



aduestudio

VIA SAN GIOVANNI BATTISTA N. 5 - 84086- ROCCAPIEMONTE (SA) - TEL./FAX 081/0836764



# COMUNE DI SALERNO

## PROVINCIA DI SALERNO

### Piano Attuativo del Comparto 34 Sub 2

Realizzazione di un edificio prevalentemente residenziale  
in Via degli Uffici Finanziari

## PROGETTO ESECUTIVO

PUA

Relazione geologica



I committenti:

sig. Pio Zoccola

sig. Pietro Zoccola

I progettisti:

dott. arch. Antonio Citro

dott. ing. Alfonso Pecoraro

Tavola

**PUA.07**

Scala

/

Data

Maggio 2019

Formato	Misure	Revisione	Data	Argomento	Sigla
A4	metri	/	Maggio 2019	Prima Presentazione	/

Questo documento è di proprietà esclusiva. E' proibita la riproduzione anche parziale e la cessione a terzi senza autorizzazione.


# **STUDIO TECNICO DI GEOLOGIA E GEOFISICA AMBIENTALE**

***DOTT. GEOLOGO OMAR SCALA***

**OGGETTO:** INDAGINE GEOLOGICO-GEOTECNICA E SISMICA PER LA  
REALIZZAZIONE DI UN FABBRICATO PLURIFAMILIARE



A handwritten signature in blue ink that reads "Omar Scala".



**RELAZIONE**  
**CARTOGRAFIA TEMATICA**  
**PROVE PENETROMETRICHE**  
**PROVA SISMICA MASW**  
**PROVE DI LABORATORIO**  
**SPETTRI AGLI STATI LIMITE**

**COMMITTENTE:** ZOCCOLA PIETRO E PIO

**UBICAZIONE:** VIA DEGLI UFFICI FINANZIARI - SALERNO

**DATI CATASTALI:** FOGLIO 47 - P.LLE 513-514



## **INDICE**

### **1. PREMESSA**

### **2. MODALITÀ E MEZZI DI INDAGINE**

### **3. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E ANALISI DEI VINCOLI**

### **4. NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

### **5. INQUADRAMENTO GEOLOGICO-STRUTTURALE**

### **6. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO**

### **7. DESCRIZIONE DELLA SUCCESSIONE DEI TERRENI**

### **8. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO**

### **9. DESCRIZIONE DELLE OPERE**

### **10. INDAGINI GEOGNOSTICHE**

### **11. ANALISI DI LABORATORIO**

### **12. MODELLO GEOTECNICO E GEOLOGICO**

### **13. INDAGINI GEOFISICHE**

### **14. MODELLO GEOFISICO E SISMOSTRATIGRAFICO**

### **15. MODELLAZIONE SISMICA DEL SITO**

### **16. CARTA SISMICA**

### **17. ANALISI DI STABILITÀ DEI TERRENI**

### **18. PERICOLOSITÀ E RISCHIO DA PAI**

### **19. ANALISI DI COMPATIBILITÀ E VALUTAZIONE DEL RISCHIO**

### **20. STIMA E PREVISIONE DEI CEDIMENTI**

### **21. DESCRIZIONE OPERE DI MITIGAZIONE**

### **22. CONCLUSIONI**

### **23. RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI**

### **24. ALLEGATI CARTOGRAFICI:**

- Stralcio satellitare, aereofotogrammetrico, catastale, puc
- Stralcio Carta geolitologica,
- Stralcio Carta dei bacini idrografici
- Stralcio carta idrogeologica;
- Stralcio Carta di permeabilità;
- Carta sondaggi geognostici e geofisici
- Mappa delle intensità macrosismiche e di classificazione sismica regionale;
- Carta Sismica Locale
- Stralci rischio e pericolosità da frana e idraulica

### **APPENDICE:**

- Certificati prove penetrometriche;
- Certificati prova Masw;
- Analisi di laboratorio;
- Spettri agli Stati Limite.



## 1. PREMESSA

Il sottoscritto Geologo Scala Omar, iscritto all'albo professionale dei Geologi della Regione Campania con matricola 1976, con studio tecnico in via Traversa Fondo D'orto 66 – 80053 Castellammare di Stabia (NA), è stato incaricato dall'ing. Raffaele Pepe per conto dei Sig.ri Zoccola Pietro e Pio, nati rispettivamente a Cava dei Tirreni (SA) il 13/02/1984 e Battipaglia (SA) il 13/06/1993, entrambi residenti a Salerno, rispettivamente in Via Degli Uffici Finanziari n.11 e Sestrieri pellegrino Claudio n.7, proprietari dei terreni di seguito riportati, a redigere una relazione geologico-geotecnica e sismica, nel rispetto delle normative e leggi presenti in materia, inerente alla realizzazione di un fabbricato plurifamiliare. L'intervento è ubicato nel comune di Salerno alla Via Degli Uffici Finanziari. Tale relazione fornisce e caratterizza l'area di interesse mediante:

➤ **MODELLAZIONE GEOLOGICA E SISMICA DEL SOTTOSUOLO.**

L'ubicazione del suolo in oggetto è riportata nelle planimetrie allegate alla presente relazione. In questo documento viene elaborata la **“Relazione Geologica e Sismica”** come parte integrante alla documentazione architettonica, strutturale e geotecnica.

## 2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E ANALISI DEI VINCOLI

Per l'approfondimento dell'area di interesse è stato necessario definire un'area più ampia (ambito geomorfologico significativo) commisurata all'entità, alle dimensioni e alle effettive problematiche di pericolosità e rischio nonché ai processi in atto o temuti.

L'ambito geomorfologico “significativo” è stato delineato in funzione della distribuzione e dall'andamento plano-altimetrico delle curve di livello.

L'area e il sito di interesse sono situati nel territorio comunale di Salerno in località Arechi ad una quota media di 4.50 m s.l.m.(all.1-2-3-4) ed è individuata dalle coordinate geografiche piane espresse nel sistema Gauss - Boaga (E = 2505500 m e N = 4499000 m) e compare sui seguenti supporti cartografici:





- Carta Geologica D'Italia - 1:100.000;
- Cartografia Tecnica Nazionale IGM – 1:25000;
- Cartografia CARG – Progetto IFFI – 1:25000;
- Cartografia Tecnica Regionale del Bacino Campania Sud - 1:5000/1:25000;
- Cartografia Tecnica Numerica Regionale della Campania 1:5000 quadro 467102;
- Cartografia PTCP di Salerno 1:5000;
- Cartografia Tecnica del Comune di Salerno - 1:2000.

Secondo l'Agenzia del Territorio di Salerno Sezione terreni e Urbana, l'area è individuata al foglio n.47 e alle particelle 513 e 514 (all.5) mentre secondo il PUC ricade in zona omogenea di tipo B. Dal punto di vista paesaggistico-ambientale l'area di interesse non rientra nelle zone:

- di protezione speciale (ZPS);
- Natura 2000;
- nei Siti di Interesse Comunitario (SIC, SIR, SIS);
- di discariche, cave e/o di bonifica ambientale;
- sottoposte a Vincolo Idrogeologico;
- naturali destinate a parchi e riserve;
- a rischio idrogeologico e idraulico;
- a vincolo idrogeologico;
- archeologiche e paesaggistiche;
- vulcaniche.

Dal punto di vista sismico l'area di interesse rientra:

- in zona sismica di tipo 2;



### 3. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Per la redazione della presente relazione si è tenuto conto delle seguenti normative:

- **L. n. 64 del 02/02/74** «provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche».
- **D.M. 11/03/88** «Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione» e successive istruzioni».
- **A.G.I. 1977** «Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche».
- **L.R. N°9 del 07/01/83** «Norme per l'esercizio delle funzioni regionali in materia di difesa del Territorio dal rischio sismico».
- **L.R. 27/2000** «PTCP - Piani Territoriali di Coordinamento Provinciale di Salerno».
- **D.P.R. 380/01** «Testo Unico per l'Edilizia e sue successive modifiche e integrazioni».
- **P.A.I.(lugl. 2010)** «Norme tecniche e disposizioni generali per il Piano Stralcio Regionale per l'Assetto Idrogeologico del Bacino destra Sele».
- **D.G.R. n.5447 del 07/11/ 02** «Aggiornamento della Classificazione Sismica del Territorio Regionale».
- **L.R. n.15 del 26.07.2002** «Parchi e Riserve Regionali».
- **O.P.C.M n°3274 del 20/03/2003** «Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica, modifiche e integrazioni successive».
- **L.R. N°16 del 22/12/04** «Norme sul Governo del Territorio».
- **D.M. 14/09/05** «Norme Tecniche per le Costruzioni».
- **Del. Reg. Camp. N. 1701 del 28/10/06** «Linee Guida finalizzate alla Riduzione del Rischio Sismico».
- **L.R. n.11 del 07.05.1996 e L.R. n.14 del 24/07/2006** «Modifiche ed integrazioni concernente la delega in materia economica, bonifica montana e difesa suolo».
- **D.Lgv. N.152 del 14/04/06 e N.4/2008** «Norme in Materia Ambientale».
- **D.M. 14/01/08** «Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni».
- **D.M. 17/01/18** «Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni».



#### **4. MODALITA' E MEZZI DI INDAGINE**

In seguito al sopralluogo effettuato ed a seguito di un'attenta e dettagliata analisi sia morfologica che geologica dell'area di studio e del sito di intervento si è ritenuto opportuno eseguire il seguente "Piano di Indagine" :

- definizione dell'area di studio rispetto al sito di interesse;
- Rilievo geologico e geomorfologico di superficie;
- Rilievo della stratigrafia per la definizione della successione dei terreni;
- Indicazioni qualitative e quantitative sulla falda freatica e sulle acque di superficie;
- Prove geognostiche e/o eventuali ricerche per la definizione dei parametri geomeccanici dei terreni investigati;
- Analisi sulla stabilità dei terreni.
- Valutazione della pericolosità e rischio idrogeologico e sismico.

Di aiuto sono stati i riferimenti stratigrafici e geologici dedotti da studi precedentemente svolti nel territorio comprendente l'area in esame. Quanto sopra ha permesso di ricavare la situazione litostratigrafia locale e la presumibile situazione di circolazione idrica superficiale e sotterranea.

#### **5. INQUADRAMENTO GEOLOGICO-STRUTTURALE**

L'area di studio ricade sul bordo settentrionale della piana del Sele ed è delimitata dai Monti Lattari-Penisola amalfitana, a Nord-Ovest, e dai Monti Picentini, a Nord-Est mentre a Est e a Sud confina, rispettivamente, con i Monti Alburni e con le Formazioni flyschiodi cilentane. L'assetto geologico strutturale del territorio risente pesantemente dell'evoluzione tettonica che ha subito nel periodo di tempo che va dal Mesozoico al Pliocene. L'intensa tettonizzazione ha portato alla formazione di estese monoclinali che costituiscono i rilievi calcareo-dolomitici. I litotipi calcareo-dolomitici del Mesozoico sono quelli più rappresentati nell'ambito dell'area di



studio. I terreni più antichi appartengono almeno al Carnico da cui, in continuità di sedimentazione, o per lo meno senza lacune evidenti, si giunge al Cretaceo superiore sempre in facies di "piattaforma carbonatica" intraoceanica che, lateralmente, passa a litofacies di mare più aperto. Soprattutto nella porzione orientale del bacino sono presenti con sufficiente continuità, anche se con giacitura spesso disordinata, terreni miocenici che inglobano materiale caotico costituito da termini di varia natura. Estese plaghe di spessore molto variabile dei prodotti piroclastici di origine vesuviana ricoprono le unità sedimentarie. Si può distinguere il "tufo grigio campano" più o meno litoide con spessore massimo intorno alla decina di metri e le piroclastiti incoerenti più o meno rimaneggiate e mescolate a detrito calcareo, talora argillificate nella parte bassa. Infine sono presenti anche i sedimenti quaternari costituiti da alluvioni sabbiose e/o ciottolose con intercalazioni di materiale piroclastico, argille palustri, sabbie di origine eolica e marina e coperture eluviali. Il versante meridionale dei Monti Picentini, comprendente i contrafforti rocciosi immediatamente retrostanti l'abitato di Salerno e l'estesa fascia collinare che si estende verso est almeno fino all'abitato di Battipaglia, sono costituite in gran parte da rocce mesozoiche carbonatiche (termini basali dolomitici di piattaforma) e subordinatamente da terreni flyschiodi terziari (Unità Sicilidi e di Villamaina). Si rinvencono inoltre conglomerati cementati plio-pleistocenici di notevole spessore (Conglomerati di Salerno ed Eboli - Battipaglia). Quest'area rappresenta, nel suo insieme, il margine articolato e fagliato di una più ampia struttura, immergente generalmente a Nord-Est, lungo la quale affiorano in varie finestre tettoniche i terreni appartenenti alle Unità Lagonegresi. Un elemento tettonico di spicco è costituito dalla Valle del Fiume Irno, che coincide con una faglia trascorrente destra, orientata nord – sud, attiva durante il Miocene. La depressione, soprattutto in passato, è stata sede di una discreta attività sedimentaria dovuta, sia all'azione di trasporto deposito operata dallo stesso Fiume Irno e dai suoi tributari, sia ai cospicui accumuli di sedimenti piroclastici



depositatisi dopo un breve trasporto eolico in tutta l'area ed in parte rimaneggiati dalle acque di ruscellamento superficiale e risedimentati nel fondovalle. Non secondari sono stati gli effetti deposizionali della ignimbrite campana che, in alcune località, assume notevoli spessori (esempio: loc. Fratte di Salerno). I depositi di copertura sopra menzionati si ritrovano, con una certa continuità e spessori dell'ordine di circa 40–50 m, lungo l'asse vallivo, mentre lateralmente occupano una serie di “insenature” modellate nella roccia dagli agenti esogeni, le quali appaiono a luoghi molto pronunciate, soprattutto in corrispondenza di fasce indebolite da discontinuità strutturali secondarie. In prossimità della foce e per un tratto di circa 2 Km, affiorano in sinistra del fiume, terreni arenaceo-argillosi e conglomeratici mio-pliocenici, mentre il fianco destro della valle è ancora costituito dai carbonati mesozoici di piattaforma.

Dal punto di vista strutturale, la Piana del Sele, infine, coincide con un esteso “graben” costiero, di forma sub-triangolare, probabilmente formatosi a partire dal Miocene ed attivo durante il Plio-Pleistocene, originatosi dall'evoluzione di una zona di taglio trascorrente inizialmente destra e successivamente sinistra nel Pleistocene medio. La Piana del Sele costituisce una struttura ribassata a gradinata, nella quale si è avuta la sedimentazione di potenti successioni clastiche (continentali, di transizione e marine), che i movimenti tettonici hanno successivamente sollevato lungo i bordi della piana. Da numerosi dati di perforazioni profonde ed indagini geofisiche, è stato possibile verificare che nella parte centrale dell'area il substrato pre-Quaternario è localizzabile a oltre 2000 metri di profondità; esso è costituito da carbonati su cui poggiano terreni terziari flyschoidi e depositi conglomeratici pliocenici.

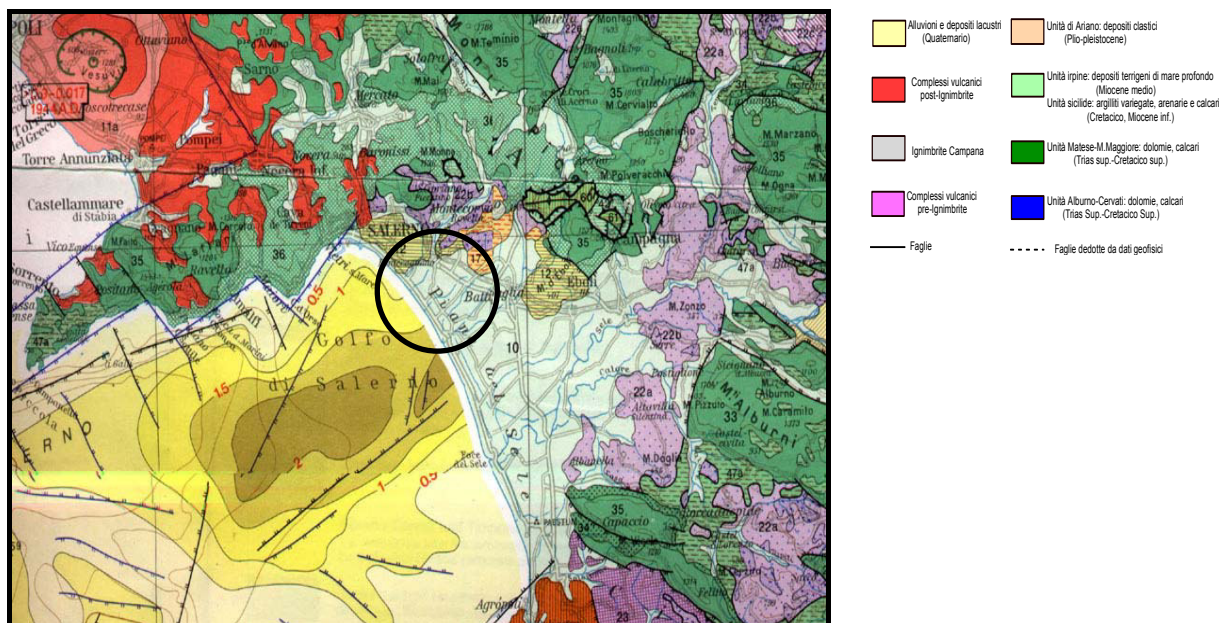
I prodotti di riempimento della depressione sono costituiti invece da brecce cementate, alternanze di strati argillosi e ghiaiosi, depositi conglomeratici di conoide ed argilloso-torbosi; verso la costa infine affiorano materiali sabbioso-argillosi prodotti da fenomeni di invasione marina. Vanno aggiunti a questi i depositi travertinosi di Faiano e di Paestum, geneticamente connessi ai massicci carbonatici dei Picentini (a nord) e della dorsale di M. Soprano (a sud).



est). Tra i materiali clastici quaternari in facies continentale, i conglomerati di Eboli (Pleistocene. inf.) rappresentano potenti accumuli detritici legati alle antiche conoidi dei Monti Picentini, i quali risultano essenzialmente costituiti da brecce cementate, spesso carsificate e/o da ghiaie sciolte in matrice sabbiosa. In questi conglomerati sono state tra l'altro osservate fasi deformative risalenti al Pleistocene inferiore-medio.

A luoghi si rinvencono lenti e livelli argilloso-sabbiosi e paleosuoli. Affiorano in ampie zone dei settori settentrionale ed orientale della piana e sono stati dislocati da un sistema di faglie dirette immergenti verso la pianura. I litotipi più superficiali di quest'ultima sono costituiti da depositi argilloso-torbosi (zona di Aversana e limitrofe), aventi spessore globale di 70-80 m e tipici di un ambiente palustre interessato tuttavia da limitati apporti alluvionali del Fiume Sele nonché da locali ingressioni marine. Verso il litorale si rinvencono materiali, prevalentemente sabbiosi, poggiati sui terreni argilloso-torbosi e talora sui termini conglomeratici. Questi derivano da fenomeni di ingressione marina, databili Pleistocene superiore - Olocene.

La porzione di base dell'accumulo denota spesso una cospicua componente pelitica ed in parte si trova in eteropia di facies con l'unità argilloso-torbosa.



**Fig.1** - Schema geologico-strutturale della regione investigata. Il cerchio indica l'area di studio.



## 6. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

L'area del territorio del Comune di Salerno costituisce la porzione occidentale della depressione del Golfo di Salerno formatasi tra il Miocene ed il Pleistocene Superiore. I terreni più antichi in affioramento sono quelli ascritti all'Unità Monti Picentini – Taburno, dal più antico al più recente essi sono:

- ❖ dolomie grigie ben stratificate con occasionali intercalazioni argilloso-marnoso;
- ❖ calcari, calcari marnosi, marne ed argille grigie e giallastre;
- ❖ dolomie biancastre e grigio chiare, massicce, cataclastiche e a luoghi farinose.

Tali terreni affiorano al margine del settore occidentale dell'abitato di Salerno ed alla base del Monte Stella. Sono sovrapposti tettonicamente ai più antichi calcari cretaco-miocenici della piattaforma carbonatica Alburno Cervati che, a loro volta, poggiano sugli scisti neri dell'Unità Lagonegrese. Le successioni terrigene presenti, dalla più antica alla più recente, sono di seguito descritte:

- L'Unità di Villamaina (Tortoniano sup. Messiniano inf.), costituita da una successione di argilla che passa, verso l'alto, a sabbie ed arenarie debolmente cementate con livelli di puddinghe cementate, e le Argille Varicolori (Cretaceo?). Tali terreni affiorano nella zona centrale della città di Salerno, tra il fiume Irno ed il torrente Mercatello.
- I conglomerati di Salerno (Pliocene?) ed i conglomerati di Eboli (Pleistocene inf.), sono costituiti ora da depositi formati da elementi esclusivamente calcarei, fortemente eterometrici e cementati, che denunciano un ambiente sedimentario di conoide alluvionale, ora da depositi formati da elementi poligenici ed eterometrici in matrice sabbiosa o sabbiosa-limosa di colore giallo ocra, che indicano una deposizione di ambiente fluviale. I primi affiorano nella zona centrale della città di Salerno, in sinistra orografica del fiume Irno; i secondi nel settore centro-orientale.



- Depositi detritico-piroclastici (Quaternario) costituiti da detriti di falda sciolti o debolmente cementati frammisti a materiali piroclastici rimaneggiati. Affiorano soprattutto lungo la fascia pedemontana a sud del Monte Stella.
- Depositi piroclastici (Quaternario) derivanti dalle eruzioni dei centri vulcanici campani, fortemente rimaneggiati. Sono presenti in tutta la valle del fiume Irno, laddove le pendenze sono meno acclivi.
- Depositi alluvionali recenti ed attuali (Quaternario), costituiti da alternanze irregolari di sabbie fini, limi ed argille, nonché di lenti di ghiaie poligeniche ad elementi calcarei o piroclastici. Affiorano nel settore costiero sud-orientale.

I lineamenti tettonici principali hanno direzione appenninica (NW-SE) ed E-W; di particolare interesse è il versante di faglia di Monte Stella e la trascorrente destra, attiva durante il Miocene, coincidente con l'attuale valle del fiume Irno. Dal punto di vista morfologico, l'elemento predominante dell'area in studio è la valle del fiume Irno. La geometria semplice della vallata è connessa al controllo strutturale operato dalla faglia trascorrente e dalla litologia calcarea del substrato. La depressione valliva originaria è oggi ricoperta da una coltre detritica e piroclastica che arriva anche fino a 50m. Lungo l'asse vallivo formatasi in seguito agli apporti sedimentari del fiume stesso e dei suoi tributari e all'accumulo di materiale piroclastico, ivi depositatosi dopo trasporto eolico e successivo rimaneggiamento delle acque superficiali. I versanti sono ricoperti, invece da una copertura detritico-piroclastica discontinua che costituisce accumuli localizzati in corrispondenza di concavità morfologiche ed ai piedi dei rilievi bordieri, allo sbocco delle principali aste torrentizie dove si fondono con i sedimenti di valle. In destra orografica del fiume Irno, nonostante la presenza della copertura detritico-piroclastica, non si riscontrano evidenti segni di instabilità nell'area, sia a causa dello spessore piuttosto esiguo, sia a causa della elevata permeabilità dei calcari del substrato che, essendo caratterizzati da fratture beanti, drenano velocemente la coltre superficiale. Alcuni





episodi sono quelli accaduti in sinistra orografica del fiume e riconducibili all'evento alluvionale del 1997. In tale circostanza, infatti, si verificarono il crollo dei tufi presso il Cimitero di Salerno, in località Brignano, e alcune colate detritico-piroclastiche, come quelle di Ogliara. La fascia collinare, compresa fra il torrente Grancano (affluente di sinistra del fiume Irno) ed il torrente Fuorni, è sede, invece, di diffusi fenomeni franosi dovuti, soprattutto, alla litologia dei terreni. Sono state rilevati, infatti, colate e frane complesse (scorrimenti e colate, colate e ribaltamenti) in corrispondenza dell'affioramento di unità strutturalmente complesse quali quelle di Villamaina e delle Argille Varicolori.

Sono ancora da segnalare i ricorrenti fenomeni di crollo che si verificano lungo la parete calcareo-dolomitica del porto di Salerno. I fenomeni di erosione superficiale sono, nell'area in studio, ridotta a causa della presenza di boschi su gran parte del territorio; le zone disboscate sono quelle urbanizzate ed i pochi campi coltivati presenti. Alla base dei depositi alluvionali si rinviene generalmente la formazione delle "argille grigio azzurre", ascrivibili al Tortoniano, il cui ambiente deposizionale è da ritenere di tipo costiero e di mare poco profondo.

## **7. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO**

Nel territorio del comune di Salerno i fiumi ed i torrenti principali hanno orientamento N-S, nonché reticoli idrografici scarsamente gerarchizzati e scarse portate idriche. E' questo il caso del fiume Irno che è il corso d'acqua più importante, ma anche dei torrenti Fusandola e Rafastia, che sfociano ad oriente del porto di Salerno, e dei torrenti Rumaccio, Mercatello, Mariconda e Fuorni, che attraversano l'ampia area a ridosso della riva del mare tra il fiume Irno ad occidente ed il fiume Picentino ad oriente.

Dal punto di vista idrogeologico si possono distinguere i complessi di seguito descritti:

- ✓ il complesso calcareo-dolomitico-marnoso, è formato dai terreni dell'Unità dei Monti Picentini – Taburno ed è caratterizzato da una permeabilità per fratturazione e carsismo di



grado elevato nel membro calcareo, da una permeabilità per fratturazione di medio grado nel membro dolomitico e da una permeabilità di grado molto basso nei livelli marnosi e calcareo marnosi;

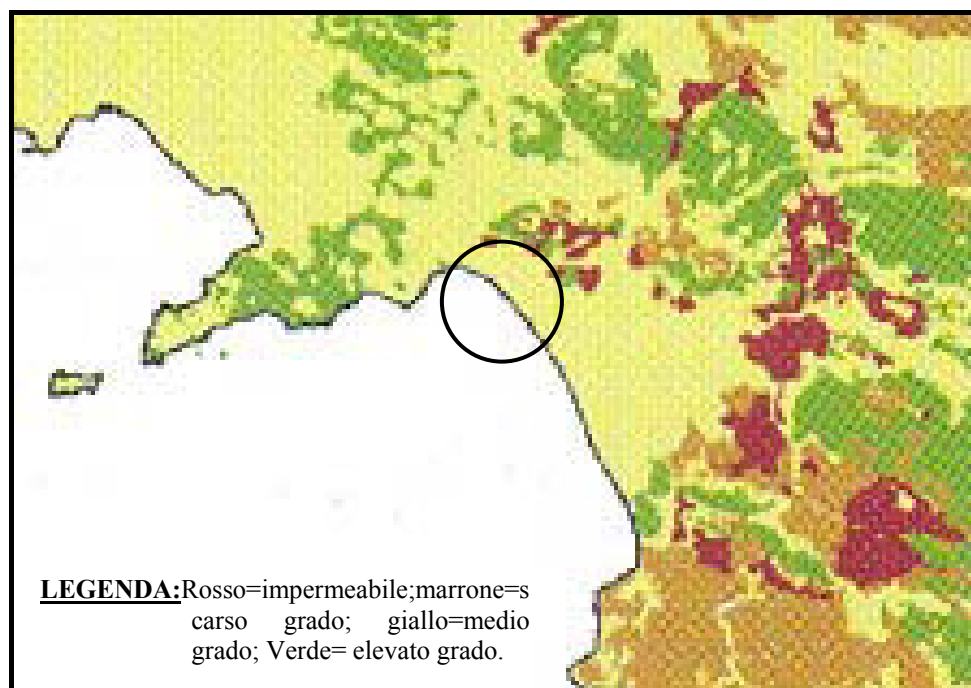
- ✓ il complesso argilloso-sabbioso-conglomeratico è formato dai terreni flyshiodi dell'Unità di Villamaina e delle Argille vari colori, nonché dai conglomerati di Salerno e di Eboli ed è caratterizzato da una permeabilità di grado molto basso;
- ✓ il complesso detritico-piroclastico è caratterizzato da una permeabilità per porosità di grado basso nelle piroclastiti e abbastanza alto nelle fasce detritiche;
- ✓ il complesso alluvionale è caratterizzato da una permeabilità per porosità di grado piuttosto basso, ma variabile in relazione alla granulometria dei depositi.

La circolazione idrica sotterranea è riconducibile alla presenza della falda di base del massiccio dolomitico situata nella zona compresa fra Salerno e Nocera Inferiore. Sono presenti, altresì, falde sospese tamponate da livelli impermeabili di natura calcareo – marnosa all'interno della successione dolomitica e calcarea.

L'area di studio idrograficamente rientra in destra orografica del bacino del Fiume Sele delimitato dallo spartiacque morfologico che va da Punta Campanella, estremo lembo della Penisola Sorrentina-Amalfitana, e che prosegue attraverso la dorsale carbonatica dei Monti lattari in direzione nord-est, fino a comprendere il bacino del fiume Irno e le propaggini meridionali del Terminio (All.6). Il grado di permeabilità, variabile in funzione dei litotipi attraversati, risulta mediamente alto, dell'ordine di  $2 \cdot 10^{-4}$  m/s, per i litotipi calcareo-dolomitici e medio basso per i litotipi arenaceo-marnoso-argilloso (fig.2). Il sistema idrogeologico sotterraneo è costituito da falde libere sovrapposte totalmente interconnesse sia in senso orizzontale che verticale; tali falde di base sono state rinvenute a profondità elevate coincidente quasi con il livello del mare. La circolazione idrica superficiale è rappresentata da falde sub-superficiali o da livelli saturi rinvenibili maggiormente all'interno del complesso



arenaceo-marnoso-argilloso. Si tratta di falde idriche a carattere stagionale in cui la loro portata è condizionata dall'entità delle piogge (1000mm/a). Pertanto è ragionevole ipotizzare una marcata oscillazione della piezometrica (1-2 m) tra i periodi più piovosi e quelli meno piovosi. Nell'area di studio la falda idrica di base si rinviene alla profondità di 40.00 m rispetto all'attuale piano campagna. La rete di drenaggio superficiale costituita da una estesa serie di piccoli torrenti che, spesso, ad elevata pendenza giungono ai corsi d'acqua principali. Lungo questa rete di drenaggio si ha la conformazione di onde di piena di breve durata, ma caratterizzate da picchi di piena molto elevati, che pur riferendosi a volumi idrici affatto grandi, non possono essere modulate per la impossibilità di allocare i volumi idrici da scolare in vasche di espansione. I torrenti presentano esondazioni anche in occasione di eventi meteorici di non eccezionale intensità in quanto le trasformazioni afflussi (pioggia) – deflussi (portate fluviali) avvengono con ridottissima attenuazione del fenomeno essendo minime le perdite per infiltrazione ed evapotraspirazione. Alle frequenti esondazioni si aggiungono numerosi eventi franosi, favoriti dalla particolare configurazione geologica dei bacini che divengono spesso scenario di colate detritiche.



**Fig.2** – Mappa del grado di permeabilità relativa (Allocca et al., 2003); il cerchio indica l'area di studio.



## **8. DESCRIZIONE DELLA SUCCESSIONE DEI TERRENI**

Dai sopralluoghi effettuati, da esperienze professionali maturate nella zona in aree simili e da sondaggi geognostici, realizzati in aree limitrofe e in quella di studio nonché da ricerche storico-scientifiche effettuate presso vari enti (p.e. Comune, Università), si evince una litologia caratterizzata da materiale superficiale prevalentemente di natura detritico-alluvionale noti in letteratura come depositi limo palustri a copertura eluvio-colluviale. Tali depositi riguardano formazioni di ambiente continentale e marino a mano a mano che si procede con la profondità. In particolare i termini continentali sono ascrivibili a processi di esondazioni e alluvionamenti (rispettivamente legati alle acque azimuthali e zenitali) mentre i termini marini sono da attribuire essenzialmente a fenomeni di trasgressione marina.. I terreni si presentano a granulometria medio-sottile a volte stratificati conseguenza delle modalità di sedimentazione. In particolare, procedendo dall'alto verso il basso, la sequenza generale a maggiore lunghezza d'onda, può essere così schematizzata (all.7,8):

- Sabbie, ghiaie e lapilli rimaneggiati di spessore dell'ordine di qualche metro, classificati granulometricamente come “terreni sciolti” limo-sabbiosi o sabbiosi-limosi con ghiaia, in cui la frazione ghiaiosa è rappresentata da pomici e litici. Si presentano rimaneggiati per dilavamento e/o per trasporto dalle zone poste a quote più alte. Nella massa si rinviene materiale detritico di natura arenacea, talvolta calcareo.
- Puddinghe poligeniche plio-pleistoceniche;
- Sabbie gialle stratificate a granulometria media di età pliocenica;
- Argille marnose e sabbioso-siltose a matrice arenacea di età mioceniche;
- Calcari del Cretacico con fossili.

## **9. CARATTERISTICHE DELLE OPERE**

Il fabbricato da realizzare sarà costituito da tre livelli, uno interrato e due piani fuori terra (piano Terra e Primo). La forma sarà di tipo regolare, assimilabile ad una geometria



rettangolare di area pari a 262,00 mq per il piano terra e 232.00 mq per il primo Piano. Le dimensioni massime e minime dei lati sono rispettivamente pari a 22.10 e 12.80 m. La copertura del fabbricato risulta di tipo piana. L'altezza totale dell'intero fabbricato a partire dal piano campagna (quota 0.00 m) risulta di circa 6.30 m. La struttura portante sia orizzontale che verticale del fabbricato sarà mista; in c.a. per travi e pilastri, scale e in muratura per le chiusure di tamponamento con solai intermedi in latero-cemento. La fondazione sarà di tipo superficiale ed avrà una potenza almeno di circa 0.70 m (da verificare anche strutturalmente) al disotto della quale sarà esteso un vespaio drenante con ghiaietto a pezzatura 4-7 spesso di circa 0.15 m.

## **10. INDAGINI GEOGNOSTICHE**

Allo scopo di ricostruire la struttura del sottosuolo è stata effettuata, dallo "Studio Tecnico Professionale di Geologia e Geofisica Ambientale" del dott. Omar Scala una apposita campagna d'indagini in sito, articolata come segue :

- ✓ **N.2 prova penetrometriche dinamiche;**
- ✓ **N.1 prova sismica di superficie di tipo MASW.**

La distribuzione geometrica e il numero delle indagini è stata ponderata in funzione dell'area di studio, del sito di interesse e delle condizioni geolitologiche dei terreni (all.12).

I dati provenienti dalle suddette indagini sono stati uniformati ed omogenizzati nonché georiferiti al sistema di coordinate geografiche piane espresse in proiezione Gauss-Boaga.

La profondità di investigazione è stata di circa 30.00 a partire dal piano campagna, per ipotesi di progetto. Le indagini nonché la loro ubicazione sono riportate in allegato 12 alla presente relazione. Al fine di avere un più dettagliato quadro di resistenza del terreno a piccole profondità, (dal p.c. fino 20.00 m) principalmente dall'ipotetico piano fondale fino alla possibile zona di influenza del bulbo tensionale delle pressioni (20.00 m), è stata eseguita (dalla società "2 EFFE Perforazioni s.a.s.") una prova penetrometrica dinamica, al fine di



determinare la resistenza che offrono i terreni ad essere attraversati dalla punta dello strumento, in base alle quali stimare le caratteristiche meccaniche e verificare le eventuali variazioni laterali e verticali dei terreni. La prova è stata svolta con un penetrometro dinamico Super Pesante (DPSH) avente le seguenti caratteristiche strumentali:

- Peso maglio di caduta (M)= 63.50 kg;
- Peso aste in acciaio (Pa)= 8.00 kg;
- Lunghezza (La) e diametro delle aste ( $\varnothing a$ ) = 1 m; 20 mm;
- Diametro Punta conica a perdere = 5.10 cm;
- Area e angolo di penetrazione della punta (Dp)= 20.43 cm<sup>2</sup> ; 90°;
- Altezza di caduta del maglio (Hm) = 75 cm;
- Energia specifica per colpo (Q) = 11.91 kg/cm<sup>2</sup>;
- Coefficiente teorico di energia Ct = 1.521;
- Coefficiente effettivo di energia Ce = 1.800;
- Energia E = 466.70 Joule.

La tecnica utilizzata consente, mediante un sistema automatico di infissione delle aste e la contemporanea lettura del numero di colpi “N” ogni 20 cm di avanzamento, il riconoscimento della natura e delle caratteristiche meccaniche dei terreni attraversati. Tutto il sistema è collegato ad un motore a quattro tempi comandato tramite una pulsantiera elettronica. L’elaborazione dei dati e la lettura dei diagrammi ottenuti si basa sulla stretta relazione esistente tra la natura dei terreni attraversati e la loro consistenza legata al numero di colpi necessari per approfondire la punta di tratti costanti pari a 20 cm. Il passaggio tra il numero di colpi di una prova penetrometrica dinamica e il numero di colpi di una prova penetrometrica standard avviene tramite un fattore correttivo (fc) o coefficiente teorico strumentale, secondo la relazione  $N_{spt} = fc \times N_{PPD}$ . Tale fattore è funzione della geometria dei magli utilizzati nelle prove dinamiche. Ottenute le letture  $N_{20}$  è stata effettuata la correzione delle stesse mediante il coefficiente strumentale e si è proceduto al calcolo del relativo valore della resistenza dinamica alla punta mediante la formula dell’energia dinamica:



$$R_d = (M^2 \times H \times N) / [A \times E \times (M + P + I)]$$

dove M, H e N sono rispettivamente peso del maglio, altezza di caduta, numero di colpi mentre A, E, P e I sono rispettivamente area punta conica, profondità di infissione per colpo, peso delle aste alla profondità considerata e peso dell'incudine. In particolare la prova dinamica leggera ha fornito i seguenti parametri fisici principali:

1) densità relativa; 2) resistenza al taglio; 3) angolo di attrito; 4) Modulo di Young; 5) Modulo edometrico; 6) Modulo di taglio; 7) Peso specifico; 8) Velocità delle onde P ed S.

