

RELAZIONE GEOLOGICO SISMICA

**NELL'AMBITO DELLA PROGETTAZIONE ESECUTIVA DI REALIZZAZIONE DI UN
IMPIANTO DI PRODUZIONE ENERGETICA A BIOMETANO in S.R. Braccianese Claudia Km
5.1 – Mun XV ex XX - ROMA**



Roma, 07 aprile 2025

RELATORE
Dott Geol. Marco Vinci
O.R.G. del Lazio 1405



RELATORE
Dott Geol. A.B. Arena
O.R.G. del Lazio 753



ALLEGATO 1: INDAGINI IN SITU

ALLEGATO 2: ANALISI DI LABORATORIO

ALLEGATO 3: RSL – RISPOSTA SISMICA LOCALE

Premessa

Su incarico ricevuto dalla società ROMA BIOMETANO S.r.l. è stato eseguito uno studio finalizzato al riconoscimento delle caratteristiche geologiche geomorfologiche ed idrogeologiche di un'area posta lungo la S.R. Braccianese Claudia al Km 5.1, all'interno del territorio comunale di Roma Capitale, sulla quale è prevista la realizzazione di un impianto di produzione di BioMetano. La presente relazione è stata redatta in conformità con quanto previsto dalla DGR 2649/99 "Linee guida e documentazione per l'indagine geologica e vegetazionale" e ss.mm.ii.

L'indagine è stata effettuata al fine di controllare i locali rapporti geolitologici, stratigrafici, tettonici e idrologici, relativamente all'accertamento delle caratteristiche geologiche e con particolare riferimento alla posizione della falda freatica locale. In relazione alle finalità ed alle informazioni che si intendevano acquisire è stato eseguito il seguente studio al quale si è associato uno specifico piano di indagini per la caratterizzazione geotecnica e sismica dell'area.

In particolare si sono effettuati:

- **n° 2 sondaggi a carotaggio continuo spinti a 30 m con il prelievo di n1 camp indisturbato ed n 2 SPT a sondaggio, uno dei due sondaggi (S1) è stato allestito per prova sismica DOWN HOLE;**
- **n° 2 MASW e n° 1 HVSr.**
- **I risultati delle suddette indagini vengono riassunti nell'ALLEGATO 1**
- **I risultati delle prove di laboratorio condotte si trovano nell'ALLEGATO 2**
- **La Risposta Sismica Locale (RSL) viene sviluppata nell'ALLEGATO 3**

La legge regionale 72/1975, all'art.3, prevede che tutti i comuni della Regione Lazio in sede di formazione degli strumenti urbanistici sono tenuti a porre a base delle loro redazioni una accurata analisi del territorio che esamini i principali caratteri geomorfologici, le zone in via di dissesto idrogeologico, quelle sottoposte a vincolo idrogeologico, le zone di particolare importanza naturalistica, la copertura vegetale del suolo, la carta agropedologica, le relazioni fra territorio, rete infrastrutturale e strutture insediative.

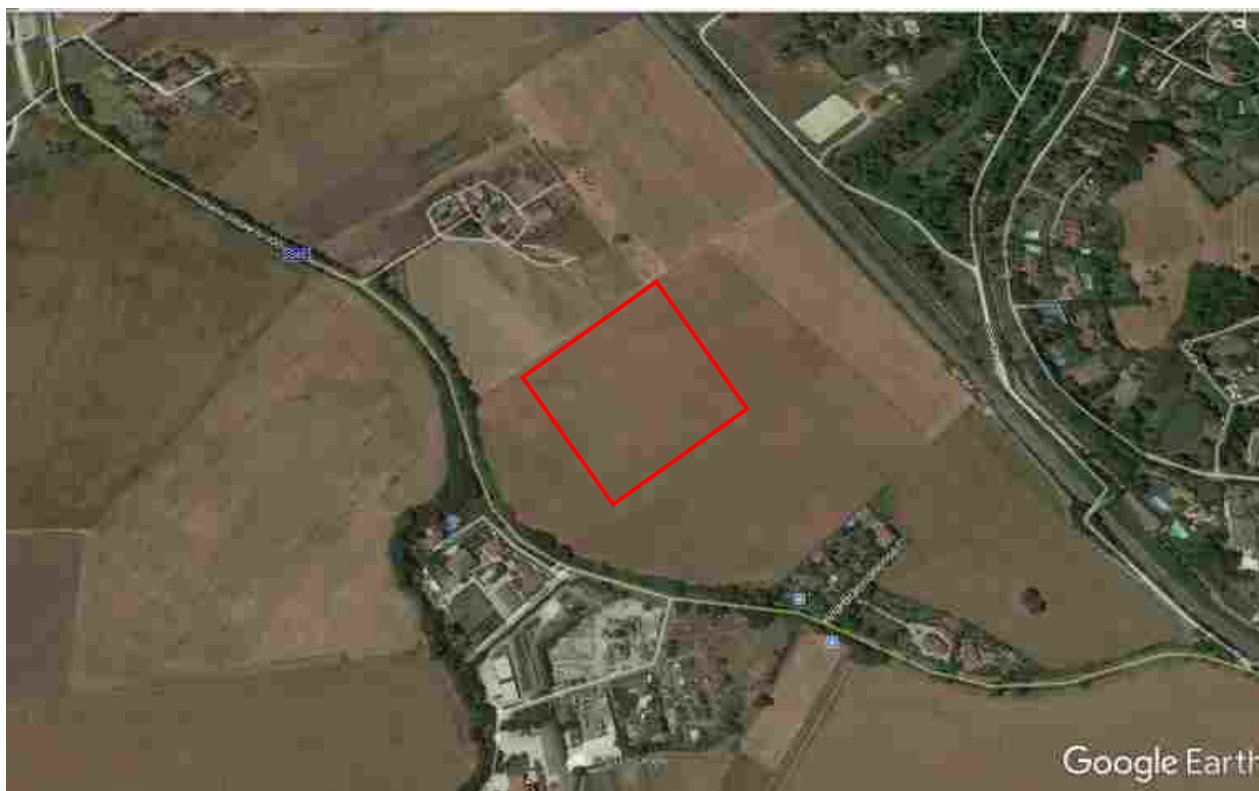
La legge 64/1974, all'art.13, prevede inoltre che i comuni classificati sismici e/o sottoposti a consolidamento devono richiedere, sugli strumenti urbanistici generali e particolareggiati prima della delibera di adozione, nonché sulle lottizzazioni convenzionate prima della delibera di approvazione e loro varianti (nel seguito indicati genericamente come strumento urbanistico), la verifica della compatibilità delle rispettive previsioni con le condizioni geomorfologiche del territorio. Alcune direttive per la valutazione della compatibilità geomorfologica e la documentazione richiesta sono state successivamente descritte in apposite circolari nazionali (D.M. LL.PP. 11 marzo 1988) e regionali (circolari dell'Assessorato ai LL.PP. della Regione Lazio n.3317 del 29.10.1980, n.2950 del 11.09.1982, n. 769 del 23.11.1982).

