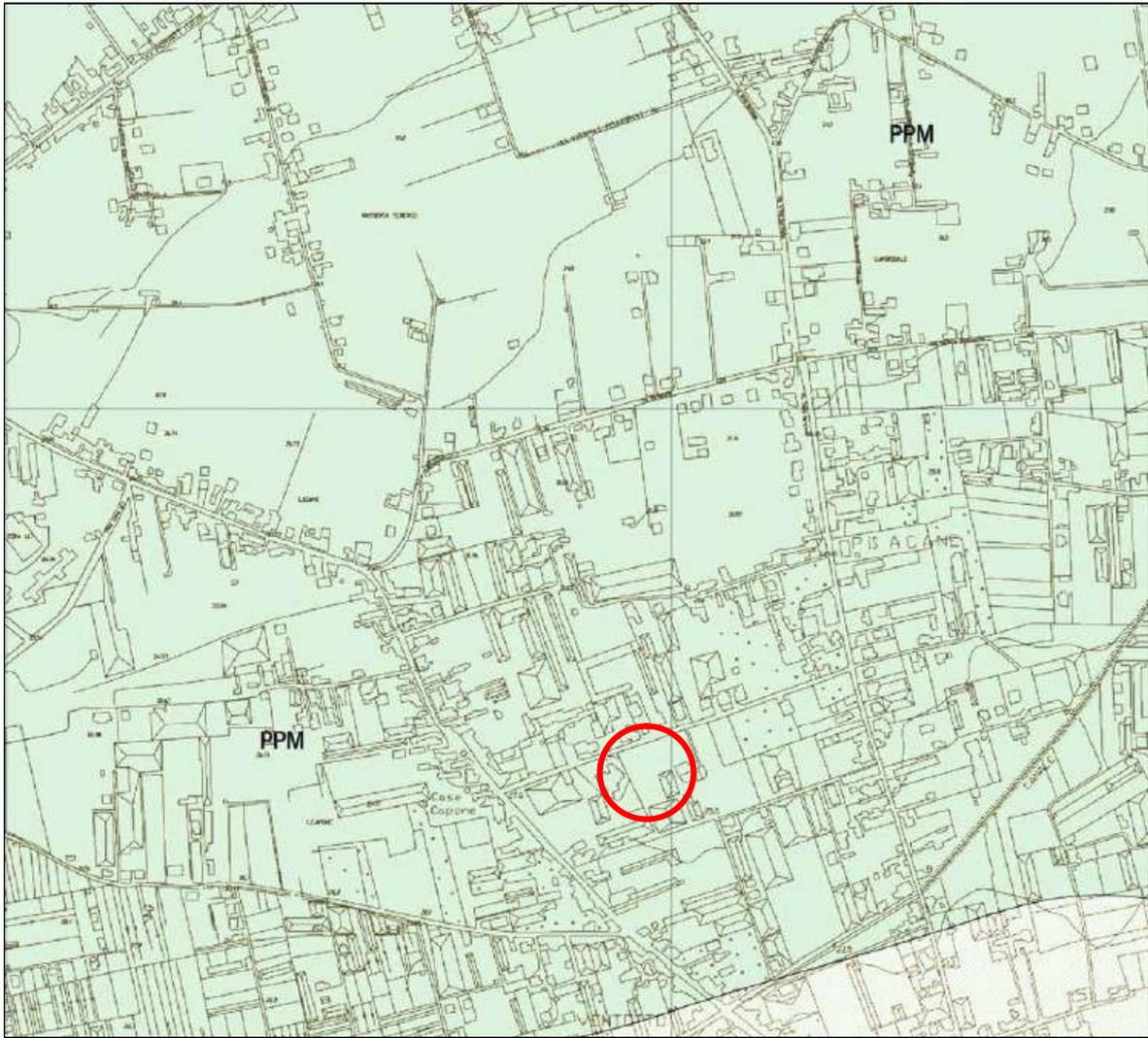
1. La prima litozona è costituita da depositi piroclastici, pozzolane in sede e/o rimaneggiate con livelli di sedimenti sabbioso-ghiaiosi e talora paleosuoli.

Alla base di questi depositi, con profondità di deposizione variabili da -14 a -22 m si rinviene un orizzonte lavico, dapprima sotto forma di scorie laviche, poi come vera e propria lava di tipo leucitico con spessori superiori agli 8 m.

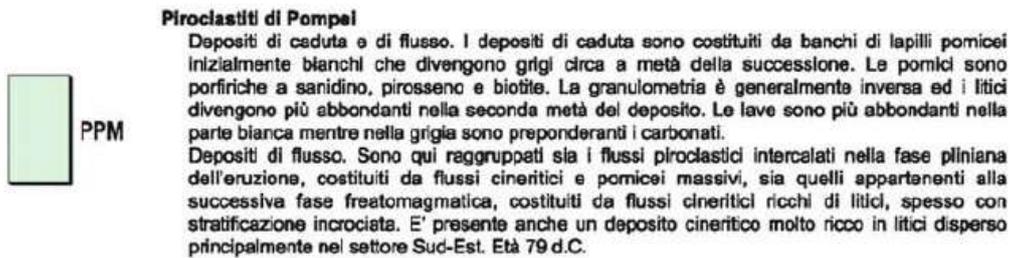
Questa serie si ritrova nella parte Nord e Nord-Occidentale del territorio comunale, confinante con i comuni di Pompei e Poggiomarino, da un lato, e con Via Lo Porto dall'altra. Una propaggine di questi terreni si trova anche nella parte centrale della città, tra la Villa Comunale e Via S. M. La Carità.

2. La seconda litozona comprende depositi piroclastici e alluvionali costituiti da pozzolane in sede e/o rimaneggiate con sedimenti prevalentemente limoso e limoso-sabbiosi di origine alluvionale, con torba. Intercalati a questi depositi si rinviene l'orizzonte di Tufo Grigio (Ignimbrite Campana) secondo diverse facies: più alterata la parte superficiale, litoide e fessurata la parte inferiore.

Questo orizzonte si ritrova a partire da profondità superiori ai 22 m, con spessori non ben evidenziati dai sondaggi locali disponibili, anche se, indagini dirette nei comuni limitrofi, hanno rilevato spessori compresi tra 7 e 15 metri. Questi terreni si rinvengono principalmente nel settore a Sud del territorio comunale, prossimi al centro urbano, tra Via Orta e Via S. Antonio Abate passando anche per la S.S. 18.



Tav. 2: Carta Geolitologica a corredo con il Piano Stralcio dell’Autorità di Bacino



3. La terza litozona comprende depositi limo-palustri costituiti da sedimenti limoso-sabbiosi e limoso-argillosi con lenti torbose, questi depositi hanno spessori più potenti in prossimità del corso del Fiume Sarno. Essi sono presenti nella parte nord-orientale del territorio scafatese, confinante con il territorio Comunale di Angri. Nel settore Sud e Sud-Est, si rinvencono fino ai limiti dei territori comunali di S. A. Abate e di Pompei.

L'area in esame rientra nell'Unità Idrogeologica della Piana del Sarno.

Tale Unità è delimitata a Nord-Est e a Sud-Est rispettivamente dalle strutture carbonatiche dei monti di Sarno e dei monti Lattari; a sud-ovest il limite è marcato dal mare ed a nord-ovest dall'edificio vulcanico del Somma-Vesuvio.

L'acquifero è costituito prevalentemente da piroclastiti sciolte e da tufi litoidi a cui si accompagnano episodi marini e di ambiente palustre. Lungo i margini carbonatici della piana si rinvencono travertini e depositi detritici anche cementati, questi ultimi raggiungono spessori notevoli, specie ai piedi del versante nord-occidentale dei monti Lattari. Tali detriti presentano un'alta trasmissività e tra l'altro si è osservato che attraverso essi le falde della piana ricevono gran parte della potenzialità idrica della struttura carbonatica retrostante.

Le falde quaternarie vengono alimentate pure dal massiccio dei monti di Sarno e dal Somma-Vesuvio. Di particolare interesse è l'andamento delle isopiezometriche nell'area settentrionale dell'Unità Idrogeologica. E' infatti, visibile una zona di drenaggio preferenziale che, seguendo probabilmente una vecchia direttrice di basso morfologico, supera lo spartiacque superficiale e porta verso il Sarno parte delle acque sotterranee del bacino dei Regi Lagni.

I suddetti fenomeni, unitamente alle aliquote d'acqua di infiltrazione diretta, spiegano la grande potenzialità idrica della piana. I recapiti principali delle falde sono chiaramente individuabili nel mare e nel fiume Sarno; in quest'ultimo, nonostante i massicci prelievi esistenti per uso irriguo e industriale, si verificano incrementi di portata considerevoli.

La morfologia delle curve isopiezometriche poste all'interno del territorio comunale di Scafati evidenzia un andamento della falda alquanto articolato, influenzato dalla presenza del **Fiume Sarno** in superficie e dai suoi paleoalvei sepolti. Si riconosce comunque un andamento generale non sempre omogeneo con l'attuale alveo fluviale, in conseguenza anche dei rapporti idrogeologici falda-fiume.

Si individua essenzialmente un unico asse di drenaggio principale, generalmente discosto verso Ovest dall'alveo del Sarno, con il quale coincide solo nella porzione mediana del fiume (con riferimento al tratto compreso nel territorio comunale) tra le località di S. Antonio Vecchio e Bagni. Più a settentrione esso ha andamento Nord-Sud, mentre a valle assume andamento Nord Nord Est – Sud Sud Ovest, con flusso verso i quadranti meridionali.

Il gradiente idraulico della falda varia tra 0.1 e 0.6 %, mentre la quota piezometrica varia da 7 metri s.l.m., a Sud, fino a 16 metri s.l.m., a Nord.

Per quanto riguarda poi i rapporti reciproci falda-fiume, si nota che nel tratto mediano del corso fluviale compreso nel territorio comunale, il fiume alimenta la falda, mentre sia a monte che a valle, si assiste ad un'inversione dei rapporti, essendo la falda ad alimentare il fiume.

Il valore dell'oscillazione annuale della falda, ricavato dai dati bibliografici, risulta compreso tra 0.5 e 1.0 metri, in vicinanza del fiume, e superiore ad 1.0mt. allontanandosi dallo stesso.

Da uno studio accurato eseguito sul territorio comunale di Scafati sono state individuate le aree ad uguale profondità della tavola d'acqua rispetto al livello della superficie del terreno, usato come riferimento in ogni punto; da tale studio si è capito che esiste un graduale aumento della profondità della falda in funzione della maggiore distanza dall'asse fluviale del Sarno, verso Nord Nord-Ovest, dove si raggiungono le massime profondità, con valori fino a 14 metri. Intorno all'alveo fluviale, invece, si raggiungono le profondità minime, comprese tra 1.0 e 2.0 metri, ed in particolare, nel tratto settentrionale dell'alveo, esse risultano inferiori al metro, e raggiungono quasi la superficie (profondità < 0.5 metri) nella zona immediatamente ad Ovest del ponte di S.Marzano.

Nel corso della penetrometrica non è stata intercettata alcun falda acquifera superficiale alla profondità raggiunta, infatti la falda acquifera si attesta a circa 15 metri dal p.c..

L'acqua di falda è suscettibile di escursioni anche in positivo, pertanto è probabile aspettarsi nel corso dell'anno ideologico, nel periodo di piena, in zona coincidente con la fine del mese di Novembre, una profondità di rinvenimento della falda minore di qualche metro rispetto a quella rilevata nel corso delle indagini.

Il rilevamento della falda è stato effettuato nel periodo di febbraio 2023, utilizzando un *freatimetro* della **PASI s.r.l.**, modello BFK T100 cm 1 01130.

Sono stati effettuati 6 rilievi diretti del livello di falda in pozzo, misurando la profondità del livello di falda all'interno dei pozzi, sottraendo l'altezza del boccaforo. Successivamente la profondità di falda è stata convertita in altezza sul livello del mare sottraendo alla quota topografica locale.

Numero pozzo	Profondità misurata	Altezza Boccaforo	Profondità dal p.c.	Quota topografica	Quota falda s.l.m.
1	15.00	0	15.00	29.40	14.40
2	15.40	0	15.30	29.30	14.00
3	15.50	0	15.20	29.05	14.30
4	15.50	0	15.15	29.10	13.95
5	15.55	0	15.55	29.45	13.90
6	15.35	0	15.35	29.25	13.90

5. ASSETTO GEOLITOLOGICO DELL'AREA IN STUDIO

I terreni più superficiali affioranti nell'area in esame comprendono essenzialmente piroclastiti di età pleistocenica (pomici lapilli e ceneri) e depositi alluvionali, rappresentati da sabbie, limi sabbiosi e ghiaie.

I litotipi piroclastici in giacitura primaria hanno generalmente una regolare stratificazione presente omogeneamente pressochè sull'intera area, secondo un'alternanza di ceneri e pomici frutto di una attività esplosiva ritmica; essi sono riferibili alla fase eruttiva del sistema vulcanico del Somma-Vesuvio, il cui deposito maggiormente diffuso viene denominato in zona "banco di pomici e lapilli".

Al di sotto seguono terreni di natura piroclastica relativi sempre all'attività del Somma Vesuvio, ma in questo caso rimaneggiati per effetto dell'azione di dilavamento e trasporto esercitata dalle acque dilavanti. Per tale motivo i terreni sciolti mostrano caratteristiche di tessitura e struttura conferite da una sedimentazione in ambiente palustre.

Dall'analisi dei dati stratigrafici relativi al sondaggio effettuato S10 e dal confronto con i dati relativi alle prove penetrometriche dinamiche, emerge che il sottosuolo della area analizzata presenta, pur con spessori diversi, omogeneità stratigrafiche, ad eccezione di qualche piccolo livello di sabbie e di torba presente in un sondaggio e non nell'altro.

La successione presente al di sotto del suolo agrario, come da sezioni e stratigrafie geolitologiche, è rappresentata nella parte sommitale da strati poco competenti che rappresentano infatti i livelli depositati a seguito delle eruzioni vesuviane, con prevalenza negli orizzonti superficiali di piroclastiti incoerenti in facies deposizionale, non manca tuttavia del materiale litificato; questi terreni sono costituiti da: pomici, ceneri e lapilli.

Al di sotto nella serie seguono livelli alluvionali costituiti per lo più da limi debolmente sabbiosi e sabbie medie debolmente limose, con intercalati livelli di sabbia grossa con pomici, nonché di tracce di torba a testimonianza di un ambiente anche palustre.

6. CARATTERIZZAZIONE SISMICA

Nell'ambito della difesa dai rischi naturali, la zonazione sismica tende a definire aree a risposta omogenea rispetto al rischio sismico. Il territorio comunale di Scafati, ricade nell'ambito della zona sorgente sismogenetica 928 (ZS9) anche se risente in maniera marcata della zona 927 che nel modello di zonazione sismogenetica ZS9 corrisponde alla porzione centrale della dorsale appenninica. Tale zona include l'area caratterizzata dal massimo rilascio di energia legata alla dinamica distensiva che caratterizza l'appennino meridionale.

Nel Rapporto Conclusivo della Zonazione Sismogenetica ZS9 (Istituto Nazionale di Geofisica, a cura di Meletti C. e Valensise G.; marzo 2004), è stata associata per ogni zona definita dalla Zonazione una classe di profondità e, nel caso delle zone di interesse, quella 928 in cui ricade l'area in esame e quella 927 che è quella che fa maggiormente risentire i suoi effetti a livello di picco di accelerazione al suolo (PGA), per le quali sono stati indicati i seguenti valori:

Zona	N° eventi Md>2	N° eventi Md>2,5	N° eventi Md>3	Magnitudo Massima (Md)	Classe di profondità (Km)	Profondità efficace (Km)
927	1507	654	139	5.0	8-12	10
928	15	9	1	3.9	1-5	3

L'interrogazione eseguita la CPT1 (Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani), impostando una area di ricerca intorno al sito interessato dalla variante in fieri di 125 chilometri, ha permesso di selezionare 143 sismi catalogati con epicentri prevalentemente più rilevanti nell'area appenninica.

Per la definizione dell'accelerogramma di riferimento sono stati scelti, sulla base di dati noti in bibliografia (La Microzonazione Sismica, Metodi esperienze e normativa, Università della Sapienza; Roma anno 2004), i valori di PGA e PSA per un periodo di ritorno scelto pari a 475 anni e si sono ottenuti i grafici M-d (Magnitudo – distanza) per le diverse curve corrispondenti a T spettrali di 1 sec, 2 sec, 0.5 sec, 0.2 sec e 0.1 sec.

Sulla scorta delle diverse intersezioni e degli epicentri degli eventi storici è stato valutato il terremoto di riferimento stabilendo i valori di M e d cui riferirsi per l'area in esame, pari a Md = 6.43 e d = 35 Km, su tale base è stato ricercato lo spettro sismico.

Nell'ambito del territorio italiano sono state definite schematicamente tre categorie di rischio, aree sismiche di I, II e III categoria, assegnando a ciascuna un grado di sismicità S pari rispettivamente a 12, 9 e 6. Il comune di Scafati, già classificato di II categoria sismica, così come è riportato nella classificazione redatta dal Servizio Sismico Nazionale (D.M. 07/03/1981), risulta riclassificato di II categoria nell'*Aggiornamento della classificazione sismica dei comuni della Regione Campania* (Delibera di Giunta Regionale n°5447 del 7 novembre 2002).

Quindi considerando che Il territorio oggetto del presente studio è stato classificato di II categoria sismica, il relativo grado sismico S risulta pari a 9.

Il Coefficiente d'Intensità macrosismica corrispondente a tale grado di sismicità risulta uguale a:

$$C=(S-2)/100 = 0.07$$

MICROZONAZIONE SISMICA

La microzonazione sismica oggetto del presente studio, è stata effettuata in ottemperanza a quanto previsto dalla *Circolare applicativa dell'Aggiornamento della classificazione sismica dei comuni della Regione Campania*, deliberazione n°248 del 24 gennaio 2003 della Giunta Regionale della Campania, nonché dell'*Ordinanza del presidente del Consiglio dei Ministri n° 3274 del 20.03.2003*: La microzonazione sismica tende a definire criteri di utilizzazione del territorio a scala comunale e/o intercomunale mirati a ridurre al minimo l'effetto dei terremoti. Tale valutazione deve consentire la successiva elaborazione di carte di sintesi o di microzonazione in cui verranno zonate aree a diversa risposta sismica, cioè caratterizzate da un insieme di parametri che concorrono a modificare le azioni sismiche di progetto e quindi da un Coefficiente d'intensità sismico (C) eventualmente più cautelativo di quello stabilito per legge (macrozonazione).

E' noto da tempo che i danni che si manifestano durante un terremoto possono avere dimensioni diverse in aree tra di loro vicine, a causa di una differente risposta sismica locale. La risposta sismica, ossia la caratteristica con cui si manifesta un dato terremoto in una data area dipende oltre che dalle caratteristiche della sorgente, dalle modalità di emissione dell'energia e dalla distanza dall'ipocentro, soprattutto da fattori di risposta locale che modificano la composizione spettrale del sisma.

La risposta sismica locale è legata quindi alle caratteristiche fisiche del materiale costituente il sottosuolo della specifica area.

ZONAZIONE DEL TERRITORIO IN PROSPETTIVA SISMICA

La zonazione del territorio in prospettiva sismica limitatamente alle aree oggetto del presente studio è stata realizzata, assemblando tutti i dati emersi dalle indagini effettuate e riportati sulle relative cartografiche tematiche: geolitologica, della stabilità, idrogeologica e degli incrementi sismici, allegate al presente lavoro.

I parametri intrinseci che rappresentano fattori di pericolosità presi in considerazione sono la soggiacenza della falda, che nell'area analizzata si attesta intorno ai 15 metri di profondità dal piano campagna, la presenza di variazioni geolitologiche presenti nella successione stratigrafica, in particolare presenza di livelli sabbiosi con limi e la profondità del tetto del tufo a maggiore rigidità, relazionati con il valore della rigidità sismica.

Dalla sovrapposizione delle carte tematiche (*overlay cartografico*) si ottiene un elaborato dove è rappresentata un'unica classe di pericolosità, la quale rispecchia le condizioni fisiche intrinseche della porzione di territorio del comune di Scafati, oggetto dell'indagine. Tale elaborato rappresenta la *Carta della zonazione in prospettiva sismica* riportato negli allegati alla presente relazione. Il

grado di pericolosità sismica dell'area è stato determinato dalla sommatoria della sussistenza o meno di tali fattori.

CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO

Per caratterizzazione sismica dei terreni si intende la valutazione della risposta locale in un determinato sito di un evento sismico, ossia la valutazione della modifica della composizione spettrale dell'evento attraverso i terreni non rigidi presenti tra il basamento rigido e la superficie. Per arrivare a valutare la modificazione della composizione spettrale quindi, nell'ambito della caratterizzazione sismica, devono essere individuati preventivamente quei fattori che causano un'amplificazione locale delle componenti spettrali in campo libero, caratteristiche del probabile terremoto di progetto che colpirà l'area in studio.

La valutazione degli elementi necessari alla caratterizzazione sismica è stata effettuata attraverso l'utilizzazione della sismica di superficie M.A.S.W..

L'esatta valutazione della modifica della composizione spettrale del segnale sismico tra il basamento rigido e la superficie è di fondamentale importanza in quanto permette di evidenziare eventuali fenomeni di amplificazione o risonanza del raggio sismico con le strutture da edificare.

Come definizione il **concetto di rischio sismico** è equivalente al prodotto di tre fattori:

- Vulnerabilità,
- Rischio,
- Costo per la possibile perdita dovuta ad un terremoto che può prodursi in un dato periodo di tempo.

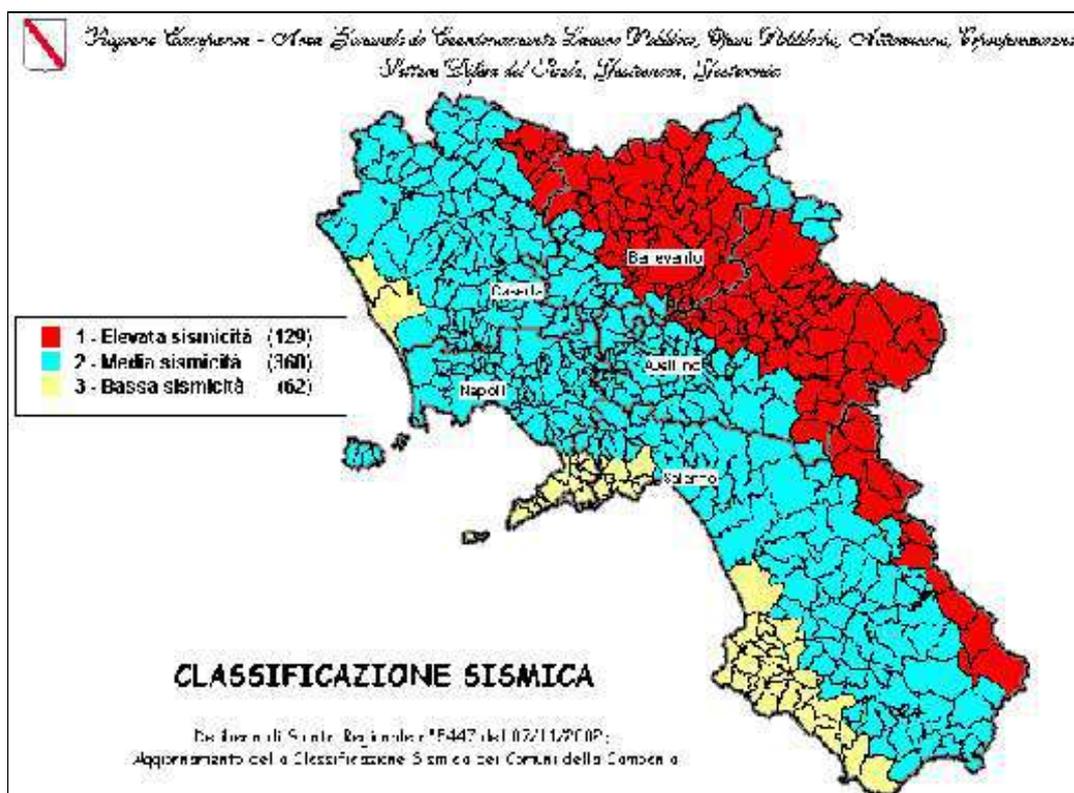
La *vulnerabilità* può essere definita come il possibile danno che una struttura subisce a seguito dell'evento; il *rischio* è la probabilità che avvenga il sisma nella zona in un assegnato periodo totale; in ultimo il *costo* è la spesa totale per tutte le riparazioni necessarie conseguenti al sisma.

Stante l'impossibilità di un'analisi rigorosa come questa, la valutazione del rischio sismico deve attenersi alle seguenti considerazioni:

qualsiasi manufatto deve essere progettato in modo tale da sopportare senza danno un evento sismico, la cui intensità corrisponde nel sito considerato, ad un periodo di ritorno stimato in 50 anni; lo stesso manufatto deve poi poter sopportare, sia pure con danni anche gravi, ma senza ipotesi di crollo, eventi sismici con intensità corrispondente ad un periodo di ritorno di 500 anni.

La valutazione del "*rischio sismico*", cioè la definizione e la scelta di zone omogenee in riferimento ai comportamenti dei litotipi per effetto delle sollecitazioni dinamiche, è stato oggetto di ricerca del "Progetto finalizzato geodinamica" del C.N.R. che ha portato alla proposta di riclassificazione sismica del territorio nazionale, in base alla quale il Comune di Scafati rientra in una zona sismica di **II** categoria con grado di sismicità **S=9** a cui compete un coefficiente sismico **C=0.07**.

CARTA DELLA SISMICITA'



Questa riclassificazione, necessaria ed indispensabile sotto l'aspetto più generale, presenta carenze e limiti di vario ordine e, primo fra tutti, quello di standardizzare il valore dell'intensità sismica per tutto il territorio comunale; viceversa è indiscutibile che gli effetti e le conseguenze di un evento sismico in superficie sono le risultanti delle diverse entità geo idromorfologico tecniche dipendenti essenzialmente dalla geologia locale.

Di qui la necessità di definire, nell'ambito del territorio in studio, sottozone o aree a diverso comportamento in prospettiva sismica con possibile adozione di restrizioni, limitazioni e vincoli derivanti sia da valutazioni in situ che da indagini specifiche.

Solo in tal modo si procede correttamente ad uno schema di pianificazione territoriale in prospettiva sismica che da un lato fissa "zone" aventi carattere di omogeneità in termini di comportamento meccanico e dall'altro prevede le forze orizzontali che un certo terremoto provocherà in tali zone.