I valori sono stati ottenuti utilizzando le formule più accreditate ed utilizzate in letteratura. Per una migliore comprensione e lettura si rimanda ai grafici allegati alla presente perizia.

L'elaborazione puntuale delle prove (v. grafici e mappe allegati) eseguite, ha consentito la realizzazione di mappe di resistenza per l'area di studio attraverso un processo di interpolazione di "gridding-countoring" utilizzando l'algoritmo del "kriging". L'interpretazione delle mappe evidenzia che ad una profondità di circa 3.00 m, inizia uno strato consistente caratterizzato da modesti valori di resistenza dinamica a mano a mano che si procede con la profondità.

## **11. PROVE DI LABORATORIO**

Nella fase dei sondaggi è stato prelevato un campione di terreno indisturbato ad una profondità di progetto da 3.00m a 3.50m. Allo stesso istante del prelievo, il campione è stato sigillato secondo protocollo ed è stato consegnato nelle mani dei proprietari i quali contestualmente hanno provveduto personalmente a farlo analizzare da un Laboratorio di loro fiducia accreditato dal Ministero. In particolare per il campione corrispondente è stato eseguito:

- Apertura campione e descrizione litologica;
- Determinazione delle caratteristiche fisiche generali;
- Analisi granulometrica per setacciatura e/o sedimentazione;



- Prova di taglio diretto.

Il campione è stato classificato come limo sabbioso debolmente argilloso di colore nerastro. Il peso unità di volume naturale è risultato di  $1.26 \text{ g/cm}^3$  mentre la coesione e l'angolo di attrito di picco massimo sono stati rispettivamente pari a 1.32 KPa e  $31.29^\circ$ . Per una maggiore trattazione si rimanda alle tavole allegate alla presente perizia.

## 12. MODELLO GEOTECNICO E GEOLOGICO

Per quanto riguarda la caratterizzazione fisico-meccanica dei terreni investigati, i sondaggi geognostici effettuati, hanno fornito i parametri geomeccanici dei terreni (coesivi e granulari) utilizzati per i calcoli di verifica. I suddetti parametri sono riportati nei quadri riepilogativi di ogni sondaggio geognostico mentre nella sottostante tabella sono riportati i valori corrispondenti a metà di ogni strato, relativi alle condizioni più svantaggiose o restrittive (a maggiore sicurezza) cioè valori più bassi tra le prove.

Ns	Q <sub>a</sub>	Q <sub>l</sub>	K <sub>w</sub>	$\varphi$	M <sub>Y</sub>	D <sub>r</sub>	M <sub>Ed</sub>	G <sub>0</sub>	$\gamma_t$	C <sub>u</sub>	k <sub>o</sub>	$\eta$	$\iota$	$\sigma_v$	$\sigma_o$	k <sub>p</sub>	C <sub>d</sub>	Rp/l	A
1	1,07	3,21	12,86	22,75	25,66	25,65	44,57	338,99	1,32	1,06	0,61	0,4	11,45	1,98	1,22	$9,5 \cdot 10^{-8}$	0,08	1,63	S
2	0,23	0,68	2,73	18,87	22,44	9,09	13,61	118,20	1,16	0,20	0,68	0,4	3,63	4,64	3,14	$3,0 \cdot 10^{-3}$	0,16	1,48	MS
3	1,50	4,50	18,00	26,62	48,20	16,29	71,82	627,83	1,43	1,43	0,55	0,4	21,43	14,26	7,87	$3,3 \cdot 10^{-9}$	0,71	1,81	S
4	2,93	8,79	35,16	32,61	82,59	47,20	76,65	1202,52	1,57	2,83	0,47	0,3	41,03	20,13	9,37	$5,9 \cdot 10^{-14}$	1,27	2,15	M
5	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Ns=numero strato; N= numero colpi prova penetrometrica; Rp=resistenza alla punta dinamica(kg/cm<sup>2</sup>); Q<sub>a</sub> = carico ammissibile del terreno(kg/cm<sup>2</sup>) ; Q<sub>l</sub>= carico limite del terreno(kg/cm<sup>2</sup>) ;  $\gamma$ =peso di volume del terreno (t/m<sup>3</sup>); K<sub>w</sub>=coeff. di Winkler (kg/cm<sup>3</sup>); C<sub>u</sub> = coesione non drenata (kg/cm<sup>2</sup>);  $\varphi$  = angolo di attrito in condizioni drenate (°); M<sub>Ed</sub>=modulo di deformazione edometrico (kg/cm<sup>2</sup>); G<sub>0</sub>=modulo di taglio(kg/cm<sup>2</sup>); V<sub>s</sub>=velocità delle onde sismiche di tagli (m/s); D<sub>r</sub>=densità relativa (%); K<sub>o</sub>= coefficiente di spinta a riposo; M<sub>Y</sub>= Modulo di Young ((kg/cm<sup>2</sup>);  $\eta$ = Coefficiente di poisson;; T= sforzo di taglio (kg/cm<sup>2</sup>);  $\sigma_v$  = pressione verticale del terreno (kg/cm<sup>2</sup>);  $\sigma_o$ =pressione orizzontale del terreno (kg/cm<sup>2</sup>); C<sub>d</sub>= coesione drenata (kg/cm<sup>2</sup>).

I valori ottenuti sono tipici di terreni simili e sono in accordo con le relazioni teoretiche presenti in letteratura (Terzaghi, 1948, Cestelli Guida, 1991, Denver 1982).

Il modello geologico, riportato in tabella, è stato ottenuto dalla successione stratigrafica locale del sito di interesse (all.13), desunta da indagini geognostiche, in particolare dai sondaggi meccanici, effettuate in loco e in aree simili a quella di studio nonché da una esauriente ricerca bibliografica effettuata presso vari enti.





MODELLO GEOLOGICO			
Num.Strat	PROFONDITA'	SPESSORE	LITOLOGIA
1	1.50 m	1.50 m	Terreno sabbioso di riporto
2	5.00 m	3.50 m	Argille e Limi Sabbiosi
3	9.00 m	4.00 m	Limi sabbiosi
4	23.50 m	14.50 m	Sabbia marina e materiale piroclastico
5	30.00 m	6.50 m	Sabbia marina

Il modello geotecnico, riportato nella successiva tabella, è stato ottenuto intersecando le informazioni del modello geologico con il modello geomeccanico.

### 13. INDAGINI GEOFISICHE

Lo scopo delle indagini è stato quello di ricostruire la morfologia degli strati rispetto al substrato “rigido o like” e di confermare quanto già evidenziato dalle altre indagini, come per esempio dai carotaggi e dalle prove penetrometriche, o meglio di approfondire il sottosuolo nel campo significativo di investigazione. Inoltre, al fine di valutare, la risposta sismoelastica di differenti tipologie di terreno, onde caratterizzare l’area di interesse ai sensi della recente normativa sismica (D.M.2008, Ordinanza del O.P.C.M. n. 3274/2003, Eurocodice 7), è stata effettuata, dallo “Studio Tecnico Professionale di Geologia e Geofisica Ambientale” del dott. Omar Scala, una apposita campagna d’indagini geofisiche in sito, articolata come segue:

- esecuzione di n.1 prospezione sismica di superficie di tipo “**Masw**”.

La distribuzione geometrica e la tipologia delle indagini è stata ponderata in funzione della morfologia dell’area di studio, dall’accessibilità al sito di interesse e dalle condizioni geolitologiche dei terreni. I dati provenienti dalla suddetta indagine sono stati uniformati ed omogenizzati nonché georiferiti al sistema di coordinate geografiche piane espresse in proiezione Gauss-Boaga. La profondità di investigazione è stata di 30.00 a partire dal piano



campagna, per ipotesi di progetto. L'ubicazione dell'indagine geofisica è riportata in allegato alla presente relazione.

La risposta sismica locale dell'area è stata valutata anche con l'applicazione del **metodo MASW ( Multichannel Analysis of Surface Waves)** di tipo attivo che ha consentito di fornire un profilo verticale medio delle Vs al di sotto del rilievo effettuato. La prova MASW, messa a punto nel 1999 da ricercatori del Kansas Geological Survey (Park et al., 1999) permette di determinare in modo dettagliato l'andamento della velocità delle onde sismiche di taglio (o onde S) in funzione della profondità attraverso lo studio della propagazione delle onde superficiali o di Rayleigh. Il metodo di indagine MASW si distingue in “attivo” e “passivo” (Zywicki, 1999; Park e Miller, 2006; Roma, 2006):

- 1) Nel “metodo attivo” le onde superficiali sono prodotte da una sorgente impulsiva disposta a piano campagna e vengono registrate da uno stendimento lineare composto da numerosi ricevitori posti a breve distanza (distanza intergeofonica);
- 2) Nel “metodo passivo” lo stendimento presenta le stesse caratteristiche geometriche del metodo attivo ma i ricevitori non registrano le onde superficiali prodotte da una sorgente impulsiva, bensì il rumore di fondo (detto anche “microtremori”) prodotto da sorgenti naturali (vento) e antropiche (traffico, attività industriali).

Le due tecniche indagano bande spettrali differenti: mentre il metodo attivo consente di ottenere una curva di dispersione nel range di frequenza compreso tra 10 e 40 Hz e fornisce informazioni sulla parte più superficiale di sottosuolo (fino a circa 20-30 m di profondità in funzione della rigidità del suolo), il metodo passivo consente di determinare una curva di dispersione nella banda di frequenza tra 4 e 20 Hz e fornisce informazioni sugli strati più profondi (generalmente al di sotto dei 30 m).

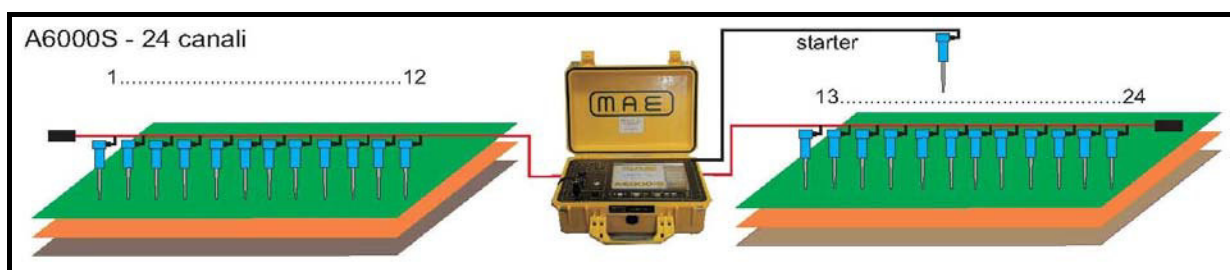
Nel caso specifico è stato utilizzato esclusivamente la tecnica MASW di tipo attiva perché coerente con la profondità da investigare.



L'acquisizione dei dati di campagna è stata eseguita utilizzando un sistema composto dalle seguenti parti:

- Sistema di registrazione (sismografo più accessori);
- Sorgente energizzante (piastra, mazzola, fucile, maglio, grave);
- Trigger (geofono);
- Apparato di ricezione (geofoni più accessori).

Il sistema di registrazione è costituito da un sismografo modulare a 24 bit di marca “MAE” – modello A6000S (fig.1).



**Fig.1** – Schema di distribuzione dei geofoni lungo lo stendimento o la base sismica.

Lo strumento possiede 24 canali ad elevata dinamica ed è fornito di una connessione di rete standard 10/100 (base RJ45) per la comunicazione con il computer portatile su cui è installato un apposito programma che gestisce la visualizzazione, l'analisi e la memorizzazione delle forme d'onda registrate. Il sistema è modulare e permette di aumentare il numero di canali disponibili collegando analoghe unità sia via cavo sia sincronizzando le unità via GPS (2 unità per un totale di 48 canali). Il funzionamento strumentale è controllato grazie ad un programma di supporto fornito con lo strumento che permette, attraverso una serie di test, di monitorare sia lo stato dell'elettronica dell'unità che quello dei sensori. Il sistema possiede inoltre le seguenti caratteristiche:

- Lunghezza di registrazione fino a 1 secondo;
- Filtri a rigetto di banda (NotCh) in acquisizione ed in uscita per eliminare le interferenze derivanti da linee di tensione;



- Filtri taglia basso (LowCut) e taglia alto (HighCut) in acquisizione ed in uscita
- Inversione di polarità.

Di seguito si riassumono le principali caratteristiche della strumentazione utilizzata ed i criteri di acquisizione della prova MASW di tipo attiva.

N°	STRUMENTAZIONE	CARATTERISTICHE
1	Unità di acquisizione	sismografo M.A.E. 6000 a 24 bit
24	Geofoni verticali	“Senshe Tech” con $f_0 = 4.5$ Hz
2	Cavi sismici	L = 120 m
1	Sorgente	Mazza battente da 12 kg su piattello metallico
1	Capacità campionamento	0.002 – 0.00005 s
1	Geofono starter/trigger	10 Hz

L’acquisizione, mediante tecnica MASW, è stata effettuata registrando le caratteristiche delle onde di superficie (sorgente attiva - massa battente) mediante array lineare di 24 geofoni a bassa frequenza (da 4.5 Hz) su n.3 tracce. La sorgente è stata posta a distanza significativa dal primo e l’ultimo geofono (Optimum Field Parameters of an MASW Survey”, Park et al., 2005; Dal Moro, 2008). Durante la fase di acquisizione si sono eseguiti diversi shots per valutare la stabilità della curva di dispersione sperimentale apparente, necessaria per verificare l’assenza di eccessive variazioni laterali e fondamentale prima di eseguire la fase di inversione 1D. Si è proceduto alla valutazione di coerenza del segnale su ciascun ricevitore per determinare la minima frequenza affidabile, a cui è legata la massima profondità di indagine.

CONFIGURAZIONE GEOMETRICA	
Orientazione profilo	NW-SE
Dislivelli altimetrici	0.00 m
Lunghezza stendimento ricevitori	46.00 m
Numero dei geofoni	24.00
Distanza intergeofonica	2.00 m
Numero punti di energizzazione per estremo	3

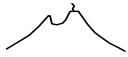


Off-sets sorgenti(per ciascuno estremo dx e sx)	2 – 4 e 23 (centrale)
Durata acquisizione	4096 ms
Intervallo/Passo di campionamento	2.00 ms
Numero di campioni per traccia	2048
Frequenza di campionamento	500 Hz
Frequenza Massima campionabile	250 Hz
Periodo minimo campionabile	0.004 s
frequenza Minima campionabile	0.244 Hz
Periodo massimo campionabile	4.096 s
Risoluzione massima	46.00 m
Risoluzione minima	2.00 m
Effetto aliasing	< 2.00 m
Profondità massima teorica di investigazione	30.00 m

Tale configurazione ha consentito di mitigare gli effetti di near-field dovute alle onde di volume. Per aumentare il rapporto segnale/rumore si è proceduto alla somma di più energizzazioni (processo di stacking).

L'analisi MASW può essere sintetizzata nelle seguenti quattro fasi :

- la prima fase prevede la trasformazione delle serie temporali nel dominio frequenza  $f$  – numero d'onda  $k$ ;
- la seconda fase consiste nella individuazione delle coppie  $f$ - $k$  cui corrispondono i massimi spettrali d'energia (densità spettrale) che consentono di risalire alla curva di dispersione delle onde di Rayleigh nel piano  $V_{fase}$  (m/sec) - frequenza (Hz) e lentezza [slowness (s/m)] - frequenza (Hz);
- la terza fase consiste nel calcolo della curva di dispersione teorica attraverso la formulazione del profilo di velocità delle onde di taglio verticali  $V_s$ , modificando



opportunamente lo spessore  $h$ , le velocità delle onde di taglio  $V_s$  e di compressione  $V_p$ , la densità di massa  $\rho$  degli strati che costituiscono il modello del suolo (fig.3);

- la quarta ed ultima fase consiste nella modifica della curva teorica fino a raggiungere una sovrapposizione ottimale tra la velocità di fase (o curva di dispersione) sperimentale e la velocità di fase (o curva di dispersione) numerica corrispondente al modello di suolo (fig.4).

In particolare i dati sperimentali, acquisiti in formato Ascii, sono stati trasferiti su PC e convertiti in un formato compatibile (p.e. il “.dat”) per poi essere analizzati ed elaborati mediante analisi spettrale “overtone analysis”. L’analisi spettrale ha permesso di elaborare i dati acquisiti (segnali registrati) e trasformarli in componenti spettrali o meglio in uno spettro bidimensionale “phase velocity-frequency ( $v_f - f$ ) – diagramma Velocità / Frequenza” che analizza l’energia di propagazione delle onde superficiali lungo la linea sismica.

Nello spettro di velocità “v-f” sono visualizzati gli andamenti con evidente coerenza di fase e potenza significativa che consentono di riconoscere in modo “visivo” le onde di Rayleigh che hanno carattere dispersivo (Modo Fondamentale), rispetto a quelle (onde Rayleigh di ordine superiore, onde di pressione, suono e rumore incoerente) che hanno altri Modi (Modo superiore – Aliasing spaziale) e tipi di onde (onde riflesse, onde rifratte, onde multiple).

Sullo spettro di frequenza è stato eseguito il “picking” (Modo Fondamentale) attribuendo ad un certo numero di punti una o più velocità di fase per un determinato numero di frequenze. I valori ottenuti sono stati plottati su un diagramma velocità-frequenza per l’analisi della curva di dispersione e l’inversione dei dati. Durante il processo di elaborazione, al fine di minimizzare le possibili soluzioni e cercare la più sensata coerenza tra lo spettro di velocità sperimentale e le curve di dispersione teoriche che possono generare tale spettro, ci si è avvalsi dei dati acquisiti con il sondaggio in sismica attiva a rifrazione.



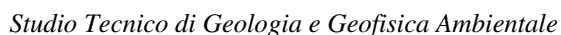
Il processo di inversione è stato condotto sulla curva di dispersione che presenta caratteristiche più definite. L'inversione è stata eseguita sia manualmente che automaticamente (per cicli iterativi), vincolando la scelta del modello numerico ai dati acquisiti, ove coerenti, con la tecnica della sismica a rifrazione ed accettando soluzioni con un errore medio inferiore o uguale al 10-15% sul fitting con la curva di dispersione sperimentale apparente. In buona sostanza variando la geometria del modello di partenza ed i valori di velocità delle onde S si modifica automaticamente la curva calcolata di dispersione fino a conseguire un buon "fitting" con i valori sperimentali. Infine per evitare di introdurre frequenze spurie i dati sono stati corretti per offset e trend ma non filtrati come raccomandato dalla norma DIN 4150-3.

Dall'inversione della curva di dispersione è stato ottenuto il seguente modello medio di velocità delle onde sismiche di taglio con la profondità, rappresentativo dell'area investigata.

Il modello sismostratigrafico rappresentativo dell'area è il seguente:

- il primo sismostrato, il cui rifrattore posizionato alla profondità media di 1.00 m, è caratterizzato da valori medi di  $V_s$  pari a 80 m/s;
- il secondo sismostrato, il cui rifrattore posizionato alla profondità media di 2.00 m, è caratterizzato da valori di  $V_s$  pari a 100 m/s;
- il terzo sismostrato, il cui rifrattore posizionato alla profondità media di 6.20 m, è caratterizzato da valori di  $V_p$  pari a 220 m/s;
- il quarto sismostrato il cui rifrattore posizionato alla profondità media di 12.06 m, è caratterizzato da valori di  $V_s$  pari a 320 m/s;
- il quinto sismostrato, che parte da 12.60 m fino ad almeno 30.00 m, è caratterizzato da valori di  $V_s$  pari a 720 m/s.

Le scelte interpretative sono volte nella direzione della maggiore sicurezza e quindi in occasione di biunivocità sono state preferite condizioni cautelative in termini di spessori e



## 14. MODELLO GEOFISICO E SISMOSTRATIGRAFICO 2D E 3D

MODELLO GEOFISICO								
Unità	Vp	Vs	Vp/Vs	$\eta$	$\rho$	M <sub>Y</sub>	M <sub>k</sub>	G <sub>0</sub>
U1	400	80	2,500	0,40	1,24	0,09	0,16	0,03
U2	400	100	2,381	0,31	1,32	0,15	0,13	0,06
U3	500	220	1,667	0,22	1,54	0,34	0,20	0,14
U4	500	320	1,765	0,10	1,55	0,38	0,15	0,18
U5	600	720	1,500	0,10	1,63	0,57	0,24	0,26

U= unità geofisica; Vs=velocità onde di taglio (m/s); Vp/Vs= rapporto velocità delle onde sismiche;  $\eta$ =coefficiente di poisson; d= densità o peso specifico (t/m<sup>3</sup>); G<sub>0</sub>=modulo dinamico di taglio (kg/cm<sup>2</sup>); M<sub>Y</sub>=Modulo dinamico di Young (kg/cm<sup>2</sup>); M<sub>k</sub>= Modulo di incompressibilità (kg/cm<sup>2</sup>).

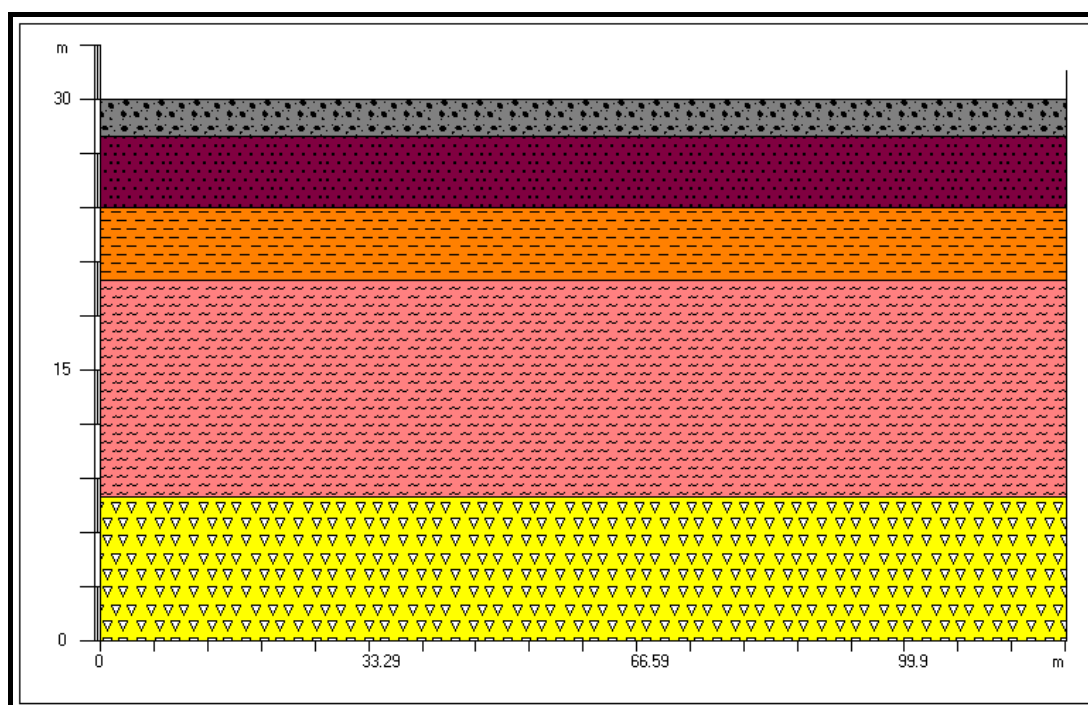




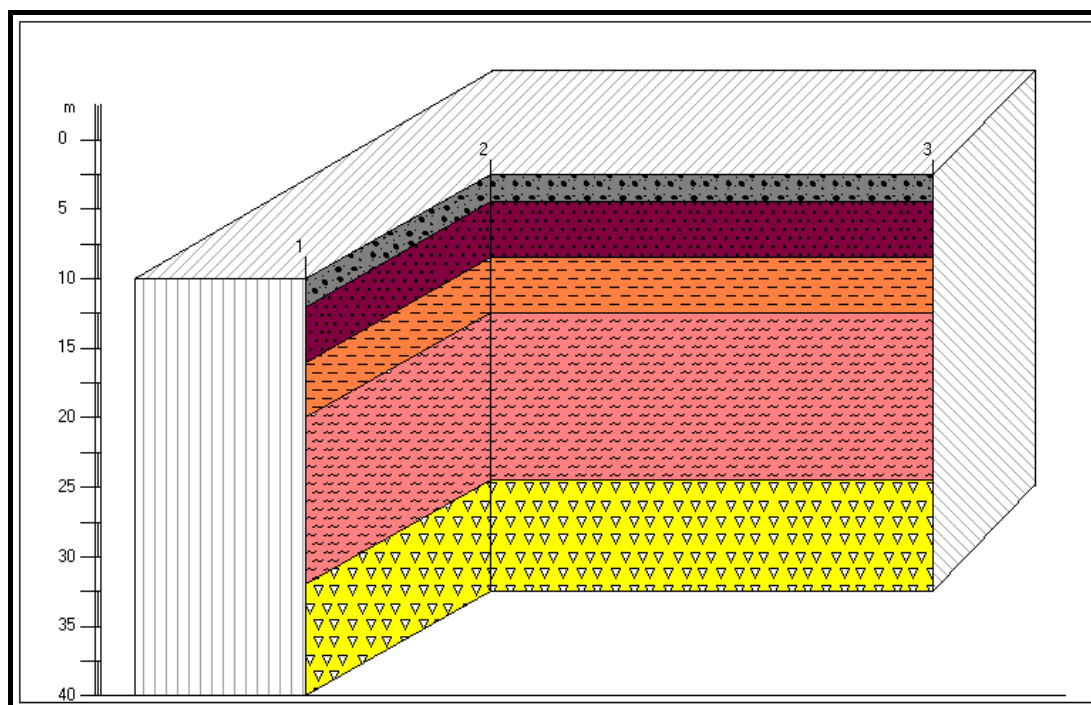
I valori ottenuti sono da ritenersi tali per piccolissime deformazioni comprese nel tratto lineare del legame costitutivo dei materiali (deformazioni tangenziali inferiore alla soglia elastica indicativamente dell'ordine di  $10^{-2} - 10^{-4}\%$ ). Dal modello geofisico sopra riportato è possibile definire la situazione monodimensionale più sfavorevole dal punto di vista dei fenomeni di amplificazione sismica litologica locale, assegnando valori medi di Vs e valori massimi dello spessore di ciascuna unità e calcolando un opportuno gradiente fino a 30 m di profondità per definire il parametro Vs30 da normativa nazionale e fino al bedrock geofisico per definire il parametro T (periodo proprio del sottosuolo). L'analisi di insieme dei parametri geofisici derivanti dal rilievo sismico, consente di associare alle differenti unità geofisiche omogenee o sismostrati, alle situazioni geologico-tecniche, emerse dalle indagini dirette realizzate in loco ed utilizzate per la taratura diretta delle misurazioni condotte:

MODELLO SISMOSTRATIGRAFICO				
N.	S(m)	Vs(m/s)	H(m)	Interpretazione Stratigrafica
1	2,50	80	2,50	Terreno sabbioso di riporto
2	1,50	100	4,00	Argille e Limi Sabbiosi
3	3,50	220	7,50	Limi sabbiosi
4	15,50	320	23,00	Sabbia marina e materiale piroclastico
5	7,00	720	30,00	Sabbia marina
N= numero della unità geofisica; S= spessore sismostrato (m); Vs=velocità onde di taglio (m/s); H=profondità media del sismostrato.				

Tutte le informazioni geologiche e geofisiche sono state intersecate tra loro al fine di ottenere un modello bidimensionale (fig.3) e tridimensionale del sottosuolo (Fig.4) che possa rappresentare in modo semplice la struttura del sottosuolo analizzato. Per semplicità di rappresentazione l'asse delle ordinate è stato fissato tutto positivo crescente verso l'alto. In realtà il valore trenta coincide con la quota 0.00 m del piano campagna o meglio alla superficie media topografica di 4.5 m s.l.m. mentre lo zero rappresenta la massima profondità di investigazione pari a - 30.00 dal p.c. L'asse delle ascisse, invece, è stato lasciato invariato rispetto alla distanza reale.



**Fig.3** – Modello bidimensionale semplificato. I colori indicano i terreni precedentemente riportati.



**Fig.4** – Modello tridimensionale semplificato. I colori indicano i terreni precedentemente riportati.



## 15. MODELLAZIONE SISMICA DEL SITO

Per caratterizzare la sismicità dell'area si è fatto riferimento, oltre che alla normativa vigente, ai dati disponibili in letteratura ed in particolare ai lavori svolti dal GNDT del CNR (Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti). Si è presa in considerazione la zonazione sismogenetica del territorio italiano che considera 80 sorgenti omogenee dal punto di vista strutturale e sismotellurico. L'area oggetto di studio ricade nella zona n.56, nella fascia flegreo-campana (all.2), caratterizzata prevalentemente da processi distensivi talvolta compressivi, dove i meccanismi di rottura attesi sono di tipo normali (dip-slip) e strike-slip.

Attraverso elaborazione probabilistiche il GNDT ha prodotto, per un tempo di ritorno di 475 anni (equivalente alla probabilità di superamento nell'arco temporale di 50 anni - vita media di un edificio). Per il territorio comunale le accelerazioni orizzontali di picco attese nel bedrock sono state considerate, in accordo con quanto proposto dal GNDT, pari a  $PGA = 0.25g$  (Peak Ground Acceleration, all.3-4). Il parametro  $p_{ga}$  rappresenta la massima accelerazione alla quale si vuole che i manufatti rispondano elasticamente. L'intensità massima risentita nella zona, come risulta dai dati del catalogo del Servizio Sismico Nazionale, non ha superato in epoca storica il valore del VII-VIII grado MCS (all.5-6).

Il terremoto di progetto è stato valutato mediante l'intensità macrosismica attesa e la magnitudo del possibile evento sismico. L'intensità sismica (I) è legata all'accelerazione (a) mediante la formula di Cancani-Sieberg (1930):

$$\log(10) a = [(I/3) - 1]$$

da cui:

$$I = 3 \log(10) a + 3 = 8.51$$

Cioè alla microzona considerata competerà una intensità macrosismica (I) tale che rimarrà inserita nella categoria legale ( $S = 9$ ). Il valore di intensità ottenuto è del tutto comparabile ai valori di massima intensità macrosismica attesi per l'area in esame, come si evince dalla mappa nazionale (All.6); mentre a livello regionale l'area viene classificata a media sismicità



Z = 2 (ex II Cat.) classificata da un valore di  $a_g = 0.25g$  (All.7). Infine sapendo la massima intensità è possibile valutare la magnitudo del terremoto e quindi l'energia liberata (Gutenberg e Richter, 1956 a,b). Le formule per il calcolo di tali parametri, sono:

$$M_s = 2/3 I_{max} + 1.7 \log_{10} h - 1.4$$

$$\log E = 1.5 M_s + 11.8$$

con h distanza ipocentrale espressa in km. Ipotizzando un terremoto crostale con  $h=10$  km, si

ha:

$$M_s = 5.97 \approx 6$$

$$E = 5.76 \cdot 10^{20} \text{ erg}$$

Inoltre è possibile stimare la distanza (R) e l'area (A) di avvertibilità del sisma (Dambara, 1966; Utsu e Seki, 1955), il volume sismogenetico (V) (Tsuboi, 1956) e la lunghezza della frattura (L) (Otsuka, 1965) attraverso le seguenti equazioni empiriche riportate nella seguente tabella.

<b><math>\log R = 0.51 M_s + 2.7</math></b>	<b><math>\log A = 1.02 M_s + 6.00</math></b>	<b><math>\log V = \log E - 3</math></b>	<b><math>\log L = 0.5 M_s + 3.2</math></b>
<b><math>R = 5.58 \text{ km}</math></b>	<b><math>A = 124 \text{ km}^2</math></b>	<b><math>V = 576 \text{ km}^3</math></b>	<b><math>L = 15 \text{ km}</math></b>

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, deve essere valutata l'influenza delle condizioni stratigrafiche, morfologiche e geotecniche locali che possono costituire fattori di amplificazione del moto sismico. La scelta della classe di costruzione (1,2,3,4), del tipo di suolo (A,B,C,D,E) e dei coefficienti amplificativi dello spettro di risposta sismica determina il valore dell'azione sismica. Le sollecitazioni sismiche sono determinate anche in funzione della latitudine e longitudine del sito di studio.

Per il calcolo dell'azione sismica i valori adottati, in ottemperanza della normativa vigente, sono riportati nella seguente tabella. Il sisma è stato applicato contemporaneamente nella direzione trasversale e in quella longitudinale. Nella seguente tabella si riportano, il numero di



punti, l'identificativo e le coordinate geografiche sferiche dei punti che si trovano vicino al sito di studio. La valutazione dell'Accelerazione di Progetto o Azione Sismica di progetto si definisce applicando al valore di  $a_g$  i coefficienti correttivi di seguito specificati:

Parametri	Descrizione	Riferimenti Norma	Output
$a_g$	Accelerazione orizzontale massima al suolo	Zona 2	<b>0.25</b>
$S_s$	S = fattore che tiene conto del profilo stratigrafico del terreno e della Categoria di suolo.	Suolo di tipo C	<b>1.4</b>
$F_i$	Fattore di importanza	Edificio ordinario	<b>1.0</b>
$C_c$	Coeff. di correz. per tipo di suolo	Suolo di tipo C	<b>1.0</b>
$S_T$	Coeff. di ampl. topografica	T1	<b>1.2</b>
$C_I$	Classe d'uso	II	<b>1.0</b>
$h/H_t$	Rapporto quota sito-altezza rilievo topografico	basso	<b>1.00</b>

I parametri relativi agli spettri di risposta rappresentativi delle componenti orizzontali e verticali delle azioni sismiche di progetto per il sito di studio sono riportati negli allegati dove vi è il quadro completo dei dati elaborati con le relative rappresentazioni grafiche. I calcoli sono stati effettuati utilizzando due software: "Spettri NTC - ver.1.03" e "NTCSisma - ver.2009" rispettivamente del C.S.LL.PP. e della società CASTALIA S.r.l., al fine di avere una maggiore attendibilità dei dati (v. allegati).

Il periodo del modo di vibrare principale ( $T$ ), nella direzione in esame, della struttura può essere stimato secondo la seguente equazione:

$$T = C_1 * H^{3/4}$$

dove  $H$  è l'altezza della costruzione, in metri, dal piano di fondazione e  $C_1$  è un coefficiente che tiene conto del materiale che compone la struttura. Nel caso specifico  $H = 8.00$  m;  $C_1 = 0.075$  sec/m, per cui:

$$T = 0.32 \text{ sec.} < 2.5 T_c \text{ e di } T_D$$

Le sollecitazioni sismiche relative alla forza tangenziale e verticale agente sulla struttura in caso di sisma sono:



$$F_h = k_h * W * \lambda / g$$

$$F_v = k_v * W * \lambda / g$$

dove  $k_h$  e  $k_v$  sono, rispettivamente, i coefficienti orizzontali e verticali dello spettro di progetto corrispondente al periodo  $T$ ,  $W$  rappresenta la massa della struttura (in questo caso unitaria),  $\lambda$  coefficiente compreso tra 0.85 e 1.00,  $g$  è l'accelerazione di gravità.

$$F_h = 0.207 * 1 * 1 = 0.207 \text{ N (SLD)}; F_v = 0.069 * 1 * 1 = 0.069 \text{ N (SLD)};$$

$$F_h = 0.556 * 1 * 1 = 0.159 \text{ N (SLV)}; F_v = 0.185 * 1 * 1 = 0.0185 \text{ N (SLV)}$$

Il taglio sismico alla base  $H$  o reazione del terreno allo scorrimento, è dato:

$$H = k_h * W = 0.160$$

$$H = 0.207 > 0.2 a_g = 0.11$$

I valori dello spostamento e della velocità orizzontali e verticali massimi al suolo ( $d_g$ ) e ( $v_g$ ), in relazione alla zona sismica e alla categoria di suolo di fondazione, sono stati calcolati utilizzando le relazioni secondo l'Eurocodice 8, l'O.M. 3274/03 e NTC/08 secondo gli stati limite:

$$d(g)_0 = 0.025 * S * T_c * T_d * a(g); d(g)_v = 0.025 * S * T_c * T_d * a(g)$$

$$v(g)_0 = 0.16 * S * T_c * a(g); v(g)_v = 0.16 * S * T_c * a(g)$$

I valori ottenuti, sia per lo spettro elastico che per lo spettro inelastico, sono riportati nel successivo prospetto:

SPETTRO DI RISPOSTA ELASTICO ED INELASTICO						
STATI LIMITE	$a(g)_0$	$d(g)_0$	$v(g)_0$	$a(g)_v$	$d(g)_v$	$v(g)_v$
SLO	0,043	0,013	0,046	0,012	0,0004	0,003
SLD	0,057	0,019	0,065	0,018	0,0007	0,004
SLV	0,157	0,065	0,187	0,084	0,0031	0,020
SLC	0,200	0,086	0,229	0,121	0,0045	0,028
$a(g)_0$ = componente orizzontale dell'accelerazione al suolo; $v(g)_0$ = componente orizzontale della velocità al suolo; $d(g)_0$ = spostamento orizzontale al suolo; $a(g)_v$ = componente verticale dell'accelerazione al suolo; $v(g)_v$ = componente verticale della velocità al suolo; $d(g)_v$ = spostamento verticale al suolo.						

Tali valori risultano tutti inferiori alle soglie di accettabilità definite dalla letteratura.