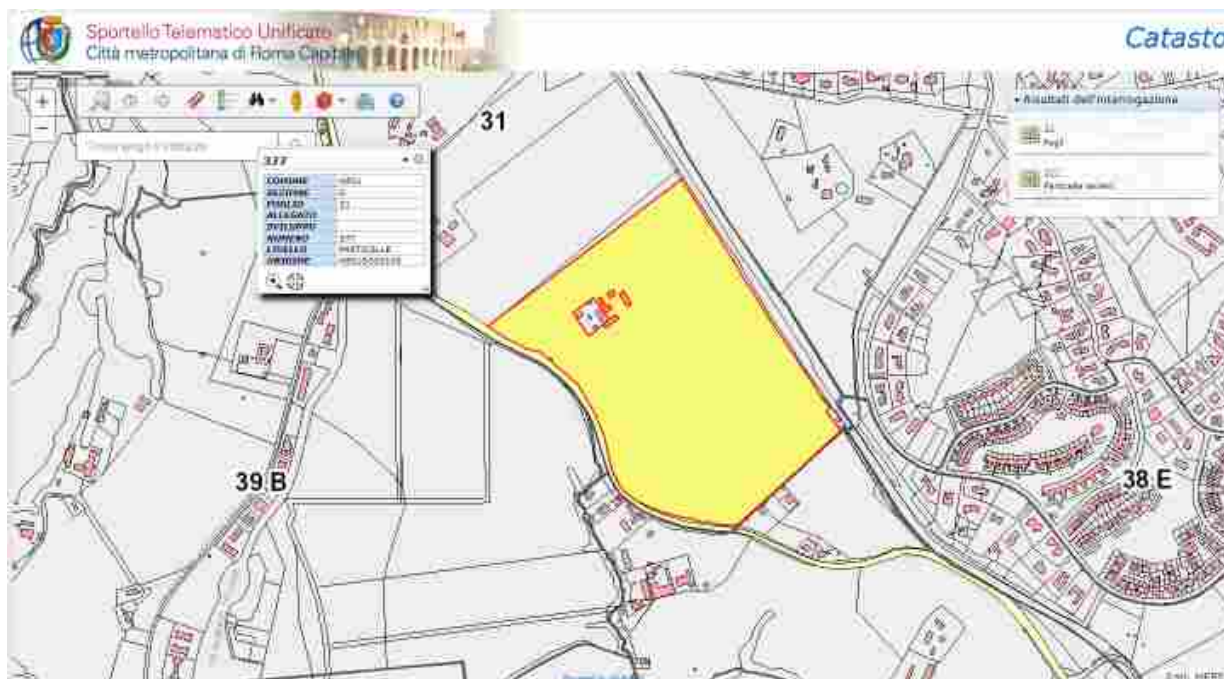
Le due leggi e relative circolari, impongono quindi che vi sia una compatibilità tra le previsioni urbanistiche e le condizioni di pericolosità e di vulnerabilità territoriale, valutando in un caso principalmente l'aspetto idrogeologico e nell'altro quello sismico, attraverso studi geologici e vegetazionali da eseguire preventivamente alla programmazione urbanistica.

L'area in oggetto è distinta in catasto al Foglio n° 31 particella 377 del Comune di Roma Capitale, nonché rappresentato nella Carta Tecnica regionale alla sezione 365130, **non ricade all'interno di territori di competenza di un'Area Naturale Protetta, né all'interno di una Area di perimetrata ad elevata criticità per l'utilizzo delle acque sotterranee (Area Critica).** L'area di sito si colloca ad una quota media di 140 m s.l.m. Le coordinate medie UTM riferite al fuso 33 per l'individuazione dell'area sono:

Est 280829

Nord 4655418

*Perimetro dell'area di studio interessata dal progetto**Riferimento catastale Foglio 31 particella 377*



Dettaglio della particella 377 parzialmente interessata dall'opera in progetto

I risultati emersi dagli studi bibliografici, cartografici e dai rilievi di sito, sono raccolti nella presente relazione riepilogativa da inserire nel procedimento di Autorizzazione unica, ai sensi dell'art.12 del D.Lgs 387/03, per la costruzione ed esercizio di un impianto di produzione di biometano da fonte rinnovabile per una portata di 510 Sm³/h con annessa digestione anaerobica e compostaggio della biomassa con opere connesse, alimentato da fonte rinnovabile biomassa, sito. L'area di sito ricade in Roma Via Braccianese Claudia km.5.100, Municipio XV nell'Unità Amministrativa Sismica (UAS) Municipio XV (ex XX) di Roma Capitale classificata in Zona sismica 3 Sottozona sismica A. Allo stato attuale dal portale web della Regione Lazio che riporta l'elenco dei Comuni (UAS) con studi di MS1 validati dal Servizio Geologico e Sismico Regionale, il Municipio XV (ex XX) non risulta presente.