La zonazione delle aree in studio è stata ottenuta dall'insieme di particolareggiati studi geomorfologico-tecnici integrati da prove geofisiche (sismiche a rifrazione), così come consigliato dalla guida "Criteri e metodologie di studio per indagini geologico-tecniche in prospettiva sismica nelle zone terremotate del Friuli" edito a cura dell'Università degli studi di Trieste.

In aggiunta, abbiamo effettuato le valutazioni richieste ed in accordo con l'OPCM 3274 del Novembre 2003 le cui risultanze sono appresso evidenziate.

CARATTERIZZAZIONE SISMICA SECONDO DM 17.01.2018

Il D.M. 17 gennaio 2018 propone l'adozione di un sistema di caratterizzazione geofisica e geotecnica del profilo stratigrafico del suolo mediante cinque tipologie di suoli denominati A, B, C, D, e E, da individuare in relazione ai parametri di velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, $V_{S,eq}$ (in m/s), definita dall'espressione:

$$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{S,i}}}$$

dove:

- h_i spessore dell' i -esimo strato;
- $V_{S,i}$ velocità delle onde di taglio nell' i -esimo strato;
- N numero di strati;
- H profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_S non inferiore a 800 m/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_{S30} , ottenuto ponendo $H=30$ m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

Trovandoci nel caso specifico nella condizione stratigrafica di substrato sismico posto a profondità superiore ai 30 metri la categoria di sottosuolo viene calcolata riferendoci ai valori di velocità delle onde di taglio mediate, sui primi 30 metri di terreno (V_{S30}):

$$V_{S30} = \frac{30}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_i}}$$

Risultanze finali del calcolo di $V_{S,eq}$

Le indagini effettuate sono consistite in n. 1 prospezione sismica M.A.S.W. (Multichannel Analysis of Surface Waves ovvero Analisi Multicanale delle onde Superficiali di Rayleigh), al fine di definire le caratteristiche sismostratigrafiche dei litotipi e classificare sismicamente il suolo secondo la normativa vigente (D.M. 17 gennaio 2018).



L'indagine eseguita conferma la presenza in superficie di materiali sciolti caratterizzati da basse velocità sismiche, e in profondità terreni più addensati caratterizzati da velocità sismiche relativamente più alte.

I risultati forniti dall'indagine sismica MASW effettuata permettono di definire la categoria di suolo del sito che risulta posta nelle categorie C (vedi relazione MODELLAZIONE SISMICA DI SITO).

Proprio in funzione della suddetta categoria di suolo **C** e della categoria topografica **T1** sono stati ricavati tutti i parametri d'interesse ingegneristico, quali gli spettri di risposta elastici.

Il calcolo degli spettri di risposta elastici è stato effettuato con la seguente strategia di progettazione:

- Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni;
- Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 1$ – Classe d'uso della costruzione II.
- Coordinate del sito (decimali): 40.770725°N - 14.513385°E.

Parametri sismici

I parametri sismici di base sono stati calcolati utilizzando l'apposito foglio di calcolo *SPETTRI – NTC*, fornito dal Consiglio Sup. LL.PP. (<http://www.cslp.it/cslp/>), inserendo le coordinate geografiche del baricentro dell'area di studio: lat. 40.770725°N - long. 14.513385° E.

In particolare, il sito in esame è caratterizzato dai seguenti valori di accelerazione massima attesa a_g su sito di riferimento rigido orizzontale, per i seguenti valori di periodi di ritorno T_R :

T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
30	0,040	2,392	0,284
50	0,052	2,352	0,322
72	0,060	2,412	0,333
101	0,070	2,423	0,347
140	0,079	2,457	0,356
201	0,091	2,473	0,364
475	0,123	2,507	0,379
975	0,156	2,506	0,406
2475	0,200	2,595	0,419

dove con F_o si è indicato il valore massimo di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale.

I valori degli stessi parametri per i periodi di ritorno T_R associati a ciascuno stato limite valgono:

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
SLO	45	0,049	2,360	0,314
SLD	75	0,062	2,414	0,335
SLV	712	0,141	2,506	0,394
SLC	1462	0,174	2,544	0,411

In base alla categoria di sottosuolo individuata sono stati ottenuti i seguenti valori del coefficiente di amplificazione stratigrafica S_s (cfr. Tabella 3.2.V del D.M. 17/01/18):

nel caso di verifiche **SLV** ($F_o=2,506$, $a_g=0,141$):

Categoria di suolo	S_s
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,50$

nel caso di verifiche **SLD** ($F_o=2,414$, $a_g=0,062$):

Categoria di suolo	S_s
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,50$

Coefficiente di amplificazione topografica

In base alle condizioni topografiche presenti in sito ($T1$ = superficie pianeggiante o pendii e rilievi isolati con inclinazione media $\leq 15^\circ$), è stato utilizzato il seguente valore del coefficiente di amplificazione topografica S_T (cfr. Tabella 3.2.VI del D.M. 17/01/18):

Categoria topografica	S_T
T1	1.0

ACCELERAZIONE MASSIMA ATTESA IN SUPERFICIE

In assenza di analisi specifiche della risposta sismica locale è possibile valutare l'accelerazione massima attesa al sito mediante la relazione:

$$a_{max} = S \cdot a_g = S_S \cdot S_T \cdot a_g$$

in cui:

S_S = coefficiente che tiene conto dell'effetto dell'amplificazione stratigrafica

S_T = coefficiente che tiene conto dell'effetto dell'amplificazione topografica

a_g = accelerazione orizzontale massima sul suolo di categoria A

AZIONE SISMICA

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto (D.M. 17.01.2018 T.U. Norme tecniche per costruzioni in zone sismiche), si è provveduto alla caratterizzazione preliminare, in assenza del progetto esecutivo, delle diverse categorie di profilo stratigrafico del suolo di fondazione, tramite il discrimine delle differenti "Vs". Di seguito sono ricapitolati i valori prossimali delle velocità di propagazione delle onde sismiche di taglio "Vs" per i vari litotipi rilevati, restituiti nell'apposita relazione allegata.

CLASSIFICAZIONE SISMICA DEL SUOLO

Per classificare un sito da un punto di vista sismico è necessario conoscere le caratteristiche litostratigrafiche del sottosuolo dell'area indagata. In particolare devono essere noti:

1. il numero e lo spessore degli strati di copertura, cioè dei livelli sovrastanti il *bedrock* o il *bedrock-like*, intendendo con questi termini l'eventuale substrato roccioso (bedrock) o uno strato sciolto (bedrock-like) con velocità delle onde S nettamente maggiori ai livelli sovrastanti (in genere $V_s > 500$ m/s);
2. la velocità delle onde S negli strati di copertura;

L'Ordinanza della P.C.M. n. 3274 del 25 marzo 2003 ed il D.M. 17.01.2018 ss.mm.ii, aggiornano la normativa sismica vigente con l'attribuzione alle diverse località del territorio nazionale di un valore di scuotimento sismico di riferimento espresso in termini d'incremento dell'accelerazione al suolo e propone una classificazione di un *sito* basata sulle tipologie di suolo del profilo stratigrafico che vengono individuate in relazione ai parametri di velocità di propagazione delle onde di taglio (VSeq).

Tali tipologie sono:

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

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;

C. 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;

D. 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;

E. 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.

Per le suddette 5 categorie di sottosuolo le azioni sismiche sono definite dal D.M. 17.01.2018 attraverso opportuni coefficienti da utilizzare per la determinazione degli spettri di risposta. In particolare in base alla categoria di sottosuolo si definiscono i coefficienti S_s (coefficiente di amplificazione stratigrafica) e C_c , che per sottosuolo di categoria A valgono 1, mentre per le altre categorie si calcolano in funzione dei parametri forniti in base alle coordinate geografiche del sito (A_g , F_0 e TC^*).

In relazione alle puntuali indagini effettuate sul terreno, secondo la parametrizzazione della PROSPEZIONE SISMICA M.A.S.W. E RELAZIONE DI MODELLAZIONE SISMICA DEL SITO, con una velocità mediata delle onde di taglio pari a: $V_s = 344$ m/sec, discerniamo una tipologia di suolo: "C".

AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA. Il D.M. 17.01.2018 prevede che nei siti suscettibili d'amplificazione topografica venga introdotto un coefficiente moltiplicativo ($FT \geq 1$) per l'accelerazione massima orizzontale di progetto, che tenga conto di tale aspetto morfologico.

Il coefficiente di amplificazione topografica, funzione dell'inclinazione del versante, può esser ricavato mediante la seguente equazione empirica ottenuta interpolando i valori di FT indicati nel D.M. 17 gennaio 2018 (con "α" inclinazione MEDIA del pendio):

$$S_t = e^{(0,70 \times \tan \alpha)}$$

Per l'area in parola, con " α " (MEDIO) = 0° gradi, abbiamo:

Sf
1,00

POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE

Ai sensi del D.M. 2018 NTC paragrafo 7.11.3.4.1 *“Il sito deve essere stabile nei confronti della liquefazione, intendendo con tale termine quei fenomeni associati alla perdita di resistenza al taglio o ad accumulo di deformazioni plastiche in terreni saturi, prevalentemente sabbiosi, sollecitati da azioni cicliche e dinamiche che agiscono in condizioni non drenate.”*

Esclusione della verifica a liquefazione

La verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

1. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g;
2. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
3. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N1)_{60} > 30$ oppure $qc_{1N} > 180$ dove $(N1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e qc_{1N} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
4. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Figura a nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ ed in Figura b nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$.

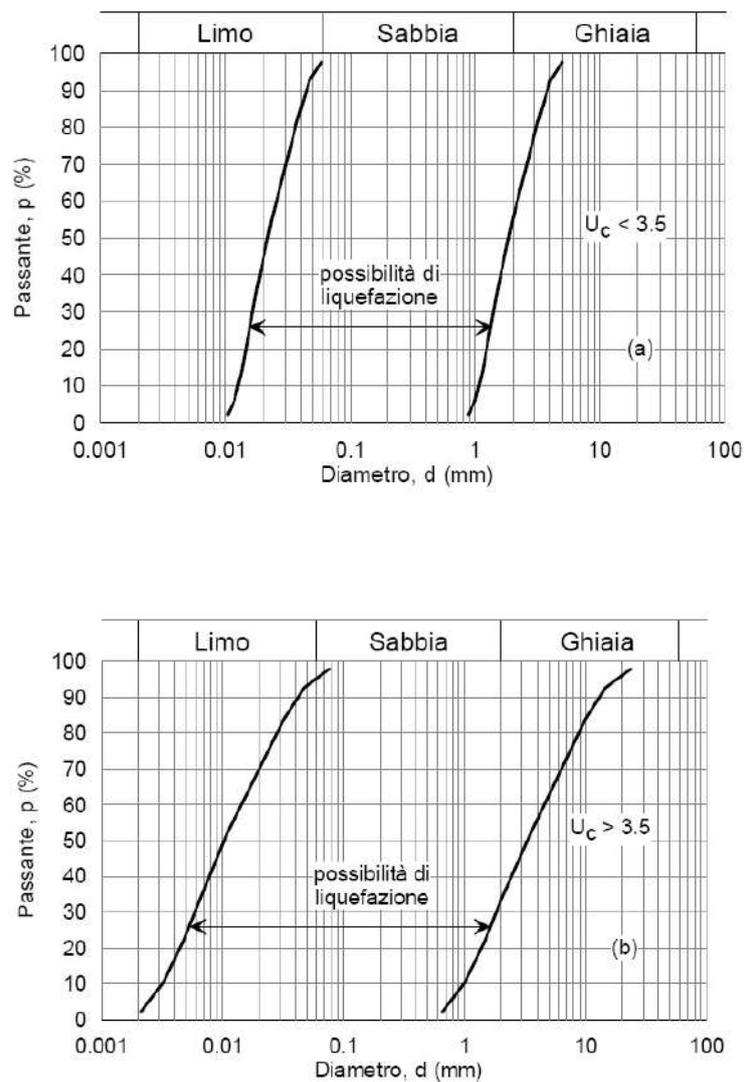


Figura a e b – Fusi granulometrici di terreni suscettibili di liquefazione.

La verifica della liquefazione è stata omessa in quanto la falda acquifera si situata a circa 15 metri dal p.c., per piano campagna sub-orizzontale e per strutture con fondazioni superficiali (casi di esclusione paragrafo 7.11.3.4.1 punto 3 D.M. 2018 NTC).

7. CARATTERIZZAZIONE GEOMECCANICA DEI TERRENI

La caratterizzazione dei parametri geotecnici dei terreni costituenti il sottosuolo dell'area in oggetto è stata effettuata dall'analisi e dal confronto dei risultati del *Sondaggio a carotaggio continuo S10*, delle prove di laboratorio su campione indisturbato, e delle *Prove penetrometriche dinamiche DPSH*, realizzate nell'introno dell'area oggetto di intervento.

L'elaborazione dei dati relativi alle indagini in sito e di laboratorio effettuate viene riportata nell'allegato documento alla presente relazione.

In particolare è stato consultato n. 1 sondaggio a carotaggio continuo spinto alla profondità di 24 metri dal piano campagna, da cui è stato possibile ricostruire la successione stratigrafica del sottosuolo dell'area.

Sono state inoltre consultate delle *Prove penetrometriche DPSH*, una spinta fino al rifiuto strumentale, alla profondità di 6,40 metri dal p.c., l'altra fino a 8,00 metri di profondità dal p.c.

La prova consente la misurazione della resistenza alla penetrazione di una punta conica posta all'estremità di una serie di aste, infissa nel terreno attraverso un dispositivo di spinta a pressione. La prova consente di ottenere attraverso la resistenza alla punta, mediante correlazioni empiriche, valide informazioni sulla natura dei terreni attraversati e sulle loro caratteristiche geotecniche quali angolo di attrito, densità relativa, coesione e modulo edometrico.

Durante l'esecuzione di una delle prove è stato prelevato un campione indisturbato da sottoporre ad analisi di laboratorio al fine di ottenere una puntuale e precisa caratterizzazione geotecnica del terreno, delle caratteristiche fisiche (grandezze indici e caratteristiche granulometriche) e di quelle meccaniche (resistenza a rottura, coesione e angolo di attrito).

Le indagini di laboratorio su campione indisturbato sono consistite in Caratteristiche fisiche generali, Analisi granulometriche per setacciatura e sedimentazione e Prova di taglio diretta.

Circa le specifiche metodologiche delle prove effettuate, dei macchinari utilizzati per la realizzazione dei sondaggi e delle prove di laboratorio si rimanda all'allegato al presente studio.

Il **sondaggio S10** è stato realizzato a nord-est dell'area investigata, ad una quota di 30 m s.l.m..

Il sondaggio è stato approfondito fino a 24,00 metri di profondità dal piano campagna ed ha interessato una litostratigrafia caratterizzata da un livello superiore di spessore pari a circa 0,80 metri di terreno vegetale marrone, seguito da Piroclastiti arenitiche con lapilli fino a 4,10 metri di profondità, e da un banco di Pomici minute sino a 4,70 metri dal p.c..

Al di sotto di tali materiali si rinvencono dapprima un Paleosuolo e poi litotipi vari, sempre di origine piroclastica, ma in questo caso rimaneggiati da parte delle acque dilavanti, costituiti essenzialmente da Piroclastiti medio-fini addensate, sino a 7,20 metri dal p.c..

Alle profondità di 7,20 m fino a 11,60 m è stato individuato un livello di Limi e terreni torbosi, in successione su Piroclastiti arenitiche con inclusi litici e pomicei fino alla profondità di 18,60 metri.

Oltre tale profondità vi sono lave litoidi, per uno spessore non definito.

Nel sondaggio sono stata eseguite SPT tra le profondità di 6,70 - 7,15 m che hanno esitato i seguenti numeri di colpi negli intervalli di infissione 15 - 30 - 45 cm: 11, 11 e 11 evidenziando un valore di NSPT = 22.

Ad una profondità di circa 15 metri è stata intercettata una falda acquifera, il cui livello stabilizzato è risultato posizionato alla medesima profondità.

PARAMETRI GEOTECNICI DEI TERRENI

Di seguito verrà trattata la caratterizzazione geomeccanica delle successioni litostratigrafiche costituente il sottosuolo dell'area esaminata.

I dati riportati in tabella, rappresentano i valori medi ricavati dall'integrazione delle risultanze del sondaggio a carotaggio continuo, delle prove effettuate in sito e di quelle di laboratorio riportate in allegato.

Nelle tabelle sono riportati, per ogni litotipo individuato alle varie profondità, i valori medi di **Densità Relativa (Dr)**, **Angolo di attrito (Φ)**, **Coesione (C)**, **Modulo Edometrico (Ked)**.

Dall'analisi dei dati scaturiti dalle indagini emerge una sostanziale omogeneità genetica e tessiturale seppur con differenze di quote di rinvenimento dei litotipi.

La lettura delle colonne stratigrafiche consente di ottenere una buona correlazione tra strati ad andamento sub orizzontale di caratteristiche intrinsecamente omogenee, come evidenziato nella sezione geolitologica allegata.

Oltre ai depositi relativi alla tipica successione piroclastica si rinvencono terreni di chiara natura sedimentaria ascrivibili a depositi fluviali relazionabili alla presenza di paleo alvei che, nel passato, hanno interessato la zona.

I terreni di natura deposizionale fluviale costituiti prevalentemente da sabbie con livelli di limi e ghiaie, ed elementi torbosi, si rinvencono, intercalati alle piroclastiti, a partire da una profondità media di circa 7.20 metri, per spessori di circa 4,40 metri.

I terreni costituenti il sottosuolo dell'area in oggetto sono stati distinti nei seguenti complessi a partire da quelli più recenti dall'alto verso il basso:

- A. Terreno vegetale derivato dalla pedogenizzazione dei termini piroclastici sottostanti (max 0,50 metri).
- B. Piroclastiti di colore grigio a granulometria da sabbia a limo con incluse pomici millimetriche (spessore 0,90 metri).
- C. Pomici e lapilli (spessore metri 1,20).
- D. Materiale piroclastico di colore marrone a granulometria limo sabbiosa (spessore di circa 2,00 m).
- E. Sabbia media debolmente limosa, addensata, dal colore grigio, con presenza di scorie laviche (spessore di circa 3,40 m).

MODELLO LITOTECNICO									
STRATO	Prof. Strato (m)	Nspt	Gamma (t/m ³)	Gamma Saturo (t/m ³)	Φ (°)	C' (Kg/cm ²)	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)	Modulo Elastico (Kg/cm ²)	Coeff. di Poisson
1	0.50	2.26	1.37	1.86	24.96	0	61.64	27.12	0.35
2	1.40	4.21	1.40	1.87	25.99	0	82.04	50.52	0.35
3	2.60	22.82	1.63	2.01	33.58	0	276.7	273.84	0.31
4	4.60	9.63	1.47	1.92	28.63	0	138.73	115.56	0.34
5	8.00	31.58	1.71	2.07	35.72	0	368.33	378.96	0.29

8. CARTOGRAFIA

Per quanto concerne il rischio geologico in prospettiva sismica, ai fini della compatibilità della previsione urbanistica in itinere con le condizioni geomorfologiche del territorio, ai sensi del comma 1, art. 3, della legge 64/1974 e s.m.i., e della L.R. n.9/1983, si allegano alla presente i seguenti elaborati:

- Carta geolitologica;
- Carta della stabilità;
- Carta idrogeologica;
- Carta della microzonazione del territorio in prospettiva sismica;
- Carta delle ubicazioni delle indagini.

La **carta geolitologica** è stata compilata in base al rilevamento superficiale di dettaglio, integrata dalle risultanze delle indagini geognostiche dirette ed indirette eseguite al fine di determinare la stratigrafia e le caratteristiche tecniche generali.

La situazione geologica locale è stata poi inquadrata nel contesto geologico regionale, alla luce anche della sua storia sismica.

La **carta della stabilità** ottenuta in base a rilevamenti geomorfologici è integrata dalle indagini geognostiche, ha avuto lo scopo di evidenziare eventuali fenomeni di instabilità reali o potenziali, antichi e recenti e di classificarli in base al tipo, causa, evoluzione ed importanza.

Non sono state riscontrate particolari, nè locali condizioni predisponenti al dissesto.

La **carta idrogeologica** ha definito la situazione idrologica ed idrografica del territorio in prospettiva sismica ed in funzione di un eventuale utilizzo e protezione delle risorse idriche esistenti.

La **carta della zonazione** del territorio in prospettiva sismica, racchiudendo i dati e gli elementi delle carte precedenti, ha classificato il territorio in zone omogenee sia in prospettiva sismica che per caratteristiche geotecniche similari.

Le indagini geologiche, geognostiche e geofisiche consultate hanno consentito di delineare le caratteristiche geolitologiche, geomorfologiche, idrogeologiche e sismiche della medesima area; sulla base di tali caratteristiche è stata elaborata la cartografia richiesta dalla L.R. n° 9 del 7/1/83.

CARTA GEOLITOLOGICA

Il rilevamento geologico particolareggiato effettuato nell'intera area, l'esame dettagliato della letteratura geologica esistente, ma soprattutto i risultati delle indagini geognostiche effettuate hanno permesso di redigere la Carta Geolitologica in cui è cartografata la seguente unità litostratigrafica:

- Piroclastiti di Pompei - Depositi piroclastiti da caduta (ceneri, lapilli e pomici) a copertura di depositi piroclastici rimaneggiati, per lo più limi.

CARTA DELLA STABILITA'

Per la redazione della Carta della Stabilità i parametri considerati per la classificazione delle varie aree a stabilità diverse sono stati i seguenti:

- Litologia;
- Pendenza;
- Proprietà Meccaniche;
- Caratteri Strutturali;
- Condizioni idrauliche.

E' stata così individuata un'unica classe di territorio:

- **Aree stabili:** aree ricadenti in zone pianeggianti o sub-pianeggianti non soggette a fenomeni di inasamento né a fenomeni gravitativi.

CARTA IDROGEOLOGICA

La carta idrogeologica è stata redatta al fine di avere una chiara visione d'insieme dello schema idrico della zona in studio.

Il deflusso idrico sotterraneo è legato alla presenza dei rilievi carbonatici presenti a sud dell'ambito esaminato, che svolgono la funzione di grossi serbatoi di accumulo favorendo l'infiltrazione delle acque, attraverso i depositi piroclastici alluvionali, verso valle.

I terreni affioranti nell'area sono stati suddivisi nel seguente complesso idrogeologico:

Complesso Alluvionale Piroclastico

Tale complesso litologicamente è costituito da sabbie, limo e ghiaie, e rappresenta l'unico complesso presente per la profondità esplorata.

CARTA DELLA MICROZONAZIONE

Determinate le caratteristiche geologiche, morfologiche, strutturali, idrogeologiche e di stabilità dei terreni, sono state poi considerate le loro incidenze qualitative-quantitative in termini di rischio geosismico. Tali analisi, hanno permesso di individuare alla luce dell'Ordinanza della Presidenza del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20/03/2003, lo stesso comportamento sismico per l'area indagata che risulta appartenere alla **categoria di sottosuolo C**.

8. COMPATIBILITA' DEL PROGETTO

Dalla consultazione delle cartografie tematiche redatte ai sensi delle L.R. n. del 1983 e delle indagini geotecniche specifiche, emerge la piena **COMPATIBILITA'** tra la previsione urbanistica e le condizioni geomorfologiche locali.

Il sottosuolo del lotto è costituito da materiali piroclastici sabbioso-detritici, pertanto dal punto di vista geotecnico risulta idoneo ad accogliere interventi edilizi poiché in tali aree è facile reperire a modeste profondità, degli strati adatti a sopportare nuovi carichi.

I valori di carico limite sono compatibili con le tipologie edilizie insediabili nell'area oggetto di studio; i calcoli effettuati sono stati rivolti a tipologie di fondazioni superficiali; se necessario per particolari esigenze progettuali è sempre possibile ricorrere a fondazioni profonde.

Dallo studio e dalle indagini geologiche consultate si evince che l'area di Via Corbisiero del comune di Scafati presenta condizioni di stabilità accettabili. Il lotto è compreso fra pendenze basse. Sul territorio non compaiono linee di faglia antiche o recenti, e comunque sono difficilmente riscontrabili.

In buona sostanza esiste piena compatibilità tra la previsione della variante e la carta della stabilità allegata alle indagini geologiche, infatti l'area in esame è classificata come area stabili per favorevoli combinazioni di fattori litologici, morfologici ed idrogeologici e con un modesto incremento sismico.

Le aree definite Stabili sono utilizzabili per scopi edificatori anche se nelle previsioni urbanistiche sono state destinate a uso agricolo.

La scelta effettuata delle aree oggetto di trasformazione urbanistica è altresì congruente con il progetto di piano stralcio dell'Autorità di Bacino.

Sulla base di quanto sopra descritto, anche con riferimento a quanto contenuto nella Relazione geologica circa la *microzonazione sismica del territorio comunale*, per quanto concerne il rischio geologico in prospettiva sismica, si ritiene, in definitiva, che la previsione urbanistica in itinere sia compatibile ai sensi del comma 1, art. 3, della legge 64/1974 e s.m.i., con le condizioni geomorfologiche del territorio.

9. CONCLUSIONI

Su incarico del Comune di Scafati, con Determina Dirigenziale n. 16 dell'8.02.2023, CIG.: 964883240E, è stata redatta la presente relazione in cui sono esposti i risultati relativi all'indagine geologico-tecnica per la proposta di "realizzazione di un parcheggio ed area attrezzata in via Corbisiero, al fine di sopperire agli enormi disagi della sosta negli orari di entrata e uscita della adiacente Scuola Elementare Pisacane III Circolo.

L'intervento edilizio riguarda un lotto della superficie di circa 2.256 mq, identificato nelle particelle 1038 e 1043 del foglio 8, situato a nord ovest del territorio comunale di Scafati, alla via Corbisiero, urbanisticamente individuato come "zona agricola E1".

Lo studio è stato condotto sulla base di studi e indagini condotte in passato per la redazione della relazione geologica a corredo del P.U.C e, altresì, utilizzando le recenti ricerche di microzonazione sismica è stato possibile definire in maniera esaustiva il modello geologico e sismico dell'area oggetto di studio.

A tal proposito si fa riferimento a:

- 1 sondaggio a carotaggio continuo della profondità di oltre 24 metri dal piano campagna, denominato con la sigla S10;
- 3 prove penetrometriche dinamiche pesanti realizzate a breve distanza dal sito oggetto di studio;
- 1 Standard Penetration Test;
- 6 rilievi in pozzo del livello della falda acquifera.