Per l'effetto di sito è stato utilizzato anche i metodi di Medvedev, 1965 e di Carrara-Rapolla, 1987. I parametri sono riportati nei certificati allegati. In ogni caso il valore di accelerazione sismica orizzontale al suolo, considerando l'incremento di intensità sismica locale  $N_1$  e il coefficiente sismico locale  $k_h$ , sarà:

$$a_0(g)^1 = k_h * F_a$$

$$F_a = 1 + [\log_{10}(N_1)] * (N_2 * N_3)$$

il parametro  $F_a$  rappresenta il fattore di amplificazione dell'accelerazione sismica mentre  $N_1$ ,  $N_2$ ,  $N_3$  sono rispettivamente i fattori di incidenza idrogeologico, morfologico e morfotettonico. In particolare essi sono compresi tra 1 e 1.3. L'incremento di intensità sismica locale è dato dalla seguente equazione:

$$N_1 = N_0 + N_w$$

dove  $N_0$  ed  $N_w$  sono, rispettivamente, il fattore di incidenza geologico e idrologico dell'incremento sismico locale. In particolare

$$N_0 = 1.67 (\log_n R_0 - \log_n R_n) = 0.774$$

con  $R_0$  e  $R_n$  rispettivamente, la rigidità del substrato di riferimento e dei terreni di superficie.

$$N_w = e^{-0.04 * z^2} = 0.00$$

dove  $z$  rappresenta la profondità della falda acquifera sotto il piano campagna. Quindi

$$N_1 = 0.774$$

mentre il fattore di amplificazione sismica ( $F_a$ ) in condizioni minime e massime, risulta:

$$F_a = 1.82$$

Anche se l'intensità sismica ( $I$ ) dovrà essere incrementata di  $N_1$  (0.774), la rigidità della copertura superficiale (0.394), secondo il metodo Carrara e Rapolla, è tale da corrispondere ad un fattore di incremento o di correzione ( $f_c$ ) del coefficiente di intensità sismica ( $c$ ) pari a 1.2. Tale valore indica che l'area di studio e il sito di interesse restino in zona sismica di appartenenza  $Z=2$  ( $S=9$  ex II Categoria) di conseguenza l'incremento di intensità non porta



alla suddivisione dell'area di studio in altre microzone (sottozone) o classi sismiche omogenee (v. tabella seguente da Carrara e Rapolla modificata).

I	R <sub>D</sub>	f <sub>c</sub>	S	sa	E	C
I	> 1.5	1.0	3	bassa	massima	più favorevoli
II	1.5 – 0.4	1.1	6	moderata	media	favorevoli
III	0.4 – 0.1	1.2	9	media	media	favorevoli
IV	< 0.1	1.3	12	alta	minima	sfavorevoli

I=intervallo; R<sub>D</sub>=Rigidità dei depositi di copertura (t/m<sup>2</sup>/s); f<sub>c</sub>=fattore di incremento sismico; S=grado di Sismicità; sa=suscettibilità all'amplificazione sismica; E=grado di edificabilità; C=condizioni per la Edificabilità.

## 16. ANALISI DI PERICOLOSITA' SISMICA

Lo studio sulla pericolosità sismica dei terreni è stato effettuato mediante:

- I. Analisi della suscettibilità alla liquefazione;
- II. valutazione del potenziale di rischio.

Gli effetti delle sollecitazioni sismiche sui terreni di fondazione (Variazioni della resistenza al taglio) sono legati, in questo caso alla componente incoerente dei depositi, prevalentemente all'angolo di attrito, alla densità relativa, alla magnitudo dell'evento sismico, all'accelerazione di picco al suolo e alla profondità della falda.

Per la valutazione della variazione quantitativa di  $\phi$ , si può fare riferimento alle proposte di Vesic e Sano secondo le seguenti equazioni:

$$\phi' (^{\circ}) = \phi - 2 \text{ (Vesic)}$$

$$\phi' (^{\circ}) = 23 - 2 = 21^{\circ}$$

con  $\phi$  angolo di resistenza al taglio in condizioni statiche.

Oppure da Sano:

$$\phi' (^{\circ}) = \phi - \arctang [C/1.4142]$$

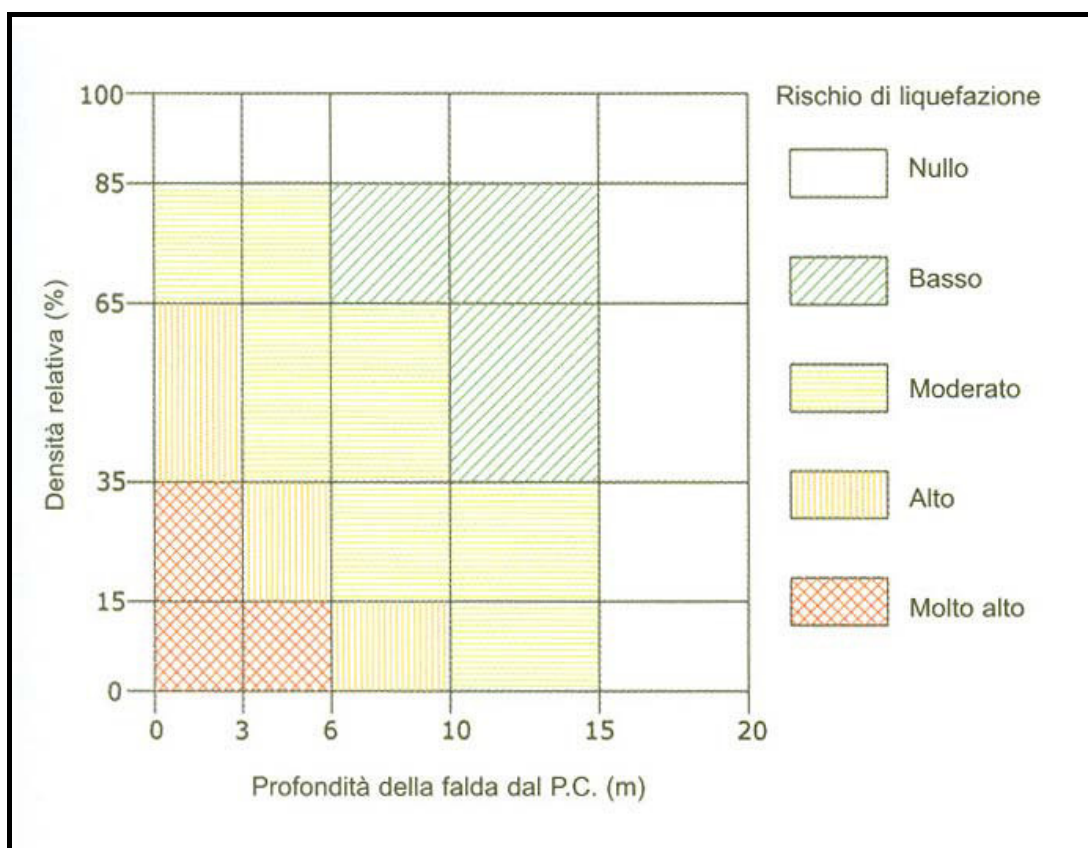
$$\phi' (^{\circ}) = 23 - 3.177 = 20.82^{\circ}$$

con C = coefficiente d'intensità sismica, ricavabile secondo l'Eurocodice 8 e ponendolo uguale  $0.5 a_{g(\text{picco})}$ , dove  $a_{g(\text{picco})}$  è l'accelerazione sismica di picco. Per valutare il processo di liquefazione in termini qualitativi sono stati utilizzati due metodi (diagrammi bidimensionali e

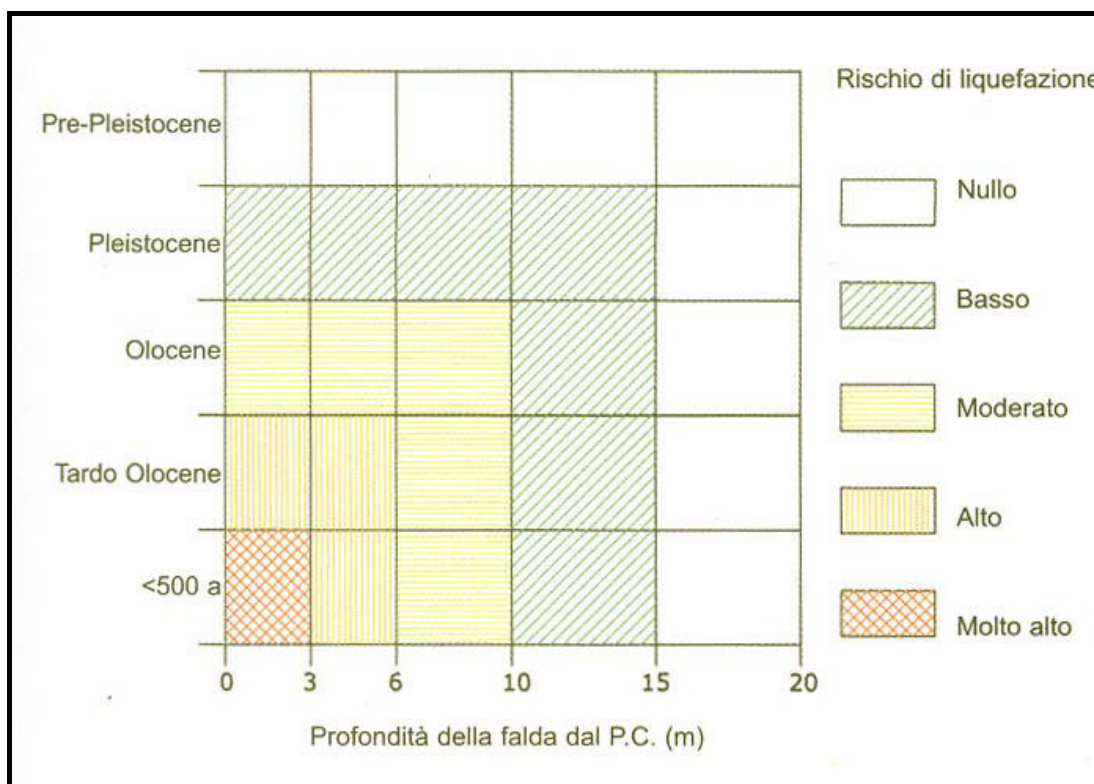




classificazione dei suoli USBR). I fattori presi in considerazione sono la falda freatica, le caratteristiche dei terreni, la loro età e la densità relativa. La scala dei valori critici (classe di rischio) del fattore considerato è stata scelta in funzione dei dati bibliografici disponibili in letteratura. La suscettibilità alla liquefazione del deposito è stata ottenuta dalla somma algebrica dei pesi attribuiti alle classi di ciascun fattore considerato. L'area in prossimità dell'incrocio degli assi (colore rosso) coincide con la zona a rischio molto elevato, l'area a destra e sopra il grafico (colore bianco) identifica la zona a rischio molto basso. L'area centrale del grafico (colore verde chiaro) identifica i depositi con rischio moderato. Tra queste e le precedenti sono inserite le aree a basso ed alto rischio di liquefazione (figg.1-2). Altro criterio qualitativo è quello basato sulla classificazione dei suoli (USBR) dove ad ogni classe di suolo è associata la probabilità di liquefazione. Nel caso specifico la classe di suolo risulta di tipo non liquefacibile e la probabilità è bassa o nulla.



**Fig.5** – Rischio Liquefazione in funzione della Densità e della profondità della falda dal p.c. (da Seed e Idriss, 1979).



**Fig.6** – Rischio Liquefazione in funzione dell'età del deposito e della profondità della falda (da Seed e Idriss, 1979).

L'analisi quantitativa della stima del rischio di liquefazione è stata effettuata utilizzando differenti modelli (Seed & Idriss, Tokimatsu & Ioshimi, Iwasaki, Juang) mediante il rapporto tra la resistenza e lo sforzo di taglio del terreno (coefficiente di sicurezza).

Parametri	metodo (Seed & Idriss)	metodo(Tokimatsu & Ioshimi)
R (kg/cm <sup>2</sup> )	1.571	1.502
T (kg/cm <sup>2</sup> )	0.813	0.912
Fs	1.93	1.64

R= resistenza alla liquefazione; T= sforzo di taglio; Fs=fattore di sicurezza.

Sulla base dei valori relativi al coefficiente di sicurezza sono stati stimati ulteriori parametri di liquefazione come l'indice e il potenziale di liquefazione (secondo Iwasaki, 1982) nonché la probabilità, la suscettibilità e il rischio alla liquefazione ed infine l'accelerazione critica oltre il quale si può avere liquefazione (secondo Juang, 2001 e 2005).

I predetti parametri sono stati calcolati utilizzando tre modelli differenti allo scopo di avere una maggiore attendibilità del dato e quindi dell'informazione specifica.



Metodo	IP <sub>L</sub>	S <sub>L</sub>	W <sub>L</sub>	P <sub>L</sub> %	R <sub>L</sub>	a(g) <sub>critica</sub>
Sonmez, 2003	nullo	bassa	basso	4.78	basso	0.181 g
Juang, 2001	nullo	bassa	basso	3.52	basso	0.181 g
Juang, 2005	nullo	bassa	basso	0.53	basso	0.181 g

IP<sub>L</sub> = indice del Potenziale di liquefazione; S<sub>L</sub> = Suscettibilità alla liquefazione; W<sub>L</sub> = Potenziale di liquefazione; P<sub>L</sub> = probabilità di liquefazione; R<sub>L</sub> = Rischio di liquefazione; a(g)<sub>critica</sub> = accelerazione critica richiesta per avere eventualmente liquefazione.

## 17. CARTA SISMICA

La sintesi dei risultati e delle informazioni sismiche ha consentito la realizzazione una mappa sismica tematica, relativa all'area di studio, ottenuta riportando sulla cartografia di base i parametri sismici calcolati ed osservati come per esempio la categoria di suolo, la microzona sismica, il coefficiente di correzione (fc) e la velocità delle onde di taglio. Inoltre sono riportate informazioni sui fenomeni di risonanza e di liquefazione che potrebbero verificarsi in seguito ad un terremoto di progetto (Metodo Gumbel), come per esempio la probabilità di accadimento, la magnitudo, l'intensità macrosismica, l'accelerazione al suolo, la zona sismica, il grado di sismicità e il coefficiente di accelerazione sismica massimo e di picco (all.8).

## 18. ANALISI DI STABILITA'

La stabilità dei terreni è stata effettuata in termini semi-quantitativi, su considerazioni di carattere topografico e morfologico in quanto la zona risulta a carattere sub-pianeggiante. Tale analisi, vista la conformazione morfologica del sito di interesse e del suo intorno, suggerisce le seguenti informazioni:

- L'inclinazione e la pendenza dei terreni, lungo una ipotetica sezione di riferimento, risultano prossime al valore nullo e comunque di gran lunga inferiori ai valori di pendenza critica (20° - 40°) forniti dalla letteratura;
- Profilo topografico regolare con assenza di gradienti altimetrici e salti morfologici;



- Curvatura e andamento delle isoipse regolare ed equispaziate tale da non individuare zone morfologicamente predisposte a fenomeni potenziali di dissesto.

## 19. ANALISI DI COMPATIBILITA' E VALUTAZIONE DEL RISCHIO

L'analisi di compatibilità dell'intervento con la pianificazione di Bacino (in questo caso) è stata effettuata mediante la valutazione del rischio (R) generato dalla tipologia di intervento. Tale valutazione è stata effettuata sulla base degli schemi di cui all'allegato delle Norme di Attuazione del PAI 2011. In particolare è stata utilizzata la seguente relazione  $R=P*D$ , dove "P" rappresenta la pericolosità e "D" il danno potenziale atteso.

Poiché il sito di interesse è classificato a pericolosità nulla o comunque moderata (P1), mentre secondo il PRG/PUC e la carta degli elementi antropici, è classificato con un grado di danno potenziale atteso D3, è stato calcolato (attraverso la seguente matrice) il rischio dovuto alla tipologia di intervento che risulta di tipo Moderato pari a R1 (valore, inferiore alla soglia di accettabilità, ottenuto dal prodotto matriciale  $D3*P1$ ).

<b>RISCHIO IDROGEOLOGICO (FRANA, COLATA E IDRAULICO)</b>				
<b>Danno Potenziale Atteso</b>	<b>PERICOLOSITA'</b>			
	<b>P4</b>	<b>P3</b>	<b>P2</b>	<b>P1</b>
<b>D4 (altissimo)</b>	R4	R3	R2	R1
<b>D3 (alto)</b>	R3	R3	R2	R1
<b>D2 (medio)</b>	R2	R2	R2	R1
<b>D1 (basso)</b>	R1	R1	R1	R1

Anche nel caso in cui si voglia attribuire, all'area di interesse che risulta urbanizzata, un valore di danno potenziale atteso più severo pari a D4, il rischio calcolato, in area a pericolosità moderata P1, risulta sempre pari a R1 (cioè accettabile e compatibile con la normativa di piano vigente). L'area di interesse, secondo le Norme di Attuazione del Piano Stralcio Regionale (PAI), è classificata (all.12-14):

- pericolosità e rischio da frana trascurabile;
- pericolosità e rischio idraulico trascurabile (P1-R1);
- pericolosità e rischio inondazioni trascurabile (fasce fluviali) P1-R1;



- pericolosità e rischio da colata trascurabile (P1-R1);
- rischio e pericolosità inventario frane trascurabile (P1-R1).

## **20. STIMA E PREVISIONE DEI CEDIMENTI**

Infine i cedimenti del terreno, considerando infatti la natura di questi depositi, possono essere sia immediati di modesta entità, legati alla componente granulometrica più grossolana e al disturbo arrecato al terreno da eventi naturali e antropici, che a lungo termine dovuti alla consolidazione della componente limoso-argillosa. I carichi, sia permanenti che accidentali, cui andrà soggetto il terrapieno, non condizionano la stabilità meccanica dello stesso purchè ci siano opere di sostegno opportunamente dimensionate. In queste condizioni è lecito attendersi che l'entità dei cedimenti, essendo funzione diretta del carico applicato sia estremamente modesta e la possibilità di avere cedimenti differenziati, teoricamente pericolosi, sia minima o quasi trascurabile.

## **21. DESCRIZIONE OPERE DI MITIGAZIONE**

L'opera essendo di natura privata (non pubblica) non è soggetta obbligatoriamente al piano di controllo e monitoraggio data la tipologia di opera (realizzazione fabbricato plurifamiliare); in ogni caso non esistono cause, motivazioni e/o condizioni tali da sottoporre il sito di interesse a controlli e monitoraggi continui o periodici dal momento in cui si realizza la chiusura. Comunque si raccomanda la pulizia e un adeguato sistema di drenaggio, sia orizzontale che verticale, delle acque idro-meteo-pluviometriche al fine di dissipare le sovrappressioni neutre ed evitare l'insorgere di gradienti udometrici. Infine visto l'intervento del piano interrato per i 2/3 in falda sarà necessario realizzare opere di impermeabilizzazione e di isolamento della falda superficiale utilizzando apposito cemento additivato con minerali cristallizzanti a contatto con l'acqua.



## 22. CONCLUSIONI

I dati di campagna, delle indagini geognostiche e bibliografici, hanno permesso di effettuare le seguenti considerazioni al fine di meglio comprendere la reale o più probabile situazione del sottosuolo dell'area di interesse e del sito in esame. In particolare:

- Le fonti storiche e bibliografiche suggeriscono che l'area non è stata caratterizzata, in passato da fenomeni ascrivibili ad instabilità del complesso sabbioso-piroclastico, da dissesti superficiali e franosi (IFFI, AVI, PSAI);
- Il dato geognostico indica e conferma, una stabilità dello strato fondale;
- Il dato derivato dal rilevamento geomorfologico e dalla fotointerpretazione suggerisce l'assenza di fenomeni di dissesto; inoltre l'analisi dei dati presenta uno scenario geomorfologico che indica assenza di trasporto e di erosione lineare e superficiale. Infatti la velocità di deflusso delle acque di superficie è molto attenuata e/o smorzata dai bassi valori di pendenza ed acclività.
- I risultati delle analisi di stabilità forniscono valori del fattore di sicurezza maggiore del valore di soglia minima al di sotto del quale si possono innescare fenomeni di dissesto reale.
- Per quanto concerne l'assetto idraulico, le oscillazioni della falda nonché il deflusso delle acque superficiali, nei periodi di maggiore apporto pluviometrico, non condizionano i terreni; pertanto non sono da temersi fenomeni di liquefazione, di sifonamento e/o piping. Infatti la falda di superficie risulta posizionata ad una profondità di 1.20 m sotto l'attuale piano di campagna mentre quella di base a profondità di circa 5.00 m cioè al livello del mare.
- In termini geotecnici i parametri fisico-meccanici evidenziano un assetto geomeccanico dei terreni di fondazione tale da assorbire regolarmente i carichi e/o sovraccarichi indotti dalla struttura in elevazione;



➤ In termini sismici:

1. la non coincidenza delle frequenze dominanti del segnale sismico in ingresso (intorno a 1.8 Hz), relativo al terremoto di progetto, e quelle naturali del sottosuolo porta a concludere che si possono escludere fenomeni di risonanza e doppia risonanza se si considera il periodo proprio di oscillazione della maggior parte dei manufatti sia compreso nell'intervallo 2-10 Hz;
2. L'incremento dell'intensità sismica è tale da non suddividere l'area in zone a diverso comportamento sismico in quanto essa si presenta litologicamente omogenea o comunque senza importanti variazioni sia laterali che verticali;
3. I valori pesati delle onde di taglio alla profondità di 30.00 m dal p.c. indicano che i terreni analizzati sono classificabili come **Categoria C** dei suoli di fondazione in quanto i valori di velocità delle onde di taglio  $V_{s30}=354$  m/s, ricadono nell'intervallo di velocità compreso tra 180 e 360 m/s.
4. L'azione sismica di progetto non produce variazioni negative nelle caratteristiche meccaniche dei terreni allo strato fondale, tale da indurre fenomeni di liquefazione e/o sifonamento.

Sotto queste condizioni l'intervento da realizzare (realizzazione fabbricato plurifamiliare):

- E' compatibile con le classi di rischio e pericolosità da frana.
- Non peggiora le condizioni di funzionalità idraulica esistente;
- Non costituisce in nessun caso fattore di aumento del rischio frana o colata detritica;
- Non crea danno potenziale alle aree e alle strutture limitrofe;
- Non modifica la configurazione orografica attuale;
- Non costituisce un ostacolo significativo al regolare normale deflusso delle acque;
- Non peggiora le condizioni di Rischio Sismico;
- Non costituisce punto di criticità sismica;



- non pregiudica gli interessi tutelati dalle misure di salvaguardia dal rischio sismico.
- Non peggiora le condizioni di sicurezza del territorio e di difesa del suolo.

In conclusione l'intervento da realizzare risulta **fattibile, conforme e compatibile** sia dal punto di vista geologico che idraulico nonché sismico in quanto le opere non creano dissesto idrogeologico nella zona e non pregiudicano gli interessi tutelati dalle misure di salvaguardia dai rischi idrogeologico e sismico e non si evidenziano particolari limitazioni per la presenza delle opere.

**C/Mare di Stabia, 28/05/2018**

Il Tecnico

**(Dr. Geol. Omar Scala)**







## 23. RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- Aprile F., Brancaccio L., Carannante G., Cravero E., Cinque A., Nocera S., Guida M., Iaccarino G., Ortolani F., Pescatore T., Sgrosso I., Torre M. (1978).** Dati preliminari sulla neotettonica. Prog. Fin. Geodin. Pubbl. n.155
- Boschi E., favali P., Frugoni F., Scalera G., Smriglio G., 1992.** Mappa della massima intensità macrosismica risentita in Italia. I.N.G. - Roma
- Cancani-Sieberg, (1930).** Geologie der Erdhede. Handbuch der Geophysik, 2, 4.
- Capaldi G., Civetta L., Gyllot P.Y. (1985).** Geochronology of Plio-Pleistocene volcanic rocks from Southern Italy. Rend. Soc. Ital. Min. Petrol. 4: 25-44.
- Carta geologica d'Italia Foglio 185 (Salerno) IGM. Scala 1:100000.**
- Carta Topografica d'Italia Foglio 466 (Sorrento) I.G.M. Scala 1:25000.**
- CASTELLANI A., (1981).** "Costruzioni in zona sismica". Masson Italia (ed.).
- Celico P. & Corniello A. (1979).** Idrodinamica, potenzialità e possibilità di sfruttamento delle risorse idriche sotterranee dei monti Lattari (Campania). Mem. e Note Ist. Geol. Appl., 15: 1-28, Napoli.
- Celico P. & De Riso R. (1978).** Il ruolo della valle caudina nella idrogeologia del casertano e del sarnese (Campania). Mem. E Note Ist. Geol. Appl., 14: 1-24, Napoli
- Celico P., Aliberti F., Biscardi D., De Fusco R., Mazzacca F.R., Paletti A. (1986).** Relazioni tra idrodinamica sotterranea e caratteristiche fisico-chimiche delle acque minerali di Castellammare di Stabia. Atti Congr. Intern. Ig. Med. Term., Castellammare di Stabia (NA): 127-144.
- Celico P., Malafronte A., & Piscopo V. (1991).** Bilancio ideologico e idrodinamica della Piana del sarno (SA). Atti I Conv. Naz. Giv. Ric., geol. Appl., 93: 279-306, Milano.
- Celico P., Stanzone D., Esposito L., Ghiara M. R., Piscopo V., Caliro S., La Gioia P. (1997).** Caratterizzazione idrogeologica e idrogeochimica dell'area vesuviana. Boll. Soc. Geol. It., 116.
- Civita M., De Medici G.B., De Riso R. & Nicotera P., Nota D'Elogio E. (1973).** Memoria descrittiva della carta idrogeologica della Campania nord-occidentale. Atti II Conv. Int. Acque Sott., Palermo:1-39.
- Civita M., De Riso R. & Nicotera P. (1970).** Sulla struttura idrodinamica alimentante le sorgenti del fiume Sarno e le falde pedemontane profonde della parte sud-orientale della Conca Campana. Atti I Conv. Int. Acque Sott., Palermo: 341-377.
- COULOMB C. A. (1976).** Essai sur une application des Règles des maximis et minimis à quelques problèmes de statique à l'architecture. Mèm Acad. Roy Sc., Paris, 3: 38.
- Finetti I., & Morelli C. (1974).** Esplorazione sismica a riflessione dei golfi di Napoli e Pozzuoli. Boll. Geof. Teor. App. 16.
- TERZAGHI K., PECK R.B., (1948).** Geotecnica. UTET
- Alessio G., E. Esposito, G. Luongo, A. Gorini, S. Porfido (1993).** Identification of seismogenic areas in the Southern Apennines, Italy. Annali di Geofisica vol. XXXVI.
- Chavez-Garcia F. J., Rodriguez M. e Stephenson R., 2006.** Subsoil structure using SPAC measurements along a line, Bull. Seismol. Soc. Am., 96 (2), 729-736.
- Cologne area, Bull. Seism. Soc. Am., 92, 2521-2527



- D'Amico V., Albarello D., Baliva F., Picozzi M. e Agili F., 2006.** Site response characterization of the Florence urban area (Italy) using seismic noise measurements. 1st European Conference on Earthquake Engineering and Seismology, Geneva, Switzerland, Abstract Book, 333.
- De Vivo B., D. Dietrich, I. Guerra, G. Iannaccone, G. Luongo, P. Scandone, R. Scarpa, E. Turco (1979).** Carta sismotettonica preliminare dell'Appennino Meridionale. Pubbl. n.166, C.N.R. Progetto Finalizzato Geodinamica.
- Delgado J., López Casado C., Estévez A., Giner J., Cuenca A., Molina S., 2000b.** Mapping soft soils in the Segura river valley (SE Spain): a case study of microtremors as an exploration tool, *J. Appl. Geophys.*, 45, 19-32.
- Delgado J., Lopez Casado C., Giner J., Estevez A., Cuenca A. e Molina, S., 2000.** Microtremors as a geophysical exploration tool: applications and limitations, *Pure Appl. Geophys.*, 157, 1445–1462.
- Delgado J., Lopez Casado C., Giner J., Estevez A., Cuenca A., Molina S., 2000a.** Microtremors as a geophysical exploration tool: applications and limitations, *Pure Appl. Geophys.*, 157, 1445-1462.
- Esposito E., S. Porfido, G. Luongo, S.M. Petrazzuoli (1992).** Damage scenarios induced by the major seismic events from XV to XIX century in Naples city with particular reference to the seismic response. Proc. 10th World Conf. on Earthquake Engineering, Madrid.
- Esposito E., S. Porfido, S.M. Petrazzuoli (1995).** Analisi degli effetti differenziati nei centri storici: l'esempio di Napoli . Accademia Nazionale dei Lincei, Roma.
- Fah D., Kind F. e Giardini D., 2001.** A theoretical investigation of average H/V ratios, *Geophys. J. Int.*, 145, 535–549. Field E.H., Jacob, K., 1993. The theoretical response of sedimentary layers to ambient seismic noise, *Geophys. Res. Lett.*, 20–24, 2925–2928.
- Finetti I., & Morelli C. (1974).** Esplorazione sismica a riflessione dei golfi di Napoli e Pozzuoli. *Boll. Geof. Teor. App.* 16.
- Gallipoli R., La Penna V., Lorenzo P. et al., 2000.** Comparison of geological and geophysical prospecting techniques in the study of a landslide in southern Italy, *European J. Environm. and Eng. Geophys.*, 4, 117-128.
- Grandori G., Perotti F., Tagliani A.(1987).** On the Attenuation of Macroseismic Intensity with Epicentral Distance. *Ground Motion and Engineering Seismology.* A.S. Cakmak Ed., Elsevier.
- Guidoboni E. (1989).** I Terremoti prima del Mille in Italia e nell'area mediterranea; I.N.G. Storia, Archeologia, Sismologia. Ed. SGA Bologna.
- Hinzen K.-G., Scherbaum F., Weber B., 2004.** On the resolution of H/V measurements to determine sediment thickness, a case study across a normal fault in the Lower Rhine embayment, Germany, *J. Earthq. Eng.*, 8, 909-926.
- Ibs-von Seht M. e Wohlenberg J., 1999.** Microtremor Measurements used to map thickness of soft sediments, *Bull. Seismol. Soc. America*, 89, 250-259.
- Kanai K., 1957.** The requisite conditions for predominant vibration of round, *Bull. Earthquake Res. Inst. Tokyo Univ.*, 31, 457. Lachet C. e Bard P.Y., 1994. Numerical and theoretical investigations on the possibilities and limitation of Nakamura's technique, *J. Phys. Earth*, 42, 377-397.
- Lermo J., Chavez-Garcia F.J., 1993.** Site effect evaluation using spectral ratios with only one station, *Bull. Seismol. Soc. Am.*, 83, 1574 - 1594. Lermo J., Chavez-Garcia F.J., 1994. Are microtremors useful in site response evaluation?, *Bull. Seismol. Soc. Am.*, 84, 1350 - 1364.
- Milano G., Vilardo G., Ricciardi G.P., Luongo G., (1991).** Attività sismica del golfo di Napoli. Atti del X Convegno Annuale del Gruppo Nazionale di geofisica della terra Solida; 933-942.

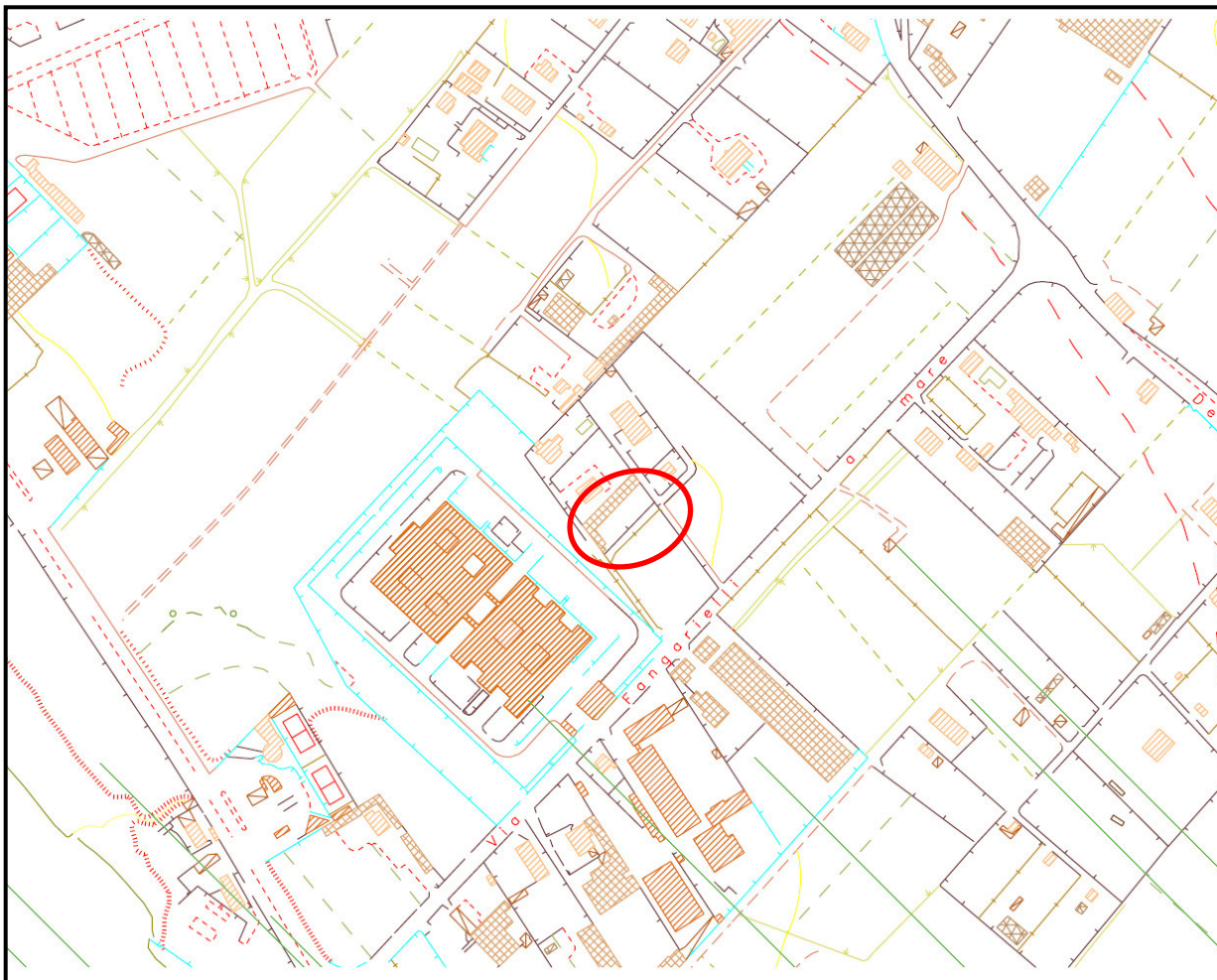


- Mucciarelli M. e Gallipoli M.R., 2001.** A critical review of 10 years of microtremor HVSR technique, *Bollettino di Geofisica Teoria ed Applicata*, 42, 255-266.
- Mucciarelli M. e Gallipoli M.R., 2006.** Comparison between Vs30 and other estimates of site amplification in Italy, *Conf. Eartq. Eng. And Seismol.*, Geneva, 3-8 Sept. 2006, no. 270.
- Nakamura Y., 1989.** A method for dynamic characteristics estimates of subsurface using microtremor on the round surface, *QR of RTRI*, 30, 25-33.
- Nogoshi M. e Igarashi T., 1970.** On the propagation characteristics of microtremors, *J. Seism. Soc. Japan*, 23, 264-280.
- Ohori M., Nobata A. e Wakamatsu K., 2002.** A comparison of ESAC and FK methods of estimating phase velocity using arbitrarily shaped microtremor arrays, *Bull. Seismol. Soc. Am.*, 92 (6), 2323-2332.
- Orsi G., Civetta L., Del Gaudio C., de Vita S., Di Vito M.A., Isaia R., Petrazzuoli S.M., Ricciardi G.P., Ricco C., 1999.** Short-term ground deformations and seismicity in the resurgent Campi Flegrei caldera (Italy): an example of active block-resurgence in a densely populated area. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 91 (1999), pagg. 415-451.
- Orsi G., Gallo G., Zanchi A., (1991).** Simple-shearing resurgence in caldera depression: a model from Pantelleria and Ischia. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 47, 1-11.
- Parolai S., Bormann P., Milkereit C., 2002.** New relationships between Vs, thickness of sediments and resonance frequency calculated from H/V ratio of seismic noise for the Pratt, <http://faculty.washington.edu/tpratt/frequencies.htm> Quick estimates of soft sediment thicknesses from ambient noise horizontal to vertical spectral ratios: a case study in southern Italy, *J. Earthq. Eng.*, 8, 895-908.
- Sabetta F. & Pugliese A.(1987).** Attenuation of peak horizontal acceleration and velocity from Italian strong-motion records. *Bull. Seismol. Soc. Am.* 77:1419-1513.
- Scherbaum F., Hinzen K.-G., Ohrnberger M., 2003.** Determination of shallow shear wave velocity profiles in the Cologne, Germany area using ambient vibrations, *Geophys. J. Int.*, 152, 597-612.
- SESAME, 2005.** <http://sesame-fp5.obs.ujf-grenoble.fr/index.htm>.

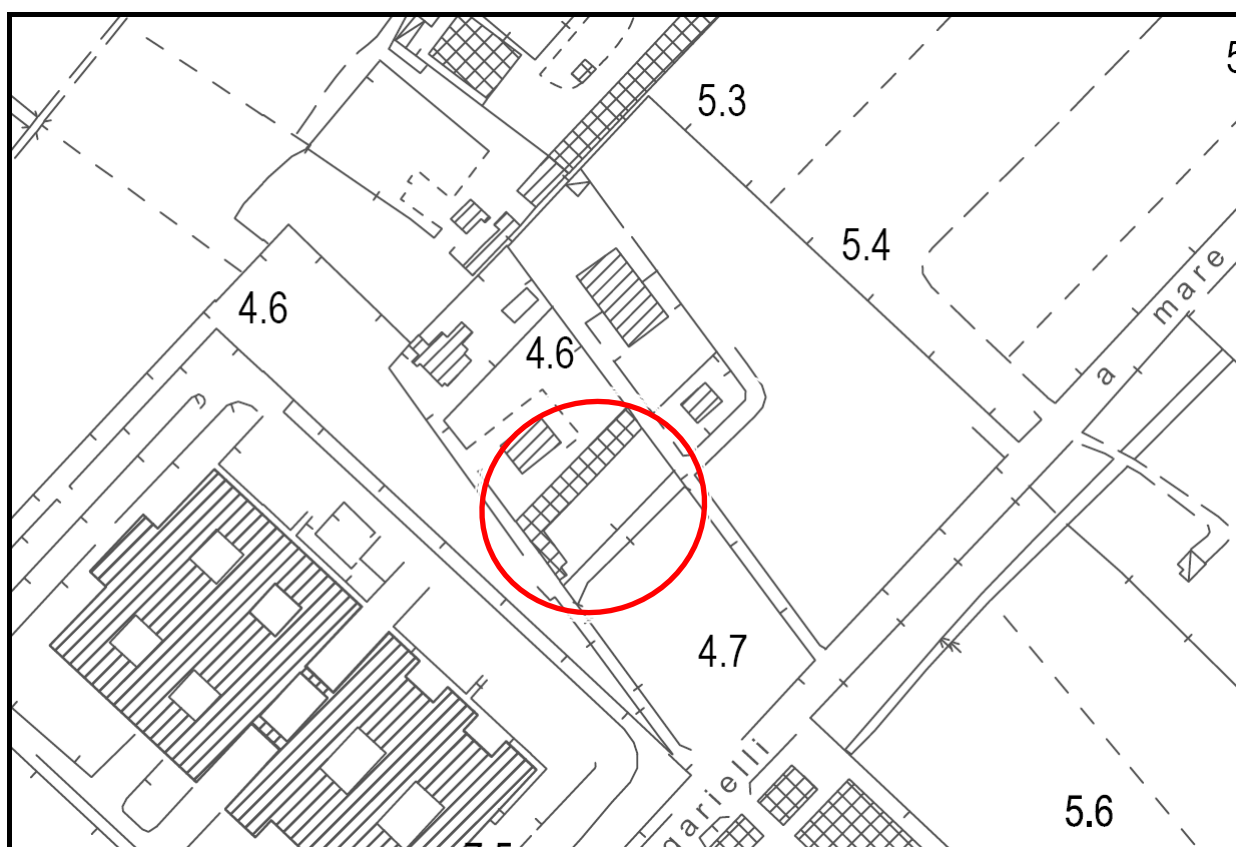


All.1 –Mappa satellitare dell’area di studio; il cerchio rosso indica il sito di interesse.