Elenco dei Comuni (UAS) con studi di MS1 validati dal Servizio Geologico e Sismico Regionale

DOWNLOAD DEI DATI

Il Servizio Geologico e Sismico Regionale mette a disposizione, per la visione e il Download, i file PDF dei Livelli 1 validati. È possibile utilizzare il form di ricerca per scaricare il PDF della Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS) per ciascuna UAS già validata. La data indicata corrisponde alla data di validazione dalla quale entrano in vigore gli obblighi dettati dalla DGR 545/10 e dalla DGR490/11 per i Livelli 2 e 3 di MS.

Si evidenzia che la numerazione dei Municipi di Roma Capitale presente sul sito della Regione Lazio, fa riferimento alla precedente numerazione che vedeva una suddivisione del territorio comunale in 20 Municipi a fronte degli attuali 15.

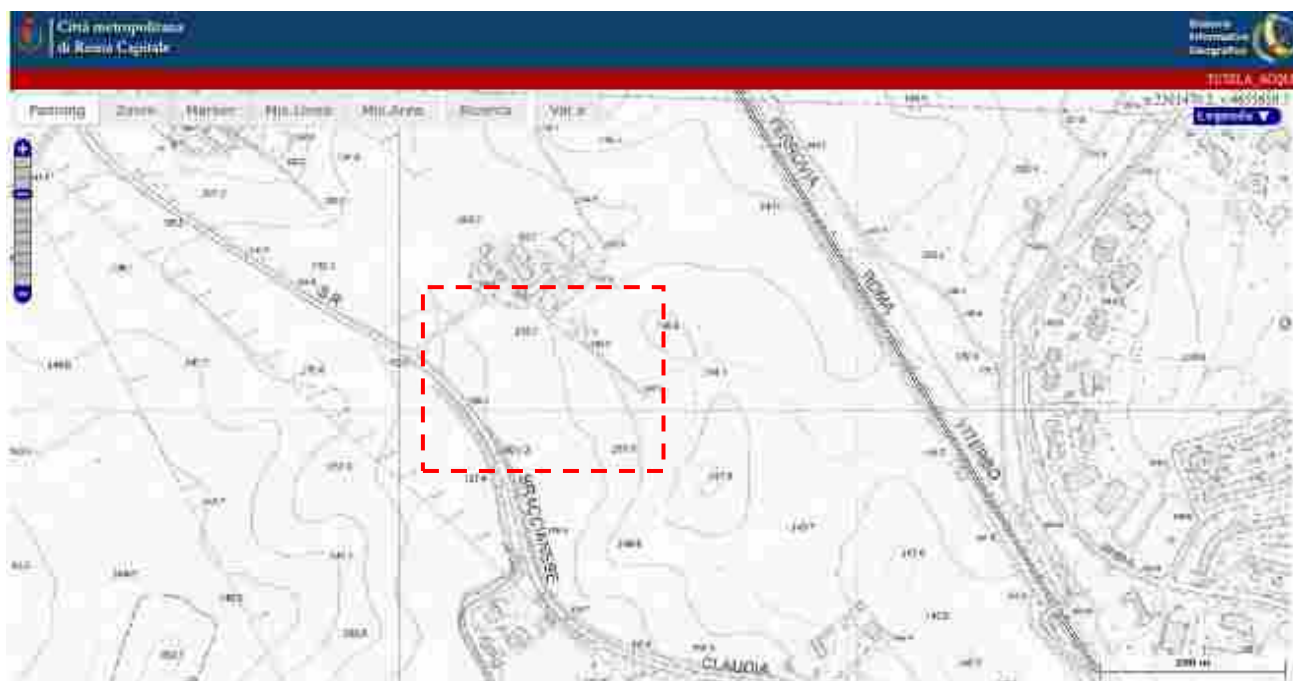
Provincia	U.A.S.	Sismicità	MOPS	DATA	Atto Rif.
Roma	Roma IX	2B			
Roma	Roma V	2B	Tav. <u>1</u>	18/02/2013	Determina
Roma	Roma VI	2B			
Roma	Roma VII	2B			
Roma	Roma VIII	2B	Tav. <u>1 2 3 4</u>	10/08/2015	Link all'Atto
Roma	Roma X	2B			
Roma	Roma XI	2B			
Roma	Roma XII	2B	Tav. <u>1 2 3 4 5</u>	11/07/2013	Determina
Roma	Roma XIII	3A			
Roma	Roma XIX	3A	Tav. <u>1 2</u>	27/03/2015	Link all'Atto
Roma	Roma XV	3A			
Roma	Roma XVI	3A	Tav. <u>1</u>	21/05/2013	Determina
Roma	Roma XVII	3A			
Roma	Roma XVIII	3A	Tav. <u>1 2 3</u>	16/02/2016	Link all'Atto
Roma	Roma XX	3A			
Roma	Roma XX - Isola amministrativa	3B			
Roma	Roviano	2B	Tav. <u>1</u>	11/03/2013	Determina
Roma	Sacrofano	3A	Tav. <u>1</u>	03/09/2013	Determina
Roma	Sambuci	2B	Tav. <u>1</u>	21/05/2013	Determina
Roma	San Cesareo	2B			