Infine nel sito è stata effettuata n. 1 prospezione sismica M.A.S.W. (Multichannel Analysis of Surface Waves ovvero Analisi Multicanale delle onde Superficiali di Rayleigh), al fine di definire le caratteristiche sismostratigrafiche dei litotipi e classificare sismicamente il suolo secondo la normativa vigente (D.M. 17 gennaio 2018).

Il mandato, per questa sezione del progetto, è stato espletato in ottemperanza alla:

- *LEGGE REGIONALE 7 gennaio 1983, n. 9 REGIONE CAMPANIA "Norme per l'esercizio delle funzioni regionali in materia di difesa del territorio dal rischio sismico"; Testo aggiornato con le modifiche introdotte dall'art.10 della legge regionale 28 dicembre 2009, n. 19 - Misure urgenti per il rilancio economico, per la riqualificazione del patrimonio esistente, per la prevenzione del rischio sismico e per la semplificazione amministrativa;*
- *N.T.A. del P.S.A.I. dell'AdB Distrettuale Appennino Meridionale;*
- *In conformità con quanto previsto dal D.M. 17 gennaio 2018 Testo Unitario Norme Tecniche per le Costruzioni per programmi e progetti edilizi in zona sismica 3 e s.m.i..*

Lo studio condotto ha consentito di definire quanto segue:

I. **MODELLAZIONE SISMICA.** In riferimento alla modellazione sismica eseguita nel rispetto del D.M. 17.01.2018 s.m.i. per l'opera da realizzare, il sito di progetto può essere ricondotto ad una categoria di pericolosità sismica **MEDIA**. L'area è caratterizzata da una categoria di sottosuolo "C" e da una categoria topografica "T1" (D.M. 17.01.2018 s.m.i.).

II. **MODELLAZIONE GEOLOGICA.** La modellazione geologica del sito di progetto, condotta nel rispetto del D.M. 17.01.2018 s.m.i, punto 6.2.1, ha consentito di specificare:

- Nell'ambito della microzona la clivometria è irrilevante: trattasi di un'area sub-pianeggiante. La potenza media dei sedimenti di copertura a grana medio-fine, litotipi della coltre eluvio-alluvionale (A), è non superiore a 1 m, mentre quella dei sedimenti a grana grossa, litotipi della coltre alluvionale ghiaiosa sabbiosa (B), si aggira attorno a 3÷4 m. Le qualità geotecniche del litotipo "B" sono buone e crescenti con la profondità.

- In riferimento alle forme geologiche e geomorfologiche:

L'area rientra nelle zone a medio rischio sismico *zona sismica 2*. Trattasi per lo più di un'area sub-pianeggiante con terreni eluvio-alluvionali limosi sabbiosi, ammantanti terreni alluvionali ghiaiosi in matrice limosa sabbiosa, addensati, permeabili, a nullo potenziale di liquefacibilità.

L'area non ricade tra quelle a rischio idraulico, nè a rischio frana.

Modello Geologico del Sottosuolo

Il sottosuolo della zona è caratterizzato sino alla profondità di 18,60 metri prevalentemente dalla presenza di materiali vulcanici di deposizione secondaria, i cosiddetti terreni alluvionali (limi, limi sabbiosi, sabbie limose con pomici e lapilli arrotondati), con livelli detritici, ghiaiosi e ciottoli di natura calcarea.

Sottostanti i predetti terreni si rinvergono livelli di lava litoide vulcanica.

Sotto l'aspetto idrogeologico la profondità del livello idrodinamico della falda acquifera si attesta a profondità di 15 metri dal p.c., ed è soggetto ad oscillazioni stagionali di 1-2 metri.

Alla luce dei riscontri effettuati per l'area di studio, non sono emerse situazioni critiche dal punto di vista della fattibilità geologica; per il presente studio sono stati estrapolati i dati geologici esistenti, le informazioni della zonizzazione geologico tecnico allegata agli strumenti urbanistici locali, ed è stata eseguita una valutazione in merito alla suscettibilità sismica locale.

Dal punto di vista sismico, le indagini eseguite hanno permesso di definire le categorie di sottosuolo del sito, che risulta posto nella **categoria C**.

In funzione della categoria di **suolo C** e della categoria topografica **T1** sono stati ricavati tutti i parametri d'interesse ingegneristico, quali gli spettri di risposta elastici.

Alla luce dei riscontri effettuati, in merito ai vari rischi, si attesta che non sono emerse situazioni critiche dal punto di vista della fattibilità geologica.

Quindi la proposta in oggetto per l'area distinta nel catasto nelle p.lle 370, 1315, 1985, 1986, 2080, 2081, 2156 del foglio 2 del Comune di Sant'Antonio Abate, è **attuabile**, dichiarandone nel contempo la compatibilità con le condizioni geomorfologiche del territorio, di cui all'ex art. 13 della L. n. 64 del 2 febbraio 1974 – e all'art. 89 D.P.R. 380/01.

Sant'Antonio Abate, febbraio 2023

Geologo Giuseppe Abagnale

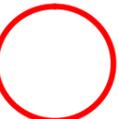
COMUNE DI SCAFATI
PROVINCIA DI SALERNO



OGGETTO: Realizzazione di un parcheggio ed
area attrezzata in Via Corbisiero
particelle 1038 e 1043 del foglio 8

Proponente: Comune di Scafati

Carta geolitologica

-  Piroclastiti di Pompei
Depositi piroclastici da caduta costituiti
prevalentemente da ceneri pomici e lapilli grigiastri
-  Depositi alluvionali della Piana del Sarno
Limi, sabbie e argille, con pomici e scorie vulcaniche
con alternanza di livelli torbosi
-  Depositi Piroclastici 79 d.C.
Piroclastiti eterometriche di colore chiaro con
livelli ed orizzonti di pomici biancastre
a granulometria variabile
-  Confine Comune di Scafati
-  Area in esame



SCALA 1 : 5000

COMUNE DI SCAFATI
PROVINCIA DI SALERNO



OGGETTO: Realizzazione di un parcheggio ed area attrezzata in Via Corbisiero particelle 1038 e 1043 del foglio 8

Proponente: Comune di Scafati

Carta idrogeologica



COMPLESSO IDROGEOLOGICO ALLUVIONALE-PIROCLASTICO

Costituito da depositi alluvionali (limi e argille) e piroclastici sciolti (ceneri, lapilli e tufi litoidi). Il deflusso idrico avviene localmente per falde sovrapposte tra loro intercomunicanti per la presenza di flussi di drenanza (in condizioni indisturbate) dal basso verso l'alto.



11.1/2.3 Pozzo di misurazione falda
quota p.c. (metri slm) / livello falda dal p.c. (in metri)



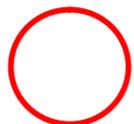
Direzioni di Deflusso idrico sotterraneo



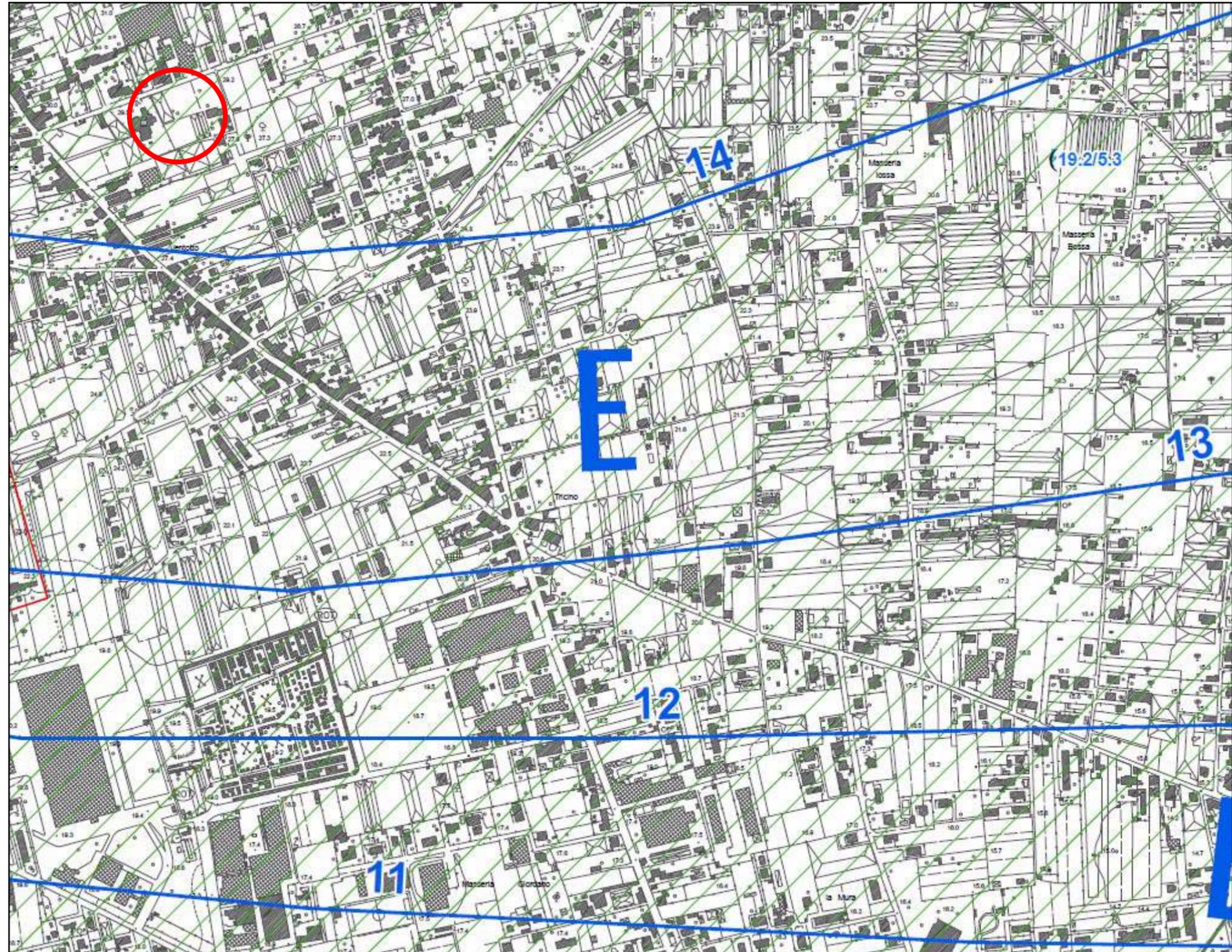
Rapporti drenanza Fiume Sarno - falda sotterranea



Isofreatica (metri sul livello del mare)



Area in esame



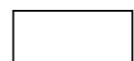
COMUNE DI SCAFATI
PROVINCIA DI SALERNO



OGGETTO: Realizzazione di un parcheggio ed
area attrezzata in Via Corbisiero
particelle 1038 e 1043 del foglio 8

Proponente: Comune di Scafati

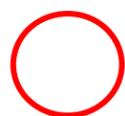
Carta della stabilità



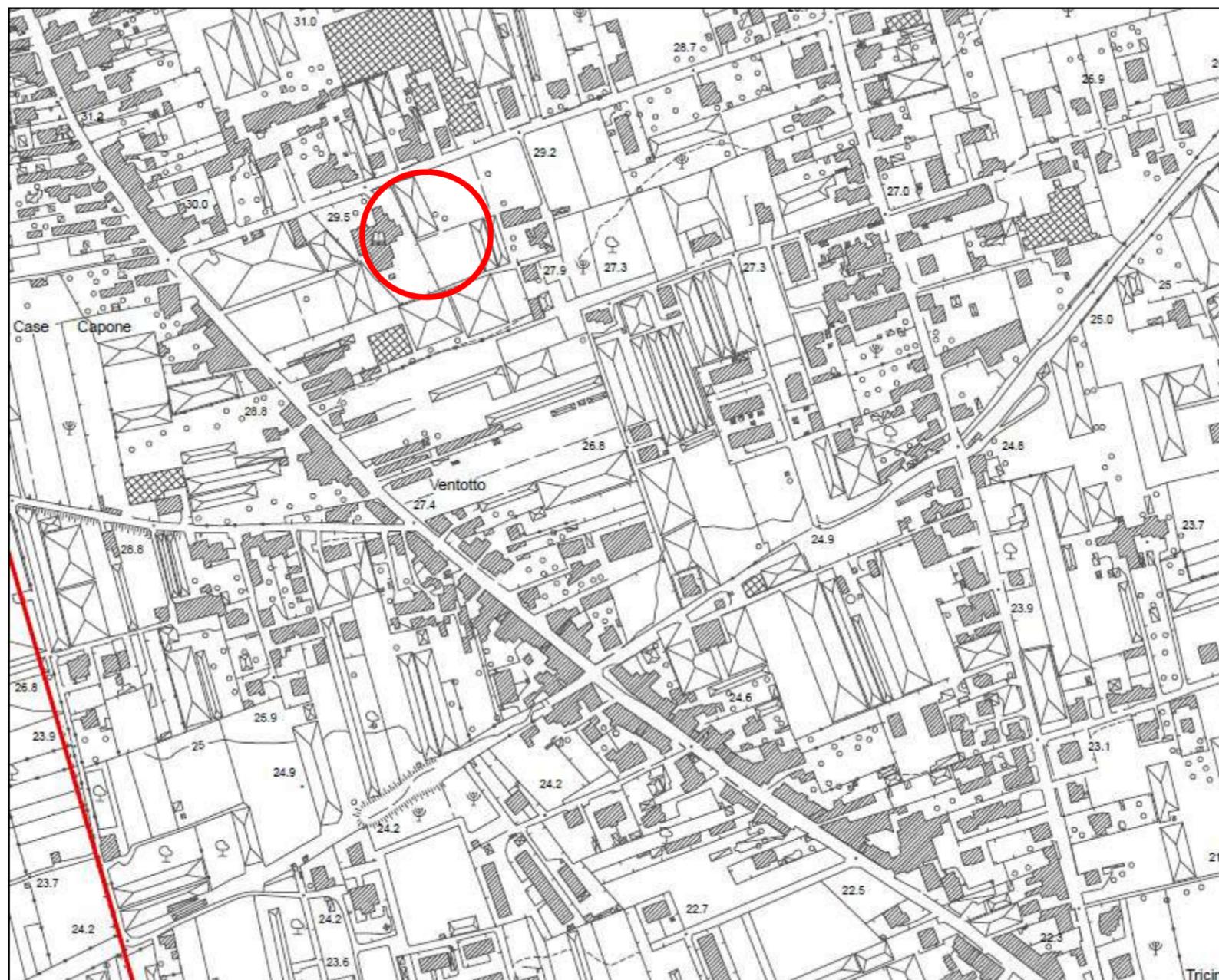
Area stabile



Confine Comune di Scafati



Area in esame



SCALA 1 : 5000

COMUNE DI SCAFATI
PROVINCIA DI SALERNO



OGGETTO: Realizzazione di un parcheggio ed area attrezzata in Via Corbisiero particelle 1038 e 1043 del foglio 8

Proponente: Comune di Scafati

Carta microzonazione sismica



Zona a Media Sismicità

Grado di Sismicità $S = 9$

Rigidità (Valore Medio) = 0.30

Fattore di Incremento coeff. sismico locale $f_c = 1,2$

Coeff. di intensità sismica corretto $C = 0.084$

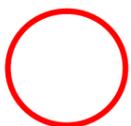
Coeff. di fondazione = 1,2

Grado di sismicità corretto $S = 10,4$

$V_{s30} = 327$ m/s



Confine Comune di Scafati



Area in esame



SCALA 1 : 5000

CLASSIFICAZIONE DEL SUOLO ai sensi OPCM 3274 del 20/03/2003

" SUOLO DI TIPO C"

Depositi di sabbie o ghiaie mediamente addensate o argille di media consistenza, con spessori variabili da diverse decine fino a centinaia di metri, caratterizzati da valori di V_{s30} , compresi tra 180 m/s e 360 m/s

COMUNE DI SCAFATI
PROVINCIA DI SALERNO



OGGETTO: Realizzazione di un parcheggio ed
area attrezzata in Via Corbisiero
particelle 1038 e 1043 del foglio 8

Proponente: Comune di Scafati

Carta ubicazione indagini

P Sondaggio Meccanico utilizzato nel presente studio
ai fini della ricostruzione stratigrafica

(●) Prova Penetrometrica Dinamica

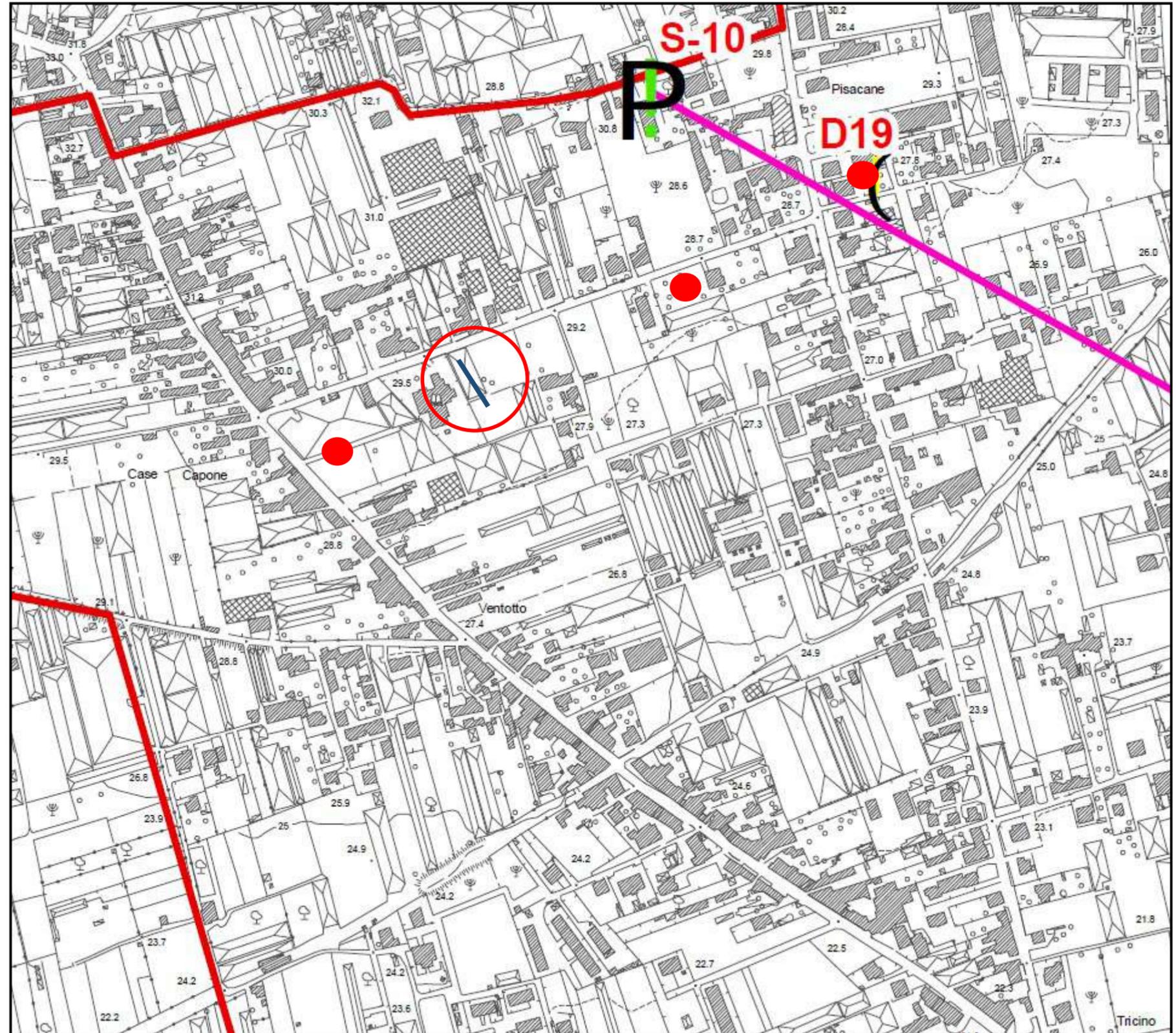
— MASW

SEZIONI GEOLOGICHE

— C - C'

□ Confine Comune di Scafati

○ Area in esame



SCALA 1 : 5000

COMUNE DI SCAFATI
 PROVINCIA DI SALERNO

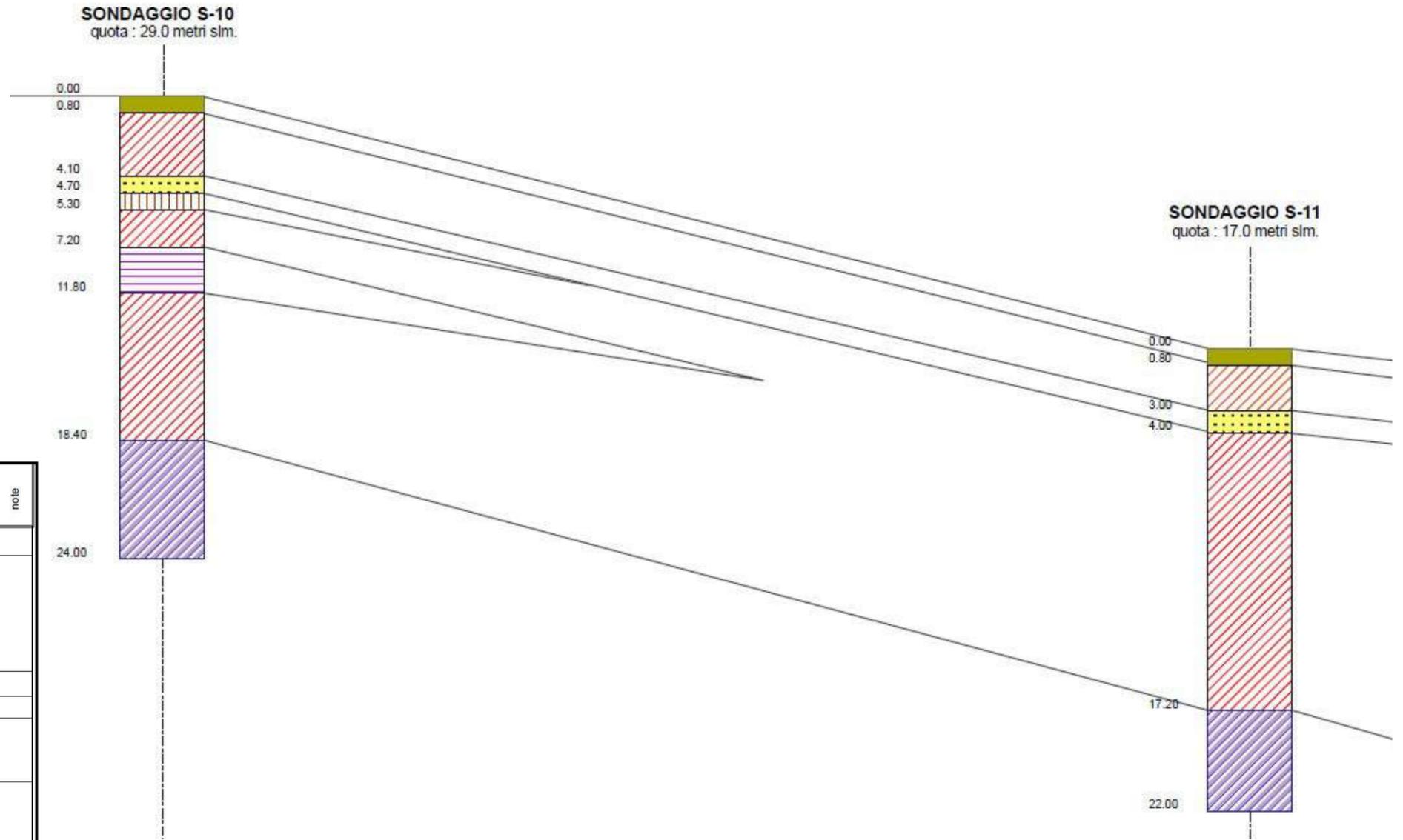


OGGETTO: Realizzazione di un parcheggio ed area attrezzata in Via Corbisiero particelle 1038 e 1043 del foglio 8

Proponente: Comune di Scafati

Sondaggio S10

Profondità (metri)	Spessore (metri)	Stratigrafia	Formazioni attraversate Descrizione Litologica	Profondità (metri)	Campioni		Litologia	Prova S.P.T.	note
					Norm.	Ind.			
0.80	0.80		Terreno vegetale						
4.10	3.30		Piroclastiti arenitiche con lapilli						
4.70	0.60		Pomici minute						
5.30	0.60		Paleosuolo						
7.20	1.90		Piroclastiti medio-fini addensate				SPT		
11.60	4.40		Limi e terreni torbosi						
18.60	7.00		Piroclastiti arenitiche con inclusi litici e pomicei						
24.00	5.40		Lava						



Sezione geolitologica

COMUNE DI SCAFATI
 PROVINCIA DI SALERNO



OGGETTO: Realizzazione di un parcheggio ed
 area attrezzata in Via Corbisiero
 particelle 1038 e 1043 del foglio 8

Proponente: Comune di Scafati

Sondaggio S10

Profondità (metri)	Spessore (metri)	Stratigrafia	Formazioni attraversate Descrizione Litologica	Profondità (metri)	Campioni		Idrologia	Prova S.P.T.	note
					Norm.	Ind.			
0.80	0.80		Terreno vegetale						
4.10	3.30		Piroclastiti arenitiche con lapilli						
4.70	0.60		Pomici minute						
5.30	0.60		Paleosuolo						
7.20	1.90		Piroclastiti medio-fini addensate				SPT		
11.60	4.40		Limi e terreni torbosi						
18.60	7.00		Piroclastiti arenitiche con inclusi litici e pomicei						
24.00	5.40		Lava						

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

Committente: Acanfora Antonio Descrizione: Progetto di costruzione di un fabbricato rurale e relativi annessi Località: Via Corbisiero Scafati (Sa)	Codice commessa: Acanfora Antonio
---	-----------------------------------

Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)

Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	63.5 Kg
Altezza di caduta libera	0.75 m
Peso sistema di battuta	8 Kg
Diametro punta conica	50.46 mm
Area di base punta	20 cm ²
Lunghezza delle aste	1 m
Peso aste a metro	6.3 Kg/m
Profondità giunzione prima asta	0.80 m
Avanzamento punta	0.20 m
Numero colpi per punta	N(20)
Coeff. Correlazione	1.504
Rivestimento/fanghi	No
Angolo di apertura punta	90 °