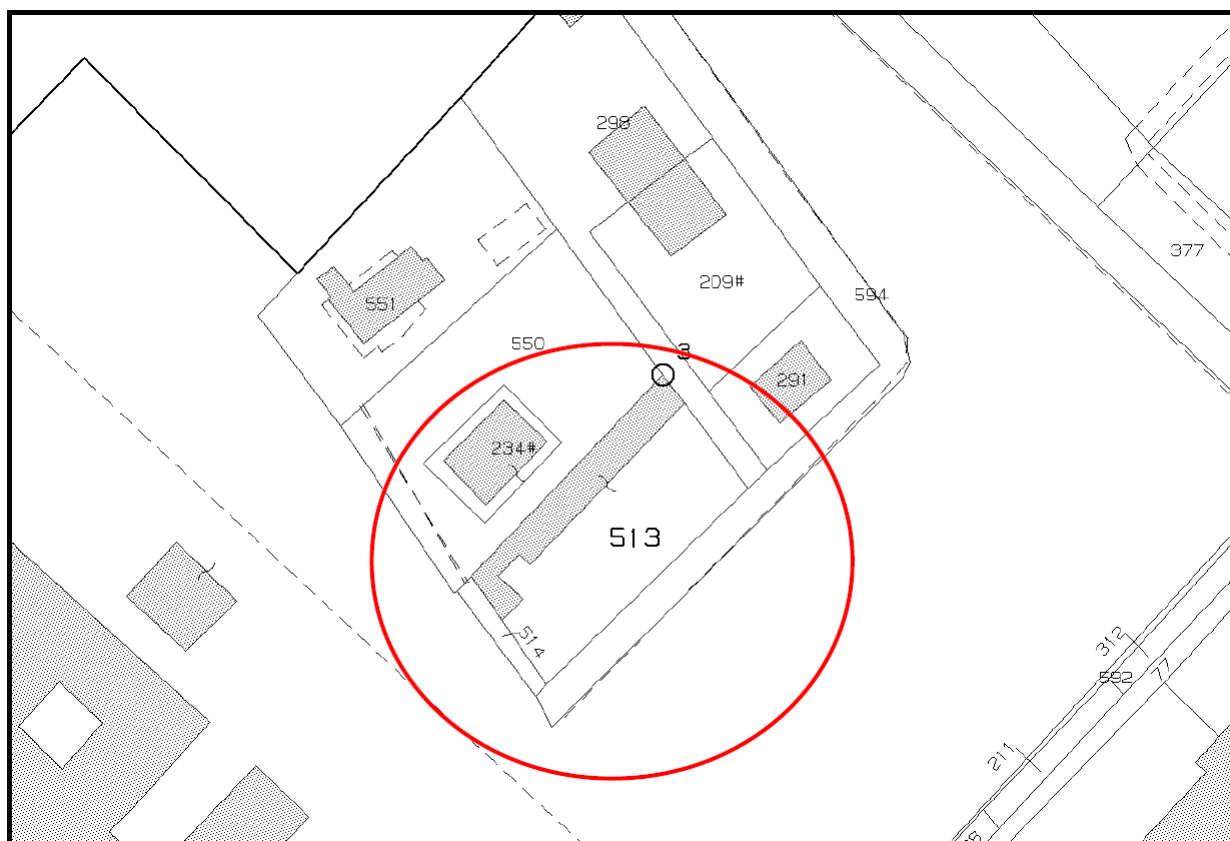




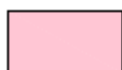
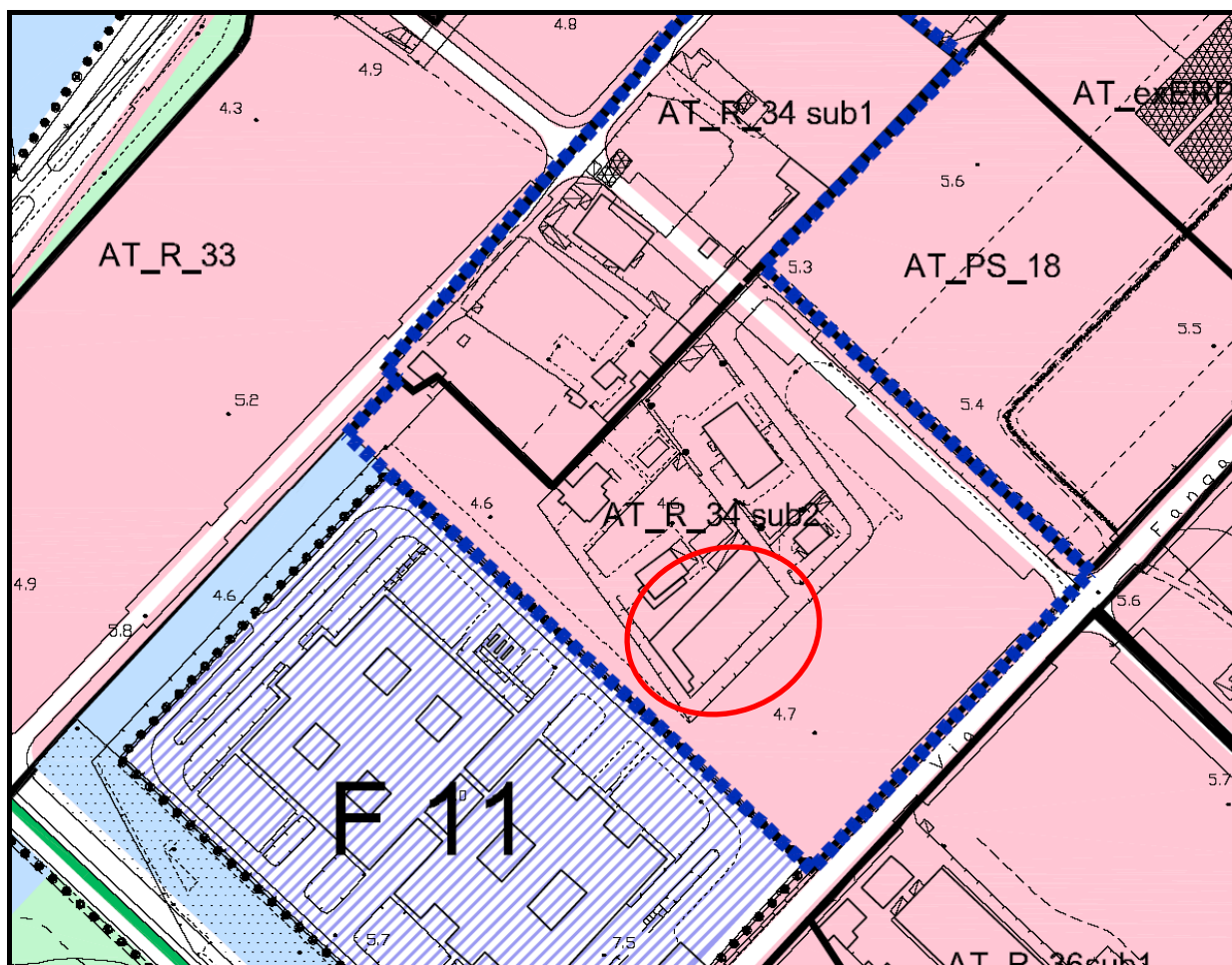
**All.2** – Topografia dell'area studiata e inquadramento territoriale planimetrico; il cerchio indica il settore di studio.



**All.3** –Stralcio areeofogrammetrico dell'area di studio; il cerchio rosso indica il sito di interesse.



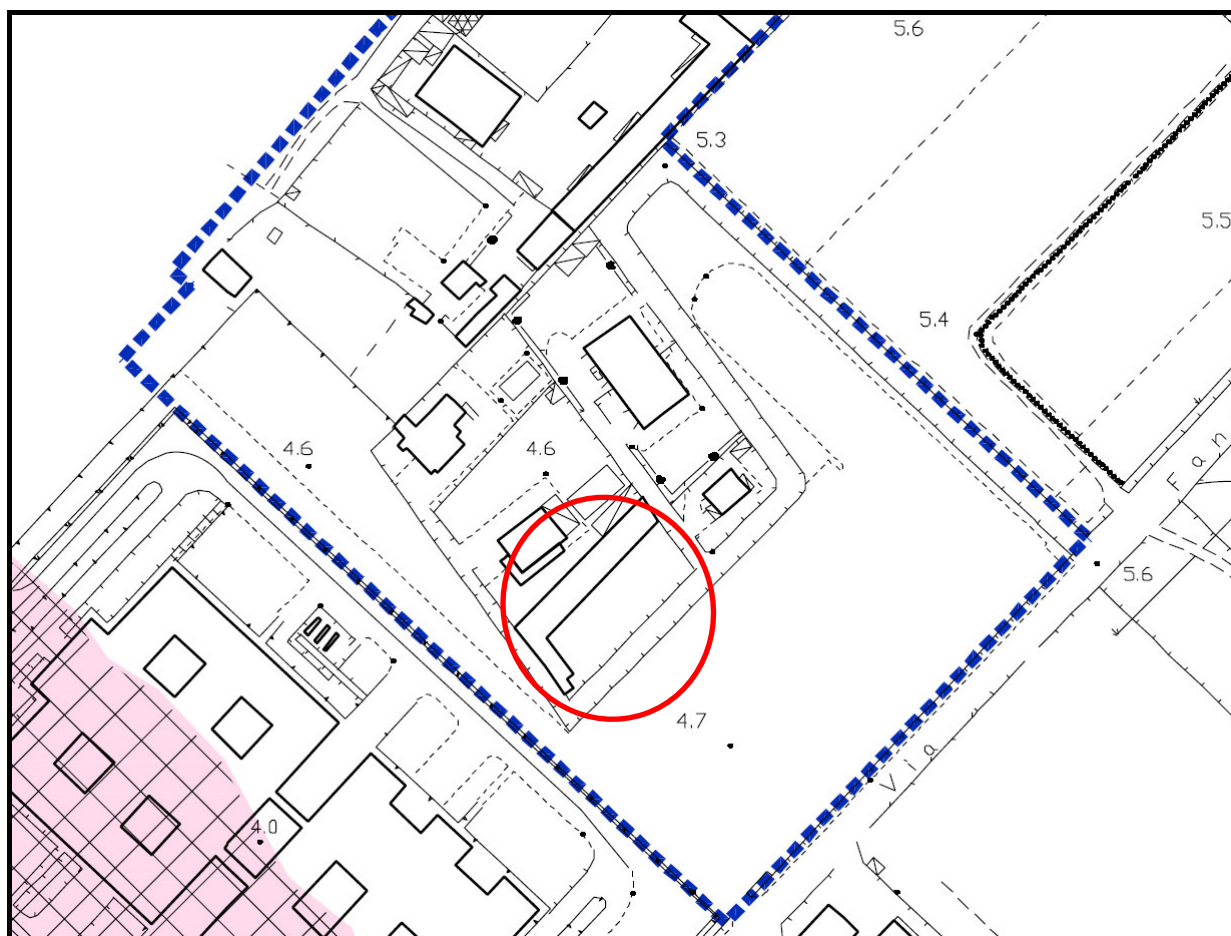
**All.4** –Stralcio catastale dell’area di studio; il cerchio rosso indica il sito di interesse.



ZONA OMOGENEA B

All.5 –Stralcio PUC dell'area di studio; il cerchio rosso indica il sito di interesse.





**FASCE DI RISPETTO**

- Nuova delimitazione del centro abitato
- Autostrade e tangenziali (L.R. 14/82)
- Ferrovia (L.R. 14/82)
- Cimitero (L.R. 14/82)

- Fiumi e torrenti (L.R. 14/82)
- Elettrodotti (D.P.C.M. 23/04/1992)
- Fascia di rispetto dell'impianto di depurazione
- Delimitazione centri edificati ai sensi della L. 865/71

**BENI CULTURALI ED AMBIENTALI**

- Vinc. di rispetto ex art.21 (L. 1089/39)
- Vincolo BAPPSAD
- Vincolo archeologico
- Vincolo paesaggistico

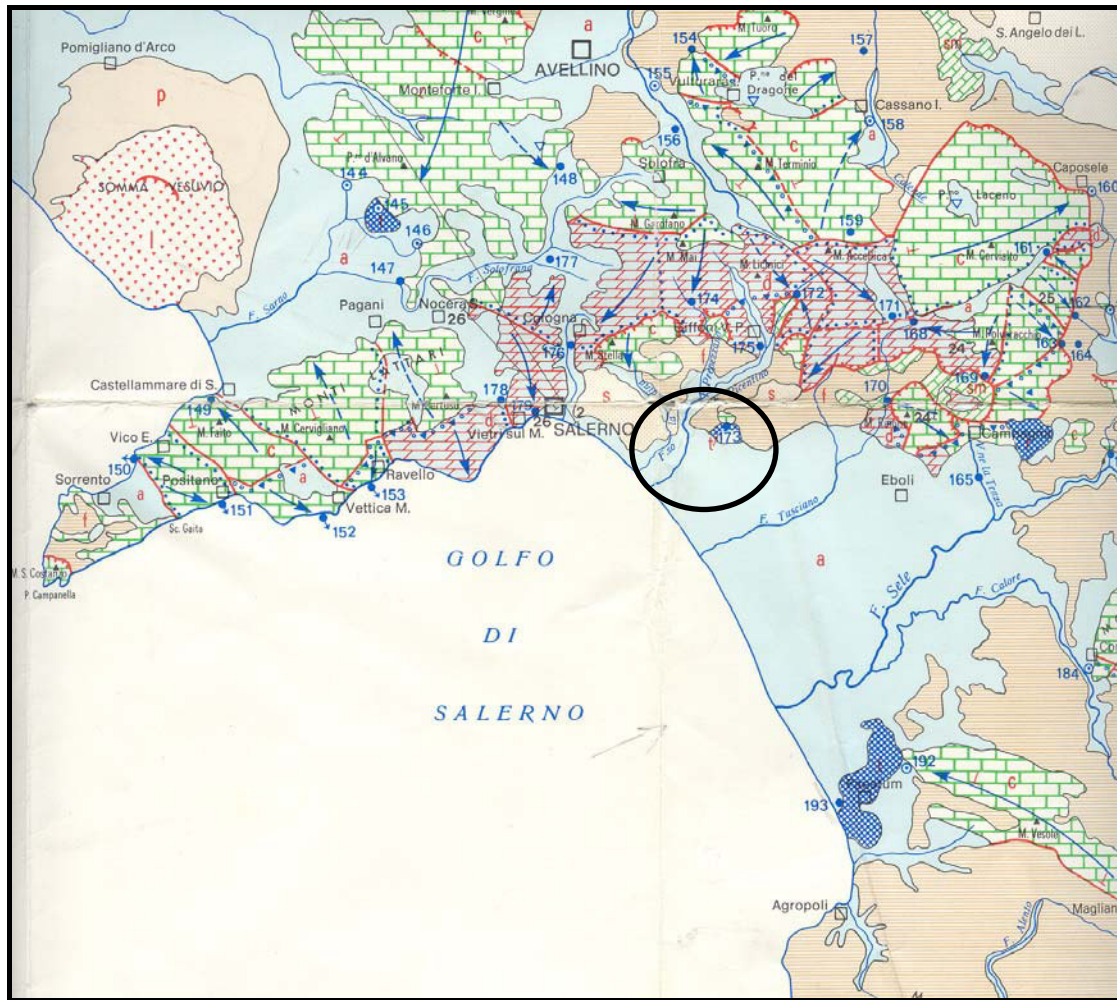
**VINCOLI DI NATURA IDROGEOLOGICA**

- Vincolo idrogeologico (R.D. 3267/23)

- Ambito applicazione misure di salvaguardia della costa adottate dall'Autorità di Bacino destra Sele (BURC 06/12/2004)

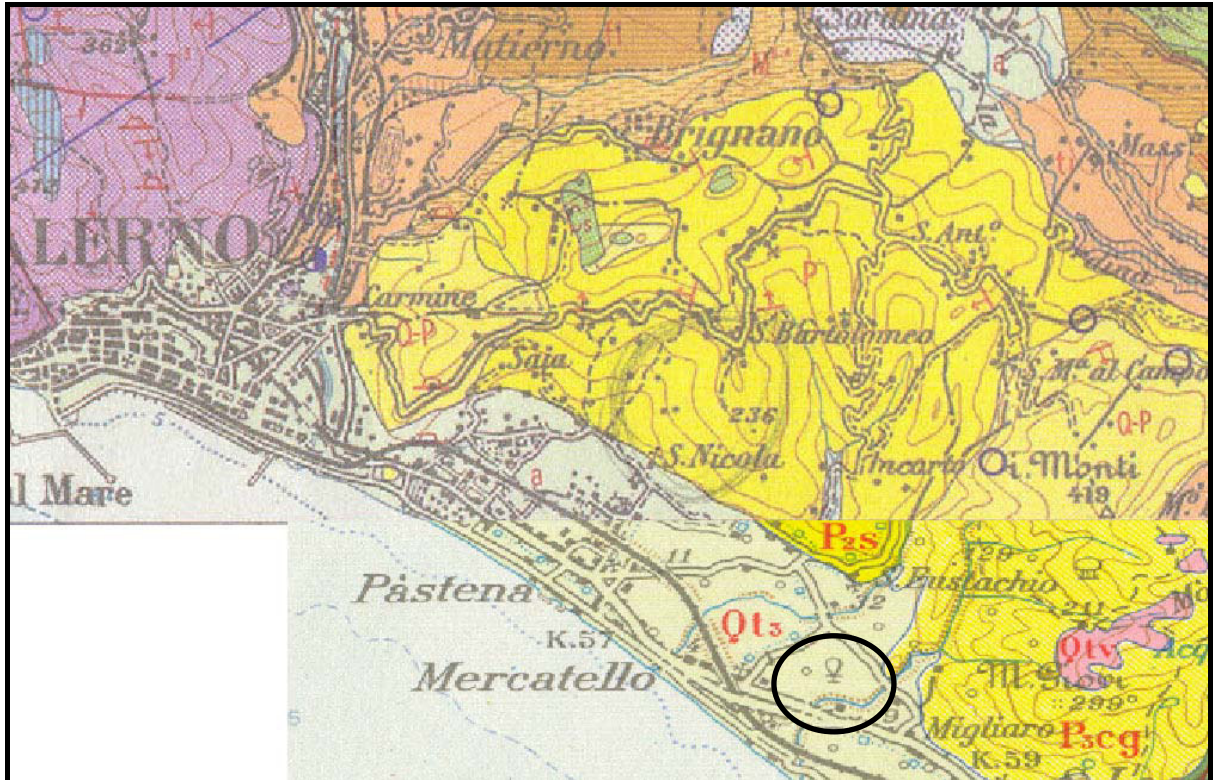
**All.6**–Stralcio del PUC inerenti ai vincoli esistenti dell'area di studio; il cerchio rosso indica il sito di interesse.





**Al.8** – Carta idrogeologica; i colori indicano litotipi con caratteristiche idrodinamiche differenti (il cerchio indica l'area di studio).





### Legenda:

Qt<sub>3</sub>= sabbie; P<sub>2</sub>S= sabbie e arenarie; Qtv= piroclastici rimaneggiati;

P<sub>3</sub>cg= puddinghe;

Q-P= puddinghe poligeniche plio-pleistoceniche;

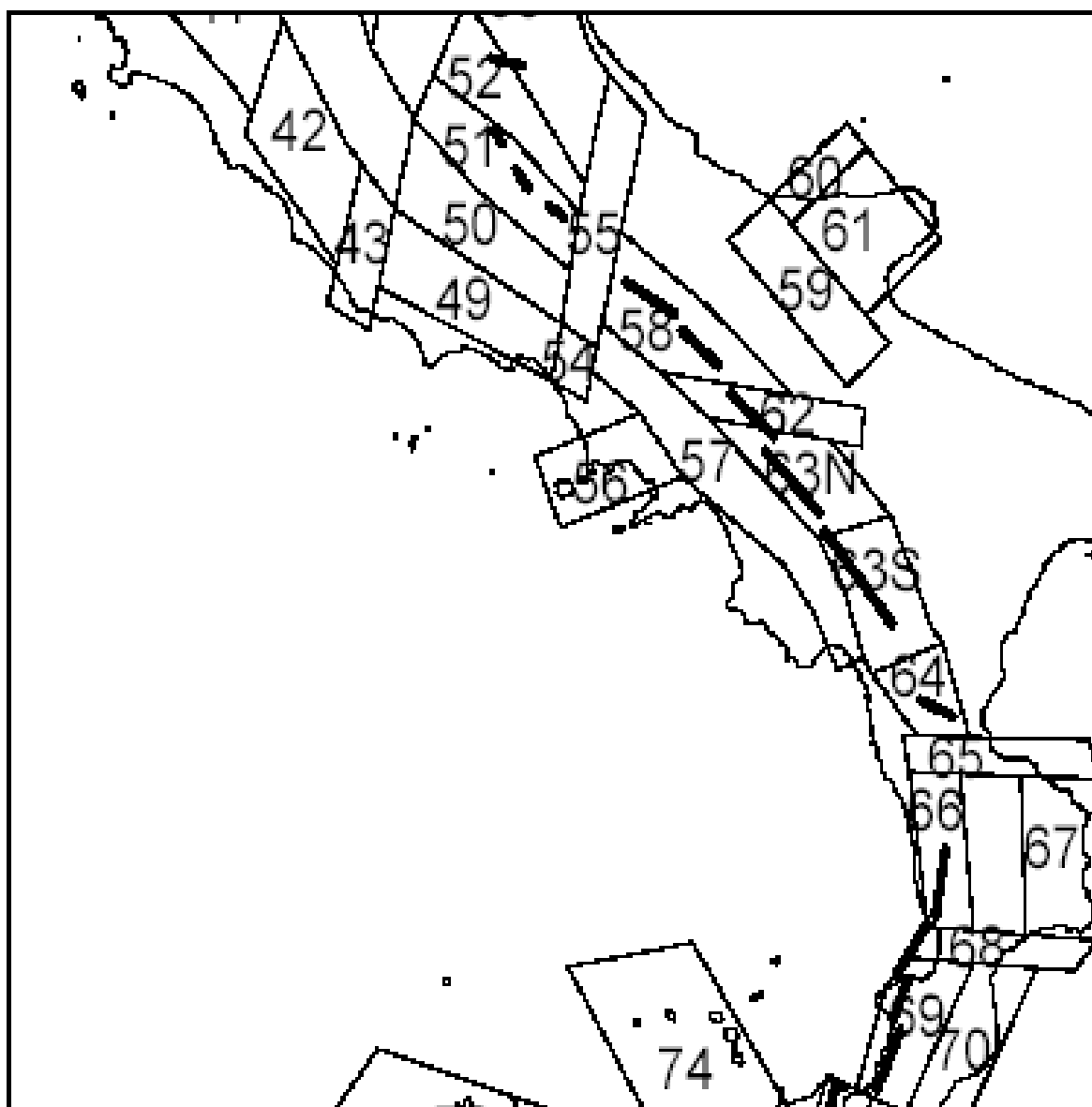
Cs<sup>5</sup>= calcarei cretatici con fossili;

M<sup>5-4</sup>=argille marnose e sabbioso-siltose a matrice arenacea;

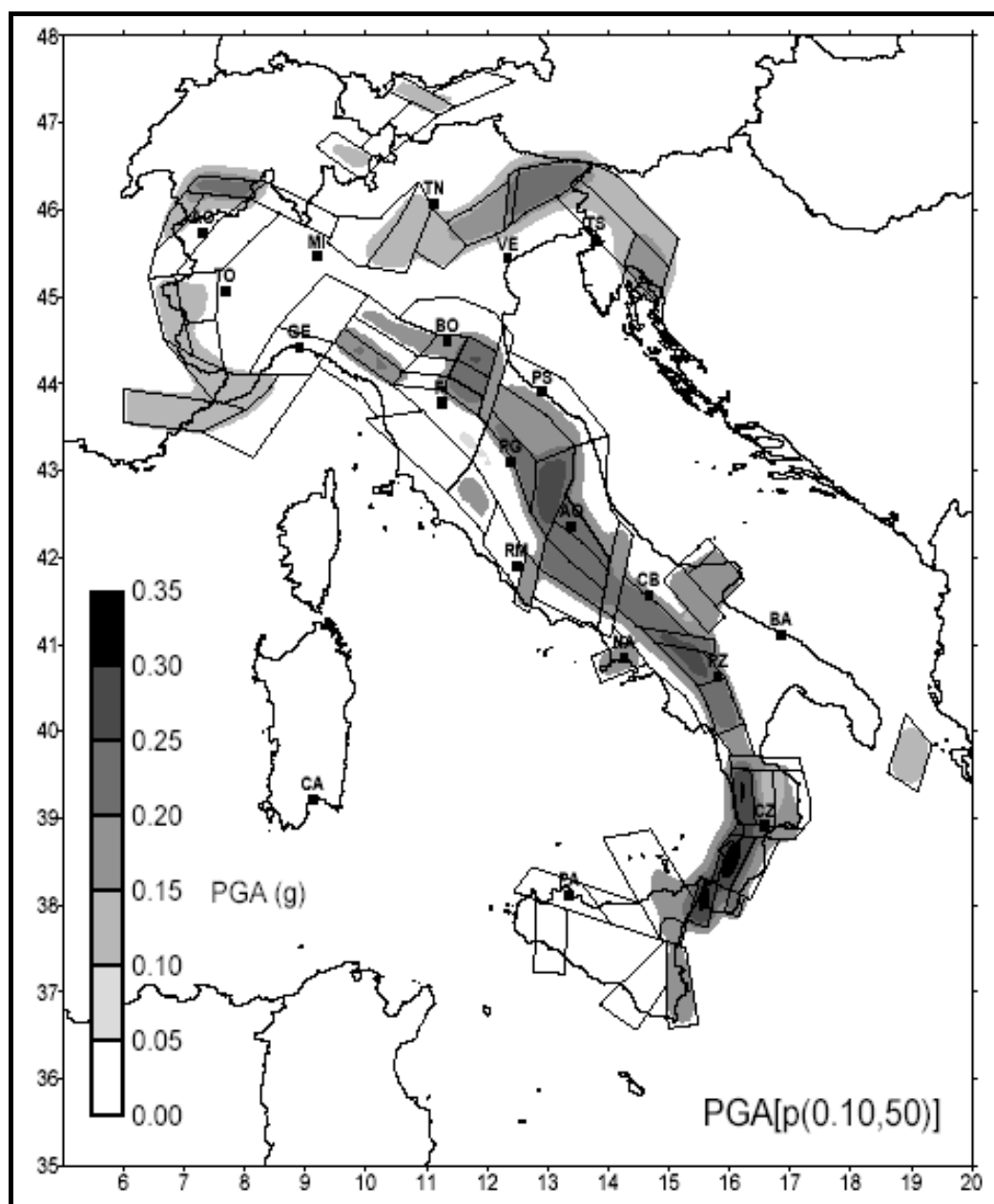
P= sabbie gialle stratificate plioceniche;

a= sabbie, ghiaie e lapilli rimaneggiati.

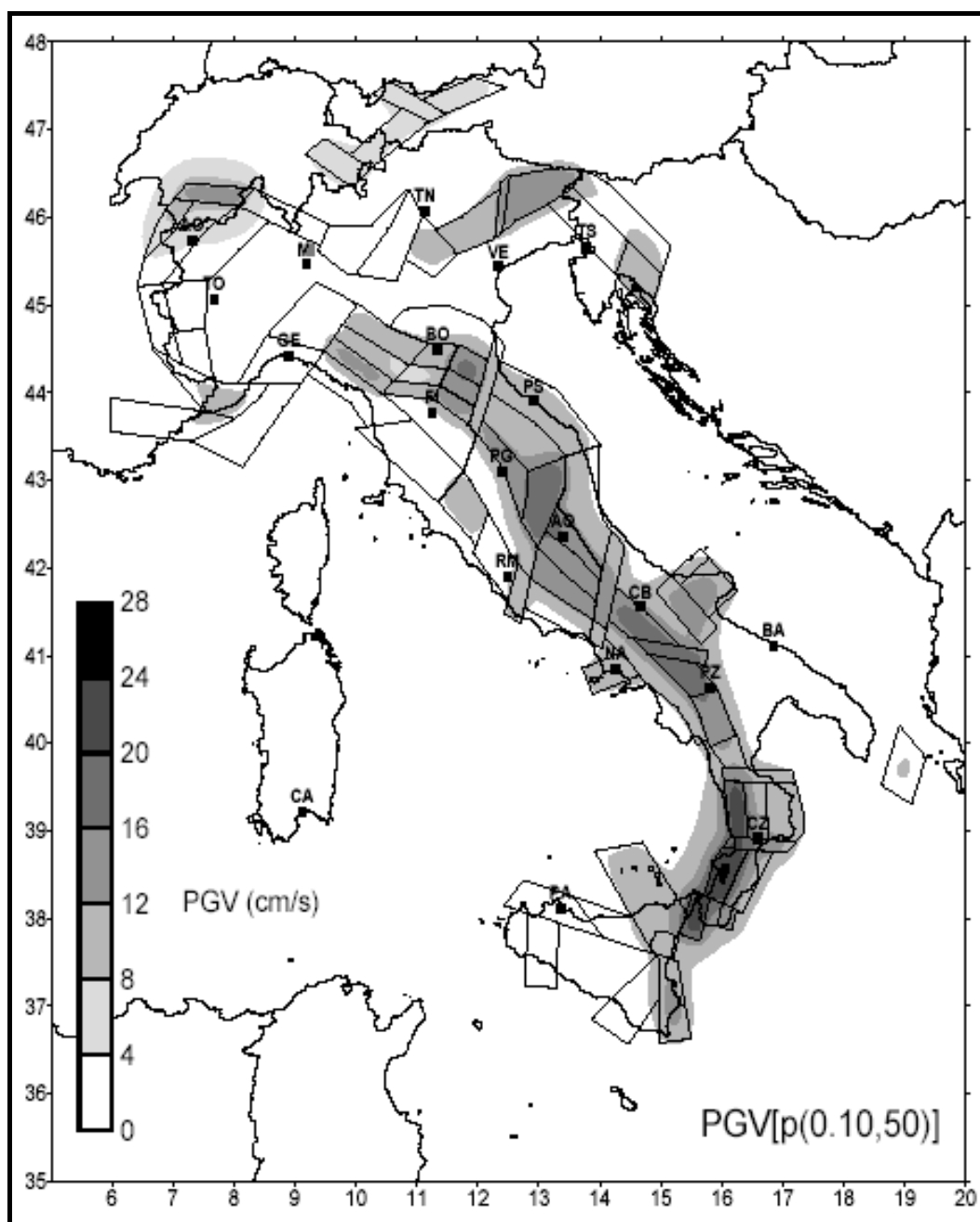
**All.9**– stralcio di carta geologica con indicazioni delle formazioni affioranti e i rapporti stratigrafici.



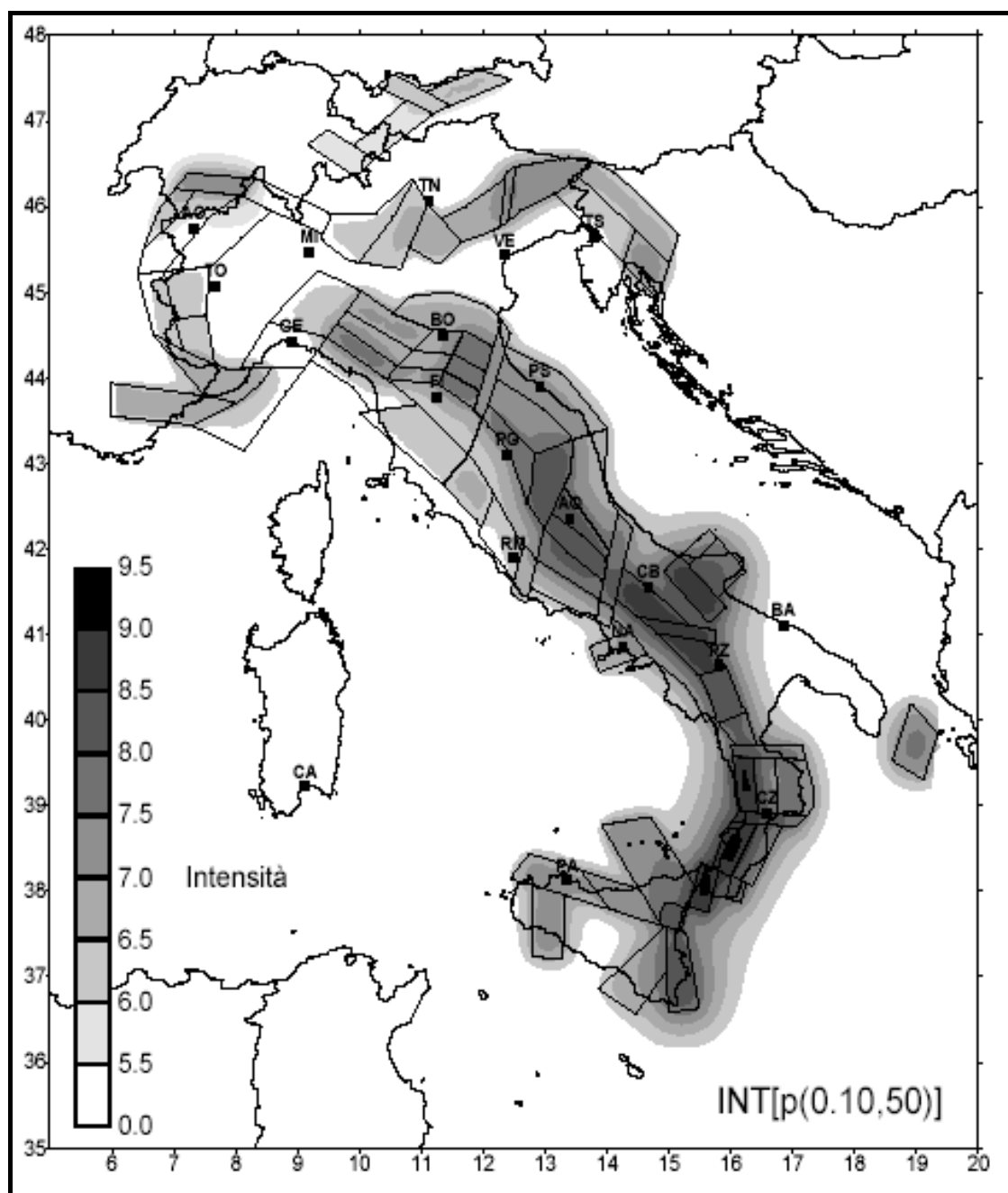
All.12– Zone Sismogenetiche (zona 56); il cerchio indica l'area di studio.



**All. 13-** Accelerazione orizzontale di picco attesa (PGA) per un tempo di ritorno di 475 anni (Scandone et al, ridis.).