Fonte: Regione Lazio - AMBIENTE - ELENCO UAS

INQUADRAMENTO GEOLOGICO REGIONALE

Geologia stratigrafica, tettonica e strutturale

Il distretto vulcanico sabatino entra in attività circa 600.000 anni fa, in corrispondenza di una vasta area pianeggiante delimitata ad ovest dai Monti della Tolfa e dai rilievi del complesso Cerite-Manziana, la cui attività si era appena esaurita e ad est dai rilievi sedimentari calcarei del Soratte e dei Monti Cornicolani. L'attività si è esaurita intorno ai 40.000 anni fa ed i centri di emissione furono numerosi, caratterizzati in prevalenza da attività esplosiva con produzione di tufi e pozzolane. Il paesaggio dell'area vasta è caratterizzato da antichi crateri, coni di scorie, piccoli lembi di colate vulcaniche ormai ampiamente peneplanate. L'area del Lago di Bracciano rappresenta uno dei settori più vasti del complesso vulcanico che si estende, pressoché senza soluzione di continuità, tra Bolsena a nord ed i Colli Albani a sud. I principali centri di emissione dell'area posta nell'intorno del Lago di Bracciano, si differenziarono dagli altri centri (Sacrofano, Baccano-Cesano), per la notevole quantità di lave emesse insieme alle consuete piroclastiti.

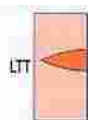
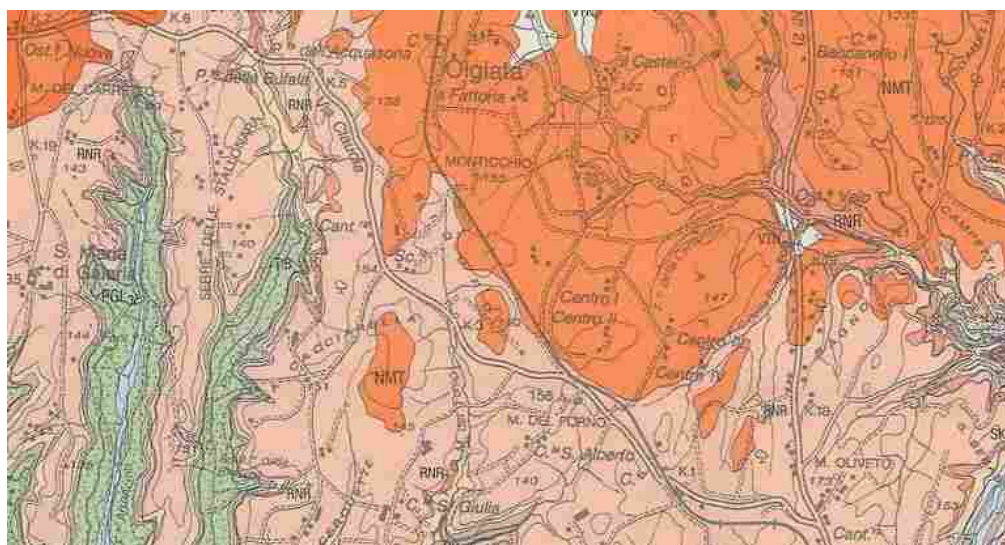


Estratto dal websit della Città metropolitana di Roma Capitale – Carta Tecnica Regionale con individuazione area di studio

Sulla base di dati in possesso dello scrivente relative ad indagini idrogeologiche per procedure di conferimento di titoli di concessione d'utilizzo di acque pubbliche ai sensi dell'art.7 del R.D.1775/33 su pozzi posti nelle vicinanze dell'area di studio, è possibile identificare una stratigrafia rappresentativa per l'area interessata dal progetto di realizzazione di un impianto di BioMetano:

0,00 – 2,00	<i>Suolo e terreno vegetale fortemente argillificato passante verso il basso a sabbie medie argillose di colore bruno alterazioni di prodotti piroclastici</i>
2,00 – 50,00	<i>Vulcaniti a consistenza da scagliosa a sublitoide, di colore grigio-verdastro, ricche di fenocristalli millimetrici di biotite e rare scorie arancio.</i>
50,00 – 80,00	<i>Vulcaniti, prive di fenocristalli, con rare biotiti millimetriche, compatte.</i>

I depositi di natura vulcanica che costituiscono buona parte dell'area sabatina sono costituiti da tufi in matrice micropomicea con frammenti lavici, frammenti del basamento sedimentario ricristallizzati, pomici anche grossolane, scorie di diverse forme e dimensioni; ad essa si possono accomunare la formazione del "Tufo rosso a scorie nere", prodotto del vulcanismo vicano, nonché le formazioni dei "peperini listati" e di una parte dei "Tufi di Bracciano", prodotti entrambi del vulcanismo sabatino. Al di sopra di tali depositi si trova diffusamente il "Tufo di Bracciano", costituita da una colata piroclastica semi coerente con biotite, pirosseno, leucite, inclusi lavici e sedimentari. Il substrato sul quale poggiano queste coltri vulcaniche pleistoceniche, formato da argille e sabbie plio-pleistoceniche e da terreni flyschoidi nel settore nord occidentale (presso il rilievo Tolfetano) è, dal punto di vista tettonico, costituito da una estesa successione di ampie anticlinali con direzione appenninica (NW-SE), successivamente interessata da dislocazioni neotettoniche che hanno portato al sollevamento di blocchi del Pleistocene medio, in buona parte responsabile della profonda incisione del reticolo fluviale. *Estratto dalla Carta Geologica del Comune di Roma con ubicazione dell'area di studio*



TUFI STRATIFICATI VARICOLORI DI LA STORTA

Livelli cineritico-lapillosi da ricaduta e livelli pedogenizzati.

colate di lava (LTT_a) - lave da tefri-fonolitiche a K-foiditiche. **PLEISTOCENE MEDIO p.p.**

TUFI STRATIFICATI VARICOLORI DI LA STORTA

Alternation of ash and lapilli-sized fallout beds, variably altered to paleosols.

lava flows (LTT_a) - Tephri-phonicitic to K-foiditic lava units. **MIDDLE PLEISTOCENE p.p.**



TUFO GIALLO DI SACROFANO AUCTT. (UNITÀ DELLA VIA NOMENTANA)

Ignimbrite trachandesitica: (285±1 ka). **PLEISTOCENE MEDIO p.p.**

TUFO GIALLO DI SACROFANO AUCTT.