PROVA ... Nr.1

Strumento utilizzato...DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)

Prova eseguita in data 23/11/2020

Profondità prova 8.00 mt

Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0.20	2	0.855	16.61	19.44	0.83	0.97
0.40	1	0.851	8.27	9.72	0.41	0.49
0.60	2	0.847	16.46	19.44	0.82	0.97
0.80	2	0.843	16.39	19.44	0.82	0.97
1.00	3	0.840	22.65	26.97	1.13	1.35
1.20	2	0.836	15.04	17.98	0.75	0.90
1.40	5	0.833	37.44	44.95	1.87	2.25
1.60	10	0.830	74.58	89.90	3.73	4.49
1.80	7	0.826	52.00	62.93	2.60	3.15
2.00	9	0.823	61.96	75.27	3.10	3.76
2.20	14	0.770	90.17	117.09	4.51	5.85
2.40	29	0.717	173.93	242.54	8.70	12.13
2.60	22	0.714	131.42	183.99	6.57	9.20
2.80	9	0.811	61.08	75.27	3.05	3.76
3.00	6	0.809	37.94	46.91	1.90	2.35
3.20	6	0.806	37.81	46.91	1.89	2.35
3.40	7	0.803	43.97	54.73	2.20	2.74
3.60	6	0.801	37.57	46.91	1.88	2.35
3.80	9	0.798	56.18	70.37	2.81	3.52
4.00	7	0.796	40.90	51.38	2.05	2.57
4.20	4	0.794	23.30	29.36	1.17	1.47
4.40	2	0.791	11.62	14.68	0.58	0.73
4.60	8	0.789	46.35	58.72	2.32	2.94
4.80	37	0.637	173.03	271.59	8.65	13.58
5.00	28	0.685	132.68	193.68	6.63	9.68
5.20	24	0.683	113.39	166.01	5.67	8.30
5.40	16	0.731	80.91	110.67	4.05	5.53
5.60	17	0.729	85.74	117.59	4.29	5.88
5.80	21	0.677	98.38	145.26	4.92	7.26
6.00	19	0.725	90.15	124.26	4.51	6.21
6.20	18	0.724	85.20	117.72	4.26	5.89
6.40	17	0.722	80.28	111.18	4.01	5.56
6.60	16	0.720	75.38	104.64	3.77	5.23
6.80	20	0.719	94.01	130.80	4.70	6.54
7.00	22	0.667	91.03	136.45	4.55	6.82
7.20	21	0.666	86.70	130.25	4.33	6.51
7.40	19	0.714	84.16	117.84	4.21	5.89
7.60	17	0.713	75.15	105.44	3.76	5.27
7.80	22	0.661	90.23	136.45	4.51	6.82
8.00	23	0.660	89.51	135.64	4.48	6.78

PROVA ... Nr.2

Strumento utilizzato...DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)

Prova eseguita in data 23/11/2020

Profondità prova 8.00 mt

Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

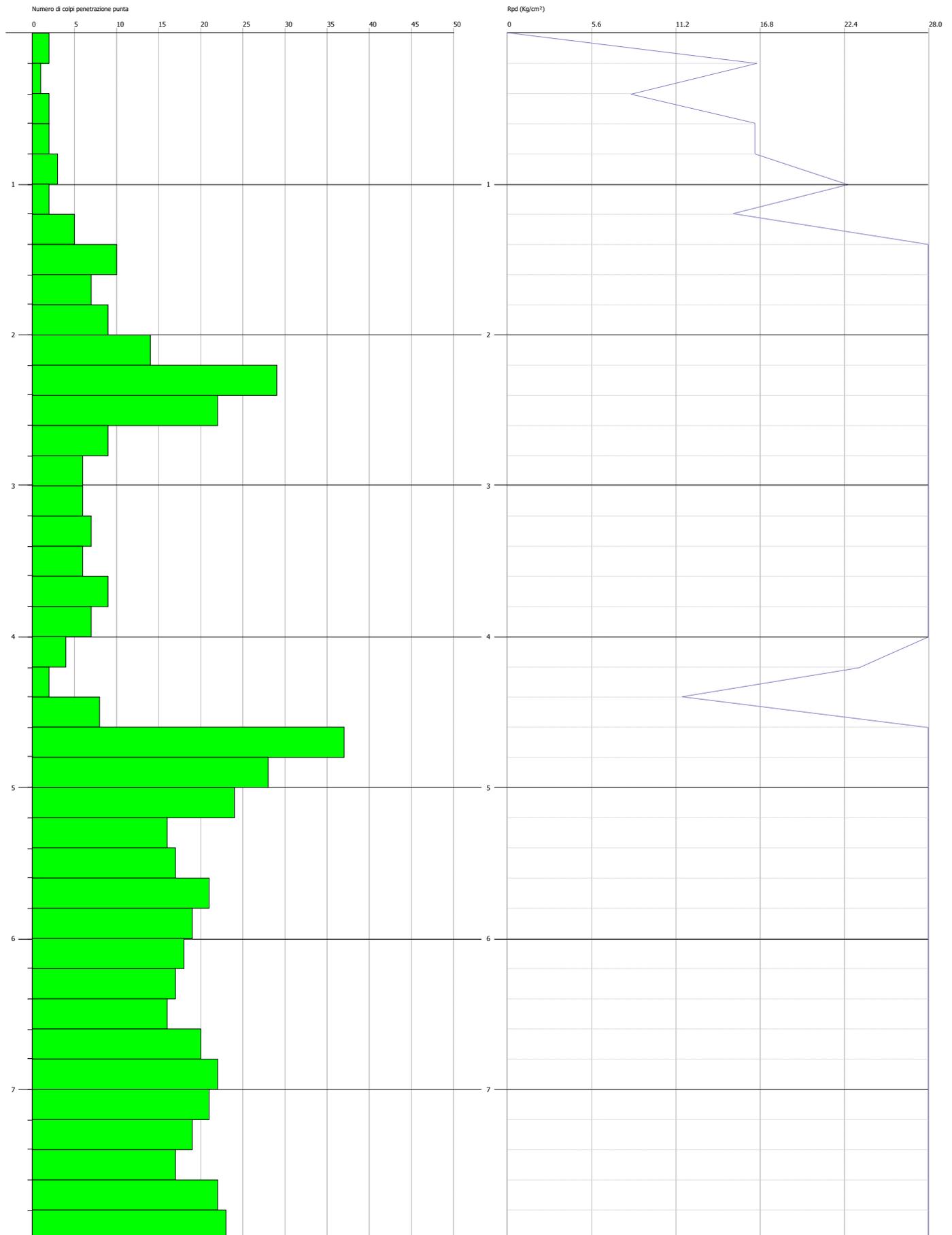
Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0.20	1	0.855	8.31	9.72	0.42	0.49
0.40	2	0.851	16.54	19.44	0.83	0.97
0.60	2	0.847	16.46	19.44	0.82	0.97
0.80	2	0.843	16.39	19.44	0.82	0.97
1.00	2	0.840	15.10	17.98	0.75	0.90
1.20	3	0.836	22.55	26.97	1.13	1.35
1.40	6	0.833	44.92	53.94	2.25	2.70
1.60	11	0.830	82.03	98.89	4.10	4.94
1.80	8	0.826	59.43	71.92	2.97	3.60
2.00	8	0.823	55.08	66.91	2.75	3.35
2.20	15	0.770	96.61	125.45	4.83	6.27
2.40	27	0.717	161.94	225.81	8.10	11.29
2.60	24	0.714	143.36	200.72	7.17	10.04
2.80	10	0.811	67.86	83.63	3.39	4.18
3.00	8	0.809	50.58	62.55	2.53	3.13
3.20	7	0.806	44.11	54.73	2.21	2.74
3.40	8	0.803	50.25	62.55	2.51	3.13
3.60	7	0.801	43.83	54.73	2.19	2.74
3.80	8	0.798	49.94	62.55	2.50	3.13
4.00	8	0.796	46.74	58.72	2.34	2.94
4.20	3	0.794	17.48	22.02	0.87	1.10
4.40	4	0.791	23.24	29.36	1.16	1.47
4.60	9	0.789	52.14	66.06	2.61	3.30
4.80	35	0.637	163.68	256.91	8.18	12.85
5.00	26	0.685	123.20	179.85	6.16	8.99
5.20	25	0.683	118.11	172.93	5.91	8.65
5.40	17	0.731	85.96	117.59	4.30	5.88
5.60	18	0.729	90.78	124.51	4.54	6.23
5.80	20	0.727	100.61	138.34	5.03	6.92
6.00	18	0.725	85.41	117.72	4.27	5.89
6.20	17	0.724	80.47	111.18	4.02	5.56
6.40	18	0.722	85.00	117.72	4.25	5.89
6.60	17	0.720	80.09	111.18	4.00	5.56
6.80	19	0.719	89.31	124.26	4.47	6.21
7.00	21	0.667	86.90	130.25	4.34	6.51
7.20	20	0.716	88.77	124.04	4.44	6.20
7.40	20	0.714	88.59	124.04	4.43	6.20
7.60	18	0.713	79.57	111.64	3.98	5.58
7.80	21	0.661	86.13	130.25	4.31	6.51
8.00	21	0.660	81.73	123.85	4.09	6.19

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.1
 Strumento utilizzato... DPSH (Dynamic Probing Super Heavy)

Committente: Acanfora Antonio
 Descrizione: Progetto di costruzione di un fabbricato rurale e relativi annessi
 Località: Via Corbisiero Scafati (Sa)

Data: 23/11/2020

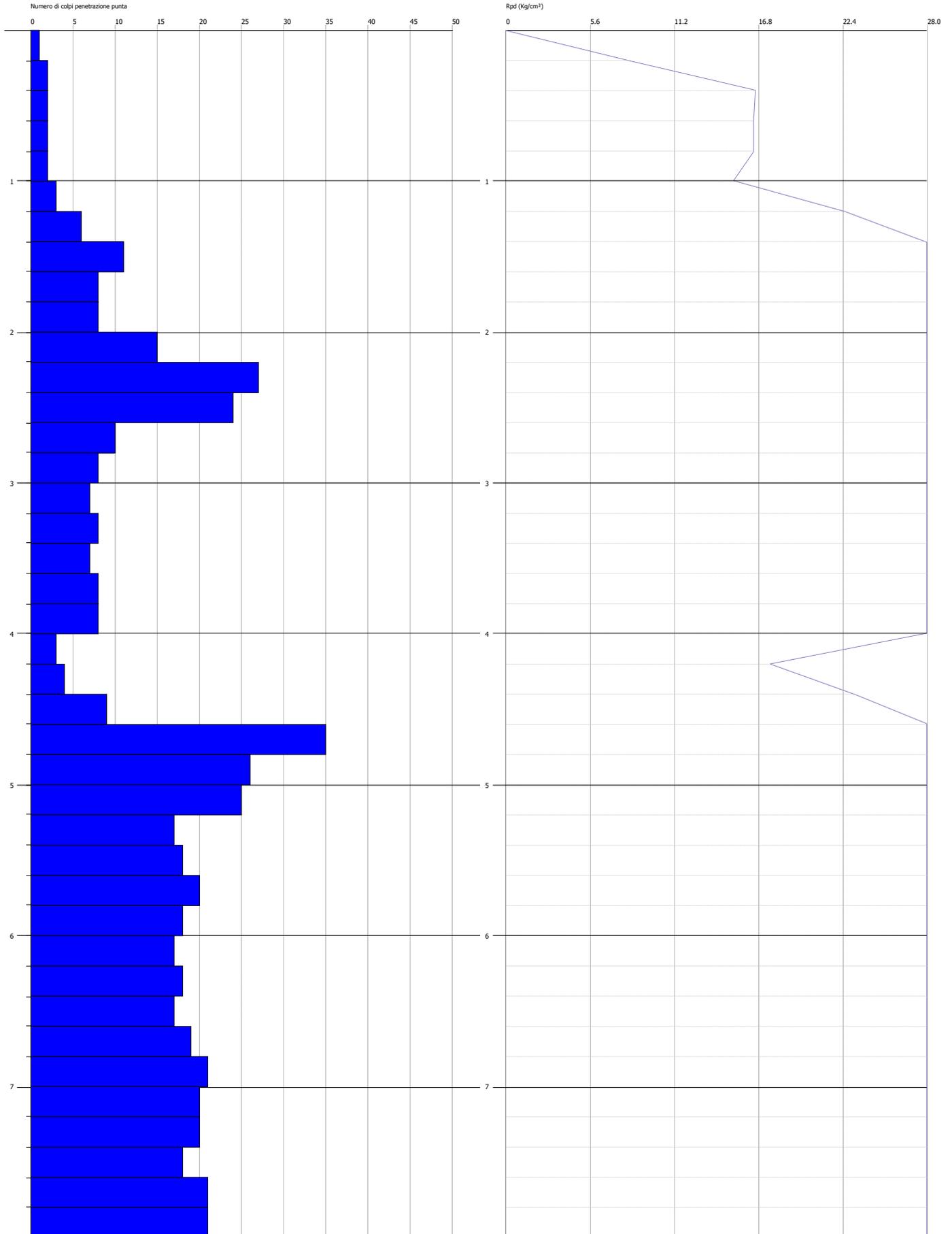
Scala 1:35



Committente: Acanfora Antonio
 Descrizione: Progetto di costruzione di un fabbricato rurale e relativi annessi
 Località: Via Corbisiero Scafati (Sa)

Data: 23/11/2020

Scala 1:35



STIMA PARAMETRI GEOTECNICI**TERRENI INCOERENTI**

Densità relativa

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (1) Copertura vegetale	2.26	0.00-0.50	2.26	Meyerhof 1957	36.82
Strato (2) Sabbia a matrice pozzolanica	4.21	0.50-1.40	4.21	Meyerhof 1957	47.07
Strato (3) Sabbia piroclastica compatta	22.82	1.40-2.60	22.82	Meyerhof 1957	98.95
Strato (4) Sabbia piroclastica da mediodensa a densa	9.63	2.60-4.60	9.63	Meyerhof 1957	56.67
Strato (5) Sabbia cineritica densa	31.58	4.60-8.00	31.58	Meyerhof 1957	86.54

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) Copertura vegetale	2.26	0.00-0.50	2.26	Meyerhof (1965)	24.96
Strato (2) Sabbia a matrice pozzolanica	4.21	0.50-1.40	4.21	Meyerhof (1965)	25.99
Strato (3) Sabbia piroclastica compatta	22.82	1.40-2.60	22.82	Meyerhof (1965)	33.58
Strato (4) Sabbia piroclastica da mediodensa a densa	9.63	2.60-4.60	9.63	Meyerhof (1965)	28.63
Strato (5) Sabbia cineritica densa	31.58	4.60-8.00	31.58	Meyerhof (1965)	35.72

Modulo di Young

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm ²)
Strato (1) Copertura vegetale	2.26	0.00-0.50	2.26	Schmertmann (1978) Sabbie	27.12
Strato (2) Sabbia a matrice pozzolanica	4.21	0.50-1.40	4.21	Schmertmann (1978) Sabbie	50.52
Strato (3) Sabbia piroclastica compatta	22.82	1.40-2.60	22.82	Schmertmann (1978) Sabbie	273.84
Strato (4) Sabbia piroclastica da mediodensa a densa	9.63	2.60-4.60	9.63	Schmertmann (1978) Sabbie	115.56
Strato (5) Sabbia cineritica densa	31.58	4.60-8.00	31.58	Schmertmann (1978) Sabbie	378.96

Modulo Edometrico

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
Strato (1) Copertura vegetale	2.26	0.00-0.50	2.26	Menzenbach e Malcev	61.64
Strato (2) Sabbia a matrice pozzolanica	4.21	0.50-1.40	4.21	Menzenbach e Malcev	82.04
Strato (3) Sabbia piroclastica compatta	22.82	1.40-2.60	22.82	Menzenbach e Malcev	276.7
Strato (4) Sabbia piroclastica da mediodensa a densa	9.63	2.60-4.60	9.63	Menzenbach e Malcev	138.73

Dynamic

Strato (5) Sabbia cineritica densa	31.58	4.60-8.00	31.58	Menzenbach e Malcev	368.33
---------------------------------------	-------	-----------	-------	------------------------	--------

Peso unità di volume

Descrizione	NSP T	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità di Volume (t/m ³)
Strato (1) Copertura vegetale	2.26	0.00-0.50	2.26	Terzaghi-Peck 1948	1.37
Strato (2) Sabbia a matrice pozzolanica	4.21	0.50-1.40	4.21	Terzaghi-Peck 1948	1.40
Strato (3) Sabbia piroclastica compatta	22.82	1.40-2.60	22.82	Terzaghi-Peck 1948	1.63
Strato (4) Sabbia piroclastica da mediodensa a densa	9.63	2.60-4.60	9.63	Terzaghi-Peck 1948	1.47
Strato (5) Sabbia cineritica densa	31.58	4.60-8.00	31.58	Terzaghi-Peck 1948	1.71

Peso unità di volume saturo

Descrizione	NSP T	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (t/m ³)
Strato (1) Copertura vegetale	2.26	0.00-0.50	2.26	Terzaghi-Peck 1948	1.86
Strato (2) Sabbia a matrice pozzolanica	4.21	0.50-1.40	4.21	Terzaghi-Peck 1948	1.87
Strato (3) Sabbia piroclastica compatta	22.82	1.40-2.60	22.82	Terzaghi-Peck 1948	2.01
Strato (4) Sabbia piroclastica da mediodensa a densa	9.63	2.60-4.60	9.63	Terzaghi-Peck 1948	1.92
Strato (5) Sabbia cineritica densa	31.58	4.60-8.00	31.58	Terzaghi-Peck 1948	2.07

Modulo di Poisson

Descrizione	NSP T	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Poisson
Strato (1) Copertura vegetale	2.26	0.00-0.50	2.26	(A.G.I.)	0.35
Strato (2) Sabbia a matrice pozzolanica	4.21	0.50-1.40	4.21	(A.G.I.)	0.35
Strato (3) Sabbia piroclastica compatta	22.82	1.40-2.60	22.82	(A.G.I.)	0.31
Strato (4) Sabbia piroclastica da mediodensa a densa	9.63	2.60-4.60	9.63	(A.G.I.)	0.34
Strato (5) Sabbia cineritica densa	31.58	4.60-8.00	31.58	(A.G.I.)	0.29

Coefficiente spinta a Riposo K₀=SigmaH/P₀

Descrizione	NSP T	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	K ₀
Strato (1) Copertura vegetale	2.26	0.00-0.50	2.26	Navfac 1971-1982	0.33
Strato (2) Sabbia a matrice pozzolanica	4.21	0.50-1.40	4.21	Navfac 1971-1982	0.80
Strato (3) Sabbia piroclastica compatta	22.82	1.40-2.60	22.82	Navfac 1971-1982	4.53
Strato (4) Sabbia piroclastica da mediodensa a densa	9.63	2.60-4.60	9.63	Navfac 1971-1982	2.02

Dynamic

Strato (5) Sabbia cineritica densa	31.58	4.60-8.00	31.58	Navfac 1971-1982	5.83
---------------------------------------	-------	-----------	-------	------------------	------

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	NSP T	Prof. Strato (m)	N. Calcolo	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
Strato (1) Copertura vegetale	2.26	0.00-0.50	2.26	Robertson 1983	4.52
Strato (2) Sabbia a matrice pozzolanica	4.21	0.50-1.40	4.21	Robertson 1983	8.42
Strato (3) Sabbia piroclastica compatta	22.82	1.40-2.60	22.82	Robertson 1983	45.64
Strato (4) Sabbia piroclastica da mediodensa a densa	9.63	2.60-4.60	9.63	Robertson 1983	19.26
Strato (5) Sabbia cineritica densa	31.58	4.60-8.00	31.58	Robertson 1983	63.16

PARAMETRI GEOTECNICI

STRATO	Prof. Strato (m)	Nspt	Gamma (t/m ³)	Gamma Saturo (t/m ³)	Φ (°)	C' (Kg/cm ²)	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)	Modulo Elastico (Kg/cm ²)	Coeff. di Poisson
1	0.50	2.26	1.37	1.86	24.96	0	61.64	27.12	0.35
2	1.40	4.21	1.40	1.87	25.99	0	82.04	50.52	0.35
3	2.60	22.82	1.63	2.01	33.58	0	276.7	273.84	0.31
4	4.60	9.63	1.47	1.92	28.63	0	138.73	115.56	0.34
5	8.00	31.58	1.71	2.07	35.72	0	368.33	378.96	0.29

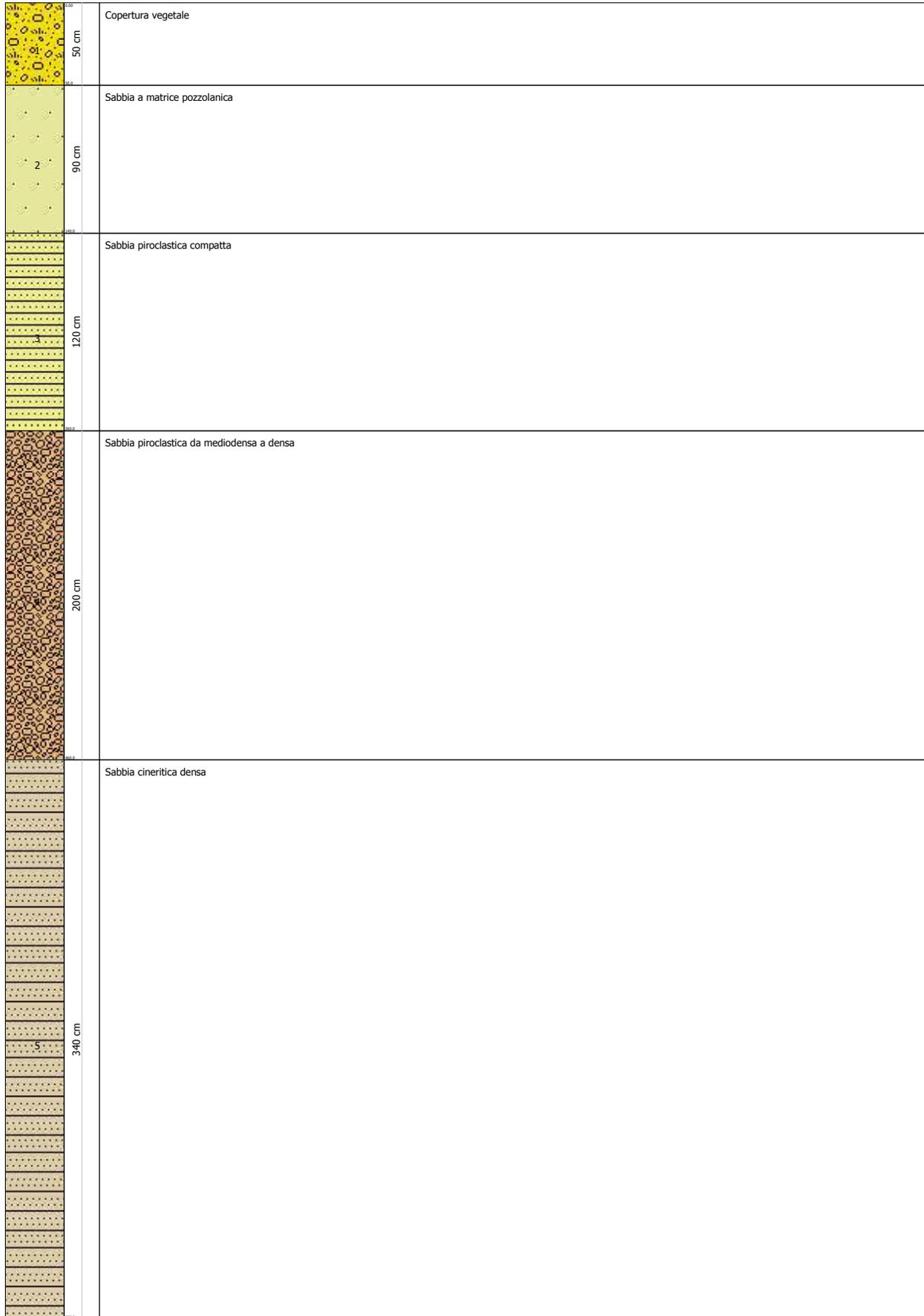
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.1
 Strumento utilizzato... DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)

Committente: Acanfora Antonio
 Descrizione: Progetto di costruzione di un fabbricato rurale e relativi annessi
 Località: Via Corbisiero Scafati (Sa)

Data: 23/11/2020

Scala 1:35

Interpretazione Stratigrafica





Aut. Min. n. 154 del 19/04/11 esecuzione e certificazione di indagini geognostiche, prel. di campioni e prove in sito di cui all'art. 59 DPR. 380/01 (Sondaggi, prelievo campioni, prove SPT, prove di permeabilità; prove penetrometriche: DPSH, CPT, CPTE, CPTU; prove di carico su piastra; misura del peso di volume; CBR; perforazioni inclinate e orizzontali; monitoraggio e controlli)

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA PESANTE (D.P.S.H.)

Standard utilizzato: Emilia (30) [peso maglio Kg 63.5, volata cm 75, area punta cmq 20, angolo di apertura della punta 60°]

Committente: Dott. Geol. Abagnale Giuseppe

Id Int. 158 / 16

Cantiere: Sanzone Vincenzo Via Aquino - Scafati (SA)

Coordinate lat. e long.: N40.77350 / E14.51735 Data esecuz. prova: 22/06/2016

Prova (n): DPSH 01 Certificato n° 0279/16 del 01/07/2016

VALORI MISURATI IN SITU CON PENETROMETRO DINAMICO PESANTE

Prof. (m)	Colpi (N)								
0.30	10								
0.60	5								
0.90	7								
1.20	21								
1.50	15								
1.80	7								
2.10	4								
2.40	8								
2.70	19								
3.00	12								
3.30	6								
3.60	11								
3.90	8								
4.20	3								
4.50	5								
4.80	37								
5.10	60								
5.40	100								

IL RESPONSABILE DI SITO

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
Dott. Geol. Giuseppe Riello

INGE s.r.l.

Via Taverna Vecchia, 19

81020 Castel Morrone (CE)

Tel e fax 0823-399115-399961





Aut. Min. n. 154 del 19/04/11 esecuzione e certificazione di indagini geognostiche, prel. di campioni e prove in sito di cui all'art. 59 DPR. 380/01 (Sondaggi, prelievo campioni, prove SPT, prove di permeabilità; prove penetrometriche: DPSH, CPT, CPTE, CPTU; prove di carico su piastra; misura del peso di volume; CBR; perforazioni inclinate e orizzontali; monitoraggio e controlli)

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA PESANTE (D.P.S.H.)