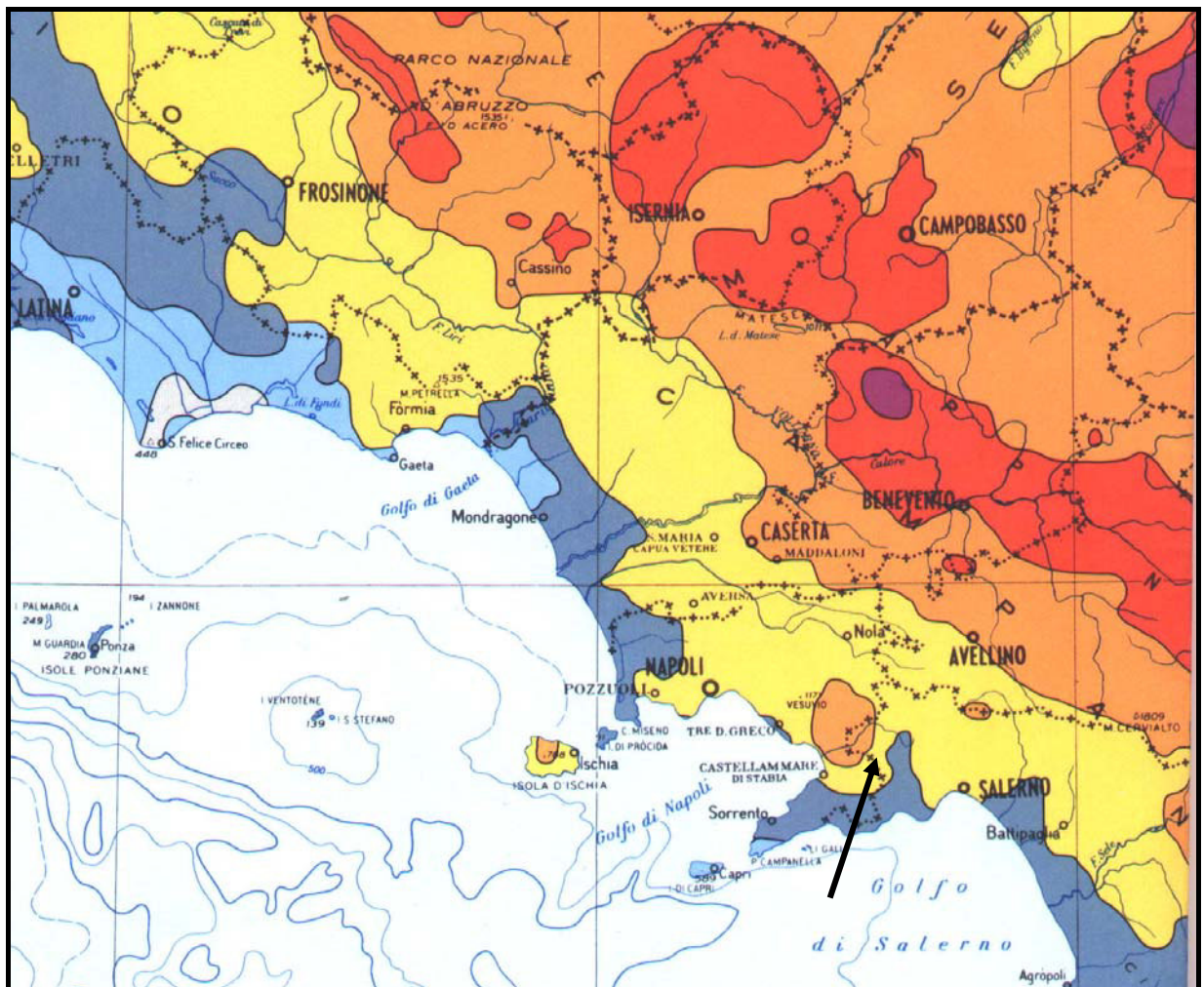


**All.14-** Velocità orizzontale di picco attesa (PGV) per un tempo di ritorno di 475 anni (Scandone et al, ridis.).

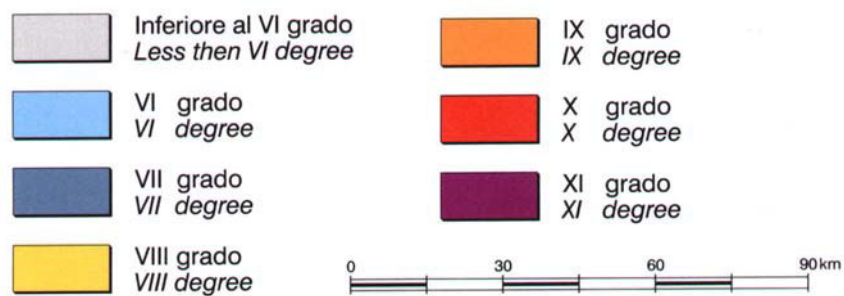


**All.15** - Intensità attese (INT) per un tempo di ritorno di 475 anni (Scandone et al, ridis.).

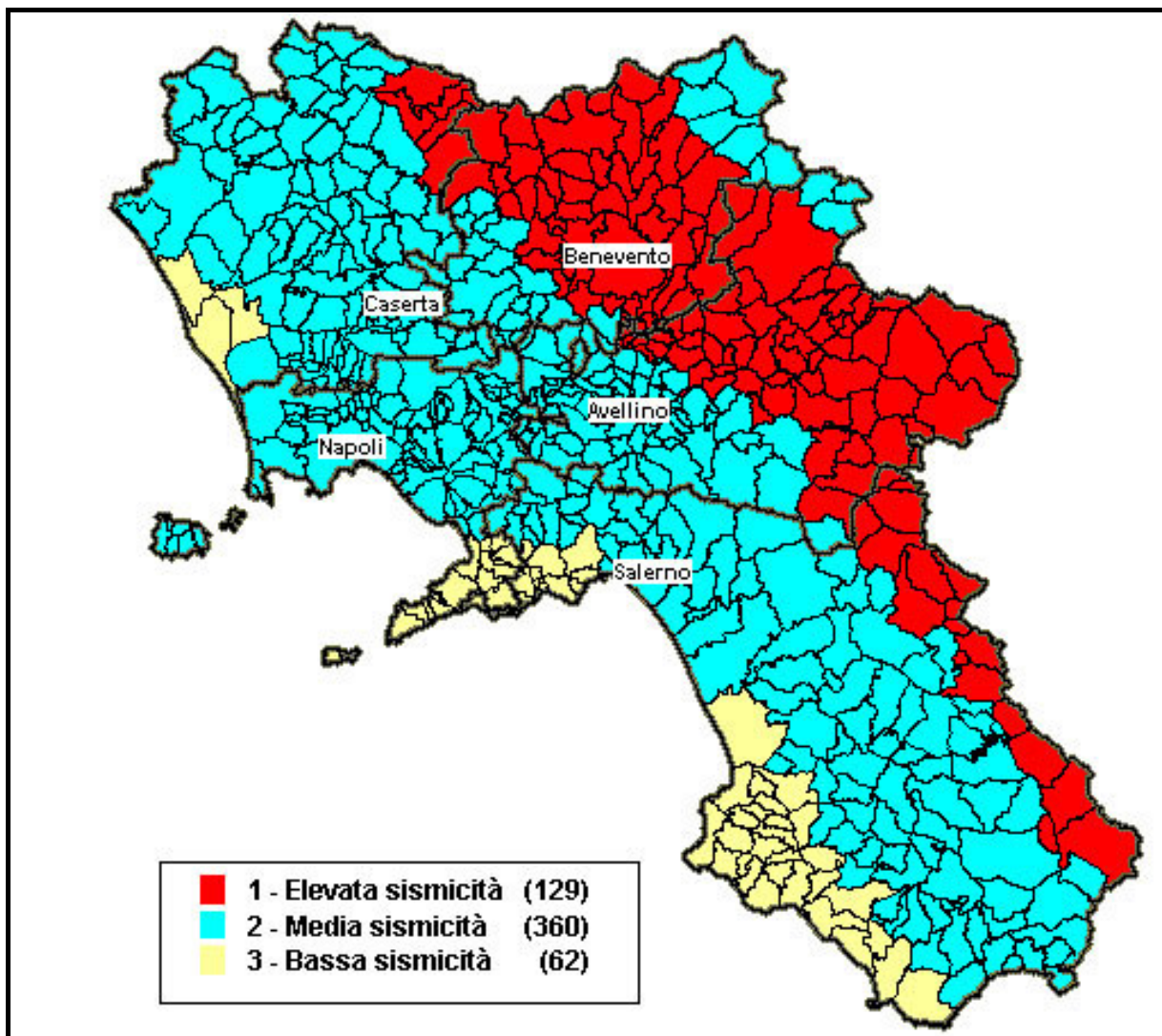




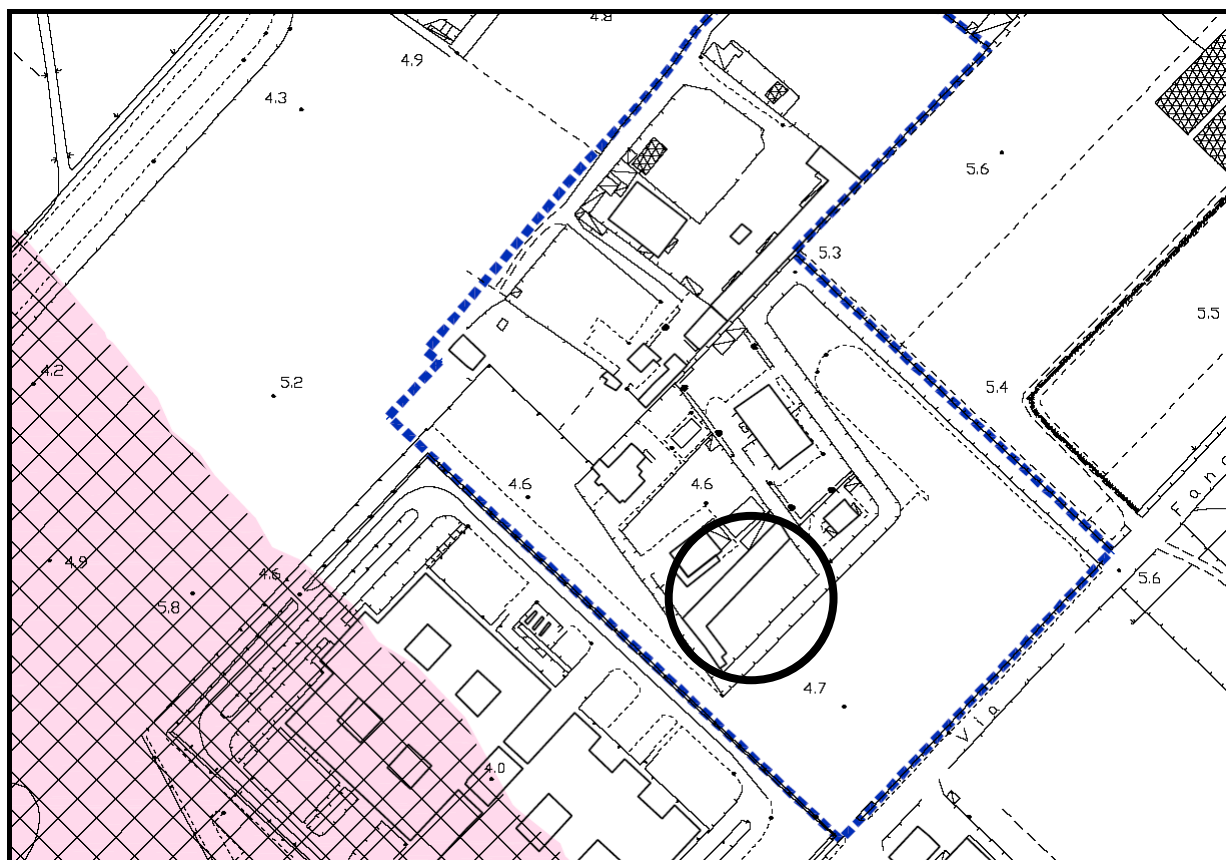
## Legenda



**All.16** – Mappa delle massime intensità macrosismiche attese, espresse in scala M.C.S. (estratta da Boschi et al., 1992 ); la freccia indica la zona di interesse.



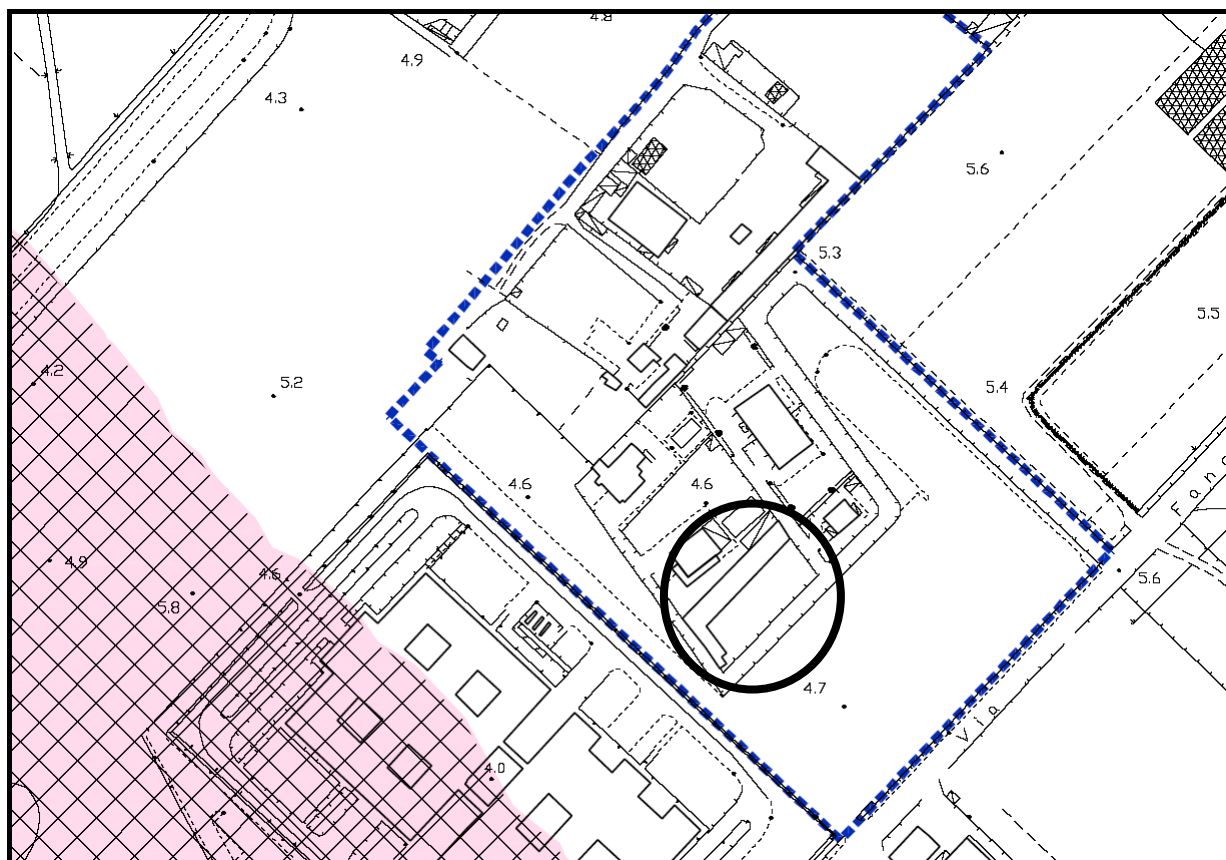
**All.17** - Nuova mappa sismica della Regione Campania; i numeri in parentesi indicano i comuni interessati, mentre il cerchio indica l'area di studio ( $Z=2$  - media sismicità).



#### AREE A PERICOLOSITA' IDRAULICA

-  Fascia fluviale A
-  Fascia fluviale B1
-  Fascia fluviale B2
-  Fascia fluviale B3

All.19- Inquadramento aereofotogrammetrico con indicazione delle fasce fluviali (estratta da A.di B..2015).



#### AREE A RISCHIO IDRAULICO



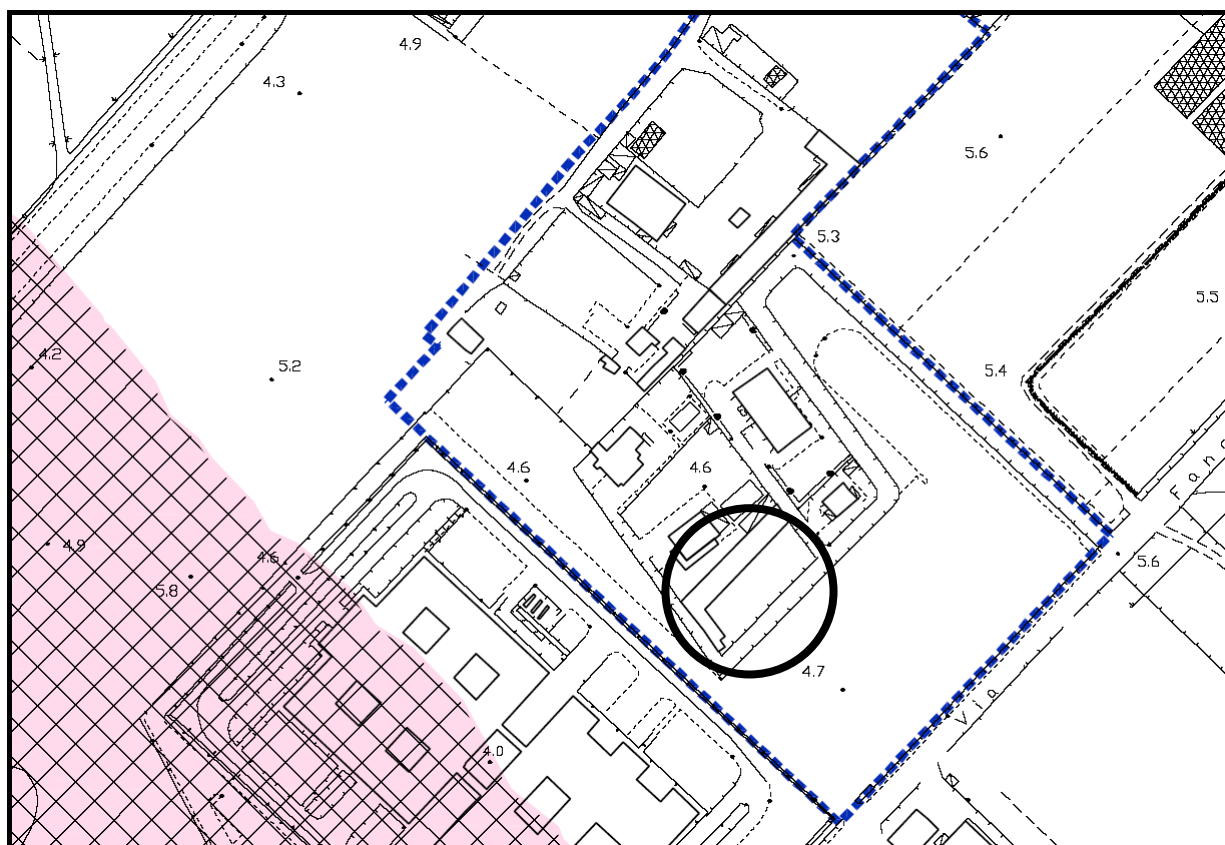
Aree a rischio R4



Aree a rischio R3

**All.20** -Inquadramento aereofotogrammetrico con indicazione del rischio idraulico (estratta da A.di B.2015).





#### AREE A PERICOLOSITA' DA FRANA



Aree a pericolosità P4



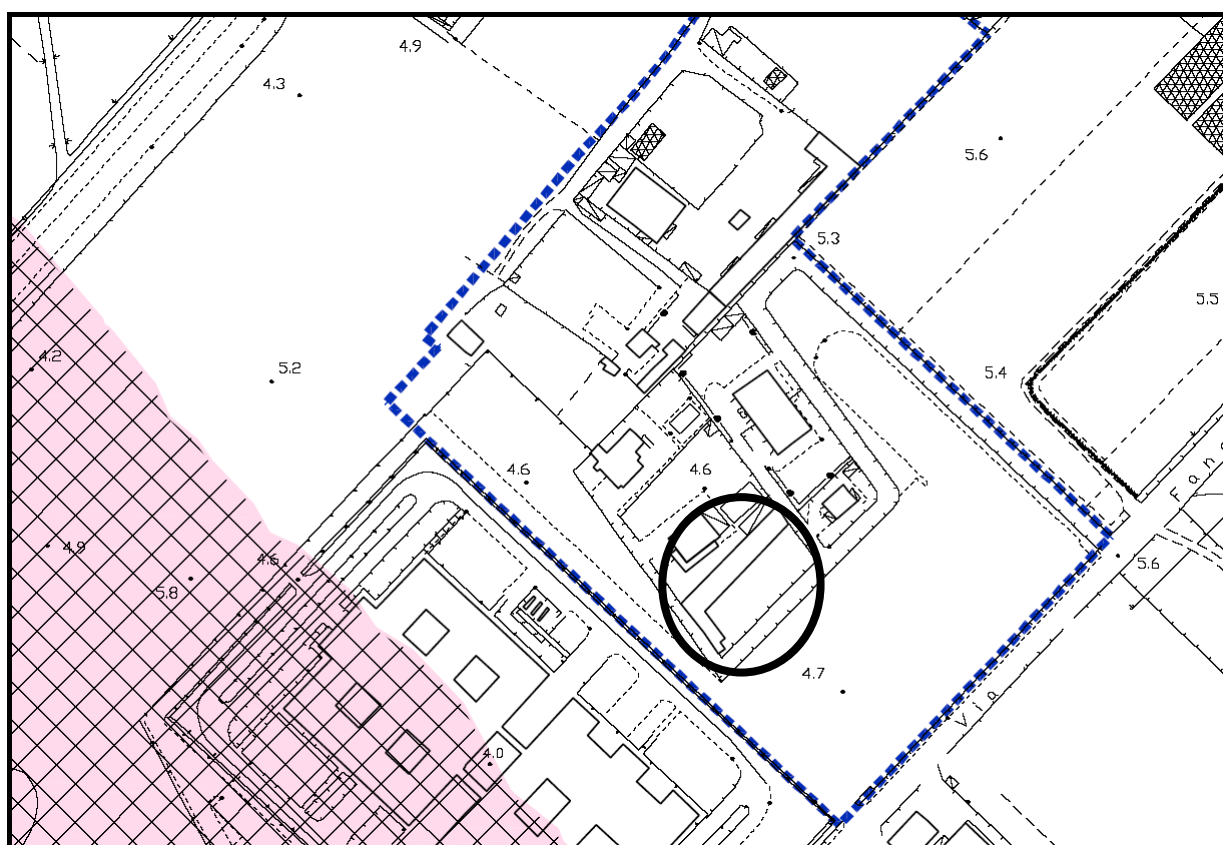
Aree a pericolosità P3

#### AREE A PERICOLOSITA' DA COLATA



Aree a pericolosità P4

**All.21-** Stralcio aereofotogrammetrico con indicazione dei rischi e pericolosità da frane (estratta da A.di B..2015).



#### AREE A RISCHIO FRANA



Aree a rischio R4



Aree a rischio R3

#### AREE A RISCHIO DA COLATA



Aree a rischio R4



Aree a rischio R3

**All.22-** Stralcio aereofotogrammetrico con indicazione dell'intersezione (scenario) dei rischi idraulico e da frane (estratta da A.di B..2015 e succ. mod. e inte.).



## ATTO DI ASSEVERAZIONE

Il sottoscritto Geologo Scala Omar, cod. fisc.: SCLMRO73A26L259C, nato a Torre del Greco (NA) il 26/01/1973 e residente in Castellammare di Stabia (NA) alla via Traversa Fondo D'Orto n. 66, iscritto all'Ordine dei Geologi della Regione Campania al n. 1976,

- Viste le leggi in materie e le relative norme tecniche applicative;
- Consapevole che le dichiarazioni mendaci sono punite ai sensi del codice penale e delle leggi speciali in materia,

### DICHIARA

sotto la propria responsabilità, che lo Studio Geologico e Sismico del sito in esame, relativo alla realizzazione di un fabbricato Plurifamiliare, di proprietà dei Sig.ri Zoccola Pietro e Pio ubicato nel comune di Salerno alla Via Degli Uffici Finanziari, è composto da:

- Relazione Geologica (costituita da n.40 pagine, n.4 figg., n.1 allegato);
- Elaborati Cartografici (costituiti da n.22 mappe);
- Indagini Geognostiche (costituita da n.12 pagine, tabelle e grafici);
- Indagini Geofisiche (costituita da n.8 pagine, tabelle e grafici);

è completa degli elaborati di legge ed è stata redatta:

- di concerto con il committente;
- nel rispetto delle leggi vigenti in materia.

Pertanto,

### A S S E V E R A

**La presente relazione secondo la normativa vigente in materia.**

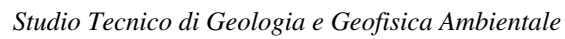
Si allega copia del documento di riconoscimento.


**28/05/2018**

**Il geologo**

(timbro e firma)





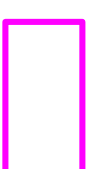
  
 Firma del titolare  
**CASTELLAMMARE DI STABIA** 23/09/2008  
 Imprime del dito  
 indice sinistro  
 (Signature and stamp area with a circular official seal of the Comune di Castellammare di Stabia)







## CARTA INDAGINI GEOGNOSTICHE



Area di Studio



sito di Interesse

513

particella catastale



Prova penetrometrica

P1

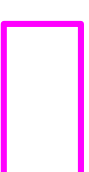
Numero della Prova

scala 1:1000





## CARTA INDAGINI GEOFISICHE



Area di Studio



sito di Interesse

513

particella catastale



Prova Sismica Masw



Punti di Scoppio/Battute

S1

Numero della battuta

scala 1:1000





CARTA SISMICA

Area di Studio

sito di Interesse

Vs =354 m/s  
Cat.Suolo = C

F.c.=1.1

PARAMETRI SISMICI GENERALI					
I=6.78	M=4.0	E=1.07*10 <sup>20</sup>	erg		
Z=2	a(g)=0.25g	S=9	c=0.06g	Fa=1.27	
P=4.78%	R=basso	Tt=0.29s	Ts=0.32s		

SPETTRI RISPOSTA SIMICA AGLI SL	
COMPONENTE ORIZZONTALE	
ELASTICA	INELASTICA
a(g <sub>max</sub> )=0.166g (SLD)	a(g <sub>max</sub> )=0.055g (SLD)
a(g <sub>max</sub> )=0.394g (SLV)	a(g <sub>max</sub> )=0.131g (SLV)

M=magnitudo, I=Intensità macrosismica  
S=grado di sismicità, c=coeff. sismico  
a=accel. sismica, Z=zona sismica  
F.c.= fattore di correzione  
Fa.= fattore di amplificazione  
P= probabilità di liquefazione  
R= Rischio di liquefazione  
Vs= Velocità delle onde di taglio  
Tt= Periodo di oscillazione del terreno  
Ts= Periodo di oscillazione della struttura

scala 1:1000



# COMUNE DI SALERNO

Provincia di Salerno

**Lavori:** INDAGINI GEOGNOSTICHE PER LA REALIZZAZIONE DI UN  
FABBRICATO PLURIFAMILIARE

**Committente:** "ZOCOLA PIETRO E PIO

**Ubicazione:** VIA DEGLI UFFICI FINANZIARI – 84121 SALERNO

**Impresa:**

"2 EFFE PERFORAZIONI" - S.a.S.



**Elaborato**

## CERTIFICAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE

**2 EFFE Perforazioni s.a.s.**  
*di Scarpa Francesco & C.*  
Via Amedeo n. 74  
80041 BOSCOREALE (NA)  
Cod. Fisc. e P.IVA 05107371212

**Legale Rappresentante:** SCARPA FRANCESCO  
**Direttore Tecnico Impresa Esecutrice:** SCARPA FRANCESCO

REV 0  
Data: 04/05/2018



Via Amedeo, 74 – 80041 – Boscoreale (NA)  
Tel. & Fax 0818622960  
e-mail: 2effe@libero.it

## INDICE

STRATIGRAFIA DATI OSSERVATI PROVE PENETROMETRICHE

ATTESTATO SOA

**2 EFFE Perforazioni s.a.s.**  
*di Scarpa Francesco & C.*  
Via Amedeo n. 74  
80041 BOSCOREALE (NA)  
Cod. Fisc. e P.IVA 05107371212

DICHIARAZIONE DI CONFORMITA'

COPIA DOCUMENTO DI RICONOSCIMENTO

## CERTIFICATO INDAGINE GEOGNOSTICA N. 1

Caratteristiche strumentali				Descrizione rilievo	
Tipo di Prova	DPSH			Committente	Zoccola Pietro e Pio
Marca/modello str	Pentrometro DM			Località	Via Degli Uffici Finanziari
Uso rivestimento	nessuno			Comune	Salerno
fanghi iniezione	nessuno			Data/Ora <sub>(i,f)</sub>	04/05/2018 10.00 / 12.00
Quota iniziale	4.5 m s.l.m.			Sigla	P1
Profondità Falda	-1.20 m dal pc			Note	Attestazione SOA - Cat."OS21"- II Classifica n.4329/31/00 rilasciata il 26/10/2010 – rinnovo 26/10/2015

### TABULATO PARAMETRI OSSERVATI

Prof. (m)	N.aste	N.colpi	Nc(riv.)	Prof. (m)	N.aste	N.colpi	Nc(riv.)	Prof. (m)	N.aste	N.colpi	Nc(riv.)
0,2	1	1		10,2	6	7		20,2			
0,4	1	2		10,4	6	5		20,4			
0,6	1	4		10,6	6	8		20,6			
0,8	1	2		10,8	6	10		20,8			
1,0	1	1		11,0	6	10		21,0			
1,2	1	1		11,2	6	11		21,2			
1,4	1	1		11,4	6	14		21,4			
1,6	1	1		11,6	6	22		21,6			
1,8	1	6		11,8	6	22		21,8			
2,0	2	6		12,0	7	22		22,0			
2,2	2	8		12,2	7	25		22,2			
2,4	2	10		12,4	7	25		22,4			
2,6	2	6		12,6	7	25		22,6			
2,8	2	5		12,8	7	25		22,8			
3,0	2	5		13,0	7	25		23,0			
3,2	2	2		13,2	7	27		23,2			
3,4	2	1		13,4	7	28		23,4			
3,6	2	4		13,6	7	28		23,6			
3,8	2	2		13,8	7	28		23,8			
4,0	3	2		14,0	8	28		24,0			
4,2	3	3		14,2	8	28		24,2			
4,4	3	3		14,4	8	28		24,4			
4,6	3	2		14,6	8	28		24,6			
4,8	3	4		14,8	8	28		24,8			
5,0	3	2		15,0	8	28		25,0			
5,2	3	3		15,2	8	28		25,2			
5,4	3	3		15,4	8	28		25,4			
5,6	3	3		15,6	8	28		25,6			
5,8	3	4		15,8	8	28		25,8			
6,0	4	2		16,0	9	30		26,0			
6,2	4	2		16,2	9	30		26,2			
6,4	4	1		16,4	9	30		26,4			
6,6	4	2		16,6	9	30		26,6			
6,8	4	2		16,8	9	30		26,8			
7,0	4	3		17,0	9	30		27,0			
7,2	4	2		17,2	9	32		27,2			

7,4	4	2		17,4	9	32		27,4			
7,6	4	7		17,6	9	32		27,6			
7,8	4	12		17,8	9	32		27,8			
8,0	5	7		18,0	10	32		28,0			
8,2	5	9		18,2	10	32		28,2			
8,4	5	17		18,4	10	32		28,4			
8,6	5	17		18,6	10	32		28,6			
8,8	5	15		18,8	10	34		28,8			
9,0	5	24		19,0	10	34		29,0			
9,2	5	15		19,2	10	34		29,2			
9,4	5	23		19,4	10	34		29,4			
9,6	5	34		19,6	10	34		29,6			
9,8	5	9		19,8	10	34		29,8			
10,0	6	7		20,0	11	34		30,0			
Accettazione n.6 del 27/04/2018						Certificato n.1 del 04/05/2018					
Il Direttore Tecnico						Lo Sperimentatore					
<b>2 EFFE Perforazioni s.a.s.</b> di Scarpa Francesco & C. Via Amedeo n. 74 80041 BOSCOREALE (NA) Cod. Fisc. e P.IVA 05107371212						<b>Dott. Geologo</b> <b>Omar Scala</b>					




## CERTIFICATO INDAGINE GEOGNOSTICA N. 2

Caratteristiche strumentali				Descrizione rilievo	
Tipo di Prova	DPSH			Committente	Zoccola Pietro e Pio
Marca/modello str	Pentrometro DM			Località	Via Degli Uffici Finanziari
Uso rivestimento	nessuno			Comune	Salerno
fanghi iniezione	nessuno			Data/Ora <sub>(i,f)</sub>	04/05/2018 13.00 / 15.00
Quota iniziale	4.5 m s.l.m.			Sigla	P2
Profondità Falda	-1.20 m dal pc			Note	Attestazione SOA - Cat."OS21"- II Classifica n.4329/31/00 rilasciata il 26/10/2010 – rinnovo 26/10/2015

### TABULATO PARAMETRI OSSERVATI

Prof. (m)	N.aste	N.colpi	Nc(riv.)	Prof. (m)	N.aste	N.colpi	Nc(riv.)	Prof. (m)	N.aste	N.colpi	Nc(riv.)
0,2	1	2		10,2	6	7		20,2			
0,4	1	2		10,4	6	12		20,4			
0,6	1	2		10,6	6	8		20,6			
0,8	1	2		10,8	6	10		20,8			
1,0	1	2		11,0	6	10		21,0			
1,2	1	2		11,2	6	11		21,2			
1,4	1	2		11,4	6	14		21,4			
1,6	1	2		11,6	6	22		21,6			
1,8	1	6		11,8	6	22		21,8			
2,0	2	6		12,0	7	22		22,0			
2,2	2	8		12,2	7	25		22,2			
2,4	2	10		12,4	7	25		22,4			
2,6	2	6		12,6	7	25		22,6			
2,8	2	5		12,8	7	25		22,8			
3,0	2	5		13,0	7	25		23,0			
3,2	2	2		13,2	7	27		23,2			
3,4	2	1		13,4	7	28		23,4			
3,6	2	4		13,6	7	28		23,6			
3,8	2	2		13,8	7	28		23,8			
4,0	3	2		14,0	8	28		24,0			
4,2	3	5		14,2	8	28		24,2			
4,4	3	5		14,4	8	26		24,4			
4,6	3	2		14,6	8	26		24,6			
4,8	3	4		14,8	8	28		24,8			
5,0	3	2		15,0	8	26		25,0			
5,2	3	3		15,2	8	28		25,2			
5,4	3	3		15,4	8	28		25,4			
5,6	3	3		15,6	8	28		25,6			
5,8	3	4		15,8	8	26		25,8			
6,0	4	2		16,0	9	30		26,0			
6,2	4	2		16,2	9	31		26,2			
6,4	4	3		16,4	9	31		26,4			
6,6	4	2		16,6	9	30		26,6			
6,8	4	3		16,8	9	32		26,8			
7,0	4	3		17,0	9	32		27,0			
7,2	4	2		17,2	9	32		27,2			



7,4	4	2		17,4	9	30		27,4			
7,6	4	7		17,6	9	32		27,6			
7,8	4	12		17,8	9	30		27,8			
8,0	5	7		18,0	10	32		28,0			
8,2	5	9		18,2	10	31		28,2			
8,4	5	17		18,4	10	32		28,4			
8,6	5	17		18,6	10	32		28,6			
8,8	5	15		18,8	10	34		28,8			
9,0	5	24		19,0	10	34		29,0			
9,2	5	15		19,2	10	36		29,2			
9,4	5	23		19,4	10	34		29,4			
9,6	5	34		19,6	10	36		29,6			
9,8	5	9		19,8	10	41		29,8			
10,0	6	7		20,0	11	39		30,0			
Accettazione n.6 del 27/04/2018						Certificato n.2 del 04/05/2018					
Il Direttore Tecnico						Lo Sperimentatore					
<b>2 EFFE Perforazioni s.a.s.</b> di Scarpa Francesco & C. Via Amedeo n. 74 80041 BOSCOREALE (NA) Cod. Fisc. e P.IVA 05107371212						<b>Dott. Geologo</b> <b>Omar Scala</b>					






Codice identificativo: 03657950659 (Autorizzazione n.31 del 28/12/2000)

**ATTESTAZIONE DI QUALIFICAZIONE ALLA ESECUZIONE DI LAVORI PUBBLICI**

Rilasciato alla impresa: **2 EFPE PERFORAZIONI S.A.S. DI SCARPA FRANCESCO E C.**

con sede in: **BOSCOREALE**

CAP: 80041

Provincia: NA

Indirizzo: **VIA AMEDEO N° 74**

Iscritta alla CCIAA di: **NAPOLI**

al n.: **05107371212**

C.F.: **05107371212**

P.IVA: **05107371212**

**Rappresentanti legali:**

Titolo nome e cognome	Codice Fiscale	Titolo nome e cognome	Codice Fiscale
SIG. FRANCESCO SCARPA	SCRFNC68D221245P		

**Direttori Tecnici:**

Titolo nome e cognome	Codice Fiscale	Titolo nome e cognome	Codice Fiscale
SIG. FRANCESCO SCARPA	SCRFNC68D221245P		

**Categorie e classifiche di qualificazione:**

Cat.	Class.	C.F. direttore tecnico cui è connessa la qualificazione	Cat.	Class.	C.F. direttore tecnico cui è connessa la qualificazione	Cat.	Class.	C.F. direttore tecnico cui è connessa la qualificazione
OS21	II	NESSUNO						

L'impronta fiscale dell'impresa è stata verificata e risulta corretta. La certificazione (art. 2, comma 1, lettera g) D.P.R. 34/2000) valida fino al 22/05/2011, rilasciata da ISTITUTO DEMING S.R.L.

2 EFPE PERFORAZIONI S.A.S. DI SCARPA FRANCESCO E C. codice

212

pa al consorzio stabile, con codice fiscale:

etc anche le seguenti imprese: (indicare solo il codice fiscale)


Attestazione n. 4329/31/00

(N.ro progressivo/Codice SOA) - Sostituisce l'attestazione n.:

(N.ro progressivo/Codice SOA)

Date	rilascio attestazione originaria	26/10/2015	scadenza validità triennale		scadenza intermedia (cons. stab.)
	rilascio attestazione in corso	26/10/2015	effettuazione verifica triennale		scadenza valida quinquennale
					25/10/2020

Copia del documento autenticato con firma digitale e archiviato nella banca dati della Autorità per la vigilanza sui lavori pubblici

Il legale rappresentante

timbro SOA

Il direttore tecnico

Avv. Antonio Bifulco

Arch. Francesco Peta

**2 EFPE Perforazioni s.a.s.**  
di Scarpa Francesco & C.  
Via Amedeo n. 74  
80041 BOSCOREALE (NA)  
Cod. Fisc. e P.IVA 05107371212

*[Firma]*

**DICHIARAZIONE SOSTITUTIVA DI CERTIFICAZIONE**  
(Art. 46 D.P.R. n. 445 del 28 dicembre 2000)

Il sottoscritto SCARPA FRANCESCO, nato a Torre Annunziata (prov. NA) il 22/04/1968, residente in Boscoreale (prov. NA) via Amedeo n. 74, sotto la sua personale responsabilità ed a piena conoscenza della responsabilità penale prevista per le dichiarazioni false dall'art.76 del D.P.R. 445/2000 e dalle disposizioni del Codice Penale e dalle leggi speciali in materia,

**DICHIARA**

In qualità di rappresentante legale della "2 EFFE Perforazioni" s.a.s. di Scarpa Francesco & C. che l'attestazione S.O.A. n. 4329/31/00 - rinnovo il 26-10-2015 - è conforme all'originale in suo possesso.