Trachandesitic ignimbrite: (285±1 ka). **MIDDLE PLEISTOCENE p.p.**

Geomorfologia

L'assetto morfologico dell'area vasta è il risultato di un lento processo di modellamento erosivo-deposizionale. Con l'arrestarsi della fase costruttiva ad opera degli edifici vulcanici ormai esauriti hanno finito ovviamente per prevalere i fenomeni erosivi che si sono realizzati in tempi rapidi grazie alla scarsa coerenza di molti depositi vulcanici.

Contrariamente a quanto avvenuto in altre aree, i rilievi del complesso sabatino sono di altezza molto modesta e superano solo di poco i 600 metri di altezza. Il Lago di Bracciano si trova a quota 165 m sul livello del mare, mentre quello di Martignano a 207 metri.

Le trasformazioni intervenute in epoca storica hanno poi definito l'attuale assetto del paesaggio: scomparsi i boschi nelle zone pianeggianti e su gran parte delle rive del Lago di Bracciano, bonificati e drenati nell'800 molte aree semi paludose (Lago Morto, Pantane di Trevignano); e fittamente antropizzate le aree ex agricole con la realizzazione di aree residenziali e sub-industriali.

L'area di studio si caratterizza per la presenza di versanti con pendenze uniformi che raccordano le piane alluvionali poste ad ovest lungo la costa tirrenica ai rilievi dell'edificio vulcanico Sabatino. I versanti incisi dai reticoli idrografici superficiali presentano limitate rotture di pendio e scarpate, presenti queste ultime solo in prossimità dei punti di contatto tra gli affioramenti di lave leucitiche in colata e piroclastiti terrose di ricaduta. Le pendenze dei versanti sono influenzate dalla natura e competenza dei litotipi vulcanici affioranti. In particolare, in corrispondenza di tipi litoidi o pseudolitoidi vi sono versanti ad acclività da media a molto elevata che definiscono scarpate morfologiche, localmente anche molto alte, mentre, là dove affiorano piroclastiti sciolte o poco addensate si hanno versanti a pendenze poco elevate con spessori variabili di coperture eluviali e colluviali. I versanti più acclivi sono localmente interessati da frane per crollo mentre le zone a pendenza meno elevata sono interessate in alcune aree da estesi fenomeni di ruscellamento concentrato e solo localmente da fenomeni tipo soliflusso.

Il reticolo idrografico presenta caratteristiche giovanili ed andamento dendroide con aste di drenaggio di basso ordine gerarchico che confluiscono in aste di elevato ordine gerarchico. Nelle aree poste a quote maggiori i corsi d'acqua presentano un alveo incassato in valli strette e con profilo a V mentre, verso le piane circostanti il distretto vulcanico tali valli si allargano assumendo un profilo a fondo piatto.

Idrogeologia

L'area sabatina fa parte di un'unica estesa idrostruttura che comprende anche i Monti Vulsini e Cimini. Le caratteristiche idrogeologiche dell'area sono quelle tipiche degli acquiferi vulcanici: la struttura di un vulcano è formata da una complessa successione di colate laviche e prodotti esplosivi, in parte rimaneggiati e trasportati dagli agenti atmosferici.

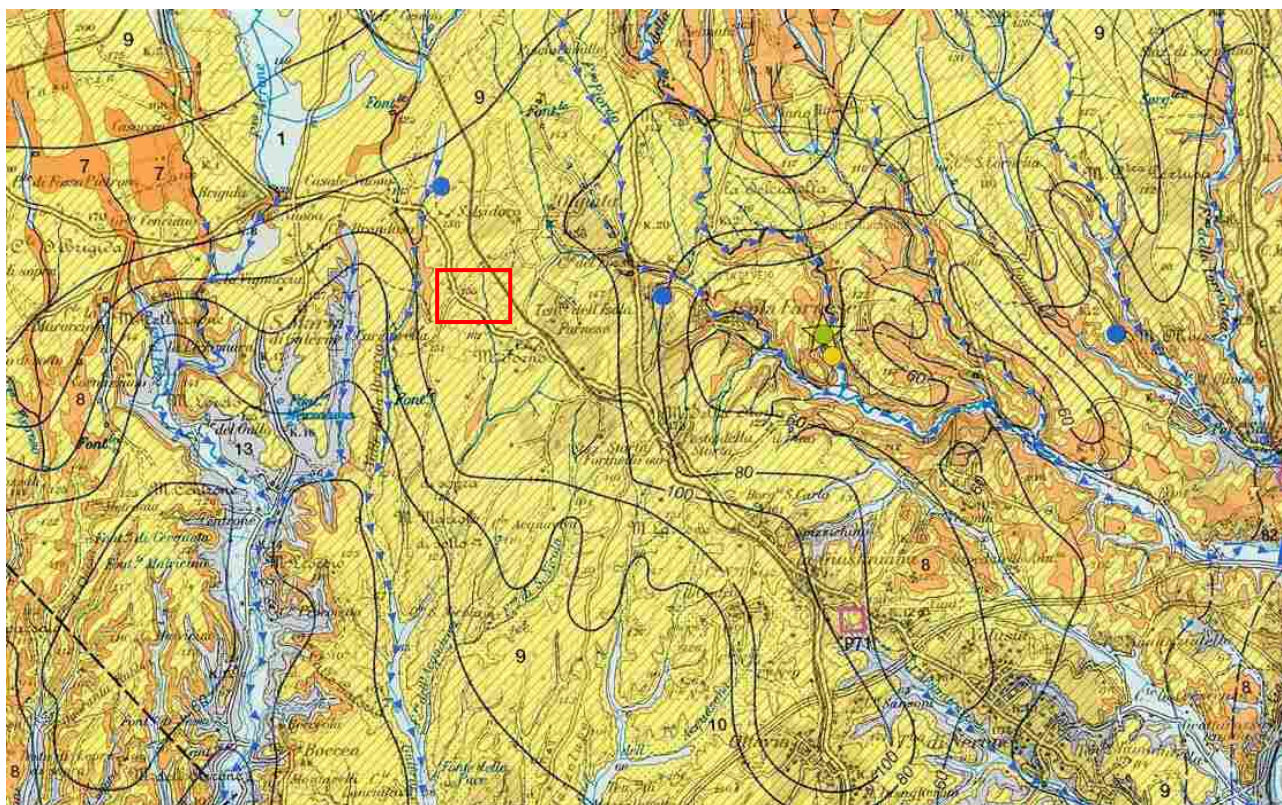
Alcuni di questi terreni presentano elevata permeabilità e substrato impermeabile, caratteristiche che consentono di ospitare falde di notevole capacità. La superficie di falda può essere libera di oscillare oppure può essere costretta tra due strati impermeabili e quindi scorrere in pressione.