Standard utilizzato: Emilia (30) [peso maglio Kg 63.5, volata cm 75, area punta cmq 20, angolo di apertura della punta 60°]

Committente: Dott. Geol. Abagnale Giuseppe

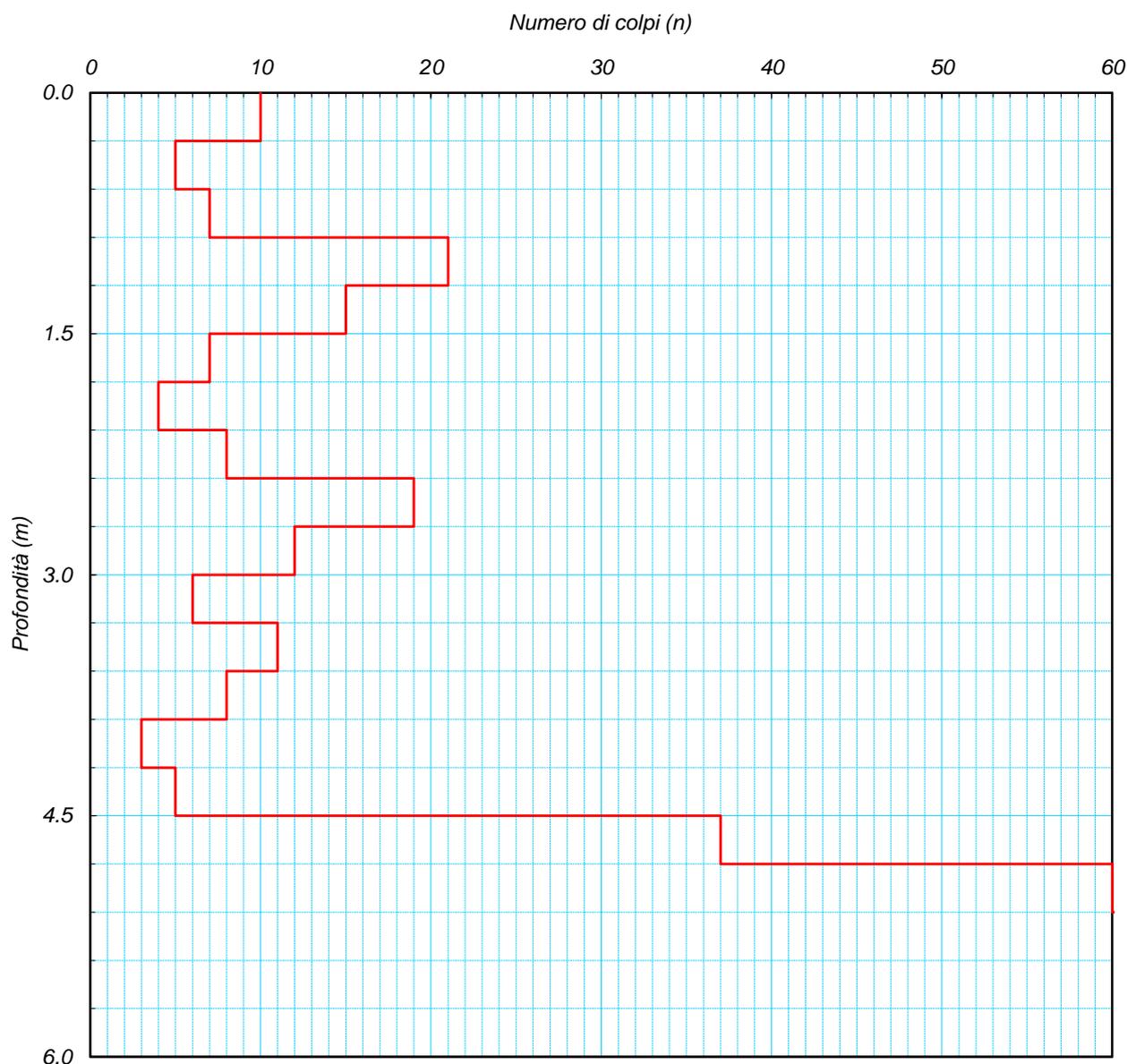
Id Int. 158 / 16

Cantiere: Sanzone Vincenzo Via Aquino - Scafati (SA)

Coordinate lat. e long.: N40.77350 / E14.51735 Data esecuz. prova: 22/06/2016

Prova (n): **DPSH 01** Certificato n° **0279/16** del 01/07/2016

GRAFICO NUMERO DI COLPI



IL RESPONSABILE DI SITO

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO

Dott. Geol. Giuseppe Riello

INGE s.r.l.

Via Taverna Vecchia, 19

81020 Castel Morrone (CE)

Tel e fax 0823-399115-399961



Aut. Min. n. 154 del 19/04/11 esecuzione e certificazione di indagini geognostiche, prel. di campioni e prove in sito di cui all'art. 59 DPR. 380/01 (Sondaggi, prelievo campioni, prove SPT, prove di permeabilità; prove penetrometriche: DPSH, CPT, CPTE, CPTU; prove di carico su piastra; misura del peso di volume; CBR; perforazioni inclinate e orizzontali; monitoraggio e controlli)

PRELIEVO CAMPIONE INDISTURBATO

Standard utilizzato: AGI (1977) [Fustella a pareti sottili in acciaio inox L=60 cm; D=85 mm]

Committente: Dott. Geol. Abagnale Giuseppe

Id Int. 158 / 16

Cantiere: Sanzone Vincenzo Via Aquino - Scafati (SA)

Coordinate lat. e long.: 40.77350 - 14.51735

Data esecuz. prova: 22/06/2016

Sigla Campione **DP1 - C1** Profondità di prelievo (m): **1.80 -2.30**

Prova (n): DPSH 01

Certificato n° **0279/16**

del 01/07/2016

CAMPIONE PRELEVATO CON CAMPIONATORE INFISSO DAL PENETROMETRO STATICO



Campionatore nella posizione di infissione a pressione



Particolare punta Campionatore nella posizione di infissione a pressione



Particolare fustella Campionatore nella posizione di prelievo a pressione

IL RESPONSABILE DI SITO

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
Dott. Geol. Giuseppe Riello

INGE s.r.l.

Via Taverna Vecchia, 19

81020 Castel Morrone (CE)

Tel e fax 0823-399115-399961

Castel Morrone (CE), **01/07/2016**

Accettazione n: TER 035/16 **Data ricevimento:** 22/06/16 **Data esecuzione prova:** 24/06/16

Committente: Dott. Abagnale Giuseppe per conto di Sanzone Vincenzo

Cantiere: Via Aquino Scafati (SA)

Sondaggio: **DP1** **Campione:** **C2** **Profondità di prelievo (m):** **1.80-2.30**

IDENTIFICAZIONE DEL TERRENO

(ASTM D2488-00)

CARATTERI IDENTIFICATIVI

Contenitore: Fustella pareti grosse in acciaio inox **Diametro (cm):** 8.40 **Lungh. (cm):** 32.00
Massa (Kg) 3.161 **Condizione del campione estruso:** Buone **Classe di qualità (AGI):** Q5

PROVE DI CONSISTENZA SPEDITIVE

Pocket Penetrometer Test (MPa): > 0.600 Pocket Vane Test (MPa): > 0.200

CARATTERISTICHE VISIVE

DESCRIZIONE DEL CAMPIONE

Materiale piroclastico a granulometria sabbioso ghiaiosa con presenza di brandelli lavici di dimensioni fino a 2-3 centimetri. Materiale mediamente addensato.

COLORE (Tavola di Munsell)

2.5Y Marrone grigio molto scuro 3/2

Foto campione

LO SPERIMENTATORE
Dott. Carmencita Ventrone

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
Dott. Geol. Antonio Petriccione



Castel Morrone (CE), **01/07/2016**

Certificato n. **00283/16**

Accettazione n: *TER 035/16*

Data ricevimento: *22/06/16* Data esecuzione prova: *22/06/16*

Committente: *Dott. Abagnale Giuseppe per conto di Sanzone Vincenzo*

Cantiere: *Via Aquino Scafati (SA)*

Sondaggio: **DP1**

Campione: **C2**

Profondità di prelievo (m): **1.80-2.30**

CARATTERISTICHE FISICHE DEL TERRENO

(CNR-UNI 10008-64 BS 1377/75 ASTM D854-83)

CONDIZIONI NATURALI

Peso specifico del terreno γ_s (KN/m ³)	26.74
Peso dell'unità di volume (fustellamento) γ (KN/m ³)	17.82
Peso dell'unità di volume (pesata idrostatica) γ (KN/m ³)	
Contenuto d'acqua W (%)	21.17
Peso secco dell'unità di volume γ_d (KN/m ³)	14.71
Indice di porosità e (-)	0.82
Porosità n (-)	0.45
Grado di saturazione S (-)	0.71

CONDIZIONI DI SATURAZIONE

Peso dell'unità di volume immerso in acqua γ' (KN/m ³)	9.31
Peso dell'unità di volume saturo d'acqua γ_{sat} (KN/m ³)	19.12
Contenuto d'acqua W_{sat} (%)	30.01

LO SPERIMENTATORE

Dott. Carmencita Ventrone

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO

Dott. Geol. Antonio Petriccione



Castel Morrone (CE), **01/07/2016**

Certificato n. **00284/16**

Accettazione n: TER 035/16 Data ricevimento: 22/06/16 Data esecuzione prova: 28/06/16

Committente: Dott. Abagnale Giuseppe per conto di Sanzone Vincenzo

Cantiere: Via Aquino Scafati (SA)

Sondaggio: **DP1** Campione: **C2** Profondità di prelievo (m): **1.80-2.30**

TAGLIO DIRETTO

(ASTM D 3080-98)

DIMENSIONI DEI PROVINI				VALORI A INIZIO CONSOLIDAZ.		PARAMETRI DELLA CONSOLIDAZIONE			
Prov.	Lungh. lato l (cm)	Altezza iniziale h (cm)	Area di base A _b (cm ²)	Peso di volume γ _i (KN/m ³)	Contenuto d'acqua w _i (%)	Durata consol. δt (ore)	Pressione di consolidazione σ _n (MPa)	Cedim. finale δh (mm)	Tempo T ₁₀₀ (min)
1 ■	6.00	2.50	36.00	17.82	24.61	24.00	0.049	0.530	4.44
2 ◆	6.00	2.50	36.00	17.96	22.94	24.00	0.098	0.940	2.93
3 ●	6.00	2.50	36.00	18.11	21.34	24.00	0.196	1.260	2.26

CONSOLIDAZIONE DEI PROVINI						VALORI A FINE CONSOLIDAZ.		
Provino n.1 ■		Provino n.2 ◆		Provino n.3 ●		Prov.	Peso di volume γ _f (KN/m ³)	Contenuto d'acqua w _f (%)
Tempo t (min)	Cedim. δh (mm)	Tempo t (min)	Cedim. δh (mm)	Tempo t (min)	Cedim. δh (mm)	(n)		
0.1	0.42	0.1	0.80	0.1	1.11	1 ■	19.21	31.48
0.25	0.43	0.25	0.83	0.25	1.15	2 ◆	19.46	28.20
0.4	0.44	0.4	0.85	0.4	1.17	3 ●	19.65	25.06
0.5	0.45	0.5	0.86	0.5	1.18			
1	0.46	1	0.87	1	1.19			
2	0.47	2	0.88	2	1.20			
4	0.48	4	0.89	4	1.21			
8	0.49	8	0.90	8	1.22			
15	0.50	15	0.90	15	1.23			
30	0.50	30	0.91	30	1.23			
60	0.51	60	0.91	60	1.24			
120	0.51	120	0.92	120	1.24			
240	0.52	240	0.92	240	1.25			
480	0.52	480	0.93	480	1.25			
960	0.53	960	0.93	960	1.26			
1440	0.53	1440	0.94	1440	1.26			

CARATTERISTICHE DELLA PROVA			
Prov. (n)	Condizione del provino	Orientazione strutturale del provino (°)	Velocità di def. orizz. V _i (mm/min)
1 ■	Indisturbato	n.d.	0.088
2 ◆	Indisturbato	n.d.	0.088
3 ●	Indisturbato	n.d.	0.088

Note: Prova di taglio eseguita con la scatola di Casagrande.

LO SPERIMENTATORE
 Dott. Carmencita Ventrone

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
 Dott. Geol. Antonio Petriccione

Castel Morrone (CE), **01/07/2016**

Certificato n. **00284/16**

Accettazione n: TER 035/16 **Data ricevimento:** 22/06/16 **Data esecuzione prova:** 28/06/16

Committente: Dott. Abagnale Giuseppe per conto di Sanzone Vincenzo

Cantiere: Via Aquino Scafati (SA)

Sondaggio: DP1 **Campione:** C2 **Profondità di prelievo (m):** 1.80-2.30

TAGLIO DIRETTO

(ASTM D 3080-98)

DIAGRAMMA DELLA CONSOLIDAZIONE DEI PROVINI

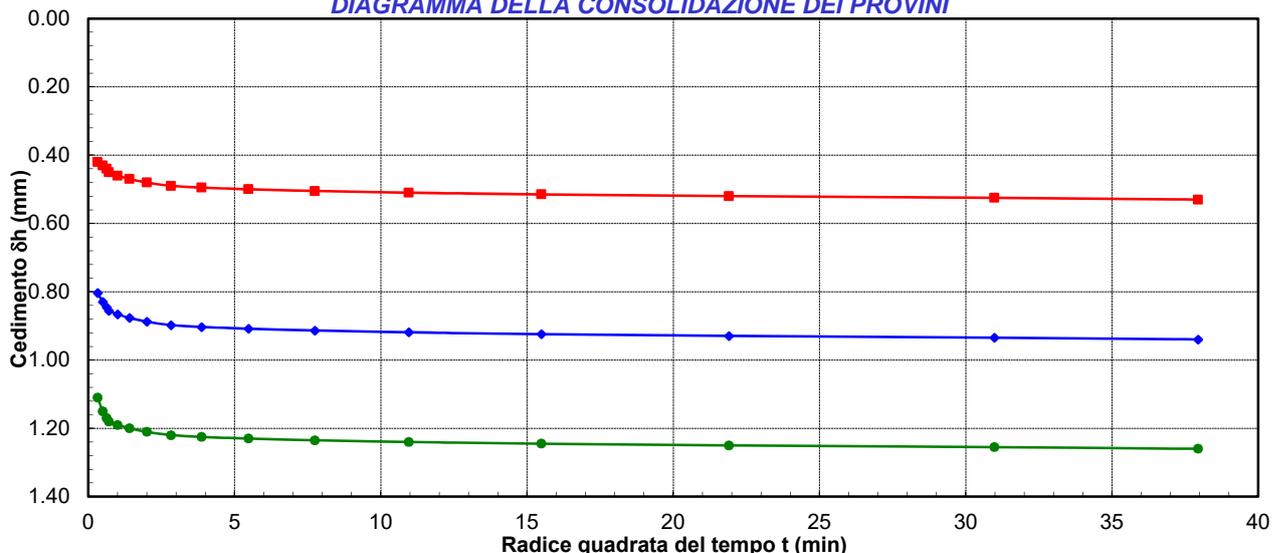
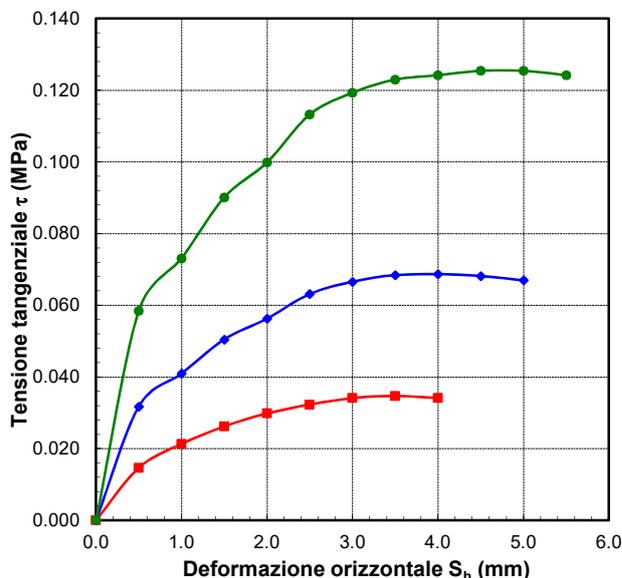
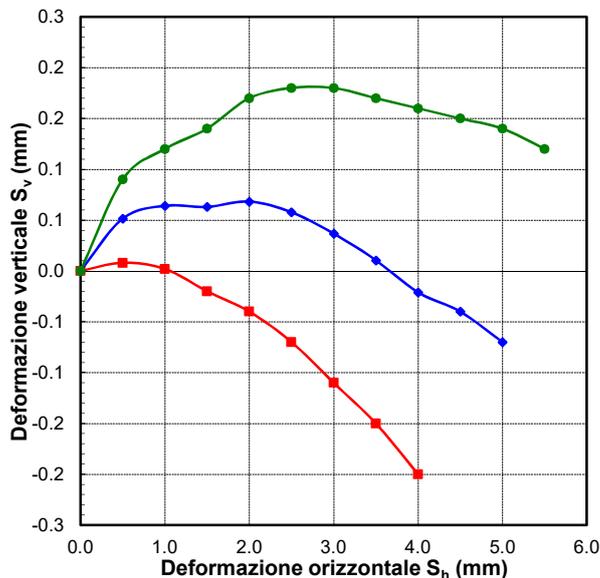


DIAGRAMMA DEFORMAZIONE-TENSIONE



LO SPERIMENTATORE
 Dott. Carmencita Ventrone

DIAGRAMMA DELLE DEFORMAZIONI



IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
 Dott. Geol. Antonio Petriccione

Castel Morrone (CE), **01/07/2016**

Certificato n. **00284/16**

Accettazione n: *TER 035/16* Data ricevimento: *22/06/16* Data esecuzione prova: *28/06/16*

Committente: *Dott. Abagnale Giuseppe per conto di Sanzone Vincenzo*

Cantiere: *Via Aquino Scafati (SA)*

Sondaggio: **DP1** Campione: **C2** Profondità di prelievo (m): **1.80-2.30**

TAGLIO DIRETTO

(ASTM D 3080-98)

VALORI RILEVATI AI COMPARATORI DELLA MACCHINA DI TAGLIO - CONDIZIONI DI PICCO

Provino n.1 ■			Provino n.2 ◆			Provino n.3 ●		
Def. orizz. S _h (mm)	Def. vert. S _v (mm)	Tensione tangenziale τ (MPa)	Def. orizz. S _h (mm)	Def. vert. S _v (mm)	Tensione tangenziale τ (MPa)	Def. orizz. S _h (mm)	Def. vert. S _v (mm)	Tensione tangenziale τ (MPa)
0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000
0.50	0.01	0.015	0.50	0.05	0.032	0.50	0.09	0.058
1.00	0.00	0.021	1.00	0.06	0.041	1.00	0.12	0.073
1.50	-0.02	0.026	1.50	0.06	0.050	1.50	0.14	0.090
2.00	-0.04	0.030	2.00	0.07	0.056	2.00	0.17	0.100
2.50	-0.07	0.032	2.50	0.06	0.063	2.50	0.18	0.113
3.00	-0.11	0.034	3.00	0.04	0.067	3.00	0.18	0.119
3.50	-0.15	0.035	3.50	0.01	0.068	3.50	0.17	0.123
4.00	-0.20	0.034	4.00	-0.02	0.069	4.00	0.16	0.124
			4.50	-0.04	0.068	4.50	0.15	0.125
			5.00	-0.07	0.067	5.00	0.14	0.125
						5.50	0.12	0.124

LO SPERIMENTATORE
Dott. Carmencita Ventrone

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
Dott. Geol. Antonio Petriccione



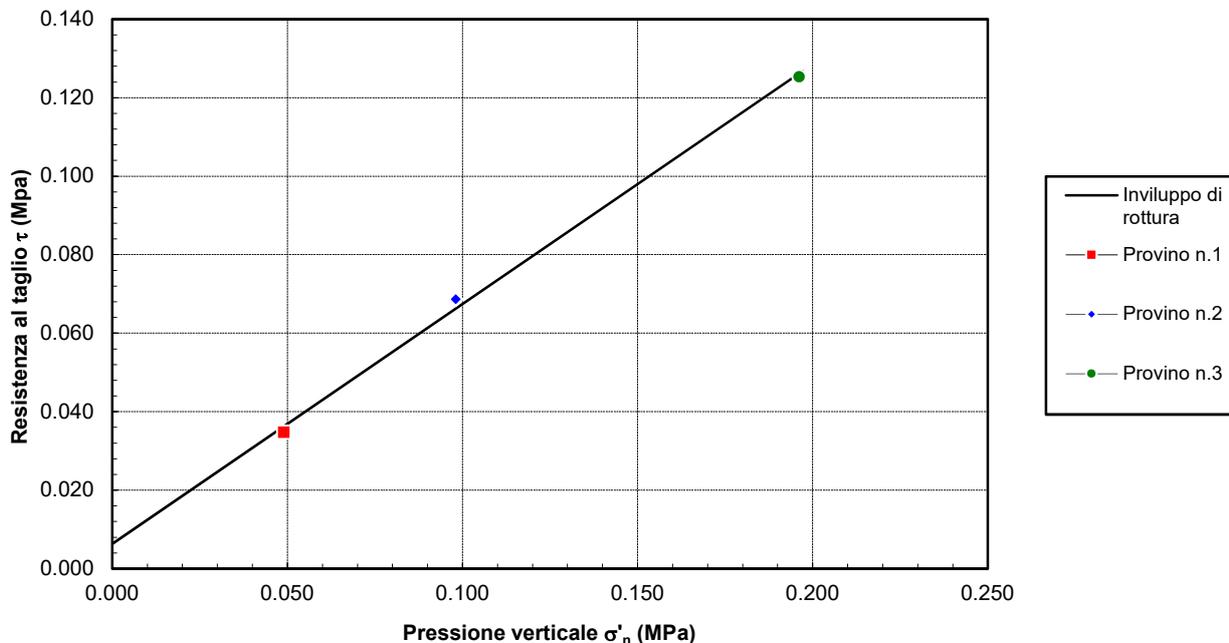
Sondaggio: **DP1** Campione: **C2** Profondità di prelievo (m): **1.80-2.30**

TAGLIO DIRETTO

CONDIZIONI DI PICCO

Provino (n)	Pressione verticale σ'_n (MPa)	Deformazione orizzontale S_{hf} (mm)	Deformazione verticale S_{vf} (mm)	Resistenza al taglio τ_f (MPa)
1 ■	0.049	3.50	-0.15	0.035
2 ◆	0.098	4.00	-0.21	0.069
3 ●	0.196	4.50	0.15	0.125

DIAGRAMMA DELL'INVILUPPO DI ROTTURA - CONDIZIONI DI PICCO



PARAMETRI DELL'INVILUPPO

Coeff. di determinaz.	Errore stand. sulla stima di c	Angolo di attrito ϕ (gradi)	Coesione intercetta c (Mpa)
r^2 (-)	s_v (-)	31.42	0.006
9.98E-01	3.05E-02		



COMUNE DI SCAFATI

PROVINCIA DI SALERNO

REALIZZAZIONE PARCHEGGIO ED AREA ATTREZZATA IN VIA
CORBISIERO

RELAZIONE SULLA MODELLAZIONE SISMICA DEL SITO DI COSTRUZIONE

LOCALITA'	via Corbisiero p.lle 1038 e 1043 del fg. 8
-----------	---

COMMITTENTE	COMUNE DI SCAFATI D.D. N. 16 DEL 08/02/2023 CIG.:964883240E
-------------	---

DATA	FEBBRAIO 2023
------	---------------

IL TECNICO

GEOLOGO:
DOTT. ABAGNALE GIUSEPPE



Dott. Geol. Giuseppe Abagnale

Provincia di Salerno
COMUNE DI SCAFATI



**PROSPEZIONE SISMICA M.A.S.W. E
RELAZIONE DI MODELLAZIONE SISMICA DEL SITO**

REALIZZAZIONE PARCHEGGIO ED AREA ATTREZZATA IN VIA CORBISIERO

**COMMITTENTE: COMUNE DI SCAFATI D.D. N. 16 DEL 08/02/2023
CIG.:964883240E**



Foto: esecuzione della prospezione sismica MASW

DATA: febbraio 2023

L'ELABORATORE:

IL TECNICO: *Dott. Geol. Giuseppe Abagnale*

Dott. Geol. Giuseppe Abagnale

1. PREMESSA

Per il progetto di cui sopra è stata effettuata una prospezione sismica MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) sul sito di intervento, al fine di definire le caratteristiche sismostratigrafiche dei litotipi dell'area e classificare sismicamente il suolo secondo la normativa sismica vigente (D.M. L.P. 17 gennaio 2018).

Sono stati, inoltre, calcolati i parametri sismici e i relativi spettri di risposta elastici per definire la pericolosità sismica di base del sito e la risposta sismica locale in modo da individuare le azioni sismiche di progetto relative ai diversi stati limite, come previsto dalla nuova normativa sismica.

2. PROSPEZIONE SISMICA MASW

2.1 Premessa

Il metodo MASW è una prova sismica di superficie non invasiva e attiva, che consente la definizione del profilo di velocità delle onde di taglio verticali V_s , basandosi sulla misura delle onde superficiali in corrispondenza di diversi sensori posti sulla superficie del suolo. Il contributo predominante alle onde superficiali è dato dalle onde di Rayleigh, che viaggiano con una velocità correlata alla rigidità della porzione di terreno interessata dalla propagazione delle onde. In un mezzo stratificato le onde di Rayleigh sono dispersive, cioè onde con diverse lunghezze d'onda si propagano con diverse velocità di fase e velocità di gruppo o detto in maniera equivalente la velocità di fase (o di gruppo) apparente delle onde di Rayleigh dipende dalla frequenza di propagazione. La natura dispersiva delle onde superficiali è correlabile al fatto che onde ad alta frequenza con lunghezza d'onda corta si propagano negli strati più superficiali e quindi danno informazioni sulla parte superficiale del sottosuolo, invece onde a bassa frequenza si propagano negli strati più profondi dando informazioni sulla parte più profonda.