Dichiara altresì di essere informato, ai sensi e per gli effetti di cui all'art.10 della legge 675/96, che i dati personali raccolti saranno trattati, anche con strumenti informatici, esclusivamente nell'ambito del procedimento per il quale la presente dichiarazione viene resa.

Si allega copia del documento di riconoscimento.

**Boscoreale, 04/05/2018**

**Il dichiarante** \_\_\_\_\_

**2 EFFE Perforazioni s.a.s.**  
*di Scarpa Francesco & C.*  
Via Amedeo n. 74  
80041 BOSCOREALE (NA)  
Cod. Fisc. e P.IVA 05107371212



Scadenza : 22-04-2026  
Diritti : 5,16

AX 4066055



Cognome... **SCARPA**  
Nome... **FRANCESCO**  
nato il... **22-04-1968**  
(atto n. **411 P. 1 S. A 1968**)  
a **TORRE ANNUNZIATA (NA)**  
Cittadinanza... **Italiana**  
Residenza... **BOSCOREALE (NA)**  
Via... **AMEDEO 85**  
Stato civile... **CONIUGATO**  
Professione... **IMPRENDITORE**  
CONNOTATI E CONTRASSEGNI SALIENTI  
Statura... **178**  
Capelli... **Semicalvo**  
Occhi... **Castani**  
Segni particolari...

Firma del titolare... *Scarpa Francesco*  
BOSCOREALE li 09-11-2015  
Impronta del dito indice sinistro  
IL SINDACO  
*Mario De Caro*  
Funzionario incaricato  
*Mario De Caro*

**2 EFFE Perforazioni s.a.s.**  
di Scarpa Francesco & C.  
Via Amedeo n. 74  
80041 BOSCOREALE (NA)  
Cod. Fisc. e P.IVA 05107371212

**STUDIO TECNICO DI GEOLOGIA E GEOFISICA AMBIENTALE**

***DOTT. GEOLOGO OMAR SCALA***

**OGGETTO:** CERTIFICAZIONE INDAGINI GEOFISICHE PER LA  
REALIZZAZIONE DI UN FABBRICATO PLURIFAMILIARE

*Omar Scala*



- CERTIFICATI INDAGINI GEOFISICHE

**COMMITTENTE:** ZOCCOLA PIETRO E PIO

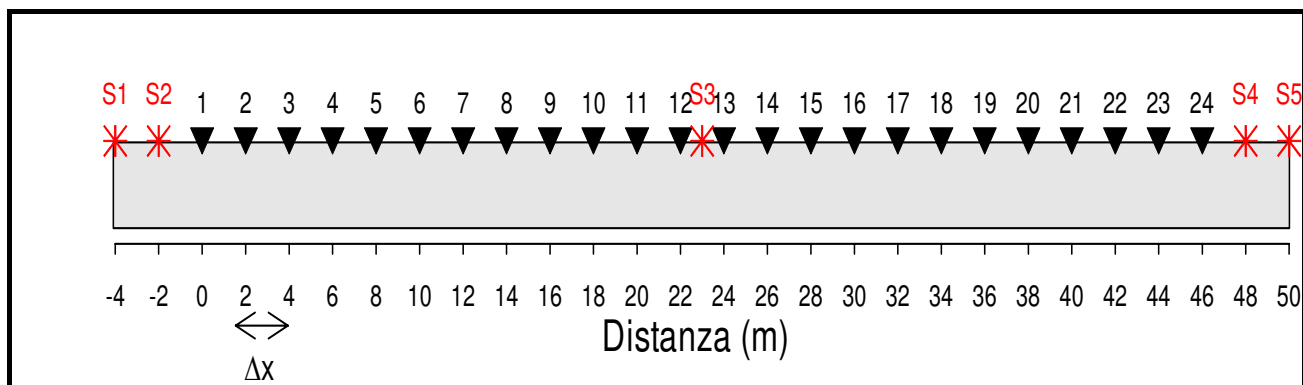
**UBICAZIONE:** VIA DEGLI UFFICI FINANZIARI - SALERNO

**DATI CATASTALI:** FOGLIO 47 - P.LLE 513-514

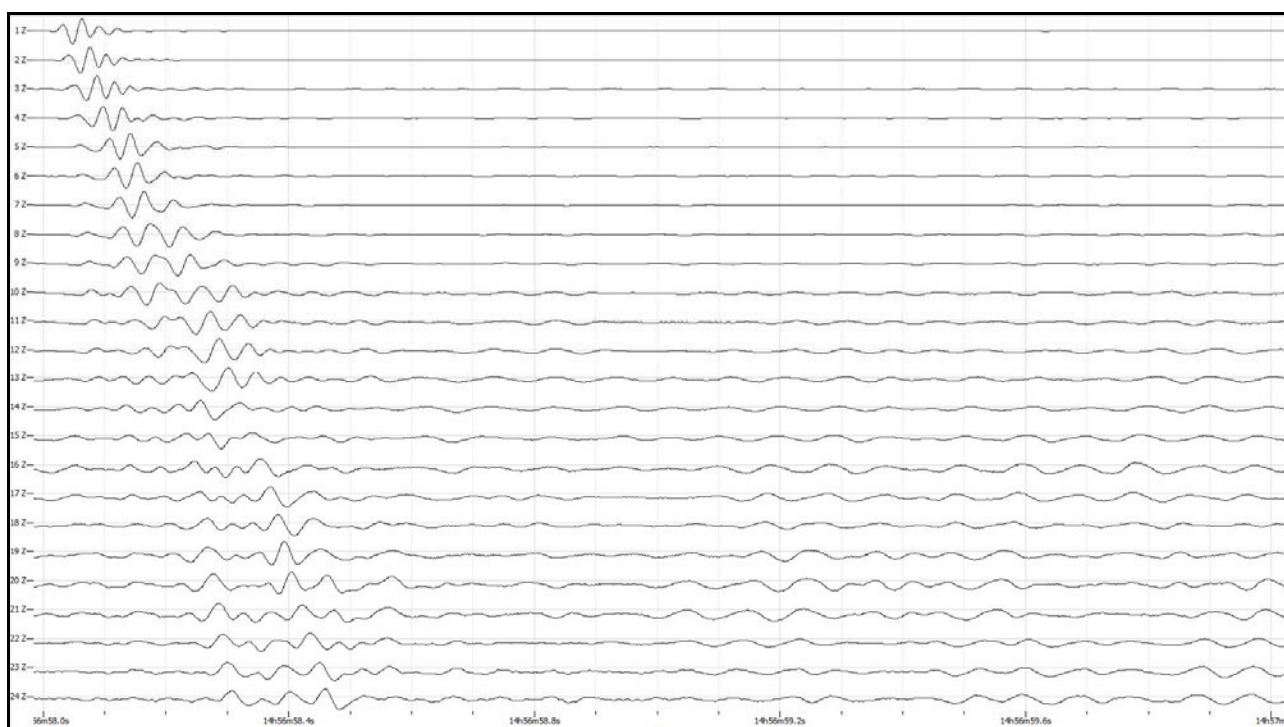


## **INDICE**

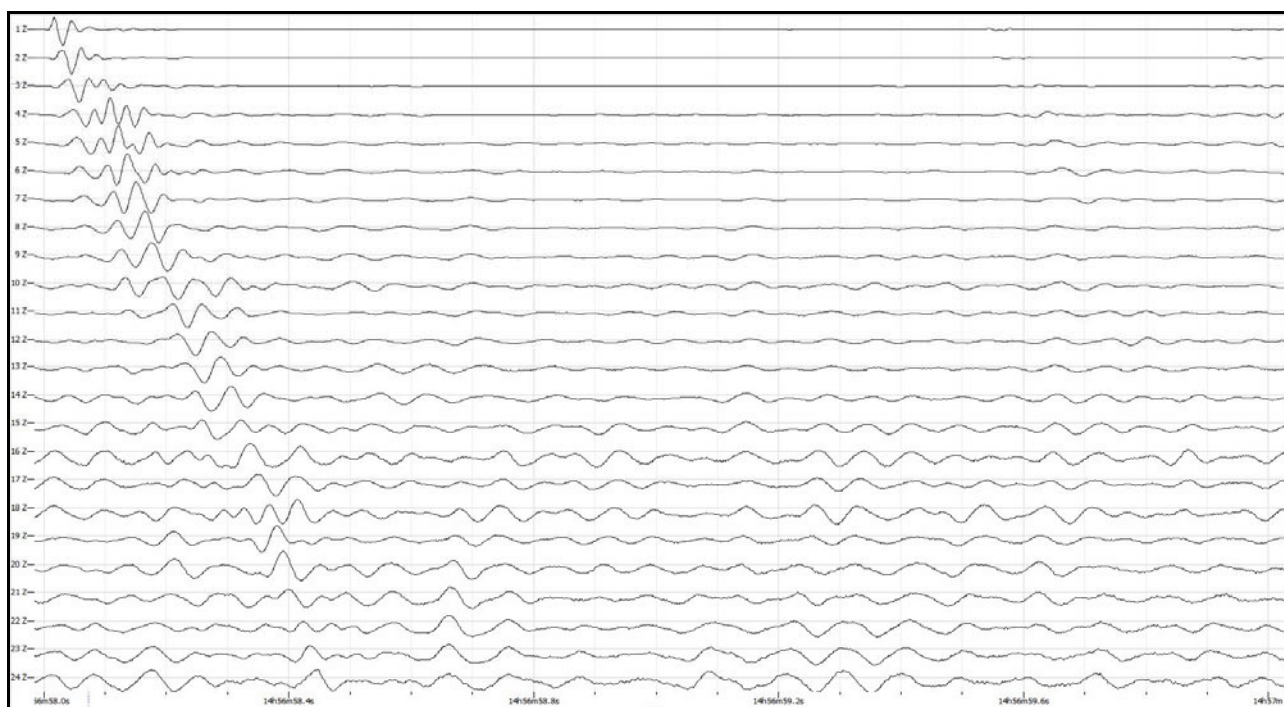
1. MAPPA INDAGINI GEOFISICHE
2. SCHEMA DI ACQUISIZIONE
3. TRACCE SISMICHE
4. CURVA DI DISPERSIONE
5. CURVA DI ACCORDO O PICKING
6. CURVA MODO FONDAMENTALE DI VIBRARE
7. MODELLO DI VELOCITA'
8. PROFILO DI VELOCITA' ONDE S



**Fig.1** - schema geometrico delle misure e punti di energizzazione (alto) e distribuzione dei geofoni (basso)

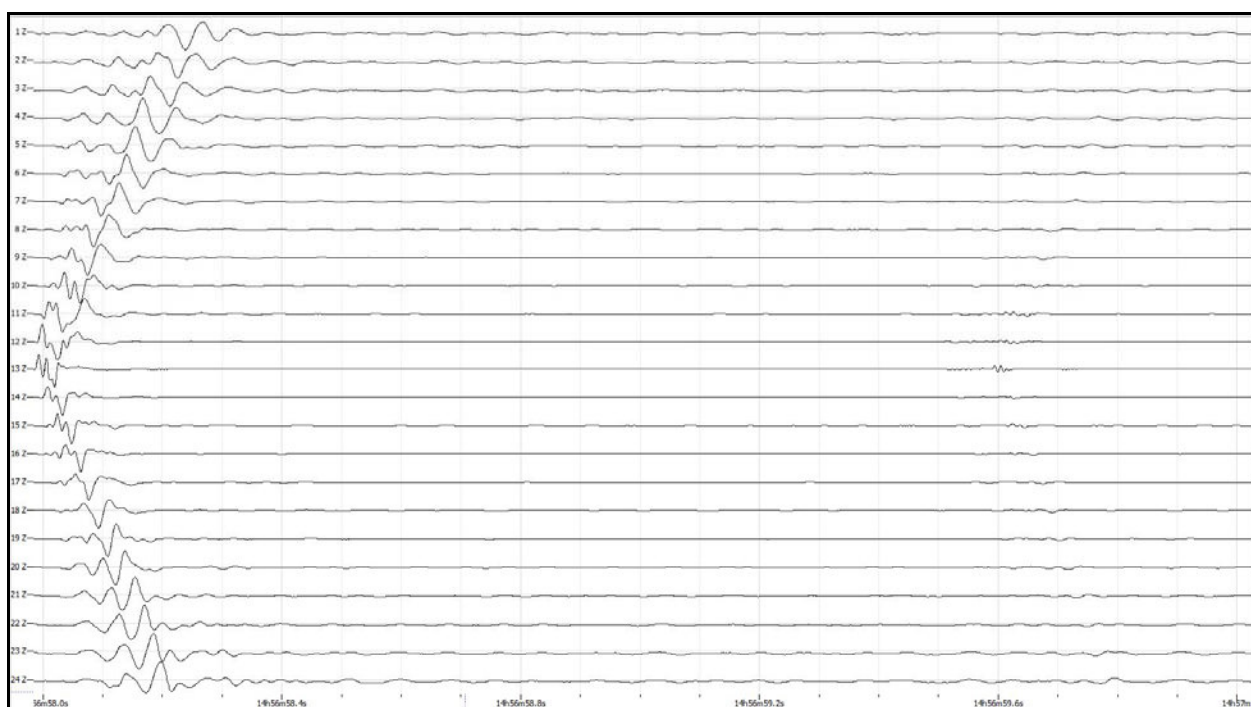


**Fig.2 - Scoppio S1** (tracce sismiche per l'elaborazione con tecnica MASW)

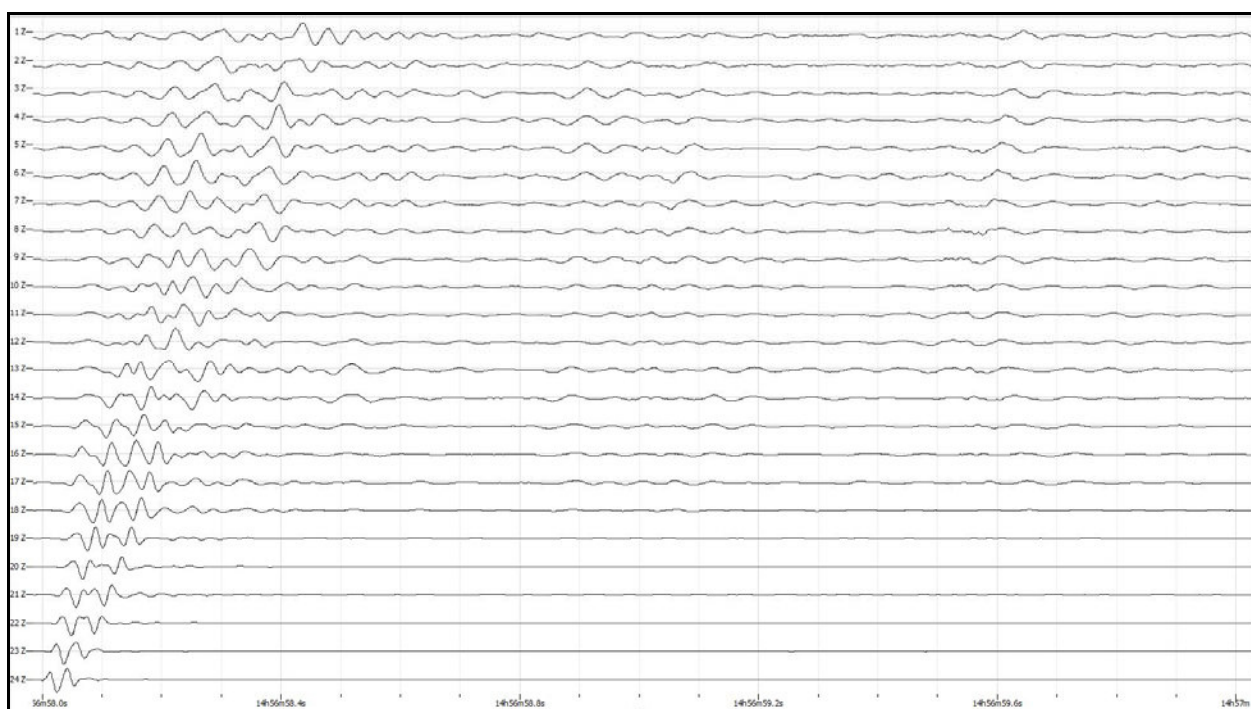


**Fig.3 - Scoppio S2** (tracce sismiche per l'elaborazione con tecnica MASW)





**Fig.4 - Scoppio S3** (tracce sismiche per l'elaborazione con tecnica MASW)



**Fig.5 - Scoppio S4** (tracce sismiche per l'elaborazione con tecnica MASW)

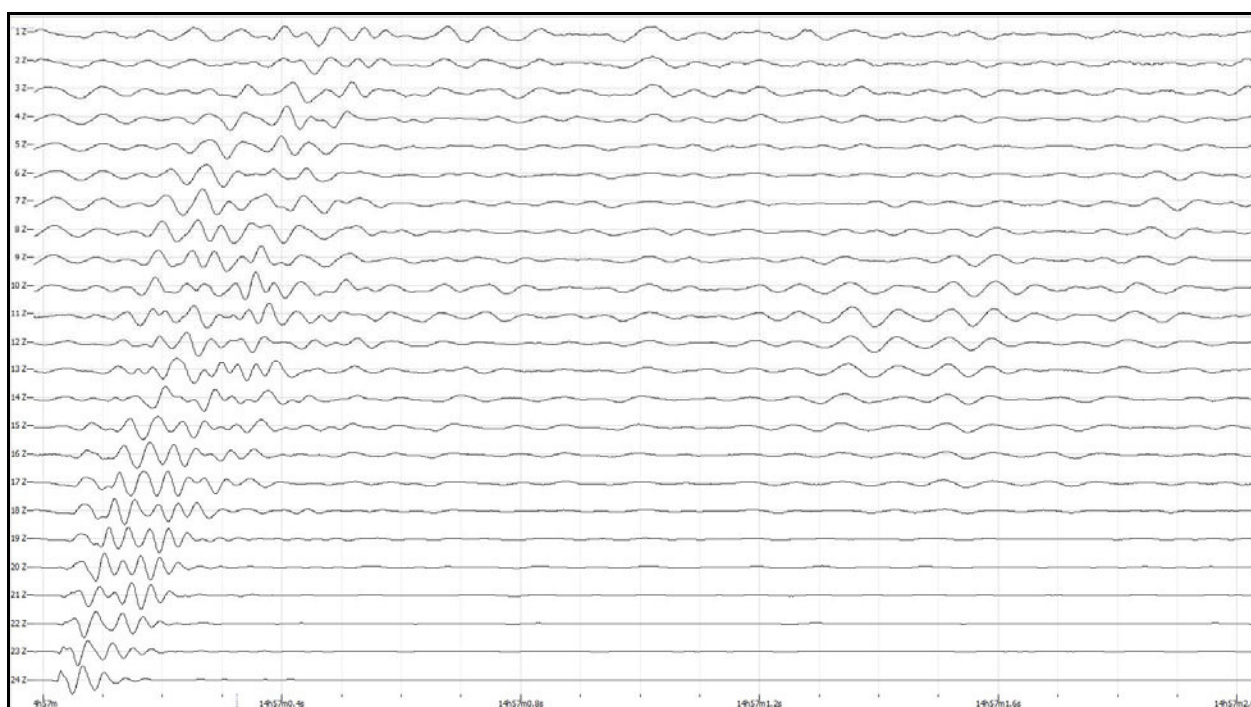


Fig.6 - Scoppio S5 (tracce sismiche per l'elaborazione con tecnica MASW)

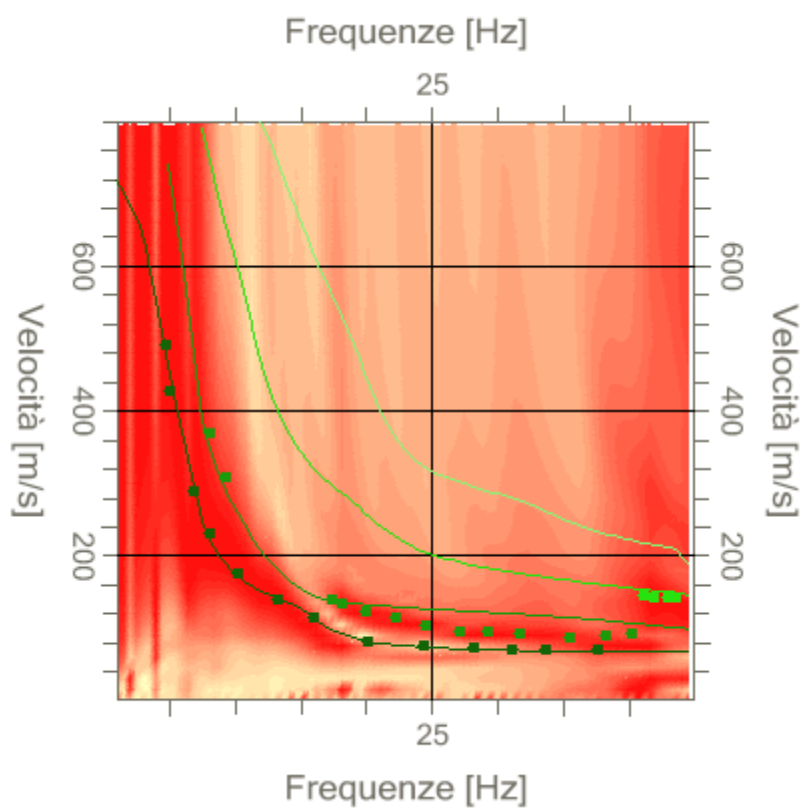
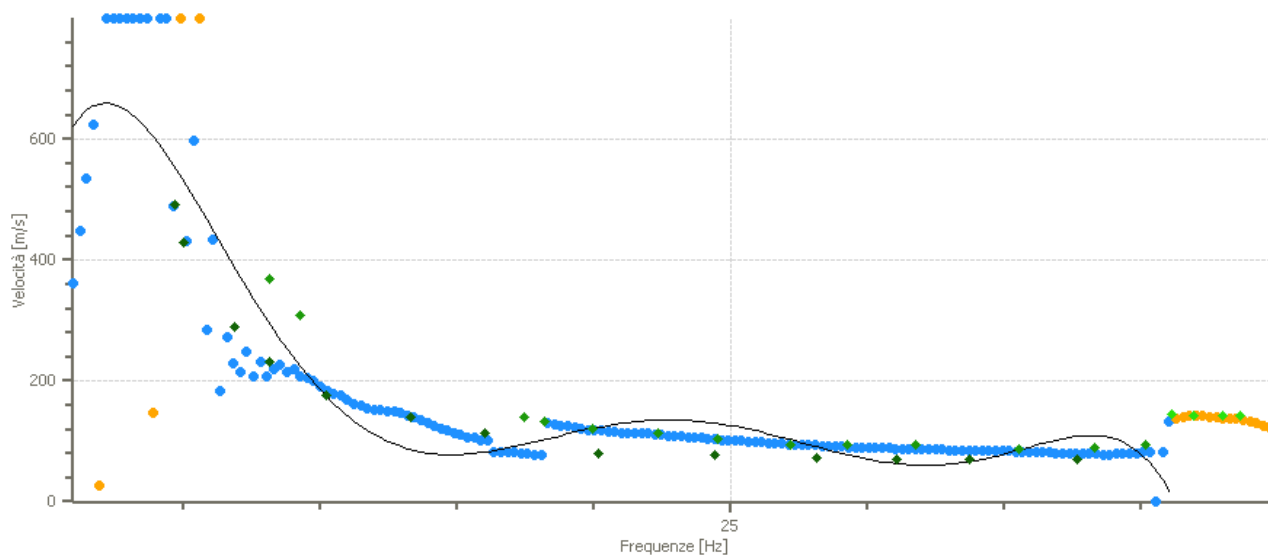
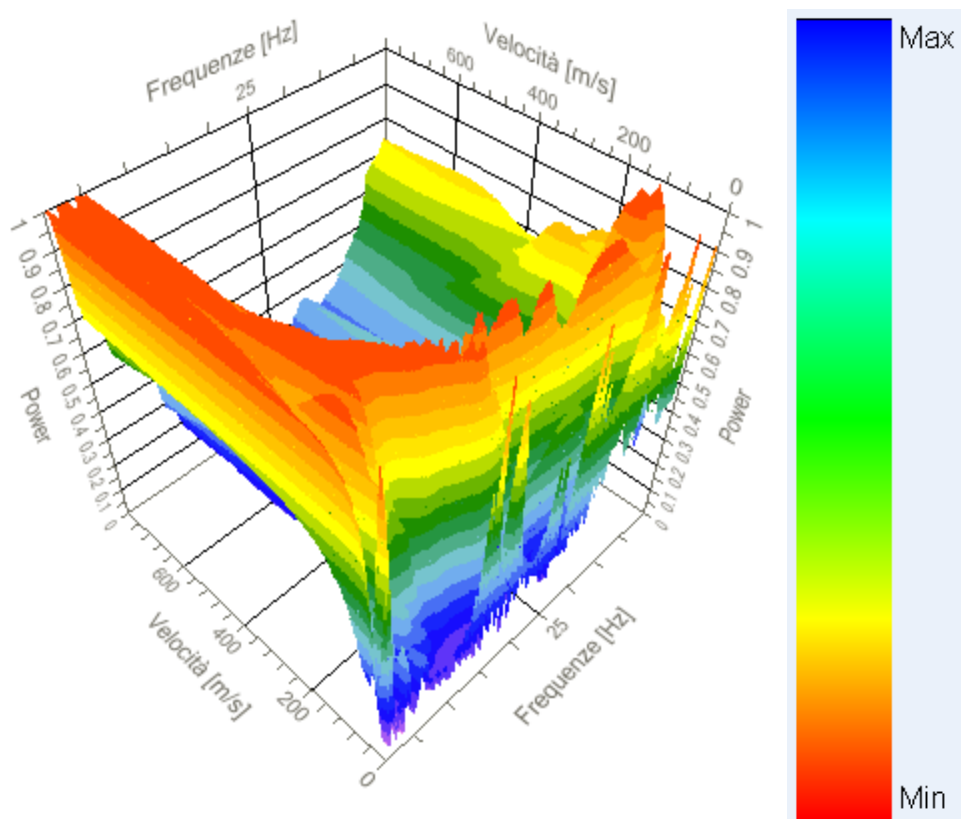


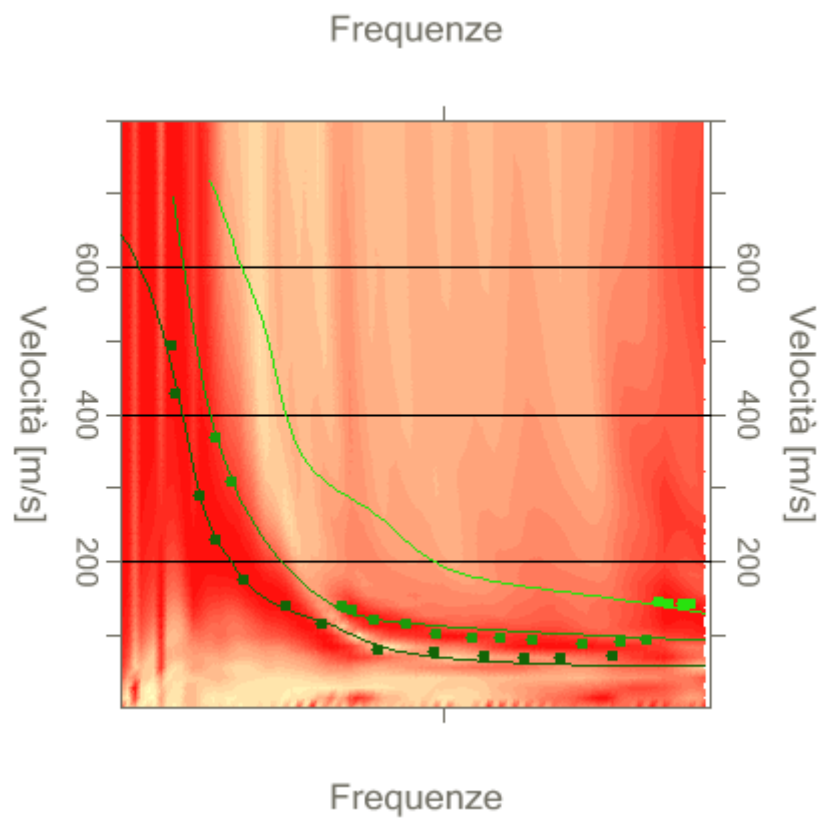
Fig.7- Spettro 2D Velocità di fase – frequenze relativo alla tecnica Masw.



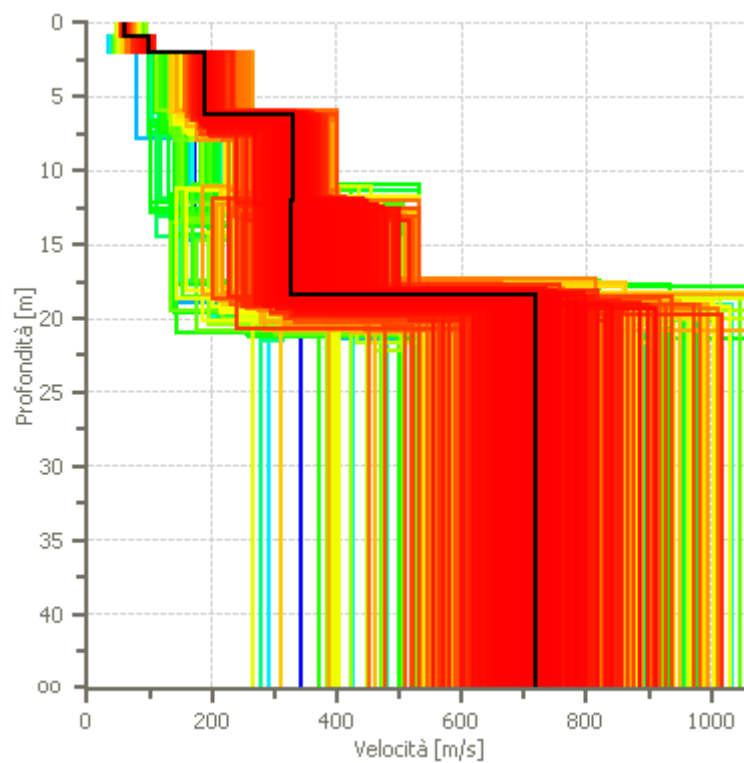
**Fig.8-** Curva di dispersione relativo alla tecnica Masw.



**Fig.9-** Spettro 3D Velocità di fase – frequenze relativo alla tecnica Masw.



**Fig.10-** Spettro 2D di Inversione Velocità di fase – frequenze relativo alla tecnica Masw.



**Fig.11 -** Profilo di velocità 2D relativo alla tecnica Masw.



# **CLASSIFICAZIONE SUOLI (OPCM 3274/2003)**

*Omara Scala*

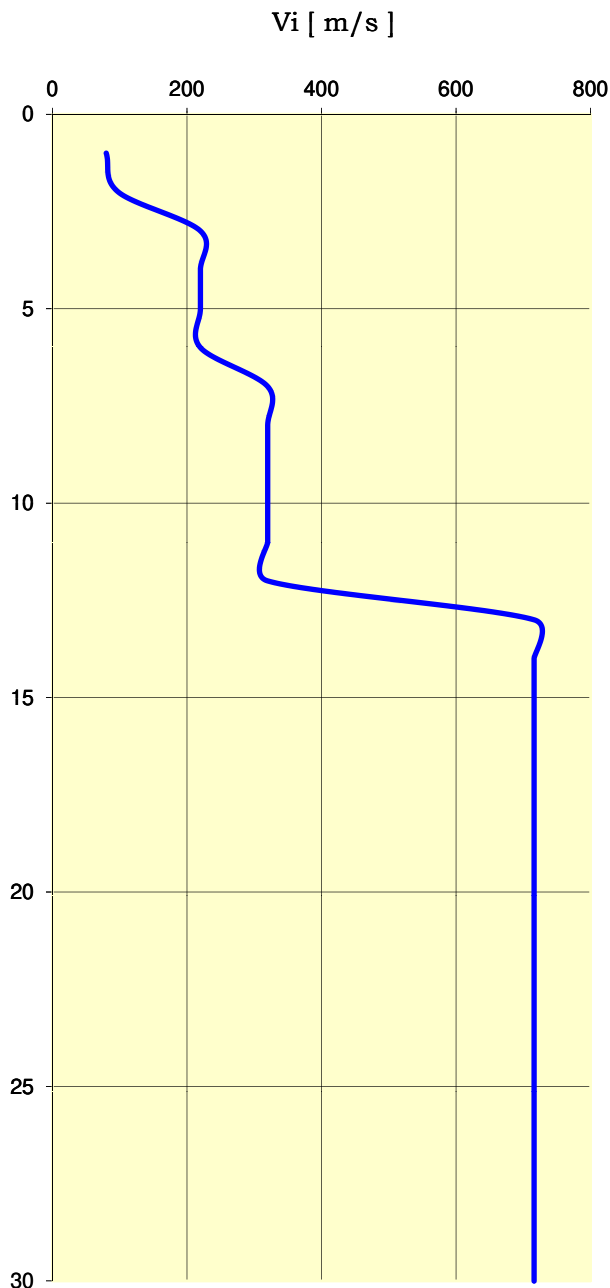


**PARAMETRI**

**GRAFICO**

## CLASSIFICAZIONE DEI SUOLI SECONDO OPCM 3274 del 2003

Profondità [ m ]	N° Strati	Vi [ m/s ]
1,00	1	80,00
2,00	2	98,00
3,00	3	220,00
4,00	3	220,00
5,00	3	220,00
6,00	3	220,00
7,00	4	320,00
8,00	4	320,00
9,00	4	320,00
10,00	4	320,00
11,00	4	320,00
12,00	4	320,00
13,00	5	716,00
14,00	5	716,00
15,00	5	716,00
16,00	5	716,00
17,00	5	716,00
18,00	5	716,00
19,00	5	716,00
20,00	5	716,00
21,00	5	716,00
22,00	5	716,00
23,00	5	716,00
24,00	5	716,00
25,00	5	716,00
26,00	5	716,00
27,00	5	716,00
28,00	5	716,00
29,00	5	716,00
30,00	5	716,00



Spessore da 5 a 20 m  
giacente su sub-strato  
roccioso

**NO**

**$V_{s30} = 353,88 \text{ m/s}$**

### DESCRIZIONE:

**C - Depositi Sabbie e Ghiaie mediamente addensate, o di argille di media consistenza.**

\* N.B: Le velocità degli strati successivi devono essere crescenti ,  $V1 < V2 \dots$



**ANALISI  
GENERALI  
COSTRUZIONI s.r.l.**

SEDE LEGALE:  
81055 S. MARIA C.V. (CE)  
Via Santella (P.co La Perla)  
E-mail: agclab@virgilio.it

SEDE LABORATORIO:  
81020 S. NICOLA LA STRADA (CE)  
Via Appia Antica, 12  
Tel. 0823.424727 - Fax 0823.424729

Cod. Fisc. e Part. IVA 01108860618  
C.C.I.A.A. n. 100078  
Reg. Soc. Trib. n. 1741/82  
Cap. Soc. Euro 42.120,16 int. vers.

LABORATORIO DI GEOTECNICA

AUTORIZZATO CON D.M.N. 53480 DEL 30-05-2005 e RINNOVO N. 6862 del- 19-07-2011

# CERTIFICATI ANALISI E PROVE DI LABORATORIO GEOTECNICO

**COMMITTENTE:** ZOCCOLA PIETRO E PIO

**COMUNE:** VIA DEGLI UFFICI FINANZIARI – 84121 SALERNO

**OGGETTO:** REALIZZAZIONE FABBRICATO PLURIFAMILIARE USO RESIDENZIALE

**DATA, 21/05/2018**

Lo Sperimentatore  
Dott. Geol. Ernesto De Fusco



Il Direttore del Laboratorio  
Dott. Geol. Giuseppina Ghiura



ALGI  
ASSOCIAZIONE LABORATORI  
GEOTECNICI ITALIANI



**ANALISI  
GENERALI  
COSTRUZIONI s.r.l.**

SEDE LEGALE:  
81055 S. MARIA C.V. (CE)  
Via Santella (P.co La Perla)  
E-mail: agclab@virgilio.it

SEDE LABORATORIO:  
81020 S. NICOLA LA STRADA (CE)  
Via Appia Antica, 12  
Tel. 0823.424727 - Fax 0823.424729

Cod. Fisc. e Part. IVA 01108860618  
C.C.I.A.A. n. 100078  
Reg. Soc. Trib. n. 1741/82  
Cap. Soc. Euro 42.120,16 int. vers.

LABORATORIO DI GEOTECNICA

AUTORIZZATO CON D.M.N. 53480 DEL 30-05-2005 e RINNOVO N. 6862 del- 19-07-2011

## DETERMINAZIONI ESEGUITE

- APERTURA E DESCRIZIONE LITOLOGICA
- CARATTERISTICHE FISICHE GENERALI
- ANALISI GRANULOMETRICA
- PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Lo Sperimentatore  
Dott. Geol. Ernesto De Fusco



Il Direttore del Laboratorio  
Dott. Geol. Giuseppina Ghiura



ALGI  
ASSOCIAZIONE LABORATORI  
GEOTECNICI ITALIANI





**ANALISI  
GENERALI  
COSTRUZIONI s.r.l.**

SEDE LEGALE:  
81055 S. MARIA C.V. (CE)  
Via Santella (P.co La Perla)  
E-mail: agclab@virgilio.it

SEDE LABORATORIO:  
81020 S. NICOLA LA STRADA (CE)  
Via Appia Antica, 12  
Tel. 0823.424727 - Fax 0823.424729

Cod. Fisc. e Part. IVA 01108860618  
C.C.I.A.A. n. 100078  
Reg. Soc. Trib. n. 1741/82  
Cap. Soc. Euro 42.120,16 int. vers.