Il drenaggio è radiale e centrifugo rispetto al Lago di Bracciano e molti corsi d'acqua, scorrendo all'interno di valli incassate, intercettano la falda acquifera e danno luogo alle cosiddette "sorgenti lineari", cioè interi tratti lungo i quali l'acqua sorgiva che sgorga dal fondo dell'alveo va ad alimentare il corso d'acqua.

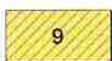
Molto frequentemente le acque di sorgente possiedono una temperatura alta ed un elevato contenuto di sali minerali, a testimonianza della presenza di un'attività vulcanica non ancora del tutto estinta.

Le principali sorgenti di quest'area sono la sorgente lineare del torrente Arrone, che drena il Lago di Bracciano, e la Sorgente Traianese, comprensiva delle vicine sorgenti fredde di Vicarello.

Tutto il settore dei Colli Albani ed il tratto di costa del Lazio centrale antistante sono caratterizzati dalla presenza di una falda acquifera principale, sostenuta dalle argille plio-pleistoceniche che rappresentano una base pressoché continua. Tale falda interessa con continuità i terreni vulcanici ed i sedimenti pleistocenici ed olocenici anche se, a causa delle variazioni litologiche e delle conseguenti variazioni di permeabilità locali, la circolazione nel sottosuolo si distribuisce in più livelli generando falde sospese più o meno in continuità idraulica fra loro. La ricostruzione dell'andamento delle isofreatiche effettuata da validi studi idrogeologici basati sulla misura delle emergenze e sul rilievo dei livelli piezometrici nei numerosi pozzi ad uso irriguo o industriale (Ventriglia, 1988; Lotti Associati, 1997) evidenzia una culminazione della falda principale in corrispondenza dei rilievi sabatini con un flusso centrifugo che nel nostro settore ha direzione grosso modo SW-NE fino a raggiungere le aree di piana tirrenica. Per quanto attiene le permeabilità la letteratura distingue i terreni in affioramento in tre macro gruppi: *Permeabili per porosità* (Pp) nelle quali comprende in maggior parte i litotipi sciolti, *Permeabili per fratturazione* (Pf) che racchiudono le rocce lapidee permeabili per le discontinuità e *Impermeabili* (Im) rocce lapidee e terreni a permeabilità ridottissima o nulla. Funzione della permeabilità è anche la potenzialità degli acquiferi, da questo punto di vista possiamo considerare omogenei i sedimenti pleistocenici ed olocenici, sede di acquiferi di modesta entità, e le vulcaniti che contengono la falda più produttiva che alimenta sorgenti di portata elevata al contatto con le sottostanti argille plio-pleistoceniche.



Estratto della Carta Idrogeologica del Lazio con individuazione dell'area di studio



COMPLESSO DEI TUFI STRATIFICATI E DELLE FACIES FREATOMAGMATICHE - potenzialità acquifera bassa

Tufi stratificati, tufi terrosi, breccie piroclastiche, pomici, lapilli e blocchi lavici in matrice cineritica (PLEISTOCENE). I termini del complesso si presentano interdigerati tra gli altri complessi vulcanici per cui risulta difficile definirne lo spessore totale. Il complesso ha una rilevanza idrogeologica limitata anche se localmente può condizionare la circolazione idrica sotterranea, assumendo localmente il ruolo di limite di flusso e sostenendo esigue falde superficiali.

Idrologia

L'idrografia, ricostruibile sulla base delle evidenze delle circolazioni superficiali, mostra un pattern subdendritico che si differenzia dal dendritico per la direzione preferenziale ad andamento più o meno parallelo di alcuni rami ad indicare un certo controllo tettonico di un sistema di fratture più o meno parallele. La disposizione di questo tipo di circolazione superficiale è da ricollegare alla natura del substrato costituito da litotipi omogenei a tessitura fine con pendenze variabili interessati da lineamenti e sistemi tettonici importanti. L'andamento morfologico condiziona la circolazione superficiale impostando circuiti di scorrimento diretti verso S-SW. Nel settore vicano la presenza di importanti lineamenti tettonici condiziona la circolazione superficiale delle acque, fenomeno questo ben evidente nelle piane poste ad W-SW dei distretti vulcanici principali dove i corsi d'acqua seguono l'andamento dei principali lineamenti tettonici con il loro caratteristico orientamento subdendritico. Nell'area esaminata il sotto-bacino imbrifero di maggiore importanza è drenato dal Fosso di Monte del Forno tributario del Fosso di Valle Piansaccoccia. Nell'ambito del bacino e specialmente nella zona dei sedimenti piroclastici, esistono sorgenti ma tutte di portata modesta, in genere inferiore ad 1 lt/sec, fortemente condizionate dalle oscillazioni di ricarica stagionale. Si tratta di manifestazioni idriche superficiali che vengono ad instaurarsi al contatto tra formazioni geologiche a diverso grado di permeabilità dove il substrato impermeabile di tipo più litoide, al contatto con formazioni sovrastanti maggiormente permeabili. In genere si tratta di sorgenti di minimo interesse pratico, particolarmente attive in corrispondenza dei periodi piovosi, che drenano falde superficiali di limitata estensione con portate incostanti e limitate a pochi litri al secondo.