Il metodo MASW consiste in quattro fasi:

1. registrazione delle onde di Rayleigh attraverso acquisizioni multicanale dei segnali sismici, generati da una sorgente artificiale, lungo uno stendimento rettilineo sorgente-geofoni.
2. calcolo della curva di dispersione sperimentale (velocità di fase in funzione della frequenza);
3. calcolo della curva di dispersione teorica (velocità di fase numerica in funzione della frequenza) attraverso la formulazione del modello iniziale di velocità delle onde di taglio verticali V_s ;
4. individuazione del profilo verticale delle V_s , modificando opportunamente il modello del suolo, fino al raggiungimento di una sovrapposizione ottimale tra la curva di dispersione sperimentale e la curva di dispersione teorica corrispondente al modello di suolo (processo di inversione). Si

Dott. Geol. Giuseppe Abagnale

ottiene un profilo verticale per ogni curva di dispersione, posizionato nel punto medio dello stendimento geofonico.

2.2 Strumentazione utilizzata

La strumentazione utilizzata è costituita da un sismografo multicanale DoReMi della SARA Electronic Instruments, 16 bit effettivi, con soluzione 12 canali. Il DoReMi è un *sismografo a trasmissione digitale del segnale*, molto flessibile nell'uso, presenta eccezionale immunità ai rumori. Esso è costituito da un sistema di più canali (fino a un massimo di 255) a conversione digitale tra loro in catena, ciascuno presenta unità miniaturizzate e indipendenti distribuite lungo tutto lo stendimento. La catena strumentale è comandata solo dal PC mediante l'unità di testa. Con tale sismografo sono possibili tutte le indagini sismiche: *Rifrazione, Rifrazione e Microtremori (ReMi), MASW, SASW, Riflessione, Downhole, CrossHole, UpHole*.

Il DoReMi ha una memoria indipendente per ogni canale in grado di memorizzare 60KByte (30.000 campioni). Gli intervalli di campionamento sono programmabili da 5 a 0.05 millisecondi, corrispondenti a frequenze di campionamento da 200 a 20000Hz. La durata del campionamento è selezionabile fra 0.1 e 60 secondi.

La sorgente sismica è costituita da un impatto verticale con mazza energizzante di 6Kg che batte su una piastra in alluminio (shot plate). Come trigger/starter è stato utilizzato un geofono verticale Geospace a 14Hz posto in prossimità della piastra. Le oscillazioni del suolo sono state rilevate da n°12 geofoni verticali (geospace 4.5Hz).

I segnali sismici sono stati successivamente elaborati con il programma "MASW" (*prodotto dall' Ing. Roma Vitantonio*).

2.3 Disposizione dei sensori e predisposizione della sorgente sismica

La sorgente energizzante è stata spostata ai due estremi dello stendimento e per ogni lato vengono effettuate misurazioni in modo da ricavare profili sismici per l'andata e per il ritorno. Nel paragrafo 3, si riportano i grafici relativi all'acquisizione diretta, confermati dall'acquisizione inversa. La spaziatura intergeofonica è pari a 2.5m, mentre la battuta è stata fatta ad una distanza (offset) pari a quella intergeofonica.

La lunghezza dello stendimento risulta quindi di 30.0m ed è stato sufficiente per determinare la sismostratigrafia dei terreni dell'area fino a 33.0m di profondità dal piano campagna.

Dott. Geol. Giuseppe Abagnale

3. ACQUISIZIONE ED ELABORAZIONE PROVA MASW

Le acquisizioni dei segnali, di lunghezza temporale $T=2.048s$, sono state effettuate con passo di campionamento $dt=0.5ms$. La frequenza di campionamento è data da: $f_{campionamento}=1/dt=2000Hz$. La frequenza massima dei segnali, ovvero la frequenza di Nyquist, è data da: $f_{Nyquist}=1/2dt=1000Hz$. La frequenza minima dei segnali è data da: $f_{min}=1/T=0.488Hz$.

Gli elaborati relativi all'acquisizione diretta della prova MASW sono di seguito riportati (Figg. 1 - 4).

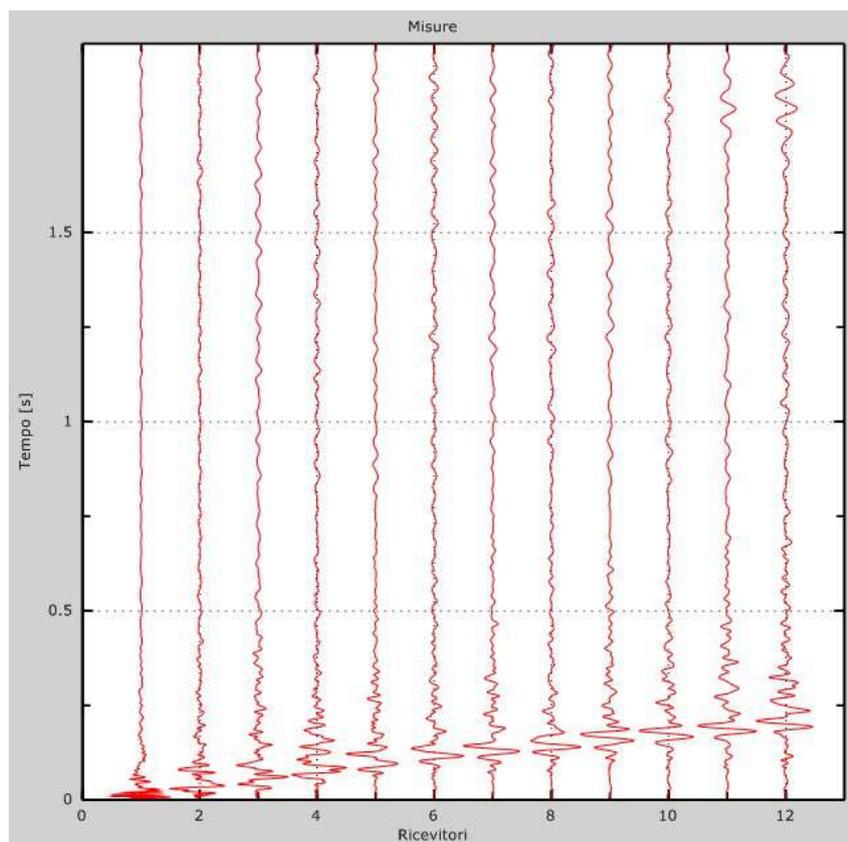


Figura 1: Tracce sperimentali

Dott. Geol. Giuseppe Abagnale

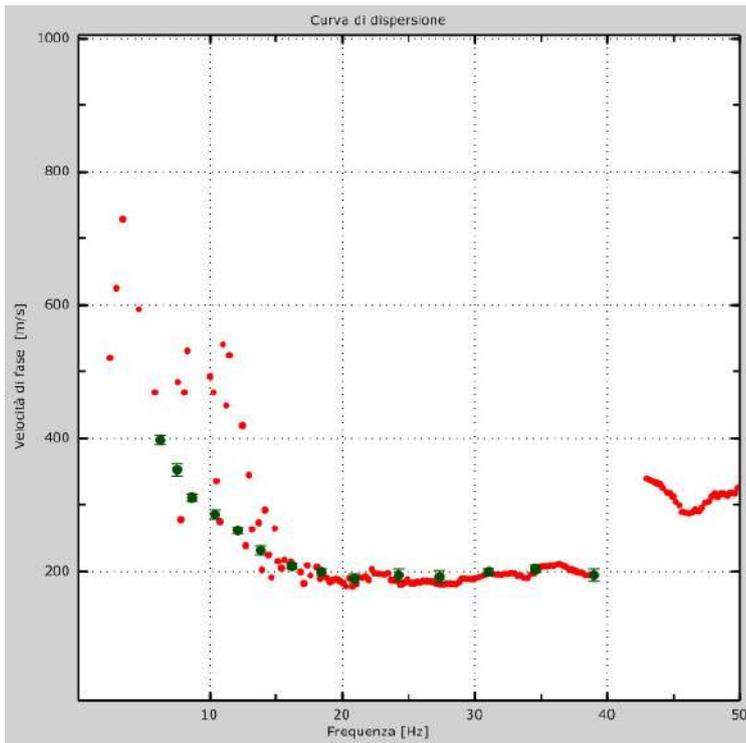


Figura 2: Curva di dispersione

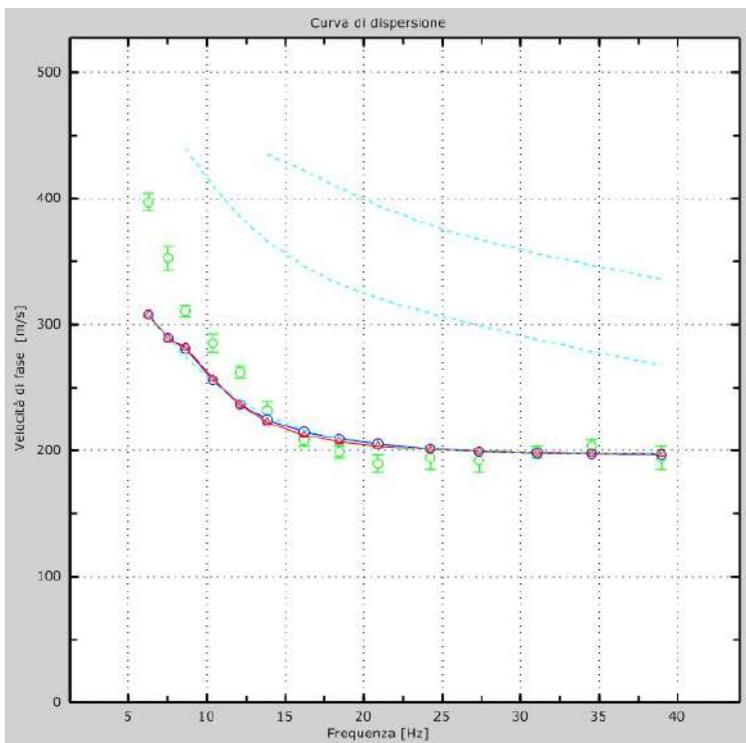


Figura 3: Velocità numeriche – punti sperimentali (verde), modi di Rayleigh (ciano), curva apparente(blu), curva numerica (rosso)

Dott. Geol. Giuseppe Abagnale

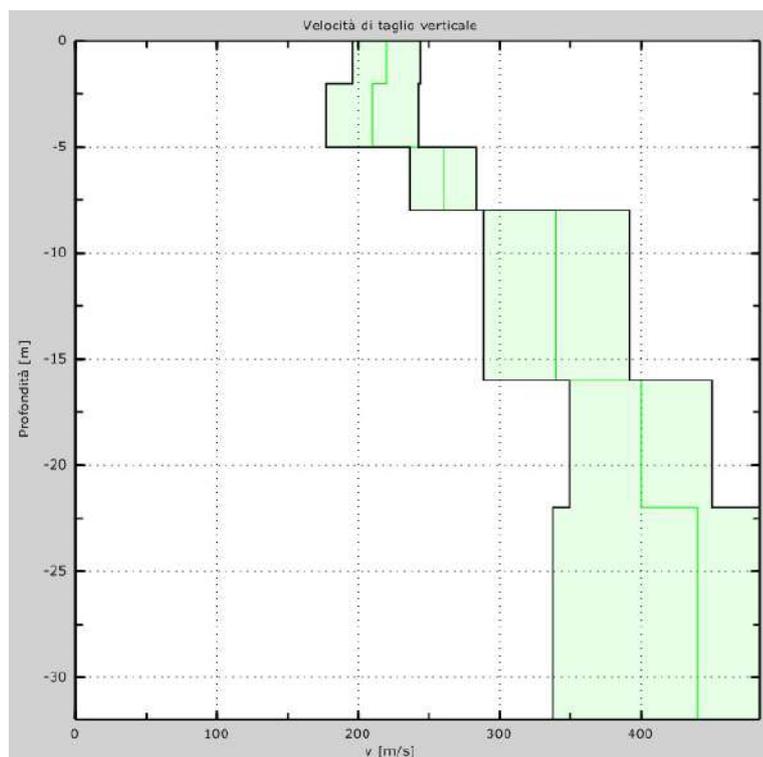


Figura 4: Profilo verticale velocità onde S

4. MACROZONAZIONE SISMICA

Per quanto riguarda la mappa di pericolosità sismica elaborata dal GdL INGV (AA.VV., 2004) nella Regione Campania sono presenti 8 classi di a_{max} , con valori che variano gradualmente tra 0.075g lungo la costa a 0.275 nell'area dell'Irpinia, ad eccezione delle aree vulcaniche Vesuvio-Ischia-Campi Flegrei dove si hanno valori mediamente compresi tra 0.175g e 0.2000g.

Sulla base della Mappa della pericolosità sismica le Regioni potranno formare ed aggiornare gli elenchi dei Comuni classificati sismici. La Regione Campania ha aggiornato la classificazione sismica dei propri comuni con la Delibera di Giunta Regionale n°5447 del 7/11/2002 (fig.5)

Il territorio comunale di Scafati (SA), secondo l'”Aggiornamento della Classificazione Sismica dei Comuni della Regione Campania” viene classificato in “**zona sismica 2**” con a_g pari a **0.25**.

Dott. Geol. Giuseppe Abagnale

 Regione Campania - Area Funz. di Coordinamento Servizi Pubblici, Beni Pubblici, Assistenza, Infrastrutture
 Area Funz. di Servizi, Infrastr. Esterne

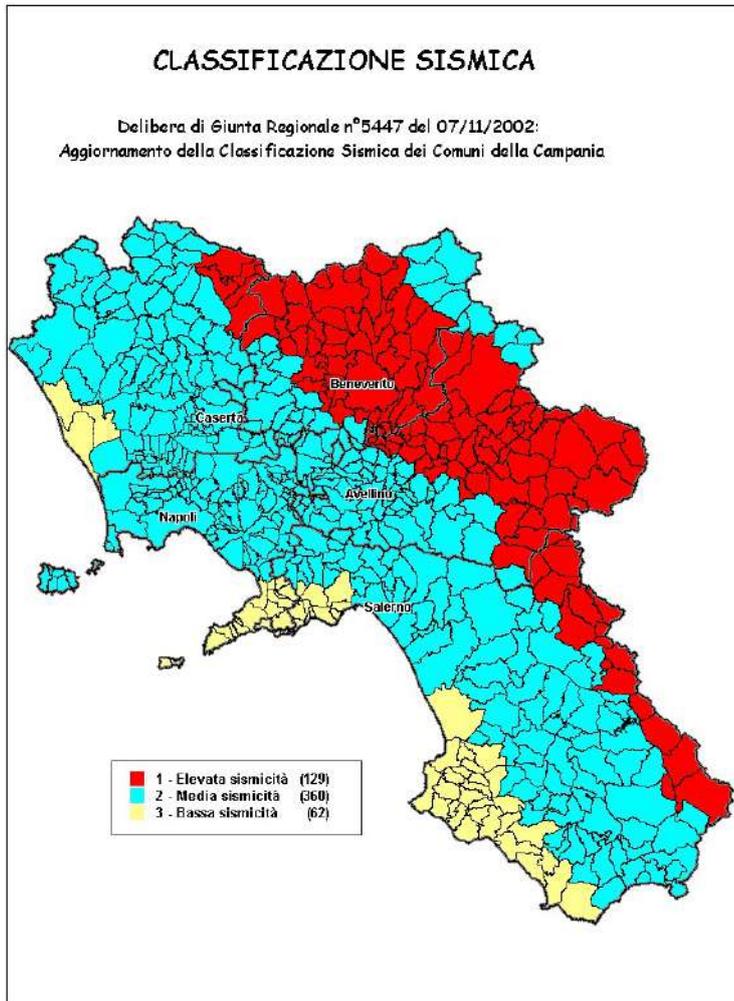


Fig.5: aggiornamento della classificazione sismica dei comuni della Campania

5. RISULTATI E CATEGORIA DI SOTTOSUOLO

Nella tabella seguente si riportano i valori delle V_S per i sismostrati riscontrati nella prospezione sismica MASW.

Sismostrato	Profondità (m)	V_S (m/s)
1	0.0 – 2.5	220
2	2.5 – 5.0	215
3	5.0 – 7.5	260
4	7.5 – 16.0	340

Dott. Geol. Giuseppe Abagnale

5	16.0 – 22.0	400
6	22.0 – 32.0	445

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

$$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{S,i}}}$$

con:

- h_i spessore dell' i -esimo strato;
- $V_{S,i}$ velocità delle onde di taglio nell' i -esimo strato;
- N numero di strati;
- H profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_S non inferiore a 800 m/s.

Per le fondazioni superficiali, la profondità del substrato è riferita al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali è riferita alla testa dei pali. Nel caso di opere di sostegno di terreni naturali, la profondità è riferita alla testa dell'opera. Per muri di sostegno di terrapieni, la profondità è riferita al piano di imposta della fondazione.

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.

Trovandoci nel caso specifico nella condizione stratigrafica di substrato sismico posto a profondità superiore ai 30 metri la categoria di sottosuolo viene calcolata riferendoci ai valori di velocità delle onde di taglio mediate, sui primi 30 metri di terreno (**V_{S30}**):

$$V_{S30} = \frac{30}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_i}}$$

Dott. Geol. Giuseppe Abagnale

Considerando la sismostratigrafia fino alla profondità di 33.0m dal p.c., si ottiene:

Prospezione sismica	V_{Seq} (m/s)	Profondità substrato	Categoria di sottosuolo
<i>MASW n.1</i>	344	>30m	C

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, come sopra già specificato, la nuova normativa sismica, semplificando la molteplicità delle situazioni geologiche possibili su un generico sito, tende alla modellizzazione sintetica del sottosuolo dettando le seguenti definizioni per le varie categorie di profilo stratigrafico per il suolo di fondazione:

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>Depositì 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>Depositì 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>

Categoria topografica T1: Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$. (“tabella 3.2.IV del D.M. 17 gennaio 2018”).

Dott. Geol. Giuseppe Abagnale

6. AZIONE SISMICA DI PROGETTO

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. La pericolosità sismica di base di un sito è descritta dalla probabilità che, in un fissato lasso di tempo (“periodo di riferimento” V_r espresso in anni), in detto sito si verifichi un evento sismico di entità almeno pari ad un valore prefissato; la probabilità è denominata “probabilità di eccedenza o superamento nel periodo di riferimento” P_{vr} .

La pericolosità sismica è definita in termini di:

- accelerazione orizzontale massima a_g attesa su sito di riferimento rigido (categoria A), con superficie topografica orizzontale (categoria T_1);
- ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente $Se(T)$, con riferimento a prefissate probabilità di superamento P_{vr} nel periodo di riferimento V_r .

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

a_g : accelerazione orizzontale massima attesa 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.

In definitiva, le caratteristiche del moto sismico atteso al sito di riferimento, per una fissata P_{vr} , sono individuate quando si conosce l’accelerazione massima ed il corrispondente spettro di risposta elastico in accelerazione.

Poiché le forme spettrali previste dalle NTC sono caratterizzate da prescelte probabilità di superamento e vite di riferimento, occorre fissare:

- la vita di riferimento della costruzione V_r ,
- le probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{vr} associate a ciascuno degli stati limite considerati,

per individuare infine, a partire dai dati di pericolosità sismica disponibili, le corrispondenti azioni sismiche.

L’azione sismica in superficie, in generale, risulta diversa da quella attesa su sito di riferimento rigido con superficie orizzontale, a causa delle condizioni stratigrafiche e topografiche del sito. Tali modifiche, in ampiezza, durata e contenuto in frequenza, sono il risultato della risposta sismica locale.

Dott. Geol. Giuseppe Abagnale

Per *risposta sismica locale* si intende l'insieme delle modifiche in ampiezza, durata e contenuto in frequenza, che un moto sismico, relativo ad una formazione rocciosa di base (substrato o bedrock), subisce attraversando i depositi sciolti di copertura.

L'analisi della risposta sismica locale consente di definire le modifiche che il moto sismico subisce, a causa dei fattori anzidetti, rispetto a quello di un sito di riferimento rigido (sottosuolo di categoria A) con superficie orizzontale. In assenza di specifiche analisi di risposta sismica locale, si può fare riferimento a un metodo semplificato che attribuisce il sito in studio ad una delle categorie di sottosuolo (A, B, C, D, E) definite nella tabella 3.2. II e III delle NTC e ad una delle categorie topografiche (T1, T2, T3, T4) definite nella tabella 3.2.IV delle NTC.

I **parametri sismici** e i relativi **spettri di risposta elastici** necessari per definire la pericolosità sismica del sito e la risposta sismica locale, sono stati determinati, secondo il D.M. 17 gennaio 2018, tramite l'utilizzo del software *SPETTRI NTC 1.0.3*, sviluppato a cura del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, ed utilizzando le risultanze della prospezione sismica MASW precedentemente descritta.

Gli spettri di risposta ottenuti sono relativi allo Stato Limite di Esercizio SLD (Stato Limite di Danno) e allo Stato Limite Ultimo SLV (Stato Limite di Salvaguardia della Vita).

In un primo luogo è stata individuata la pericolosità del sito (latitudine: 40.770725°N e longitudine: 14.513385°E) sulla base dei risultati del progetto S1 dell'INGV (Tabb.1-2; Fig.6).

In un secondo momento, sono stati calcolati gli spettri di risposta elastici relativi alla strategia di progettazione prescelta (Vita nominale della costruzione $V_N \geq 50$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione $C_U = 1$ – Classe d'uso della costruzione II) ed all'azione di progetto di riferimento (SLD e SLV) (Tabb. 3-4; Figg. 7-8).

Gli spettri di risposta elastici calcolati delle componenti orizzontale e verticale sono rappresentativi delle azioni sismiche di progetto per un sito di **categoria di sottosuolo C** e di **categoria topografica T1**.

Dott. Geol. Giuseppe Abagnale

T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
30	0,040	2,392	0,284
50	0,052	2,352	0,322
72	0,060	2,412	0,333
101	0,070	2,423	0,347
140	0,079	2,457	0,356
201	0,091	2,473	0,364
475	0,123	2,507	0,379
975	0,156	2,506	0,406
2475	0,200	2,595	0,419

Tabella1: Valori dei parametri a_g , F_o , T_C^* per i periodi di ritorno T_R di riferimento. I valori di tali parametri sono relativi ad un sito di riferimento rigido e orizzontale (categoria di sottosuolo A e topografica T1). Punto di coordinate: latitudine 40.770725° – longitudine 14.513385°.

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
SLO	45	0,049	2,360	0,314
SLD	75	0,062	2,414	0,335
SLV	712	0,141	2,506	0,394
SLC	1462	0,174	2,544	0,411

Tabella 2: Valori dei parametri a_g , F_o , T_C^* per i periodi di ritorno T_R associati a ciascuno SL.

Dott. Geol. Giuseppe Abagnale

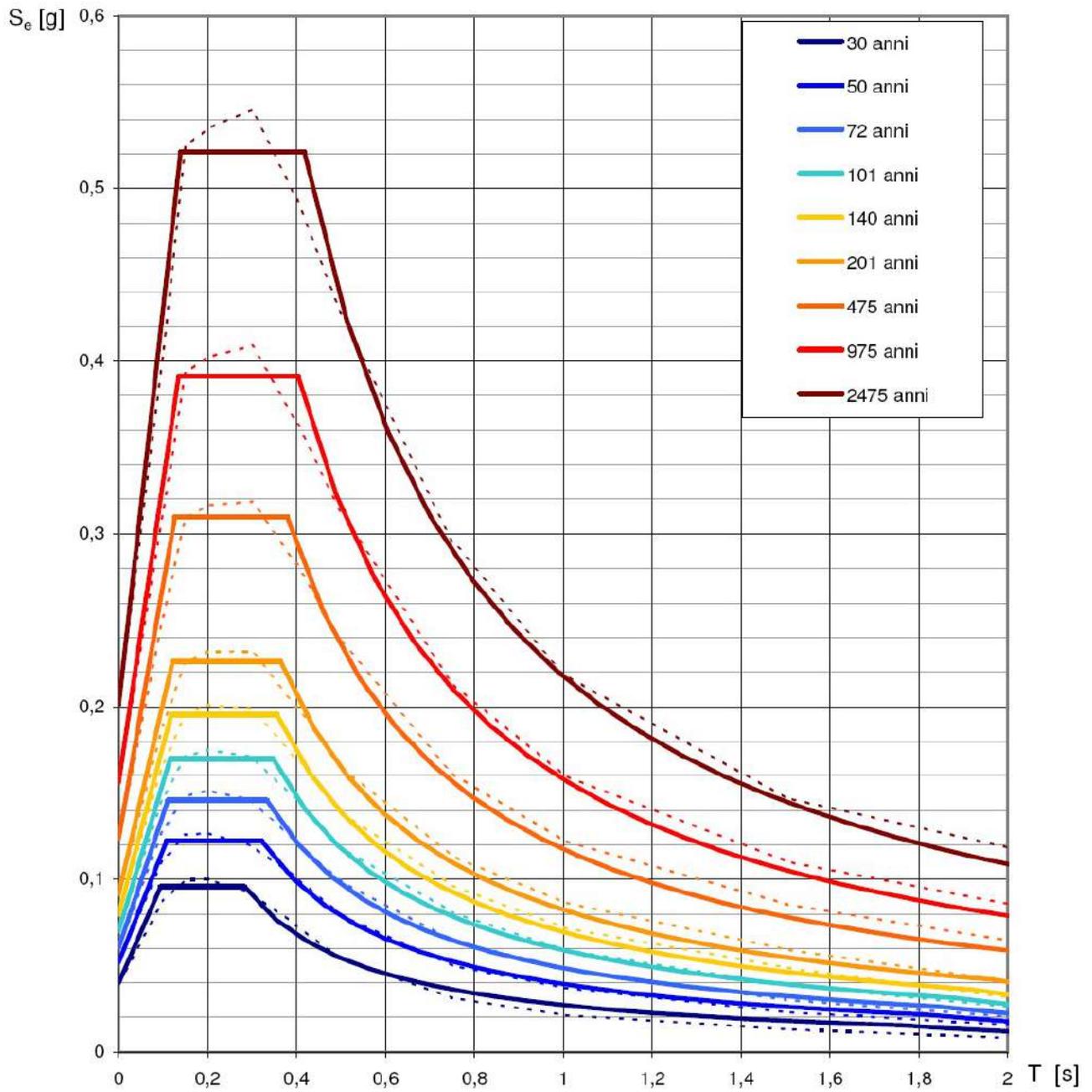


Fig.6: Spettri di risposta elastici per periodi di ritorno T_r di riferimento (categoria di sottosuolo A)

Dott. Geol. Giuseppe Abagnale

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLD
a_g	0,052 g
F_0	2,352
T_C	0,322 s
S_S	1,500
C_C	1,526
S_T	1,000
q	1,000

Parametri dipendenti

S	1,500
η	1,000
T_B	0,164 s
T_C	0,492 s
T_D	1,808 s

Espressioni dei parametri dipendenti

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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	0,078
$T_B \leftarrow$	0,164	0,184
$T_C \leftarrow$	0,492	0,184
	0,554	0,163
	0,617	0,146
	0,680	0,133
	0,742	0,122
	0,805	0,112
	0,868	0,104
	0,930	0,097
	0,993	0,091
	1,056	0,085
	1,119	0,081
	1,181	0,076
	1,244	0,073
	1,307	0,069
	1,369	0,066
	1,432	0,063
	1,495	0,060
	1,557	0,058
	1,620	0,056
	1,683	0,054
	1,746	0,052
$T_D \leftarrow$	1,808	0,050
	1,913	0,045
	2,017	0,040
	2,121	0,036
	2,226	0,033
	2,330	0,030
	2,434	0,028
	2,539	0,025
	2,643	0,023
	2,748	0,022
	2,852	0,020
	2,956	0,019
	3,061	0,017
	3,165	0,016
	3,269	0,015
	3,374	0,014
	3,478	0,013
	3,583	0,013
	3,687	0,012
	3,791	0,011
	3,896	0,011
	4,000	0,010

Tabella 3: Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite SLD. Categoria di suolo C e categoria topografica T1.