LABORATORIO DI GEOTECNICA

AUTORIZZATO CON D.M.N. 53480 DEL 30-05-2005 e RINNOVO N. 6862 del- 19-07-2011

San Nicola la Strada, 21/05/2018		Certificato n.923	Accettazione n.956 del 04/05/2018
RICHIEDENTE:	ZOCOLA PIETRO E PIO		
INDIRIZZO:	VIA DEGLI UFFICI FINANZIARI - 84121 SALERNO		
COMMITTENTE:	ZOCOLA PIETRO E PIO		
IMPRESA:	2 EFPE PERFORAZIONI S.R.L.		
OGGETTO DEI LAVORI:	REALIZZAZIONE FABBRICATO PLURIFAMILIARE USO RESIDENZIALE		
CAMPIONE INDISTURBATO:	FUSTELLA IN PVC		
PROFONDITA' DI PRELIEVO:	da 3.00 a 3.50 m		
SIGLA CAMPIONE:	C1		
DATA DI APERTURA CAMPIONE:	04/05/2018		
DATA INIZIO PROVE:	04/05/2018		

VALORI CALCOLATI		
Umidità naturale	%	36.33
Peso unità di volume	kN/mc	12.57
Peso volume secco	kN/mc	9.27
Peso specifico dei grani	kN/mc	24.61
Indice dei vuoti		1.668
Porosità	%	62.52
Grado di saturazione	%	53.58
Ghiaia	%	0.25
Sabbia	%	35.38
limo	%	56.76
argilla	%	7.60
Angolo di attrito	gradi	31.29
coesione	kPa	1.32

Fattori di conversione unità di misura (S.I.): 10 kN = 1t - 100kPa=1kg/cmq - 1MPa=10kg/cmq

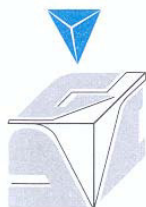
Lo Sperimentatore  
Dott. Geol. Ernesto De Fusco



Il Direttore del Laboratorio  
Dott. Geol. Giuseppina Ghiura



ALGI  
ASSOCIAZIONE LABORATORI  
GEOTECNICI ITALIANI



**ANALISI  
GENERALI  
COSTRUZIONI s.r.l.**

SEDE LEGALE:  
81055 S. MARIA C.V. (CE)  
Via Santella (P.co La Perla)  
E-mail: agclab@virgilio.it

SEDE LABORATORIO:  
81020 S. NICOLA LA STRADA (CE)  
Via Appia Antica, 12  
Tel. 0823.424727 - Fax 0823.424729

Cod. Fisc. e Part. IVA 01108860618  
C.C.I.A.A. n. 100078  
Reg. Soc. Trib. n. 1741/82  
Cap. Soc. Euro 42.120,16 int. vers.

LABORATORIO DI GEOTECNICA

AUTORIZZATO CON D.M.N. 53480 DEL 30-05-2005 e RINNOVO N. 6862 del- 19-07-2011

San Nicola la Strada, 21/05/2018		Certificato n.923-1	Accettazione n.956 del 04/05/2018
RICHIEDENTE:	ZOCCOLA PIETRO E PIO		
INDIRIZZO:	VIA DEGLI UFFICI FINANZIARI - 84121 SALERNO		
COMMITTENTE:	ZOCCOLA PIETRO E PIO		
IMPRESA:	2 EFFE PERFORAZIONI S.R.L.		
OGGETTO DEI LAVORI:	REALIZZAZIONE FABBRICATO PLURIFAMILIARE USO RESIDENZIALE		
CAMPIONE INDISTURBATO:	FUSTELLA IN PVC		
PROFONDITA' DI PRELIEVO:	da 3.00 a 3.50 m		
SIGLA CAMPIONE:	C1		
DATA DI APERTURA CAMPIONE:	04/05/2018		
DATA INIZIO PROVE:	04/05/2018		

## APERTURA E DESCRIZIONE LITOLOGICA (A.S.T.M. D2488)

DATA ESECUZIONE: 04/05/2018	
DESCRIZIONE LITOLOGICA	LIMO SABBIOSO DEBOLMENTE ARGILLOSO DI COLORE ROSSICCIO
COLORIMETRIA CARTA DI MUNSELL	2.5YR 3/1
ADDENSAMENTO	POCO ADDENSATO
CONSISTENZA	
GRADO DI UMIDITA'	UMIDO
ALTERAZIONE	DEBOLE
FESSURAZIONE	
CEMENTAZIONE	ASSENTE
REAZIONE CON HCl	

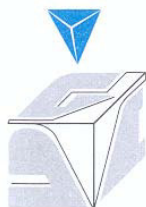
Lo Sperimentatore  
Dott. Geol. Ernesto De Fusco



Il Direttore del Laboratorio  
Dott. Geol. Giuseppina Ghiura



ALGI  
ASSOCIAZIONE LABORATORI  
GEOTECNICI ITALIANI



**ANALISI  
GENERALI  
COSTRUZIONI s.r.l.**

SEDE LEGALE:  
81055 S. MARIA C.V. (CE)  
Via Santella (P.co La Perla)  
E-mail: agclab@virgilio.it

SEDE LABORATORIO:  
81020 S. NICOLA LA STRADA (CE)  
Via Appia Antica, 12  
Tel. 0823.424727 - Fax 0823.424729

Cod. Fisc. e Part. IVA 01108860618  
C.C.I.A.A. n. 100078  
Reg. Soc. Trib. n. 1741/82  
Cap. Soc. Euro 42.120,16 int. vers.

LABORATORIO DI GEOTECNICA

AUTORIZZATO CON D.M.N. 53480 DEL 30-05-2005 e RINNOVO N. 6862 del- 19-07-2011

San Nicola la Strada, 21/05/2018		Certificato n.923-2	Accettazione n.956 del 04/05/2018
RICHIEDENTE:	ZOCCOLA PIETRO E PIO		
INDIRIZZO:	VIA DEGLI UFFICI FINANZIARI - 84121 SALERNO		
COMMITTENTE:	ZOCCOLA PIETRO E PIO		
IMPRESA:	2 EFPE PERFORAZIONI S.R.L.		
OGGETTO DEI LAVORI:	REALIZZAZIONE FABBRICATO PLURIFAMILIARE USO RESIDENZIALE		
CAMPIONE INDISTURBATO:	FUSTELLA IN PVC		
PROFONDITA' DI PRELIEVO:	da 3.00 a 3.50 m		
SIGLA CAMPIONE:	C1		
DATA DI APERTURA CAMPIONE:	04/05/2018		
DATA INIZIO PROVE:	04/05/2018		

**DETERMINAZIONE DEL PESO DI VOLUME NATURALE MEDIANTE FUSTELLA TARATA**  
(A.G.I. 1994 - C.N.R. B.U. XII n.63)

Data di esecuzione: 04/05/2018			
DETERMINAZIONE		1	2
Peso fustella	g	69.50	69.05
Peso umido totale	g	175.78	175.27
Peso secco totale	g	147.33	146.52
Volume fustella	cmc	84.82	84.82
Peso acqua	g	28.45	28.38
Peso secco netto	g	77.83	78.61
Umidità naturale	%	36.55	36.10
Peso di volume secco	kN/mc	9.18	9.27
Peso di volume naturale	kN/mc	12.53	12.61
<b>G=12.57 kN/mc</b>			

**DETERMINAZIONE DEL PESO SPECIFICO DEI GRANULI**  
(C.N.R. U.N.I. 10010 - C.N.R. U.N.I. 10013 - C.N.R. U.N.I. 10010 - A.S.T.M. D854 - A.S.T.M. D4718)

Data di esecuzione: 04/05/2018			
PICNOMETRIA		A	B
Peso secco + tara	g	45.86	45.82
Peso tara	g	19.27	19.07
Picnometro + acqua + campione	g	246.54	246.47
temperatura	cmc	18.50	18.30
Picnometro + acqua alla Tp	g	230.75	230.67
Peso specifico dei granuli alla Tp	g	24.63	24.57
Correzione alla temperatura di 20°C	%	24.64	24.58
<b>Peso specifico dei granuli a 20°C = 24.61 kN/mc</b>			

Lo Sperimentatore  
Dott. Geol. Ernesto De Fusco



Il Direttore del Laboratorio  
Dott. Geol. Giuseppina Ghiura



ALGI  
ASSOCIAZIONE LABORATORI  
GEOTECNICI ITALIANI



**ANALISI  
GENERALI  
COSTRUZIONI s.r.l.**

SEDE LEGALE:  
81055 S. MARIA C.V. (CE)  
Via Santella (P.co La Perla)  
E-mail: agclab@virgilio.it

SEDE LABORATORIO:  
81020 S. NICOLA LA STRADA (CE)  
Via Appia Antica, 12  
Tel. 0823.424727 - Fax 0823.424729

Cod. Fisc. e Part. IVA 01108860618  
C.C.I.A.A. n. 100078  
Reg. Soc. Trib. n. 1741/82  
Cap. Soc. Euro 42.120,16 int. vers.

LABORATORIO DI GEOTECNICA

AUTORIZZATO CON D.M.N. 53480 DEL 30-05-2005 e RINNOVO N. 6862 del- 19-07-2011

<b>San Nicola la Strada, 21/05/2018</b>		<b>Certificato n.923-3</b>	<b>Accettazione n.956 del 04/05/2018</b>
RICHIEDENTE:	ZOCOLA PIETRO E PIO		
INDIRIZZO:	VIA DEGLI UFFICI FINANZIARI - 84121 SALERNO		
PROFONDITA' DI PRELIEVO:	da 3.00 a 3.50 m		

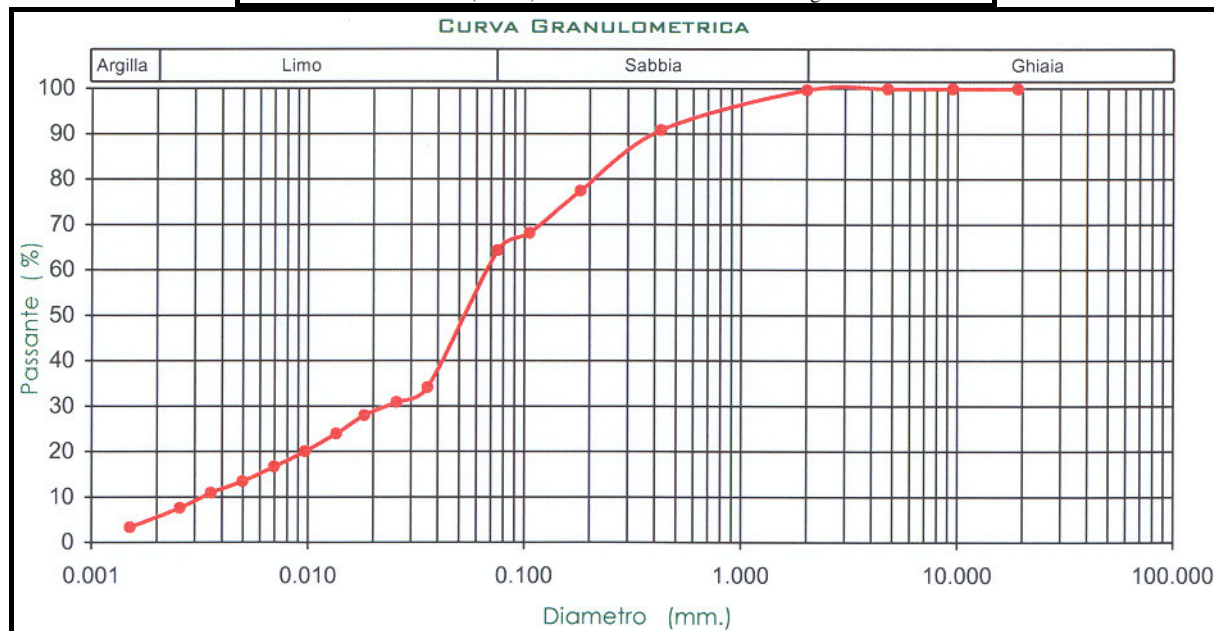
**ANALISI GRANULOMETRICA**  
(AGI 1994 - C.N.R. BU VI N.27 - ASTM D422 - 1140)

Data di esecuzione: 07/05/2018

Vagliatura eseguita su g.500 - densimetria eseguita su g.40 di passante al 200 ASTM  
Peso specifico dei granuli  $G_s=24.61$  kN/mc - modalità di campionamento: quartatura

DIAMETRO mm	TRATTENUTO g	PASSANTA %
19.000	0.00	100.00
9.5000	0.00	100.00
4.7500	0.00	100.00
2.0000	1.25	99.75
0.4250	44.29	90.89
0.1800	66.81	77.53
0.1050	46.56	68.22
0.0750	19.25	64.37
0.0357		34.17
0.0256		30.96
0.0182		28.05
0.0135		24.04
0.0097		20.11
0.0070		16.73
0.0050		13.52
0.0036		10.98
0.0026		7.60
0.0015		3.38

Ghiaia: 0.25% - sabbia: 35.38% - Limo: 56.76% - Argilla: 7.60%  
Definizione (A.G.I.): limo con sabbia debolmente argilloso



Lo Sperimentatore  
Dott. Geol. Ernesto De Fusco



Il Direttore del Laboratorio  
Dott. Geol. Giuseppina Ghiura



ALGI  
ASSOCIAZIONE LABORATORI  
GEOTECNICI ITALIANI



**ANALISI  
GENERALI  
COSTRUZIONI s.r.l.**

SEDE LEGALE:  
81055 S. MARIA C.V. (CE)  
Via Santella (P.co La Perla)  
E-mail: agclab@virgilio.it

SEDE LABORATORIO:  
81020 S. NICOLA LA STRADA (CE)  
Via Appia Antica, 12  
Tel. 0823.424727 - Fax 0823.424729

Cod. Fisc. e Part. IVA 01108860618  
C.C.I.A.A. n. 100078  
Reg. Soc. Trib. n. 1741/82  
Cap. Soc. Euro 42.120,16 int. vers.

LABORATORIO DI GEOTECNICA

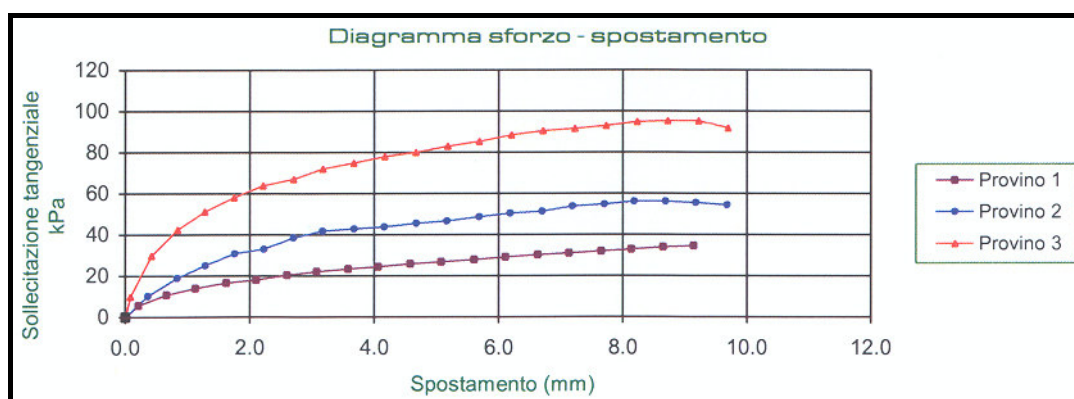
AUTORIZZATO CON D.M.N. 53480 DEL 30-05-2005 e RINNOVO N. 6862 del- 19-07-2011

<b>San Nicola la Strada, 21/05/2018</b>		<b>Certificato n.923-4</b>	<b>Accettazione n.956 del 04/05/2018</b>
RICHIEDENTE:	ZOCCOLA PIETRO E PIO		
INDIRIZZO:	VIA DEGLI UFFICI FINANZIARI - 84121 SALERNO		
PROFONDITA' DI PRELIEVO:	da 3.00 a 3.50 m		

### PROVA DI TAGLIO DIRETTO

(AGI 1994 - ASTM D3080 - 1140)

Tipo di prova: C.D. - Tempo di Consolidazione: 24h - Macchina n.: 90 - Data esecuzione: 07/02/2018								
Dimensioni provini			H = 2cm			L = 6cm		
Velocità prova (mm/min.)			0.0200					
provini			1			2		3
Pressione verticale (kPa)			50			100		150
VALORI REGISTRATI								
PROVINO 1			PROVINO 2			PROVINO 3		
Spostamento	Cedimento	Sforzo	Spostamento	Cedimento	Sforzo	Spostamento	Cedimento	Sforzo
mm	mm	kPa	mm	mm	kPa	mm	mm	kPa
0.00	1.45	0.00	0.00	2.39	0.00	0.00	3.00	0.00
0.21	1.49	5.77	0.36	2.44	10.39	0.08	2.87	10.10
0.66	1.59	10.96	0.83	2.52	19.04	0.41	2.94	30.01
1.12	1.70	14.14	1.28	2.60	25.10	0.83	3.03	42.70
1.62	1.82	16.74	1.75	2.67	30.87	1.27	3.11	51.36
2.10	1.93	18.18	2.22	2.73	33.18	1.74	3.18	58.28
2.60	2.01	20.49	2.70	2.77	38.66	2.21	3.24	64.06
3.07	2.07	22.22	3.17	2.81	41.84	2.70	3.33	67.23
3.58	2.14	23.37	3.68	2.85	42.99	3.17	3.38	72.13
4.07	2.19	24.53	4.16	2.88	43.86	3.67	3.44	75.02
4.59	2.24	25.97	4.68	2.91	45.59	4.17	3.49	78.19
5.08	2.28	26.83	5.17	2.94	46.74	4.67	3.54	80.21
5.61	2.33	27.99	5.69	2.97	48.76	5.19	3.59	83.10
6.11	2.37	29.14	6.18	2.99	50.49	5.70	3.63	85.41
6.64	2.42	30.30	6.70	3.02	51.36	6.21	3.68	88.58
7.14	2.47	31.16	7.19	3.04	53.96	6.72	3.71	90.60
7.65	2.51	32.03	7.70	3.05	54.82	7.23	3.75	91.75
8.14	2.55	32.89	8.18	3.07	56.26	7.73	3.78	93.20
8.65	2.60	34.05	8.69	3.08	56.26	8.23	3.81	94.93
9.14	2.65	34.62	9.17	3.09	55.69	8.72	3.85	95.40
			9.67	3.11	54.53	9.22	3.88	95.40
						9.69	3.90	92.00



Lo Sperimentatore  
Dott. Geol. Ernesto De Fusco



Il Direttore del Laboratorio  
Dott. Geol. Giuseppina Ghiura



ALGI  
ASSOCIAZIONE LABORATORI  
GEOTECNICI ITALIANI



**STUDIO TECNICO DI GEOLOGIA E GEOFISICA AMBIENTALE**

***DOTT. GEOLOGO OMAR SCALA***

**OGGETTO:** SPETTRI DI RISPOSTA AGLI STATI LIMITE RELATIVI ALLA  
REALIZZAZIONE DI UN FABBRICATO PLURIFAMILIARE

*Omar Scala*



**TABULATI E GRAFICI**

**COMMITTENTE:** ZOCCOLA PIETRO E PIO

**UBICAZIONE:** VIA DEGLI UFFICI FINANZIARI – SALERNO

**DATI CATASTALI:** FG.47 - P.LLE 513-514

---

**Valori dei parametri  $a_g$ ,  $F_o$ ,  $T_C^*$  per i periodi di ritorno  $T_R$  di riferimento**

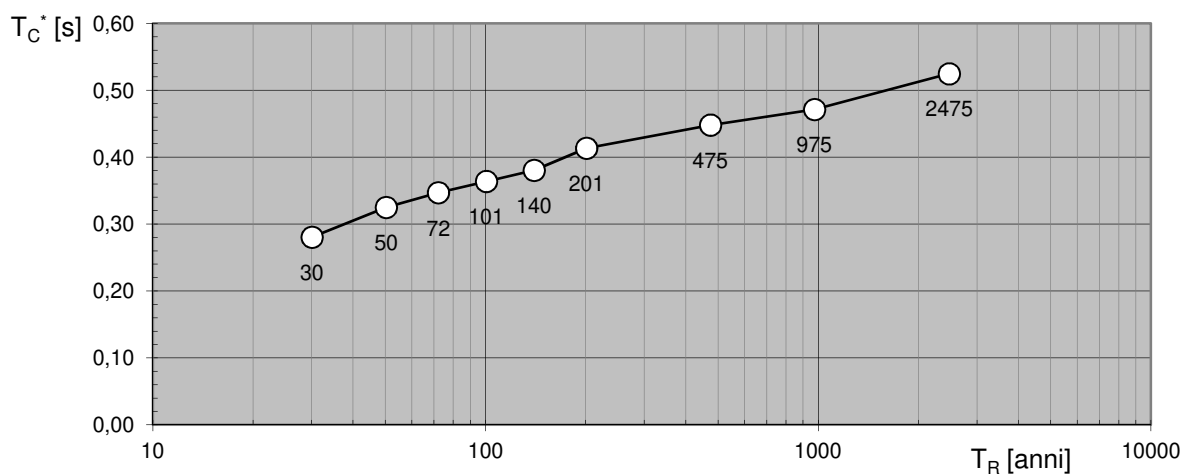
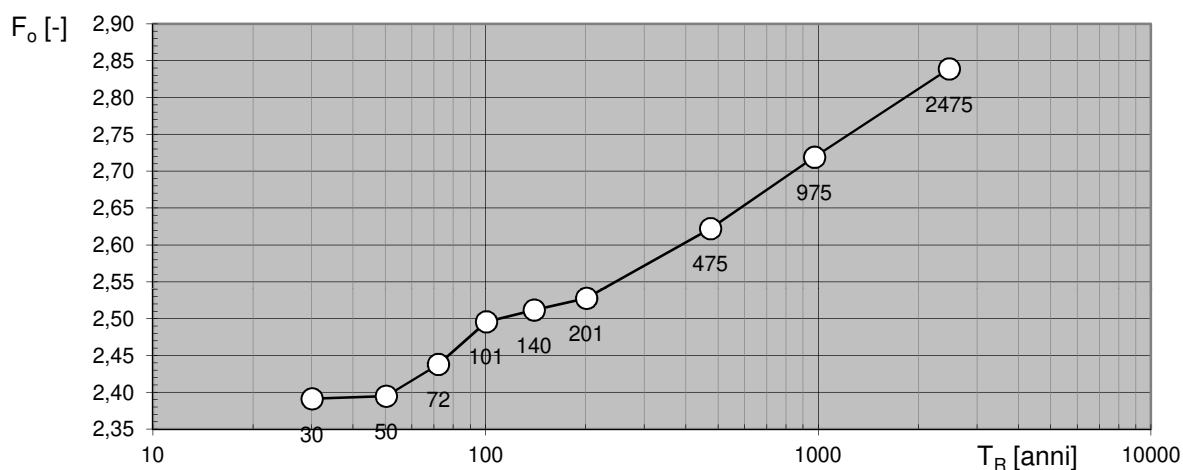
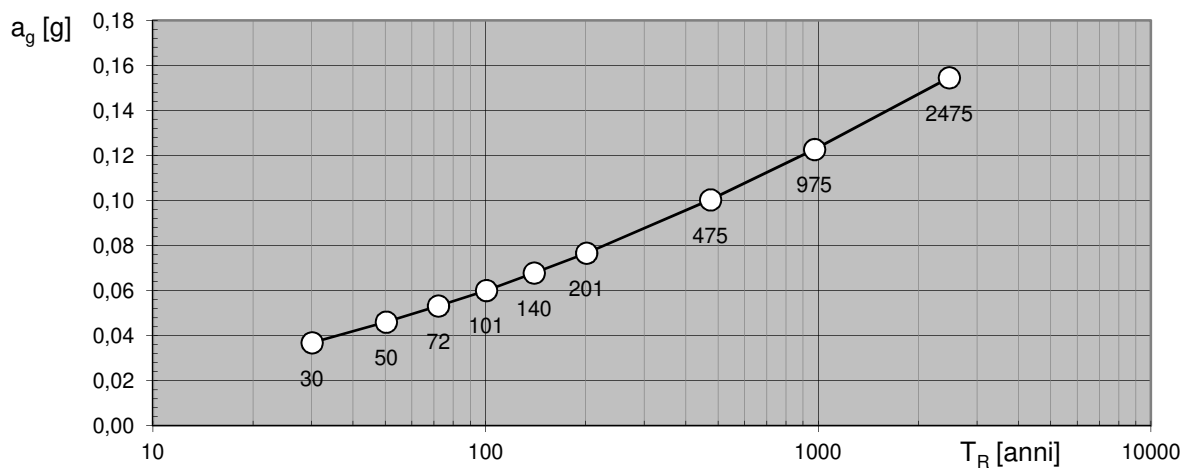

---

$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_o$ [-]	$T_C^*$ [s]
30	0,037	2,391	0,280
50	0,046	2,395	0,325
72	0,053	2,438	0,347
101	0,060	2,496	0,364
140	0,068	2,512	0,380
201	0,077	2,528	0,413
475	0,100	2,622	0,448
975	0,123	2,719	0,471
2475	0,155	2,839	0,525

---

La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

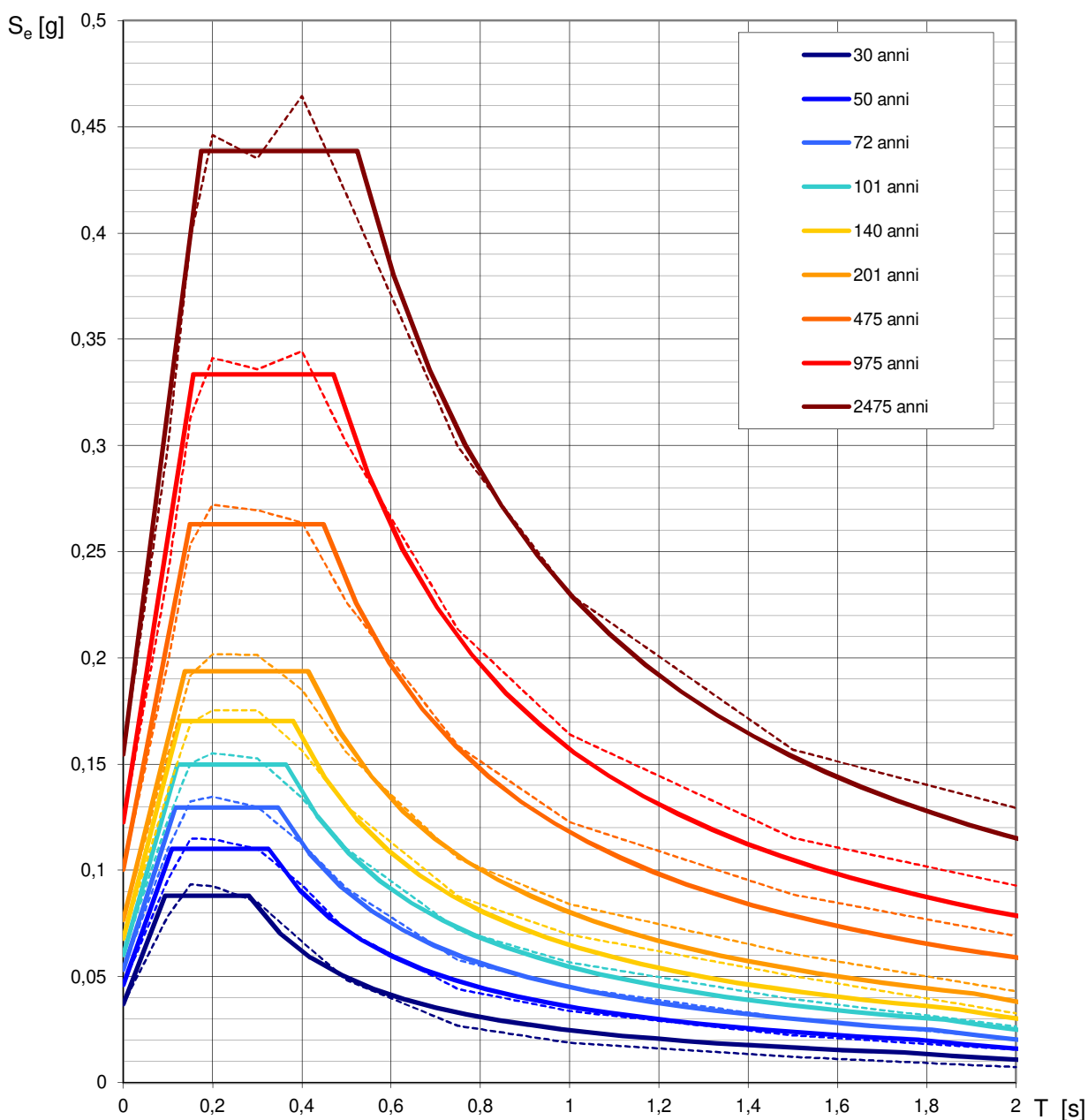
# **Valori dei parametri $a_g$ , $F_o$ , $T_C^*$ : variabilità col periodo di ritorno $T_R$**



La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.



## Spettri di risposta elastici per i periodi di ritorno $T_R$ di riferimento



### NOTA:

Con linea continua si rappresentano gli spettri di Normativa, con linea tratteggiata gli spettri del progetto S1-INGV da cui sono derivati.

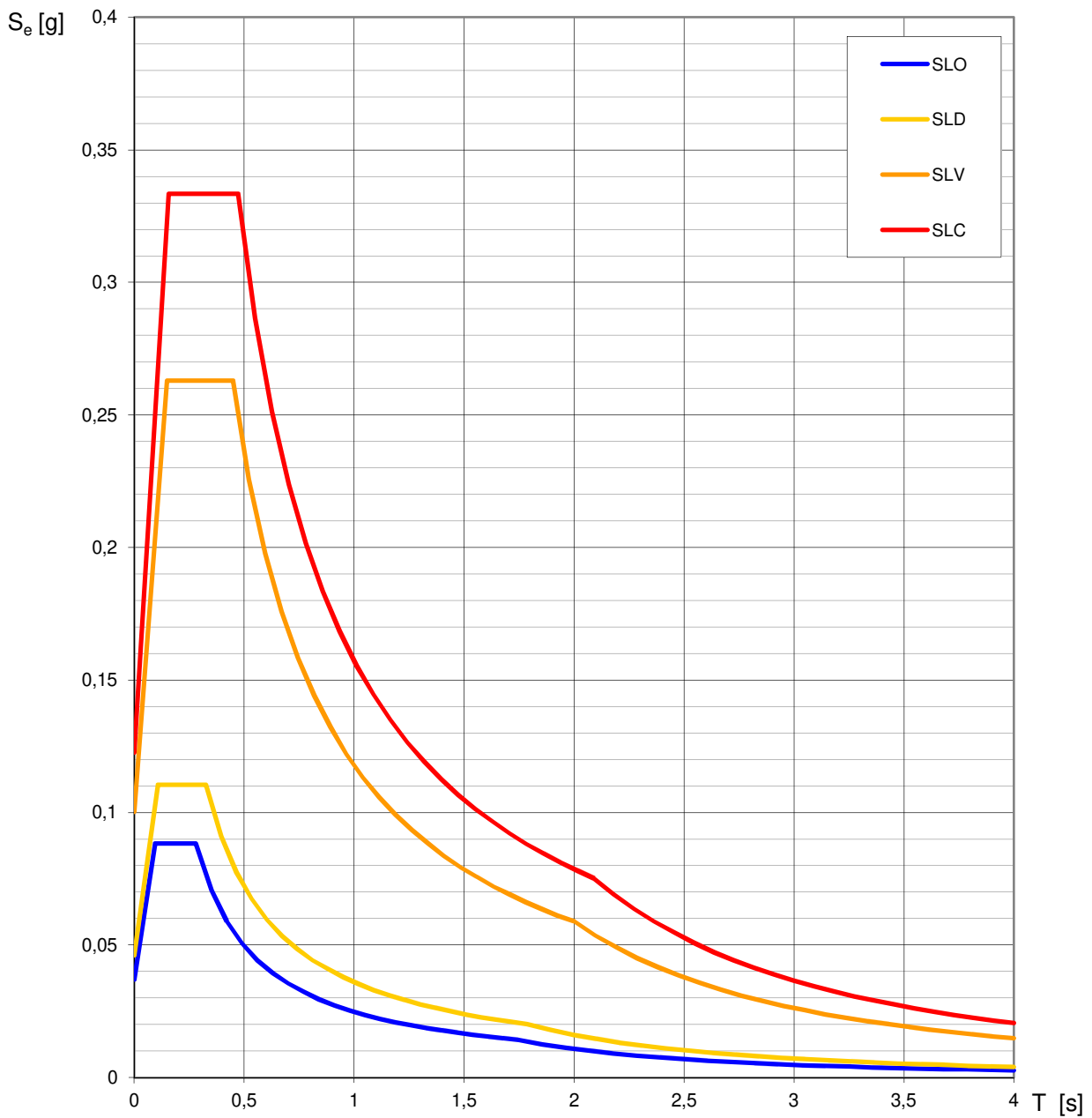
La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

**Valori dei parametri  $a_g$ ,  $F_o$ ,  $T_C^*$  per i periodi di ritorno  $T_R$  associati a ciascuno SL**

SLATO LIMITE	$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_o$ [-]	$T_C^*$ [s]
SLO	30	0,037	2,391	0,281
SLD	50	0,046	2,396	0,325
SLV	475	0,100	2,622	0,448
SLC	975	0,123	2,719	0,471

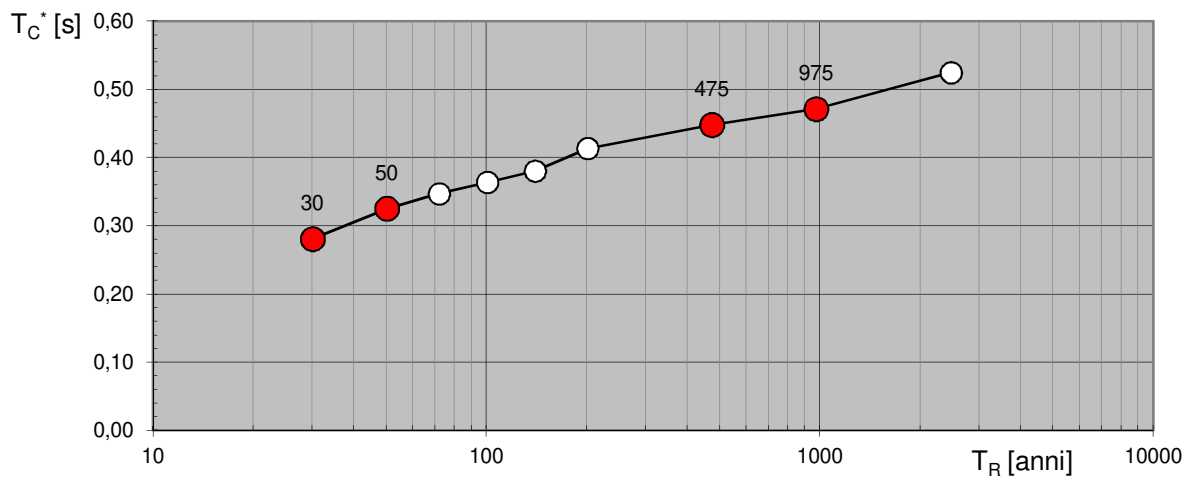
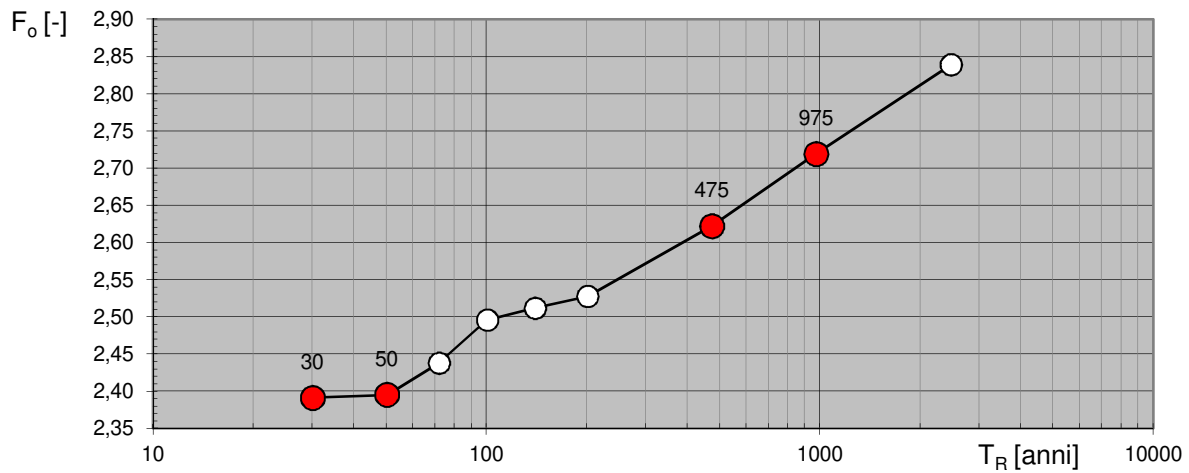
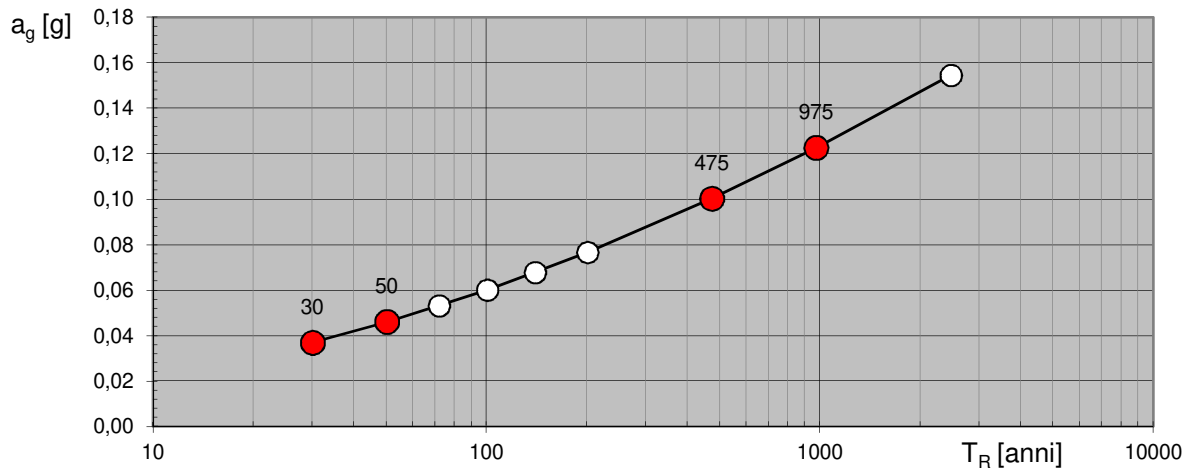
La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