L'area vasta rientra nel bacino drenato dal fosso Galeria, affluente di destra del Tevere, la cui confluenza è a circa q. m. 5 s.l.m.; sbocca nella piana del Tevere a circa 1 km a monte della confluenza presso l'abitato di Ponte Galeria, a q. m. 6 s.l.m.. Si considera qui il bacino a monte dello sbocco nella pianura (Fig. 3.6). Il fosso Galeria è formato dalla unione del fosso dei Grassi e del fosso di Cesano. Il primo ha origine sulle pendici orientali dei colli che cingono il lago di Bracciano, e precisamente in Contrada Campo Porcino, a q. di m. 250 s.l.m.; il secondo ha origine con il nome di fosso di M. Lungo, sulle pendici settentrionali di M. Lungo a q. di m. 250 s.l.m.. I due fossi scendono a valle rispettivamente verso SE e verso SO (a circa 2 km dall'origine il fosso di M. Lungo prende il nome di fosso di Cesano) e dopo pochi (5-6) chilometri di corso si riuniscono a q. m. 130 s.l.m.. In questo primo tratto i due fossi ricevono numerosi affluenti di scarsa importanza. A valle della confluenza il fosso, con il nome di fosso di Cesano, si dirige verso sud, assumendo dopo un paio di chilometri, il nome di fosso Galeria, e, mantenendo la stessa direzione, va sino alla piana del Tevere. Il fosso Galeria nel suo corso riceve molti affluenti dei quali i più importanti, da monte verso a valle, sono: sulla sinistra, tutti provenienti da NO - NE, il fosso di Piansaccoccia con confluenza a q. m. 67 s.l.m.; il fosso di Valle di Piansaccoccia con confluenza a q. m. 65 s.l.m.; il fosso dell'Acquaviva con confluenza a q. m. 57 s.l.m.; il fosso della Cerqueta con confluenza a q. m. 51 s.l.m.; il fosso dell'Acquasona con confluenza a q. m. 50 s.l.m.; il fosso del Campo con confluenza a q. m. 38 s.l.m.; il fosso della Questionone con confluenza a q. m. 28 s.l.m.; il fosso di S. Maria Nuova con confluenza a q. m. 14 s.l.m.; sulla destra: il fosso di Prato

Rotondo con confluenza a q. m. 49 s.l.m. proveniente da NO ed il fosso di Pantano di Grano con confluenza a q. m. 20 s.l.m. proveniente da NNO. Il bacino imbrifero del fosso Galeria ha forma molto allungata e si estende per una lunghezza di oltre una trentina di km con direzione da N a S dal lago di Bracciano sino al Tevere, poco ad ovest di Roma. La sua larghezza, dallo sbocco nella piana verso monte, aumenta gradatamente fino a circa 7-8 km all'altezza della confluenza con il fosso di Pantano di Grano. Si mantiene poi, andando verso monte, all'incirca costante fino all'altezza della confluenza con il fosso di Piansaccoccia, ove piuttosto bruscamente diminuisce ad un paio di chilometri, mantenendosi tale fino alla confluenza del fosso di Cesano con il fosso dei Grassi. Più a monte ancora, nel breve tratto fino alle origini, il bacino si allarga di nuovo fino a raggiungere 6 km circa al suo limite settentrionale. Il bacino occupa una regione collinare a dolci pendii, incisa però da profondi e stretti fossi. Solo al fondo valle di fosso Galeria forma una valle piuttosto ampia. Il limite del bacino procedendo dallo sbocco sulla valle del Tevere in senso orario, passa per M. del Lumacaro (m. 60 s.l.m.), M. della Chiesola (m. 76 s.l.m.), M. Muletto (m. 86 s.l.m.), M. di Bocca (m. 101 s.l.m.), Serre della Sargia (m. 110 s.l.m.), Serre della Stallonara (m. 150 s.l.m.), M. Maiale (m. 209 s.l.m.), Contrada Campo Porcino (m. 250 s.l.m.), M. di S. Andrea (m. 322 s.l.m.), M. Pineto (m. 321 s.l.m.), M. La Comunità (m. 286 s.l.m.), Monticchio (m. 155 s.l.m.), abitato di La Storta (m. 170 s.l.m.), abitato de La Giustiniana (m. 150 s.l.m.), abitato di Ottavia (m. 145 s.l.m.), abitato di Casalotti Nuovi (m. 85 s.l.m.), Tenuta della Maglianella (m. 80 s.l.m.), Tenuta della Pisana (m. 68 s.l.m.) e Tenuta Pisciarellino (m. 50 s.l.m.). All'interno del bacino si elevano, da monte a valle: M. Lungo (m. 266 s.l.m.), M. del Forno (m. 156 s.l.m.), M. Mariolo di Sopra (m. 124 s.l.m.), M. Mariolo di Sotto (m. 121 s.l.m.), M. Lascone (m. 151 s.l.m.), M. Cetrolino (m. 96 s.l.m.), M. Mastaccio (m. 86 s.l.m.), Colle Selce (m. 72 s.l.m.) e M. Sacco (m. 46 s.l.m.).