Dott. Geol. Giuseppe Abagnale

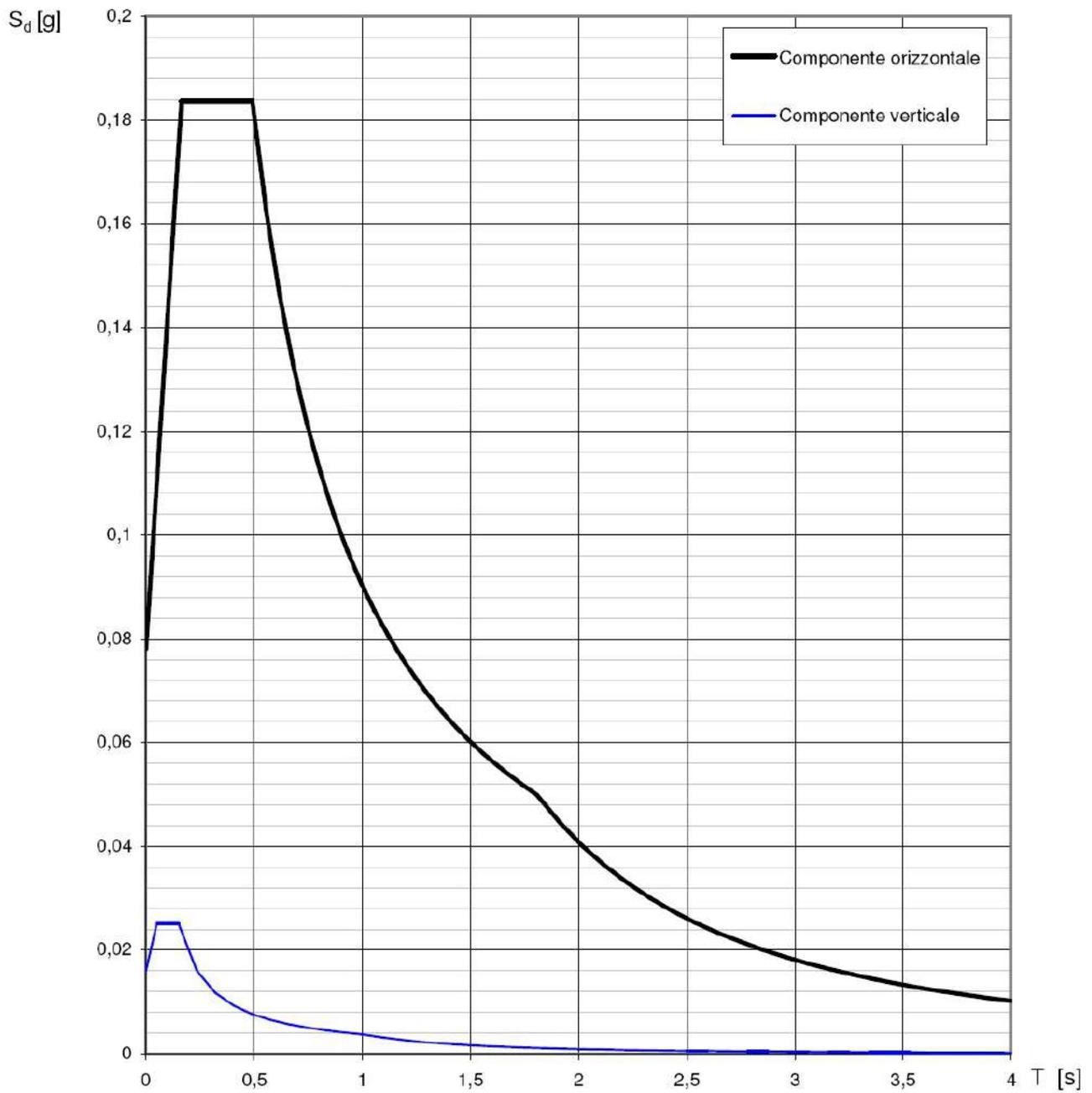


Fig.7: Spettri di risposta elastici (componenti orizzontale e verticale) per lo stato limite SLD. Categoria di suolo C e categoria topografica T1

Dott. Geol. Giuseppe Abagnale

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0,124 g
F_o	2,504
T_C	0,379 s
S_S	1,500
C_C	1,447
S_T	1,000
q	1,000

Parametri dipendenti

S	1,500
η	1,000
T_B	0,183 s
T_C	0,548 s
T_D	2,095 s

Espressioni dei parametri dipendenti

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

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

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

$$T_C = C_C \cdot T_C^2 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

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

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	0,186
$T_B \leftarrow$	0,183	0,465
$T_C \leftarrow$	0,548	0,465
	0,622	0,410
	0,695	0,366
	0,769	0,331
	0,843	0,302
	0,916	0,278
	0,990	0,257
	1,064	0,239
	1,137	0,224
	1,211	0,210
	1,285	0,198
	1,358	0,187
	1,432	0,178
	1,506	0,169
	1,579	0,161
	1,653	0,154
	1,727	0,147
	1,800	0,141
	1,874	0,136
	1,947	0,131
	2,021	0,126
$T_D \leftarrow$	2,095	0,122
	2,186	0,112
	2,276	0,103
	2,367	0,095
	2,458	0,088
	2,548	0,082
	2,639	0,077
	2,730	0,072
	2,821	0,067
	2,911	0,063
	3,002	0,059
	3,093	0,056
	3,183	0,053
	3,274	0,050
	3,365	0,047
	3,456	0,045
	3,546	0,042
	3,637	0,040
	3,728	0,038
	3,819	0,037
	3,909	0,035
	4,000	0,033

Tabella 4: Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite SLV. Categoria di suolo C e categoria topografica T1.

Dott. Geol. Giuseppe Abagnale

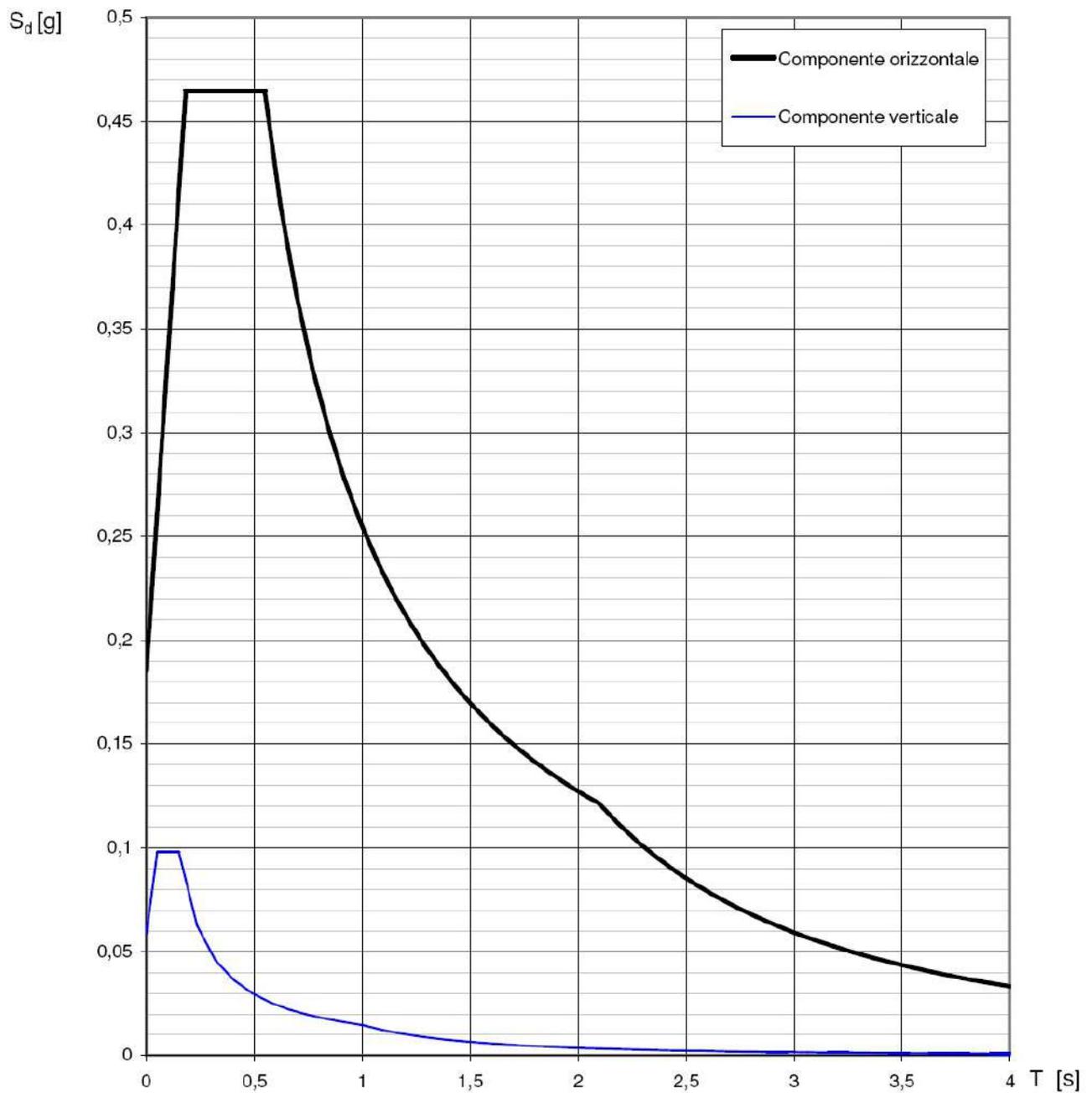


Fig.8: Spettri di risposta elastici (componenti orizzontale e verticale) per lo stato limite SLV. Categoria di suolo C e categoria topografica T1

Dott. Geol. Giuseppe Abagnale

Dall'osservazione dei parametri e dei punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite SLD (tabella 3) e per lo stato limite SLV (tabella 4) si deduce che:

- lo spettro di risposta elastico per le componenti orizzontali relativamente allo stato limite SLD fornisce un'accelerazione orizzontale massima $\mathbf{a_g = 0.184}$;
- lo spettro di risposta elastico per le componenti orizzontali relativamente allo stato limite SLV fornisce un'accelerazione orizzontale massima $\mathbf{a_g = 0.465}$;
- categoria topografica T1: Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$;
- categoria di sottosuolo C.

Sant'Antonio Abate, febbraio 2023

Dott. Geol. Giuseppe Abagnale



COMUNE DI SCAFATI

PROVINCIA DI SALERNO

REALIZZAZIONE PARCHEGGIO ED AREA ATTREZZATA IN VIA
CORBISIERO

RELAZIONE SULLA MODELLAZIONE SISMICA DEL SITO DI COSTRUZIONE

LOCALITA'	via Corbisiero p.lle 1038 e 1043 del fg. 8
-----------	---

COMMITTENTE	COMUNE DI SCAFATI D.D. N. 16 DEL 08/02/2023 CIG.:964883240E
-------------	---

DATA	FEBBRAIO 2023
------	---------------

IL TECNICO

GEOLOGO:
DOTT. ABAGNALE GIUSEPPE



Dott. Geol. Giuseppe Abagnale

Provincia di Salerno
COMUNE DI SCAFATI



**PROSPEZIONE SISMICA M.A.S.W. E
RELAZIONE DI MODELLAZIONE SISMICA DEL SITO**

REALIZZAZIONE PARCHEGGIO ED AREA ATTREZZATA IN VIA CORBISIERO

**COMMITTENTE: COMUNE DI SCAFATI D.D. N. 16 DEL 08/02/2023
CIG.:964883240E**



Foto: esecuzione della prospezione sismica MASW

DATA: febbraio 2023

L'ELABORATORE:

IL TECNICO: *Dott. Geol. Giuseppe Abagnale*

Dott. Geol. Giuseppe Abagnale

1. PREMESSA

Per il progetto di cui sopra è stata effettuata una prospezione sismica MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) sul sito di intervento, al fine di definire le caratteristiche sismostratigrafiche dei litotipi dell'area e classificare sismicamente il suolo secondo la normativa sismica vigente (D.M. L.P. 17 gennaio 2018).

Sono stati, inoltre, calcolati i parametri sismici e i relativi spettri di risposta elastici per definire la pericolosità sismica di base del sito e la risposta sismica locale in modo da individuare le azioni sismiche di progetto relative ai diversi stati limite, come previsto dalla nuova normativa sismica.

2. PROSPEZIONE SISMICA MASW

2.1 Premessa

Il metodo MASW è una prova sismica di superficie non invasiva e attiva, che consente la definizione del profilo di velocità delle onde di taglio verticali Vs, basandosi sulla misura delle onde superficiali in corrispondenza di diversi sensori posti sulla superficie del suolo. Il contributo predominante alle onde superficiali è dato dalle onde di Rayleigh, che viaggiano con una velocità correlata alla rigidità della porzione di terreno interessata dalla propagazione delle onde. In un mezzo stratificato le onde di Rayleigh sono dispersive, cioè onde con diverse lunghezze d'onda si propagano con diverse velocità di fase e velocità di gruppo o detto in maniera equivalente la velocità di fase (o di gruppo) apparente delle onde di Rayleigh dipende dalla frequenza di propagazione. La natura dispersiva delle onde superficiali è correlabile al fatto che onde ad alta frequenza con lunghezza d'onda corta si propagano negli strati più superficiali e quindi danno informazioni sulla parte superficiale del sottosuolo, invece onde a bassa frequenza si propagano negli strati più profondi dando informazioni sulla parte più profonda.

Il metodo MASW consiste in quattro fasi:

1. registrazione delle onde di Rayleigh attraverso acquisizioni multicanale dei segnali sismici, generati da una sorgente artificiale, lungo uno stendimento rettilineo sorgente-geofoni.
2. calcolo della curva di dispersione sperimentale (velocità di fase in funzione della frequenza);
3. calcolo della curva di dispersione teorica (velocità di fase numerica in funzione della frequenza) attraverso la formulazione del modello iniziale di velocità delle onde di taglio verticali Vs;
4. individuazione del profilo verticale delle Vs, modificando opportunamente il modello del suolo, fino al raggiungimento di una sovrapposizione ottimale tra la curva di dispersione sperimentale e la curva di dispersione teorica corrispondente al modello di suolo (processo di inversione). Si

Dott. Geol. Giuseppe Abagnale

ottiene un profilo verticale per ogni curva di dispersione, posizionato nel punto medio dello stendimento geofonico.

2.2 Strumentazione utilizzata

La strumentazione utilizzata è costituita da un sismografo multicanale DoReMi della SARA Electronic Instruments, 16 bit effettivi, con soluzione 12 canali. Il DoReMi è un *sismografo a trasmissione digitale del segnale*, molto flessibile nell'uso, presenta eccezionale immunità ai rumori. Esso è costituito da un sistema di più canali (fino a un massimo di 255) a conversione digitale tra loro in catena, ciascuno presenta unità miniaturizzate e indipendenti distribuite lungo tutto lo stendimento. La catena strumentale è comandata solo dal PC mediante l'unità di testa. Con tale sismografo sono possibili tutte le indagini sismiche: *Rifrazione, Rifrazione e Microtremori (ReMi), MASW, SASW, Riflessione, Downhole, CrossHole, UpHole*.

Il DoReMi ha una memoria indipendente per ogni canale in grado di memorizzare 60KByte (30.000 campioni). Gli intervalli di campionamento sono programmabili da 5 a 0.05 millisecondi, corrispondenti a frequenze di campionamento da 200 a 20000Hz. La durata del campionamento è selezionabile fra 0.1 e 60 secondi.

La sorgente sismica è costituita da un impatto verticale con mazza energizzante di 6Kg che batte su una piastra in alluminio (shot plate). Come trigger/starter è stato utilizzato un geofono verticale Geospace a 14Hz posto in prossimità della piastra. Le oscillazioni del suolo sono state rilevate da n°12 geofoni verticali (geospace 4.5Hz).

I segnali sismici sono stati successivamente elaborati con il programma "MASW" (*prodotto dall' Ing. Roma Vitantonio*).

2.3 Disposizione dei sensori e predisposizione della sorgente sismica

La sorgente energizzante è stata spostata ai due estremi dello stendimento e per ogni lato vengono effettuate misurazioni in modo da ricavare profili sismici per l'andata e per il ritorno. Nel paragrafo 3, si riportano i grafici relativi all'acquisizione diretta, confermati dall'acquisizione inversa. La spaziatura intergeofonica è pari a 2.5m, mentre la battuta è stata fatta ad una distanza (offset) pari a quella intergeofonica.

La lunghezza dello stendimento risulta quindi di 30.0m ed è stato sufficiente per determinare la sismostratigrafia dei terreni dell'area fino a 33.0m di profondità dal piano campagna.

Dott. Geol. Giuseppe Abagnale

3. ACQUISIZIONE ED ELABORAZIONE PROVA MASW

Le acquisizioni dei segnali, di lunghezza temporale $T=2.048s$, sono state effettuate con passo di campionamento $dt=0.5ms$. La frequenza di campionamento è data da: $f_{campionamento}=1/dt=2000Hz$. La frequenza massima dei segnali, ovvero la frequenza di Nyquist, è data da: $f_{Nyquist}=1/2dt=1000Hz$. La frequenza minima dei segnali è data da: $f_{min}=1/T=0.488Hz$.

Gli elaborati relativi all'acquisizione diretta della prova MASW sono di seguito riportati (Figg. 1 - 4).

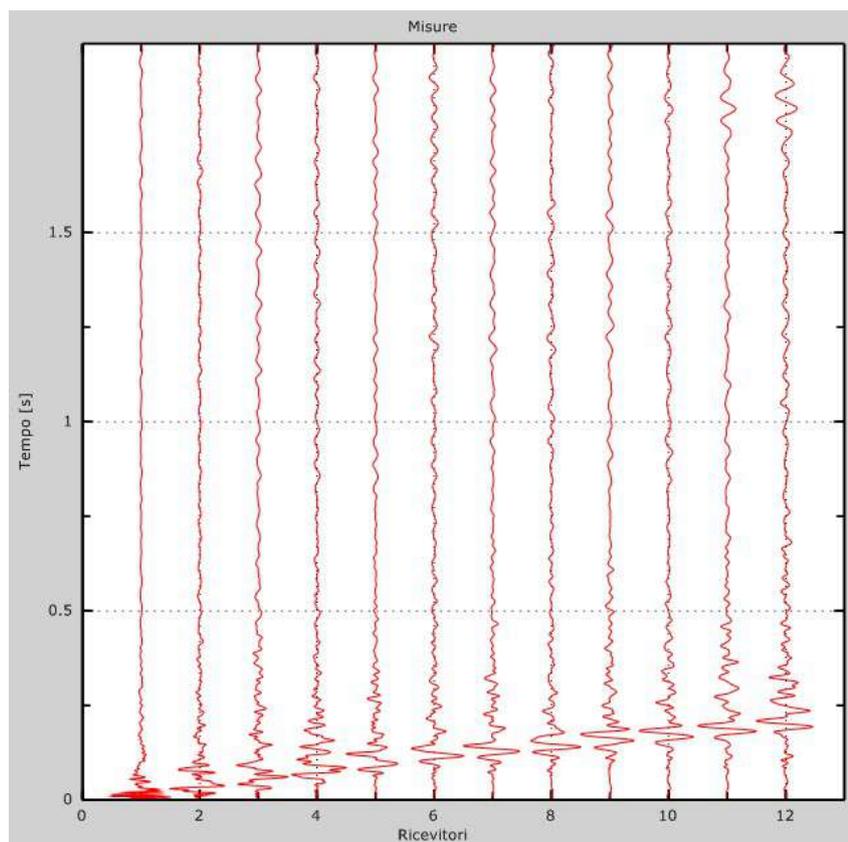


Figura 1: Tracce sperimentali

Dott. Geol. Giuseppe Abagnale

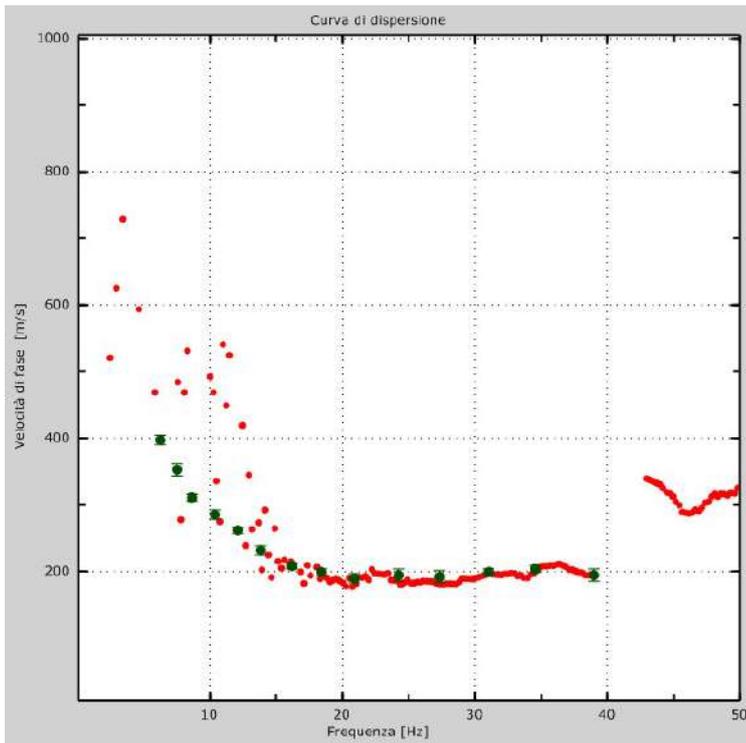


Figura 2: Curva di dispersione

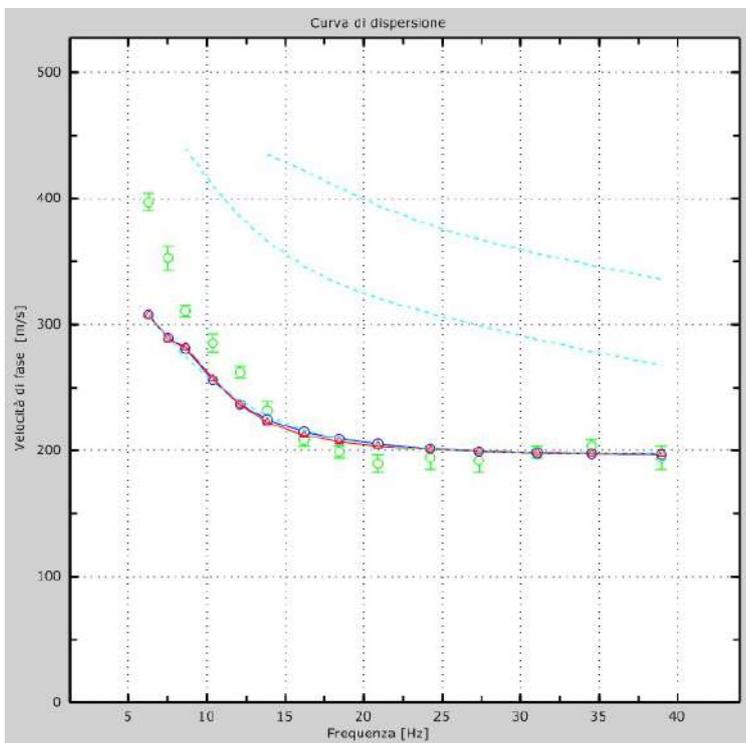


Figura 3: Velocità numeriche – punti sperimentali (verde), modi di Rayleigh (ciano), curva apparente(blu), curva numerica (rosso)

Dott. Geol. Giuseppe Abagnale

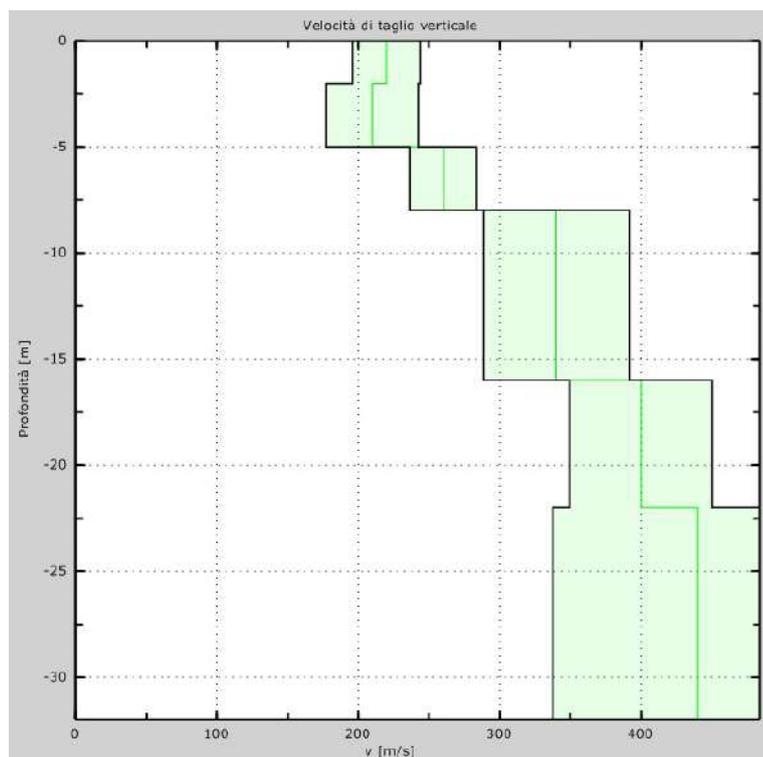


Figura 4: Profilo verticale velocità onde S

4. MACROZONAZIONE SISMICA

Per quanto riguarda la mappa di pericolosità sismica elaborata dal GdL INGV (AA.VV., 2004) nella Regione Campania sono presenti 8 classi di a_{max} , con valori che variano gradualmente tra 0.075g lungo la costa a 0.275 nell'area dell'Irpinia, ad eccezione delle aree vulcaniche Vesuvio-Ischia-Campi Flegrei dove si hanno valori mediamente compresi tra 0.175g e 0.2000g.