## Spettri di risposta elastici per i diversi Stati Limite



La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

# **Valori di progetto dei parametri $a_g$ , $F_o$ , $T_C^*$ in funzione del periodo di ritorno $T_R$**



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

STATO LIMITE	SLD
$a_g$	0,046 g
$F_0$	2,396
$T_c^*$	0,325 s
$S_s$	1,500
$C_c$	1,521
$S_T$	1,000
$q$	1,000

**Parametri dipendenti**

$S$	1,500
$\eta$	1,000
$T_B$	0,165 s
$T_C$	0,495 s
$T_D$	1,785 s

**Espressioni dei parametri dipendenti**

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Lo spettro di progetto  $S_e(T)$  per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico  $S(T)$  sostituendo  $\eta$  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	0,069
$T_B \leftarrow$	0,165	0,166
$T_C \leftarrow$	0,495	0,166
	0,556	0,147
	0,618	0,133
	0,679	0,121
	0,740	0,111
	0,802	0,102
	0,863	0,095
	0,925	0,089
	0,986	0,083
	1,048	0,078
	1,109	0,074
	1,170	0,070
	1,232	0,067
	1,293	0,063
	1,355	0,061
	1,416	0,058
	1,477	0,056
	1,539	0,053
	1,600	0,051
	1,662	0,049
	1,723	0,048
$T_D \leftarrow$	1,785	0,046
	1,890	0,041
	1,996	0,037
	2,101	0,033
	2,207	0,030
	2,312	0,027
	2,418	0,025
	2,523	0,023
	2,629	0,021
	2,734	0,020
	2,840	0,018
	2,945	0,017
	3,051	0,016
	3,156	0,015
	3,262	0,014
	3,367	0,013
	3,473	0,012
	3,578	0,011
	3,684	0,011
	3,789	0,010
	3,895	0,010
	4,000	0,009

La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dell

**Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato limite: SLD****Parametri indipendenti**

STATO LIMITE	SLD
$a_{qv}$	0,013 g
$S_S$	1,000
$S_T$	1,000
$q$	1,000
$T_B$	0,050 s
$T_C$	0,150 s
$T_D$	1,000 s

**Parametri dipendenti**

$F_v$	0,695
$S$	1,000
$\eta$	1,000

**Espressioni dei parametri dipendenti**

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

$$\eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 §. 3.2.3.5})$$

$$F_v = 1,35 \cdot F_0 \cdot \left( \frac{a_g}{g} \right)^{0,5} \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.11})$$

**Espressioni dello spettro di risposta** (NTC-08 Eq. 3.2.10)

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

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

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

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

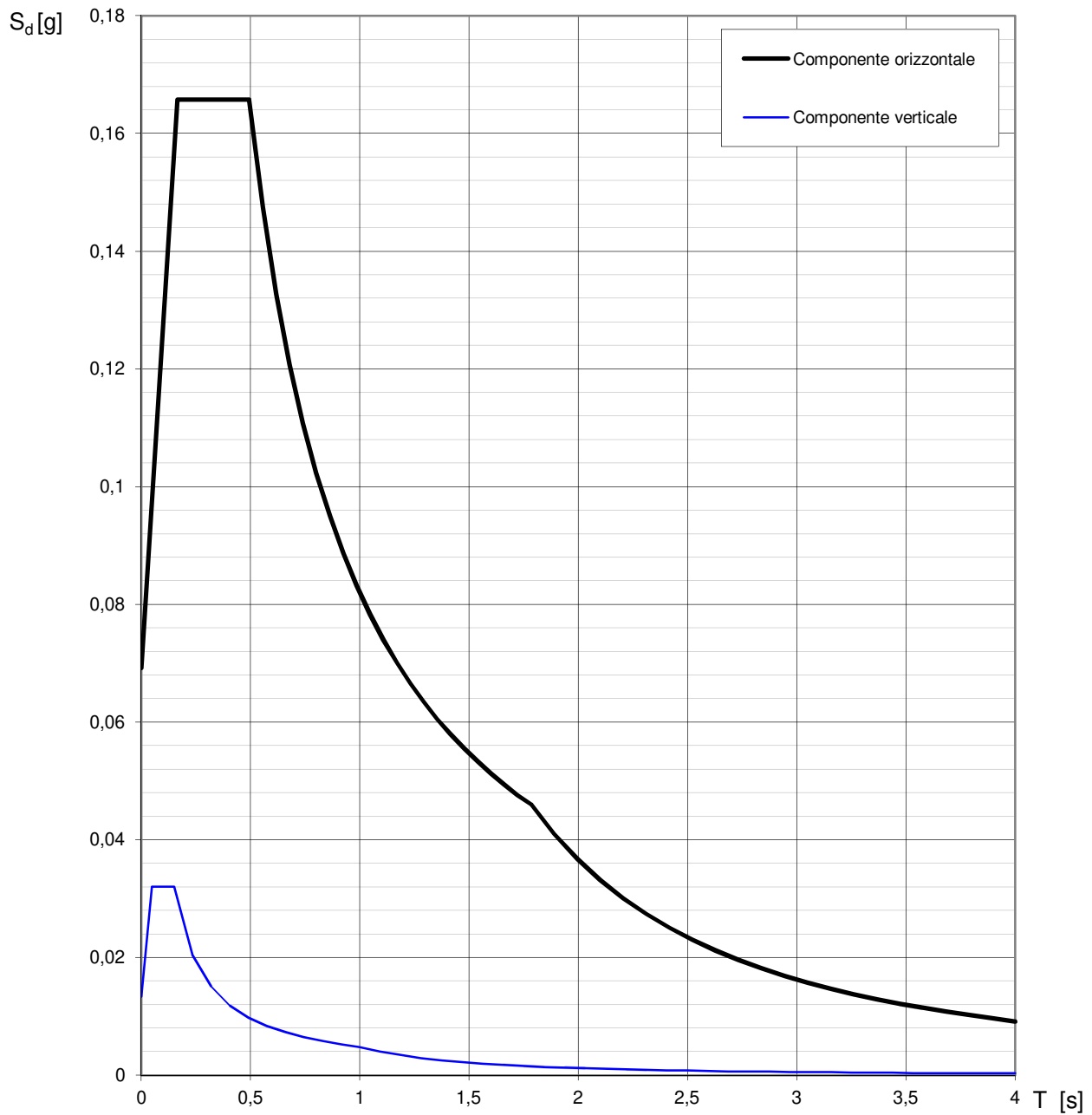
**Punti dello spettro di risposta**

	T [s]	Se [g]
	0,000	0,013
$T_B \leftarrow$	0,050	0,032
$T_C \leftarrow$	0,150	0,032
	0,235	0,020
	0,320	0,015
	0,405	0,012
	0,490	0,010
	0,575	0,008
	0,660	0,007
	0,745	0,006
	0,830	0,006
	0,915	0,005
$T_D \leftarrow$	1,000	0,005
	1,094	0,004
	1,188	0,003
	1,281	0,003
	1,375	0,003
	1,469	0,002
	1,563	0,002
	1,656	0,002
	1,750	0,002
	1,844	0,001
	1,938	0,001
	2,031	0,001
	2,125	0,001
	2,219	0,001
	2,313	0,001
	2,406	0,001
	2,500	0,001
	2,594	0,001
	2,688	0,001
	2,781	0,001
	2,875	0,001
	2,969	0,001
	3,063	0,001
	3,156	0,000
	3,250	0,000
	3,344	0,000
	3,438	0,000
	3,531	0,000
	3,625	0,000
	3,719	0,000
	3,813	0,000
	3,906	0,000
	4,000	0,000

La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

**Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite: SLD**

---



---

La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

## FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO

### Stato Limite

Stato Limite considerato **SLD** ▼ info

### Risposta sismica locale

Categoria di sottosuolo **C** ▼ info

$S_s =$  **1,500**

$C_c =$  **1,521** info

Categoria topografica **T1** ▼ info

$h/H =$  **0,000**

$S_T =$  **1,000** info

( $h$ =quota sito,  $H$ =altezza rilievo topografico)

### Compon. orizzontale

☒ Spettro di progetto elastico (SLE)

Smorzamento  $\xi$  (%) **5**

$\eta =$  **1,000** info

☐ Spettro di progetto inelastico (SLU)

Fattore  $q_0$  **3,75**

Regol. in altezza **no** ▼ info

### Compon. verticale

Spettro di progetto

Fattore  $q$  **1**

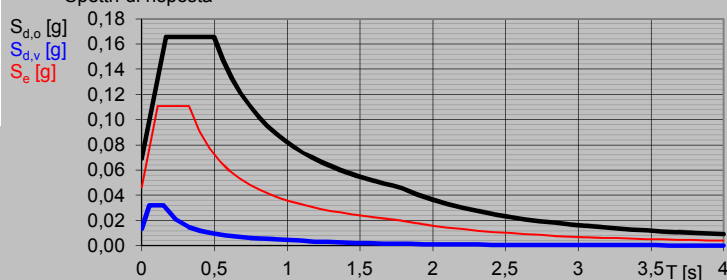
$\eta =$  **1,000** info

### Elaborazioni

Grafici spettri di risposta ▶

Parametri e punti spettri di risposta ▶

Spettri di risposta



- Spettro di progetto - componente orizzontale
- Spettro di progetto - componente verticale
- Spettro elastico di riferimento (Cat. A-T1,  $\xi = 5\%$ )

INTRO

FASE 1

FASE 2

FASE 3



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

STATO LIMITE	SLV
$a_g$	0,100 g
$F_0$	2,622
$T_C^*$	0,448 s
$S_S$	1,500
$C_C$	1,369
$S_T$	1,000
$q$	1,000

**Parametri dipendenti**

$S$	1,500
$\eta$	1,000
$T_B$	0,204 s
$T_C$	0,613 s
$T_D$	2,001 s

**Espressioni dei parametri dipendenti**

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Lo spettro di progetto  $S_e(T)$  per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico  $S(T)$  sostituendo  $\eta$  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	0,150
$T_B \leftarrow$	0,204	0,394
$T_C \leftarrow$	0,613	0,394
	0,679	0,356
	0,745	0,324
	0,811	0,298
	0,878	0,276
	0,944	0,256
	1,010	0,240
	1,076	0,225
	1,142	0,212
	1,208	0,200
	1,274	0,190
	1,340	0,180
	1,406	0,172
	1,472	0,164
	1,538	0,157
	1,605	0,151
	1,671	0,145
	1,737	0,139
	1,803	0,134
	1,869	0,129
	1,935	0,125
$T_D \leftarrow$	2,001	0,121
	2,096	0,110
	2,192	0,101
	2,287	0,093
	2,382	0,085
	2,477	0,079
	2,572	0,073
	2,667	0,068
	2,763	0,063
	2,858	0,059
	2,953	0,055
	3,048	0,052
	3,143	0,049
	3,239	0,046
	3,334	0,044
	3,429	0,041
	3,524	0,039
	3,619	0,037
	3,714	0,035
	3,810	0,033
	3,905	0,032
	4,000	0,030

La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dell

**Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato limite: SLV****Parametri indipendenti**

STATO LIMITE	SLV
$a_{qv}$	0,043 g
$S_S$	1,000
$S_T$	1,000
$q$	1,000
$T_B$	0,050 s
$T_C$	0,150 s
$T_D$	1,000 s

**Parametri dipendenti**

$F_v$	1,121
$S$	1,000
$\eta$	1,000

**Espressioni dei parametri dipendenti**

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

$$\eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 §. 3.2.3.5})$$

$$F_v = 1,35 \cdot F_0 \cdot \left( \frac{a_g}{g} \right)^{0,5} \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.11})$$

**Espressioni dello spettro di risposta** (NTC-08 Eq. 3.2.10)

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

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

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

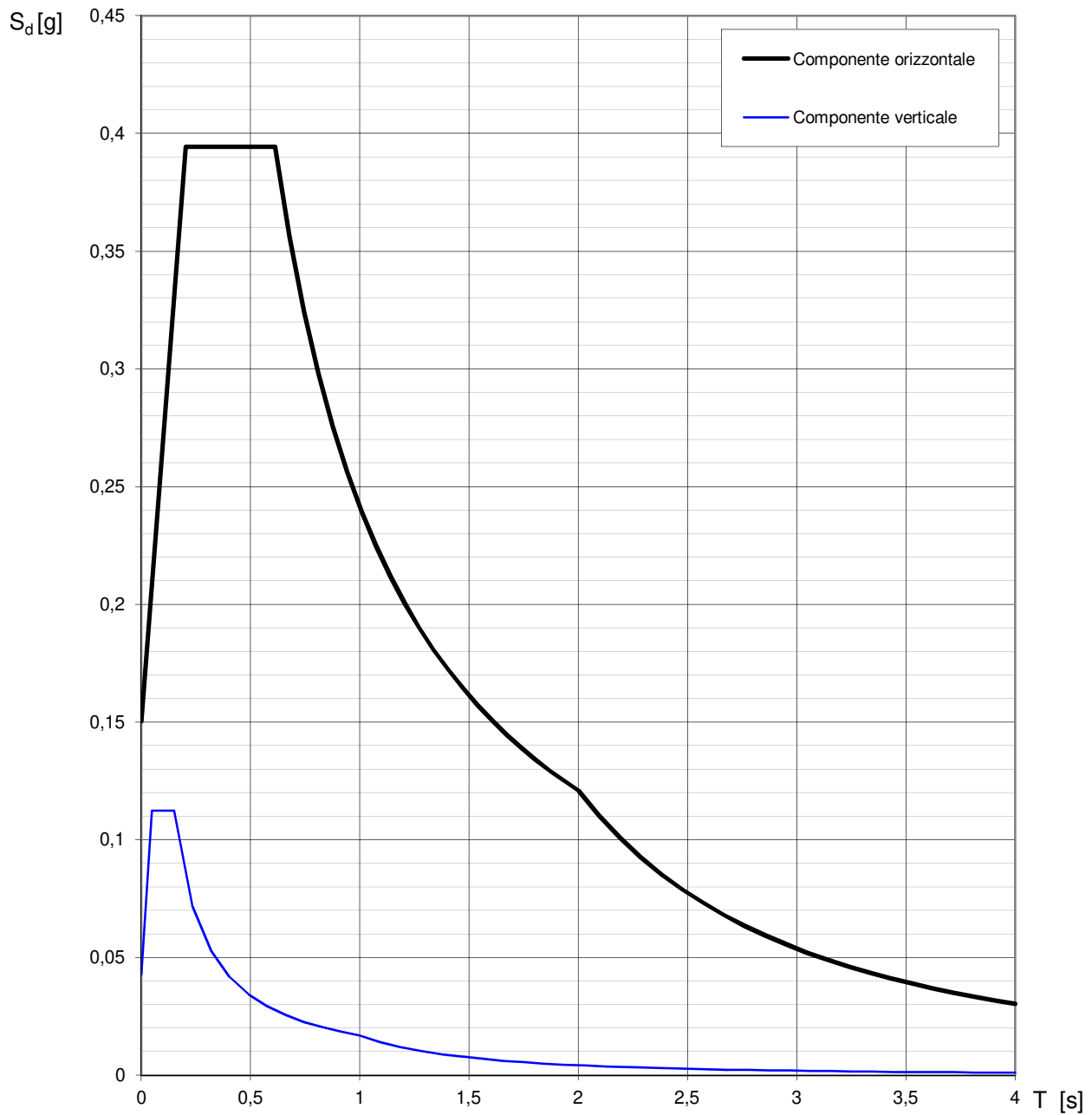
$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left( \frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

**Punti dello spettro di risposta**

	T [s]	Se [g]
	0,000	0,043
$T_B \leftarrow$	0,050	0,112
$T_C \leftarrow$	0,150	0,112
	0,235	0,072
	0,320	0,053
	0,405	0,042
	0,490	0,034
	0,575	0,029
	0,660	0,026
	0,745	0,023
	0,830	0,020
	0,915	0,018
$T_D \leftarrow$	1,000	0,017
	1,094	0,014
	1,188	0,012
	1,281	0,010
	1,375	0,009
	1,469	0,008
	1,563	0,007
	1,656	0,006
	1,750	0,006
	1,844	0,005
	1,938	0,004
	2,031	0,004
	2,125	0,004
	2,219	0,003
	2,313	0,003
	2,406	0,003
	2,500	0,003
	2,594	0,003
	2,688	0,002
	2,781	0,002
	2,875	0,002
	2,969	0,002
	3,063	0,002
	3,156	0,002
	3,250	0,002
	3,344	0,002
	3,438	0,001
	3,531	0,001
	3,625	0,001
	3,719	0,001
	3,813	0,001
	3,906	0,001
	4,000	0,001

La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

## Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite: SLV



La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

## FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO

### Stato Limite

Stato Limite considerato **SLV** ▼ info

### Risposta sismica locale

Categoria di sottosuolo **C** ▼ info

Categoria topografica **T1** ▼ info

$S_S =$  **1,500**

$C_C =$  **1,369** info

$h/H =$  **0,000**

$S_T =$  **1,000** info

(h=quota sito, H=altezza rilievo topografico)

### Compon. orizzontale

☒ Spettro di progetto elastico (SLE)

Smorzamento  $\xi$  (%) **5**

$\eta =$  **1,000** info

☐ Spettro di progetto inelastico (SLU)

Fattore  $q_0$  **3,75**

Regol. in altezza **no** ▼ info

### Compon. verticale

Spettro di progetto

Fattore  $q$  **1**

$\eta =$  **1,000** info

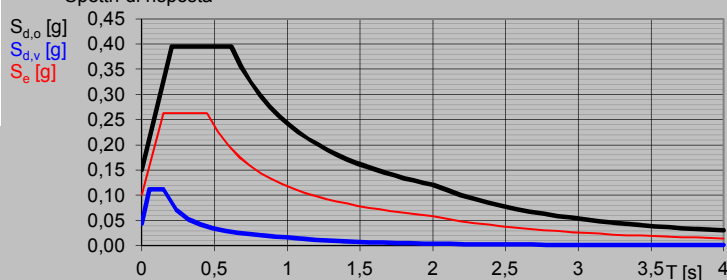
### Elaborazioni

Grafici spettri di risposta ▶

Parametri e punti spettri di risposta ▶

- Spettro di progetto - componente orizzontale
- Spettro di progetto - componente verticale
- Spettro elastico di riferimento (Cat. A-T1,  $\xi = 5\%$ )

Spettri di risposta



INTRO

FASE 1

FASE 2

FASE 3

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

STATO LIMITE	SLD
$a_g$	0,046 g
$F_0$	2,396
$T_C^*$	0,325 s
$S_S$	1,500
$C_C$	1,521
$S_T$	1,000
$q$	3,000

**Parametri dipendenti**

$S$	1,500
$\eta$	0,333
$T_B$	0,165 s
$T_C$	0,495 s
$T_D$	1,785 s

**Espressioni dei parametri dipendenti**

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Lo spettro di progetto  $S_e(T)$  per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico  $S(T)$  sostituendo  $\eta$  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	0,069
$T_B \leftarrow$	0,165	0,055
$T_C \leftarrow$	0,495	0,055
	0,556	0,049
	0,618	0,044
	0,679	0,040
	0,740	0,037
	0,802	0,034
	0,863	0,032
	0,925	0,030
	0,986	0,028
	1,048	0,026
	1,109	0,025
	1,170	0,023
	1,232	0,022
	1,293	0,021
	1,355	0,020
	1,416	0,019
	1,477	0,019
	1,539	0,018
	1,600	0,017
	1,662	0,016
	1,723	0,016
$T_D \leftarrow$	1,785	0,015
	1,890	0,014
	1,996	0,012
	2,101	0,011
	2,207	0,010
	2,312	0,009
	2,418	0,008
	2,523	0,008
	2,629	0,007
	2,734	0,007
	2,840	0,006
	2,945	0,006
	3,051	0,005
	3,156	0,005
	3,262	0,005
	3,367	0,004
	3,473	0,004
	3,578	0,004
	3,684	0,004
	3,789	0,003
	3,895	0,003
	4,000	0,003

La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dell

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

STATO LIMITE	SLD
$a_g$	0,046 g
$F_0$	2,396
$T_C^*$	0,325 s
$S_S$	1,500
$C_C$	1,521
$S_T$	1,000
$q$	3,000

**Parametri dipendenti**

$S$	1,500
$\eta$	0,333
$T_B$	0,165 s
$T_C$	0,495 s
$T_D$	1,785 s

**Espressioni dei parametri dipendenti**

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Lo spettro di progetto  $S_e(T)$  per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico  $S(T)$  sostituendo  $\eta$  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	0,069
$T_B \leftarrow$	0,165	0,055
$T_C \leftarrow$	0,495	0,055
	0,556	0,049
	0,618	0,044
	0,679	0,040
	0,740	0,037
	0,802	0,034
	0,863	0,032
	0,925	0,030
	0,986	0,028
	1,048	0,026
	1,109	0,025
	1,170	0,023
	1,232	0,022
	1,293	0,021
	1,355	0,020
	1,416	0,019
	1,477	0,019
	1,539	0,018
	1,600	0,017
	1,662	0,016
	1,723	0,016
$T_D \leftarrow$	1,785	0,015
	1,890	0,014
	1,996	0,012
	2,101	0,011
	2,207	0,010
	2,312	0,009
	2,418	0,008
	2,523	0,008
	2,629	0,007
	2,734	0,007
	2,840	0,006
	2,945	0,006
	3,051	0,005
	3,156	0,005
	3,262	0,005
	3,367	0,004
	3,473	0,004
	3,578	0,004
	3,684	0,004
	3,789	0,003
	3,895	0,003
	4,000	0,003

La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dell

**Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato limite: SLD****Parametri indipendenti**

STATO LIMITE	SLD
$a_{qv}$	0,013 g
$S_S$	1,000
$S_T$	1,000
$q$	1,500
$T_B$	0,050 s
$T_C$	0,150 s
$T_D$	1,000 s

**Parametri dipendenti**

$F_v$	0,695
$S$	1,000
$\eta$	0,667

**Punti dello spettro di risposta**

	T [s]	Se [g]
	0,000	0,013
$T_B \leftarrow$	0,050	0,021
$T_C \leftarrow$	0,150	0,021
	0,235	0,014
	0,320	0,010
	0,405	0,008
	0,490	0,007
	0,575	0,006
	0,660	0,005
	0,745	0,004
	0,830	0,004
	0,915	0,004
$T_D \leftarrow$	1,000	0,003
	1,094	0,003
	1,188	0,002
	1,281	0,002
	1,375	0,002
	1,469	0,001
	1,563	0,001
	1,656	0,001
	1,750	0,001
	1,844	0,001
	1,938	0,001
	2,031	0,001
	2,125	0,001
	2,219	0,001
	2,313	0,001
	2,406	0,001
	2,500	0,001
	2,594	0,000
	2,688	0,000
	2,781	0,000
	2,875	0,000
	2,969	0,000
	3,063	0,000
	3,156	0,000
	3,250	0,000
	3,344	0,000
	3,438	0,000
	3,531	0,000
	3,625	0,000
	3,719	0,000
	3,813	0,000
	3,906	0,000
	4,000	0,000

**Espressioni dei parametri dipendenti**

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

$$\eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 §. 3.2.3.5})$$

$$F_v = 1,35 \cdot F_0 \cdot \left( \frac{a_g}{g} \right)^{0,5} \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.11})$$

**Espressioni dello spettro di risposta** (NTC-08 Eq. 3.2.10)

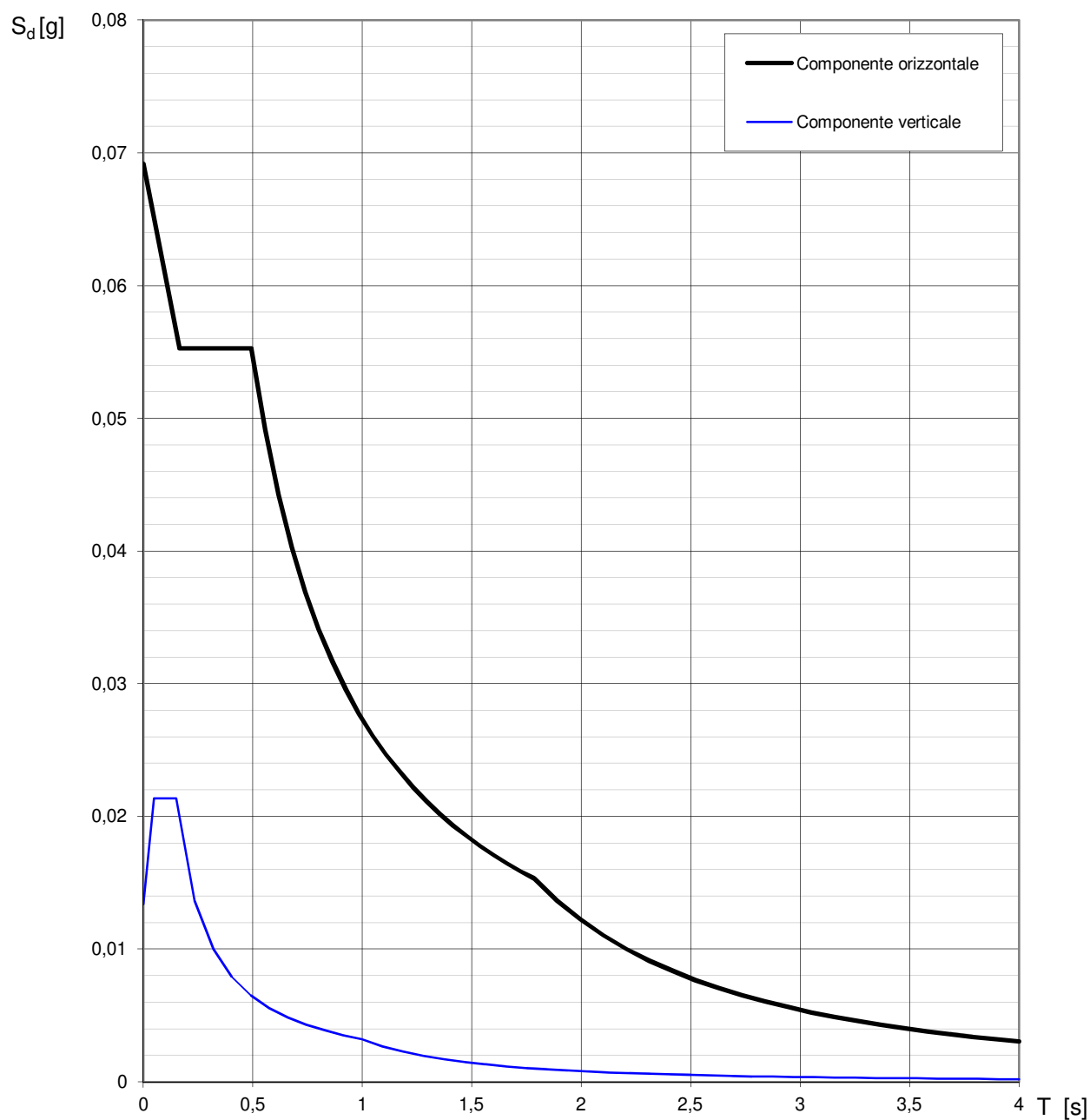
$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[ \frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left( 1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

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

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

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

La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

**Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite: SLD**

La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.



## FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO

### Stato Limite

Stato Limite considerato **SLD** ▼ info

### Risposta sismica locale

Categoria di sottosuolo **C** ▼ info

$S_S =$  **1,500**

$C_C =$  **1,521** info

Categoria topografica **T1** ▼ info

$h/H =$  **0,000**

$S_T =$  **1,000** info

( $h$ =quota sito,  $H$ =altezza rilievo topografico)

### Compon. orizzontale

☐ Spettro di progetto elastico (SLE)

Smorzamento  $\xi$  (%) **5**

$\eta =$  **1,000** info

☒ Spettro di progetto inelastico (SLU)

Fattore  $q_o$  **3,75**

Regol. in altezza **no** ▼ info

### Compon. verticale

Spettro di progetto

Fattore  $q$  **1,5**

$\eta =$  **0,667** info

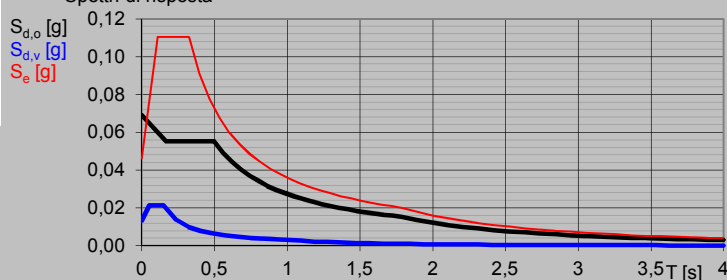
### Elaborazioni

Grafici spettri di risposta ▶

Parametri e punti spettri di risposta ▶

- Spettro di progetto - componente orizzontale
- Spettro di progetto - componente verticale
- Spettro elastico di riferimento (Cat. A-T1,  $\xi = 5\%$ )

### Spettri di risposta



INTRO

FASE 1

FASE 2

FASE 3

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

STATO LIMITE	SLV
$a_g$	0,100 g
$F_0$	2,622
$T_C^*$	0,448 s
$S_S$	1,500
$C_C$	1,369
$S_T$	1,000
$q$	3,000

**Parametri dipendenti**

$S$	1,500
$\eta$	0,333
$T_B$	0,204 s
$T_C$	0,613 s
$T_D$	2,001 s

**Espressioni dei parametri dipendenti**

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Lo spettro di progetto  $S_d(T)$  per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico  $S_e(T)$  sostituendo  $\eta$  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	0,150
$T_B \leftarrow$	0,204	0,131
$T_C \leftarrow$	0,613	0,131
	0,679	0,119
	0,745	0,108
	0,811	0,099
	0,878	0,092
	0,944	0,085
	1,010	0,080
	1,076	0,075
	1,142	0,071
	1,208	0,067
	1,274	0,063
	1,340	0,060
	1,406	0,057
	1,472	0,055
	1,538	0,052
	1,605	0,050
	1,671	0,048
	1,737	0,046
	1,803	0,045
	1,869	0,043
	1,935	0,042
$T_D \leftarrow$	2,001	0,040
	2,096	0,037
	2,192	0,034
	2,287	0,031
	2,382	0,028
	2,477	0,026
	2,572	0,024
	2,667	0,023
	2,763	0,021
	2,858	0,020
	2,953	0,020
	3,048	0,020
	3,143	0,020
	3,239	0,020
	3,334	0,020
	3,429	0,020
	3,524	0,020
	3,619	0,020
	3,714	0,020
	3,810	0,020
	3,905	0,020
	4,000	0,020

La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dell

**Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato limite: SLV****Parametri indipendenti**

STATO LIMITE	SLV
$a_{qv}$	0,043 g
$S_S$	1,000
$S_T$	1,000
$q$	1,500
$T_B$	0,050 s
$T_C$	0,150 s
$T_D$	1,000 s

**Parametri dipendenti**

$F_v$	1,121
$S$	1,000
$\eta$	0,667

**Espressioni dei parametri dipendenti**

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

$$\eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 §. 3.2.3.5})$$

$$F_v = 1,35 \cdot F_0 \cdot \left( \frac{a_g}{g} \right)^{0,5} \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.11})$$

**Espressioni dello spettro di risposta** (NTC-08 Eq. 3.2.10)

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

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

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

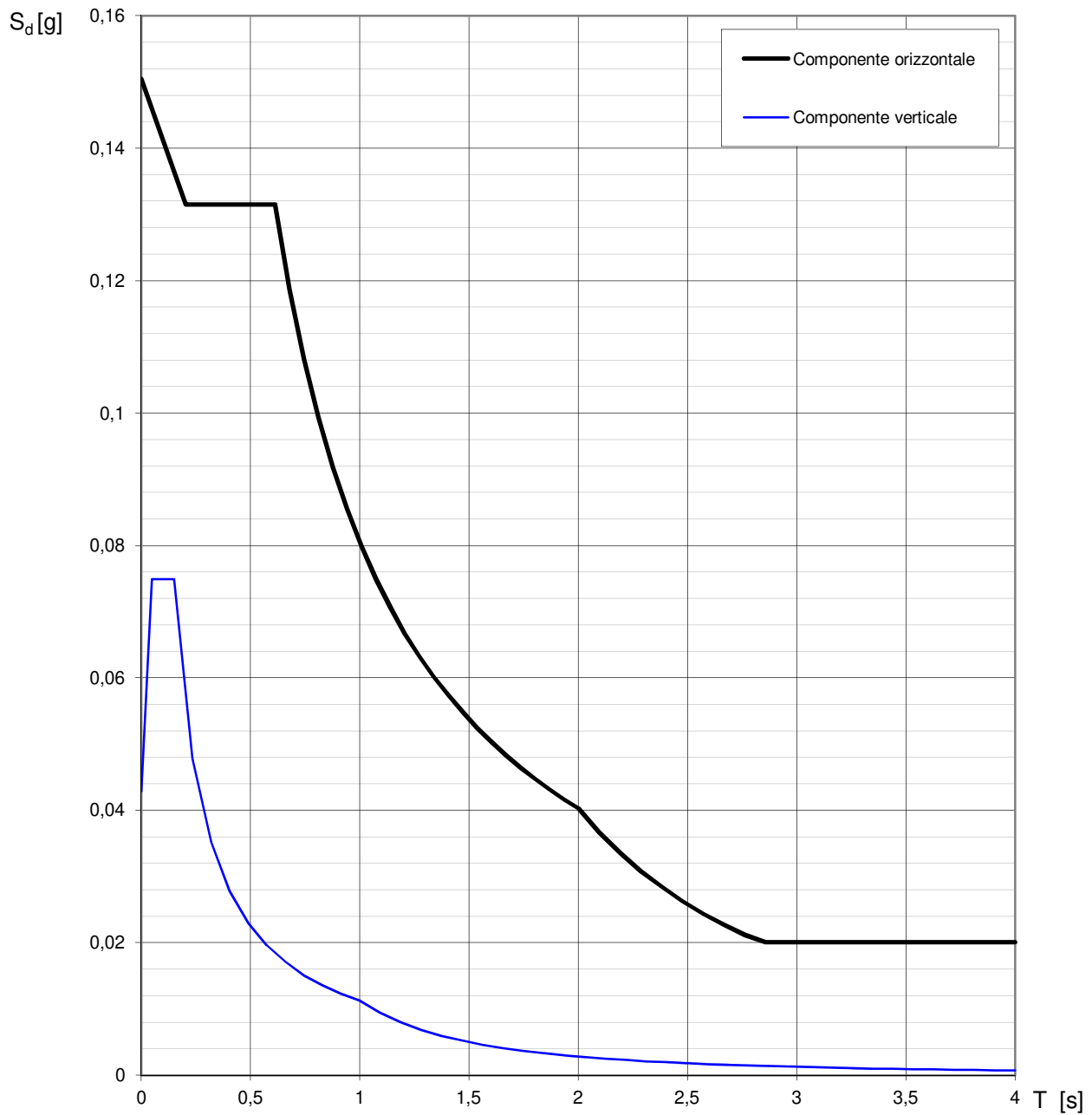
$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left( \frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

**Punti dello spettro di risposta**

	T [s]	Se [g]
	0,000	0,043
$T_B \leftarrow$	0,050	0,075
$T_C \leftarrow$	0,150	0,075
	0,235	0,048
	0,320	0,035
	0,405	0,028
	0,490	0,023
	0,575	0,020
	0,660	0,017
	0,745	0,015
	0,830	0,014
	0,915	0,012
$T_D \leftarrow$	1,000	0,011
	1,094	0,009
	1,188	0,008
	1,281	0,007
	1,375	0,006
	1,469	0,005
	1,563	0,005
	1,656	0,004
	1,750	0,004
	1,844	0,003
	1,938	0,003
	2,031	0,003
	2,125	0,002
	2,219	0,002
	2,313	0,002
	2,406	0,002
	2,500	0,002
	2,594	0,002
	2,688	0,002
	2,781	0,001
	2,875	0,001
	2,969	0,001
	3,063	0,001
	3,156	0,001
	3,250	0,001
	3,344	0,001
	3,438	0,001
	3,531	0,001
	3,625	0,001
	3,719	0,001
	3,813	0,001
	3,906	0,001
	4,000	0,001

La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

# **Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite: SLV**



La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

## FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO

### Stato Limite

Stato Limite considerato **SLV** ▼ info

### Risposta sismica locale

Categoria di sottosuolo **C** ▼ info

$S_S =$  **1,500**

$C_C =$  **1,369** info

Categoria topografica **T1** ▼ info

$h/H =$  **0,000**

$S_T =$  **1,000** info

( $h$ =quota sito,  $H$ =altezza rilievo topografico)

### Compon. orizzontale

☐ Spettro di progetto elastico (SLE)

Smorzamento  $\xi$  (%) **5**

$\eta =$  **1,000** info

☒ Spettro di progetto inelastico (SLU)

Fattore  $q_0$  **3,75**

Regol. in altezza **no** ▼ info

### Compon. verticale

Spettro di progetto

Fattore  $q$  **1,5**

$\eta =$  **0,667** info

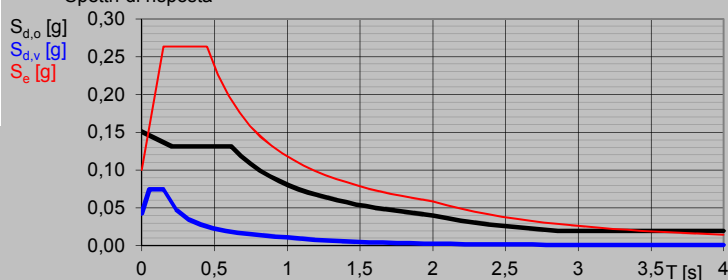
### Elaborazioni

Grafici spettri di risposta ▶

Parametri e punti spettri di risposta ▶

- Spettro di progetto - componente orizzontale
- Spettro di progetto - componente verticale
- Spettro elastico di riferimento (Cat. A-T1,  $\xi = 5\%$ )

### Spettri di risposta



INTRO

FASE 1

FASE 2

FASE 3