Sulla base della Mappa della pericolosità sismica le Regioni potranno formare ed aggiornare gli elenchi dei Comuni classificati sismici. La Regione Campania ha aggiornato la classificazione sismica dei propri comuni con la Delibera di Giunta Regionale n°5447 del 7/11/2002 (fig.5)

Il territorio comunale di Scafati (SA), secondo l'”Aggiornamento della Classificazione Sismica dei Comuni della Regione Campania” viene classificato in “**zona sismica 2**” con a_g pari a **0.25**.

Dott. Geol. Giuseppe Abagnale

 Regione Campania - Area Funzionale di Coordinamento Servizi Pubblici: Stato Pubblico, Istruzione, Infrastrutture, Beni Culturali, Difesa del Suolo, Protezione Civile

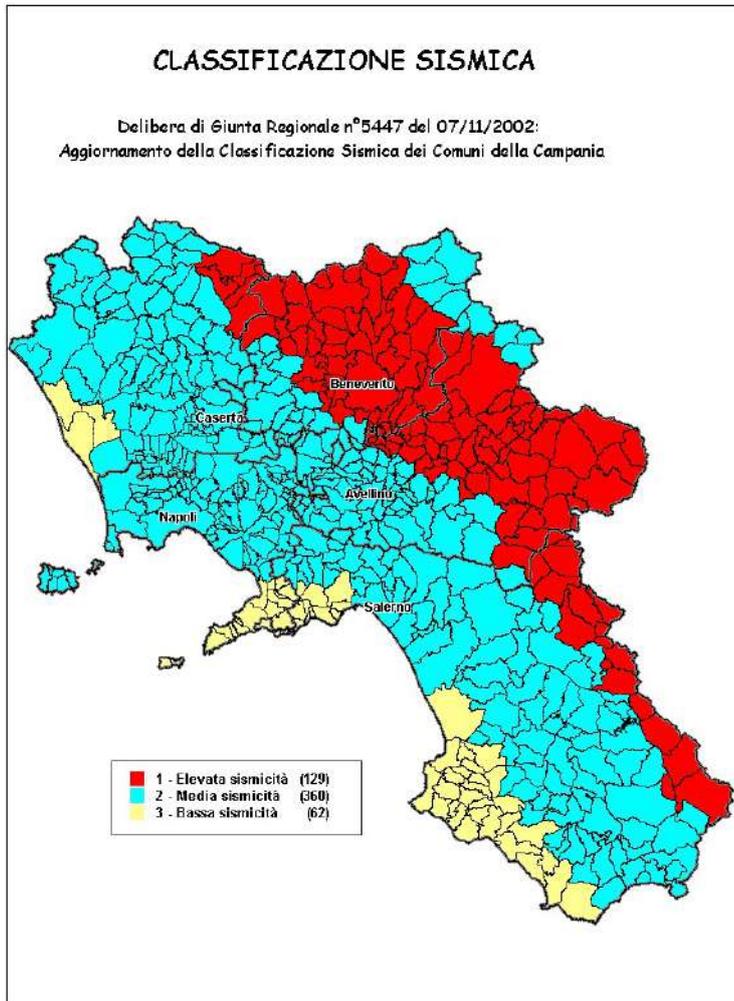


Fig.5: aggiornamento della classificazione sismica dei comuni della Campania

5. RISULTATI E CATEGORIA DI SOTTOSUOLO

Nella tabella seguente si riportano i valori delle V_S per i sismostrati riscontrati nella prospezione sismica MASW.

Sismostrato	Profondità (m)	V_S (m/s)
1	0.0 – 2.5	220
2	2.5 – 5.0	215
3	5.0 – 7.5	260
4	7.5 – 16.0	340

Dott. Geol. Giuseppe Abagnale

5	16.0 – 22.0	400
6	22.0 – 32.0	445

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

$$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{S,i}}}$$

con:

- h_i spessore dell' i -esimo strato;
- $V_{S,i}$ velocità delle onde di taglio nell' i -esimo strato;
- N numero di strati;
- H profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_S non inferiore a 800 m/s.

Per le fondazioni superficiali, la profondità del substrato è riferita al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali è riferita alla testa dei pali. Nel caso di opere di sostegno di terreni naturali, la profondità è riferita alla testa dell'opera. Per muri di sostegno di terrapieni, la profondità è riferita al piano di imposta della fondazione.

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.

Trovandoci nel caso specifico nella condizione stratigrafica di substrato sismico posto a profondità superiore ai 30 metri la categoria di sottosuolo viene calcolata riferendoci ai valori di velocità delle onde di taglio mediate, sui primi 30 metri di terreno (**V_{S30}**):

$$V_{S30} = \frac{30}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_i}}$$

Dott. Geol. Giuseppe Abagnale

Considerando la sismostratigrafia fino alla profondità di 33.0m dal p.c., si ottiene:

Prospezione sismica	V_{Seq} (m/s)	Profondità substrato	Categoria di sottosuolo
<i>MASW n.1</i>	344	>30m	C

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, come sopra già specificato, la nuova normativa sismica, semplificando la molteplicità delle situazioni geologiche possibili su un generico sito, tende alla modellizzazione sintetica del sottosuolo dettando le seguenti definizioni per le varie categorie di profilo stratigrafico per il suolo di fondazione:

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>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.</i>
D	<i>Depositi 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>

Categoria topografica T1: Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$. (“tabella 3.2.IV del D.M. 17 gennaio 2018”).

Dott. Geol. Giuseppe Abagnale

6. AZIONE SISMICA DI PROGETTO

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. La pericolosità sismica di base di un sito è descritta dalla probabilità che, in un fissato lasso di tempo (“periodo di riferimento” V_r espresso in anni), in detto sito si verifichi un evento sismico di entità almeno pari ad un valore prefissato; la probabilità è denominata “probabilità di eccedenza o superamento nel periodo di riferimento” P_{vr} .

La pericolosità sismica è definita in termini di:

- accelerazione orizzontale massima a_g attesa su sito di riferimento rigido (categoria A), con superficie topografica orizzontale (categoria T_1);
- ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente $S_e(T)$, con riferimento a prefissate probabilità di superamento P_{vr} nel periodo di riferimento V_r .

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

a_g : accelerazione orizzontale massima attesa 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.

In definitiva, le caratteristiche del moto sismico atteso al sito di riferimento, per una fissata P_{vr} , sono individuate quando si conosce l’accelerazione massima ed il corrispondente spettro di risposta elastico in accelerazione.

Poiché le forme spettrali previste dalle NTC sono caratterizzate da prescelte probabilità di superamento e vite di riferimento, occorre fissare:

- la vita di riferimento della costruzione V_r ,
- le probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{vr} associate a ciascuno degli stati limite considerati,

per individuare infine, a partire dai dati di pericolosità sismica disponibili, le corrispondenti azioni sismiche.

L’azione sismica in superficie, in generale, risulta diversa da quella attesa su sito di riferimento rigido con superficie orizzontale, a causa delle condizioni stratigrafiche e topografiche del sito. Tali modifiche, in ampiezza, durata e contenuto in frequenza, sono il risultato della risposta sismica locale.

Dott. Geol. Giuseppe Abagnale

Per *risposta sismica locale* si intende l'insieme delle modifiche in ampiezza, durata e contenuto in frequenza, che un moto sismico, relativo ad una formazione rocciosa di base (substrato o bedrock), subisce attraversando i depositi sciolti di copertura.

L'analisi della risposta sismica locale consente di definire le modifiche che il moto sismico subisce, a causa dei fattori anzidetti, rispetto a quello di un sito di riferimento rigido (sottosuolo di categoria A) con superficie orizzontale. In assenza di specifiche analisi di risposta sismica locale, si può fare riferimento a un metodo semplificato che attribuisce il sito in studio ad una delle categorie di sottosuolo (A, B, C, D, E) definite nella tabella 3.2. II e III delle NTC e ad una delle categorie topografiche (T1, T2, T3, T4) definite nella tabella 3.2.IV delle NTC.

I **parametri sismici** e i relativi **spettri di risposta elastici** necessari per definire la pericolosità sismica del sito e la risposta sismica locale, sono stati determinati, secondo il D.M. 17 gennaio 2018, tramite l'utilizzo del software *SPETTRI NTC 1.0.3*, sviluppato a cura del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, ed utilizzando le risultanze della prospezione sismica MASW precedentemente descritta.

Gli spettri di risposta ottenuti sono relativi allo Stato Limite di Esercizio SLD (Stato Limite di Danno) e allo Stato Limite Ultimo SLV (Stato Limite di Salvaguardia della Vita).

In un primo luogo è stata individuata la pericolosità del sito (latitudine: 40.770725°N e longitudine: 14.513385°E) sulla base dei risultati del progetto S1 dell'INGV (Tabb.1-2; Fig.6).

In un secondo momento, sono stati calcolati gli spettri di risposta elastici relativi alla strategia di progettazione prescelta (Vita nominale della costruzione $V_N \geq 50$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione $C_U = 1$ – Classe d'uso della costruzione II) ed all'azione di progetto di riferimento (SLD e SLV) (Tabb. 3-4; Figg. 7-8).

Gli spettri di risposta elastici calcolati delle componenti orizzontale e verticale sono rappresentativi delle azioni sismiche di progetto per un sito di **categoria di sottosuolo C** e di **categoria topografica T1**.

Dott. Geol. Giuseppe Abagnale

T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
30	0,040	2,392	0,284
50	0,052	2,352	0,322
72	0,060	2,412	0,333
101	0,070	2,423	0,347
140	0,079	2,457	0,356
201	0,091	2,473	0,364
475	0,123	2,507	0,379
975	0,156	2,506	0,406
2475	0,200	2,595	0,419

Tabella1: Valori dei parametri a_g , F_o , T_C^* per i periodi di ritorno T_R di riferimento. I valori di tali parametri sono relativi ad un sito di riferimento rigido e orizzontale (categoria di sottosuolo A e topografica T1). Punto di coordinate: latitudine 40.770725° – longitudine 14.513385°.

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
SLO	45	0,049	2,360	0,314
SLD	75	0,062	2,414	0,335
SLV	712	0,141	2,506	0,394
SLC	1462	0,174	2,544	0,411

Tabella 2: Valori dei parametri a_g , F_o , T_C^* per i periodi di ritorno T_R associati a ciascuno SL.

Dott. Geol. Giuseppe Abagnale

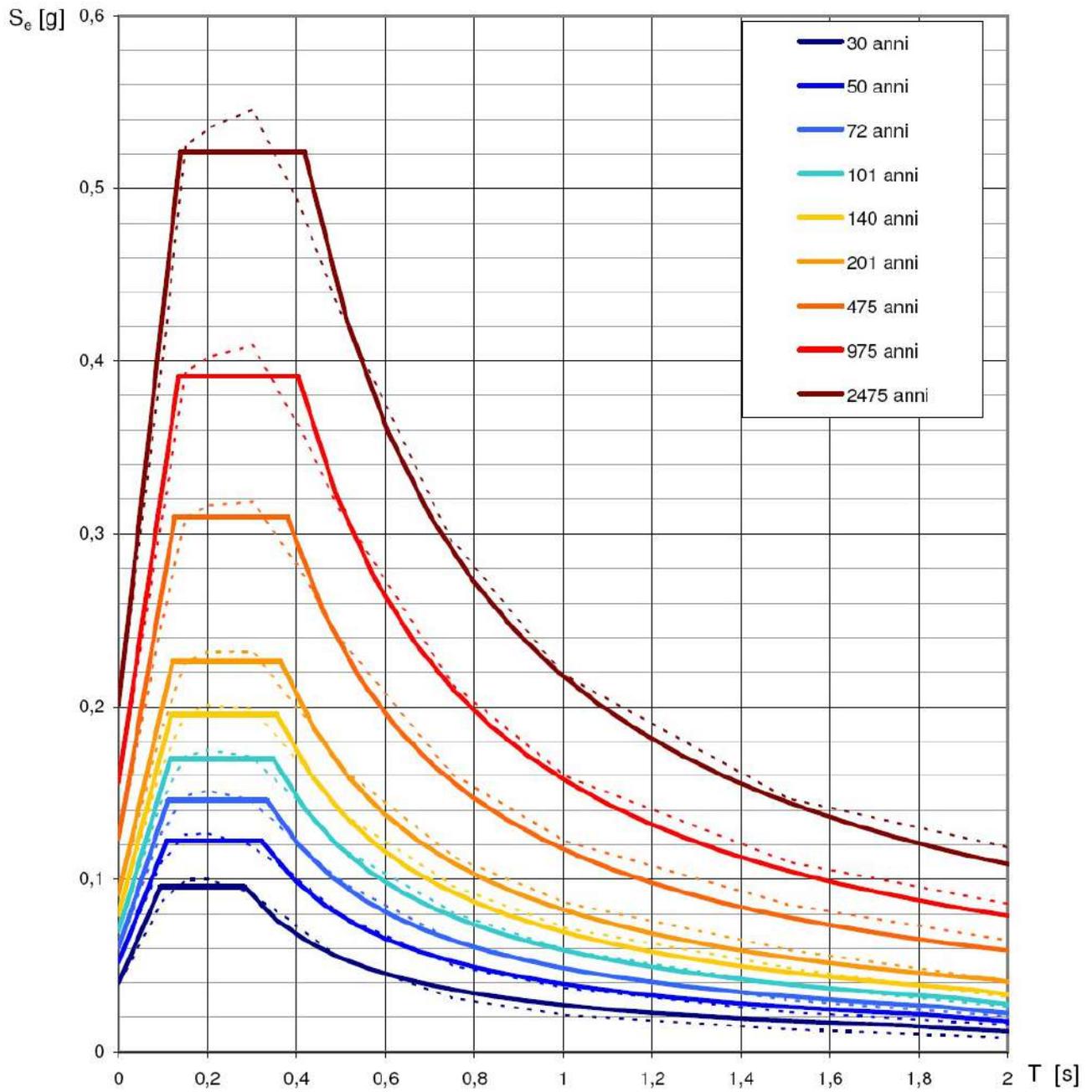


Fig.6: Spettri di risposta elastici per periodi di ritorno T_r di riferimento (categoria di sottosuolo A)

Dott. Geol. Giuseppe Abagnale

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLD
a_g	0,052 g
F_0	2,352
T_C	0,322 s
S_S	1,500
C_C	1,526
S_T	1,000
q	1,000

Parametri dipendenti

S	1,500
η	1,000
T_B	0,164 s
T_C	0,492 s
T_D	1,808 s

Espressioni dei parametri dipendenti

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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	0,078
$T_B \leftarrow$	0,164	0,184
$T_C \leftarrow$	0,492	0,184
	0,554	0,163
	0,617	0,146
	0,680	0,133
	0,742	0,122
	0,805	0,112
	0,868	0,104
	0,930	0,097
	0,993	0,091
	1,056	0,085
	1,119	0,081
	1,181	0,076
	1,244	0,073
	1,307	0,069
	1,369	0,066
	1,432	0,063
	1,495	0,060
	1,557	0,058
	1,620	0,056
	1,683	0,054
	1,746	0,052
$T_D \leftarrow$	1,808	0,050
	1,913	0,045
	2,017	0,040
	2,121	0,036
	2,226	0,033
	2,330	0,030
	2,434	0,028
	2,539	0,025
	2,643	0,023
	2,748	0,022
	2,852	0,020
	2,956	0,019
	3,061	0,017
	3,165	0,016
	3,269	0,015
	3,374	0,014
	3,478	0,013
	3,583	0,013
	3,687	0,012
	3,791	0,011
	3,896	0,011
	4,000	0,010

Tabella 3: Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite SLD. Categoria di suolo C e categoria topografica T1.

Dott. Geol. Giuseppe Abagnale

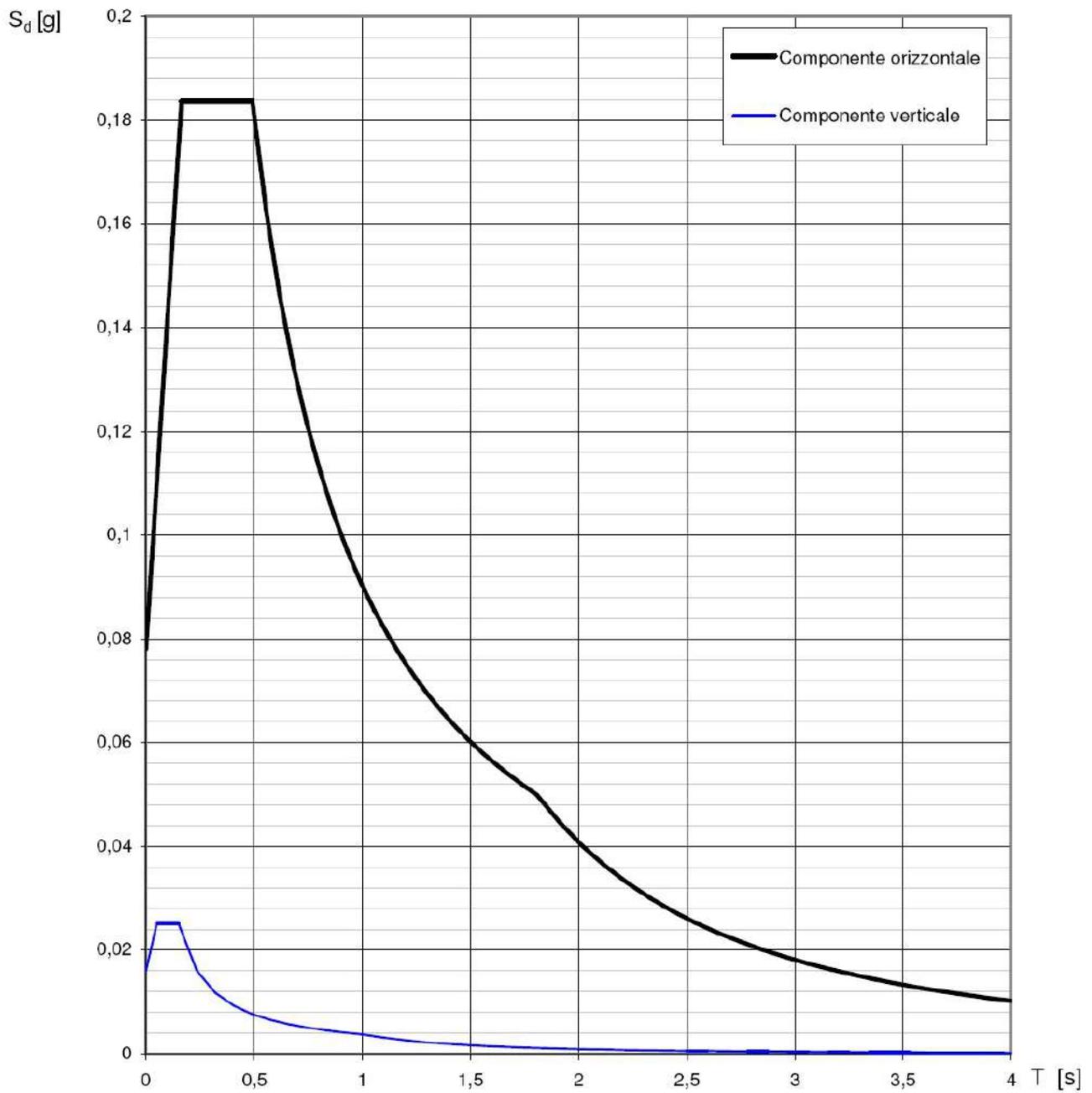


Fig.7: Spettri di risposta elastici (componenti orizzontale e verticale) per lo stato limite SLD. Categoria di suolo C e categoria topografica T1

Dott. Geol. Giuseppe Abagnale

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0,124 g
F_o	2,504
T_C	0,379 s
S_S	1,500
C_C	1,447
S_T	1,000
q	1,000

Parametri dipendenti

S	1,500
η	1,000
T_B	0,183 s
T_C	0,548 s
T_D	2,095 s

Espressioni dei parametri dipendenti

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

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

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

$$T_C = C_C \cdot T_C^2 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

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

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	0,186
T_B ←	0,183	0,465
T_C ←	0,548	0,465
	0,622	0,410
	0,695	0,366
	0,769	0,331
	0,843	0,302
	0,916	0,278
	0,990	0,257
	1,064	0,239
	1,137	0,224
	1,211	0,210
	1,285	0,198
	1,358	0,187
	1,432	0,178
	1,506	0,169
	1,579	0,161
	1,653	0,154
	1,727	0,147
	1,800	0,141
	1,874	0,136
	1,947	0,131
	2,021	0,126
T_D ←	2,095	0,122
	2,186	0,112
	2,276	0,103
	2,367	0,095
	2,458	0,088
	2,548	0,082
	2,639	0,077
	2,730	0,072
	2,821	0,067
	2,911	0,063
	3,002	0,059
	3,093	0,056
	3,183	0,053
	3,274	0,050
	3,365	0,047
	3,456	0,045
	3,546	0,042
	3,637	0,040
	3,728	0,038
	3,819	0,037
	3,909	0,035
	4,000	0,033

Tabella 4: Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite SLV. Categoria di suolo C e categoria topografica T1.

Dott. Geol. Giuseppe Abagnale

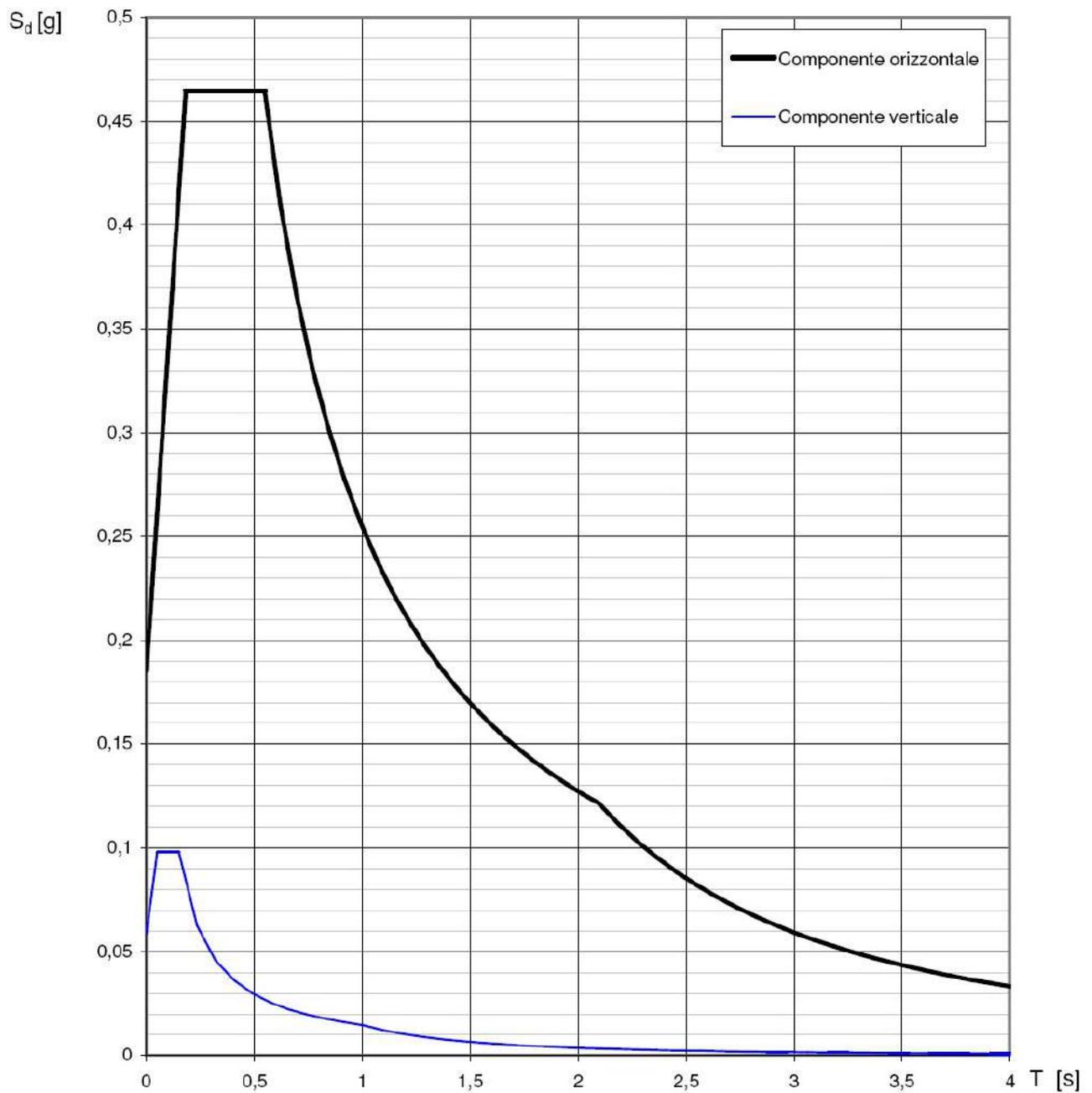


Fig.8: Spettri di risposta elastici (componenti orizzontale e verticale) per lo stato limite SLV. Categoria di suolo C e categoria topografica T1

Dott. Geol. Giuseppe Abagnale

Dall'osservazione dei parametri e dei punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite SLD (tabella 3) e per lo stato limite SLV (tabella 4) si deduce che:

- lo spettro di risposta elastico per le componenti orizzontali relativamente allo stato limite SLD fornisce un'accelerazione orizzontale massima $\mathbf{a_g = 0.184}$;
- lo spettro di risposta elastico per le componenti orizzontali relativamente allo stato limite SLV fornisce un'accelerazione orizzontale massima $\mathbf{a_g = 0.465}$;
- categoria topografica T1: Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$;
- categoria di sottosuolo C.

Sant'Antonio Abate, febbraio 2023

Dott. Geol. Giuseppe Abagnale