Il bacino di fosso Galeria è stato suddiviso in 5 sottobacini. Prevalentemente nel basso e medio bacino affiorano i terreni sedimentari, mentre i terreni vulcanici predominano nell'alto bacino. I primi coprono circa il 60% ed i secondi circa il 40% dell'area totale del bacino. Il sedimentario è rappresentato da terreni di facies salmastra e limno palustre del Basso Pleistocene, che affiorano quasi dovunque nel basso bacino e si spingono fino all'alto bacino affiorando alla base delle scarpate dei fossi e dalle alluvioni di fondo valle recenti ed attuali. Queste sono costituite da depositi limoso sabbiosi e coprono circa il 10% dell'area del bacino. Stratigraficamente al di sopra del sedimentario continentale si ritrovano le vulcaniti. Nel medio bacino sul fondo di fosso Galeria è presente, intercalato tra tufi incoerenti e tufi litoidi, un piccolo affioramento (circa 2-3% dell'area del bacino) di lava tefritico leucitica, grigio scura, compatta, con abbondanti fenocristalli di leucite e plagioclasti. Immediatamente al disopra del sedimentario affiorano su modesta estensione (nel medio bacino, prevalentemente sulle scarpate dei fossi e nel basso bacino, nelle zone topograficamente più alte) i tufi stratificati di Sacrofano cioè tufi stratificati varicolori, granulari, pisolitici e cineritici con intercalazioni di diatomiti, tufiti, tufi argillificati e paleosuoli. Al di sopra di detto complesso affiora, nel medio bacino, su un'area piuttosto limitata, il tufo litoide rosso a scorie nere e cioè un tufo litoide fonolitico tefritico, a matrice micropomicea grigia o rossa-giallastra, con frequenti pomice nere e cristalli di sanidino e leucite. Sopra il tufo rosso a scorie nere, su gran parte del medio e dell'alto bacino, sono presenti i tufi

stratificati de La Storta, un complesso di tufi stratificati, spesso litoidi, con lenti di ceneri e lapilli. Il colore varia dal bruno rossastro al grigio. Sono intercalati orizzonti fluvio lacustri diatomeiferi e travertinosi. Stratigraficamente superiore è presente sull'alto bacino un complesso di tufi stratificati biancastri contenenti grossi frammenti lavici che appartengono in parte al tufo di Cesano, in parte al tufo di Baccano in parte al tufo di Martignano ed infine in parte al tufo del Quarticciolo. Di gran lunga il più abbondante di tutti è il tufo di Baccano. Per quanto riguarda la permeabilità, sono nell'insieme impermeabili o poco permeabili i terreni del sedimentario continentale pleistocenico. Nei termini sabbiosi e ghiaiosi è presente acqua sotterranea che a volte costituisce vere falde in pressione. Praticamente impermeabili sono i tufi stratificati del Sacrofano.

Sismicità

Il Lazio è caratterizzato da una sismicità che si distribuisce lungo fasce sismiche omogenee (zone sismogenetiche), allungate preferenzialmente secondo la direzione appenninica NW-SE, con centri sismici sia all'interno alla regione sia esterni (vedi fig. a dx). Quasi asismica risulta essere la provincia di Latina e poco sismica la zona costiera della provincia di Viterbo. Storicamente, terremoti di media intensità (fino all'VIII° MCS/MSK), ma molto frequenti, avvengono nell'area degli apparati vulcanici dei Colli Albani e Monti Vulsini, ed in alcune aree del Frusinate e del Reatino; terremoti molto forti (fino al X-XI° MCS/MSK), ma relativamente poco frequenti, avvengono invece nelle conche di origine tettonica della provincia di Rieti e del basso Frusinate. Questo andamento a fasce terremoti della sismicità trova riscontro nella distribuzione degli effetti sismici osservabili nei Comuni del Lazio, con massimi danneggiamenti nelle zone pedemontane del reatino e del frusinate e gradualmente minori spostandosi verso le aree costiere. La distribuzione spaziale degli effetti (Massime Intensità Macrosismiche osservate – I_{max}, fig a sx) evidenzia come quasi la metà dei comuni della Regione risentano di intensità comprese fra l'VIII/IX° della scala MCS. Inoltre si nota come nel frusinate e nel reatino non vi siano comuni che abbiano risentito intensità macrosismiche inferiori all'VIII° della scala MCS.

Per una capillare caratterizzazione sismica del territorio regionale, sono state individuate aree con caratterizzate da comportamenti omogenei, definendo per esse specifiche categorie. Esistono però delle aree per le quali si è resa necessaria l'introduzione di specifiche sottozonazioni sismiche, anche all'interno del medesimo comune. Tale scelta è stata obbligata da caratteristiche sismologiche differenti all'interno dell'area di un medesimo comune, dovute alla sua estensione o presenza di isole amministrative lontane dal Comune stesso. In questo modo tutti i Comuni del Lazio sono stati trattati, dal punto di vista esclusivamente sismico, come Unità Amministrative Sismiche (di seguito denominate UAS). La maggior parte dei Comuni del Lazio coincidono ad una unica UAS territoriale, mentre per sei Comuni è stato necessario prevedere all'interno UAS differenziate all'interno del loro territorio. I casi particolari sono stati i seguenti: Comune di Roma, Comune di Rieti, Comune di Pescorocchiano, Comune di Nepi, Comune di Colfelice e Comune di Vejano.

L'estensione areale del Comune di Roma è quella di maggiore entità della Regione Lazio e la gran parte dei suoi diciannove Municipi hanno una estensione superficiale superiore alla media dei Comuni della Regione. Anche la popolazione, e quindi i relativi investimenti produttivi e sociali, è superiore, per ogni Municipio, a moltissimi dei restanti Comuni del Lazio. Dall'analisi della sismicità storica, inoltre, si evidenzia che i danneggiamenti risentiti dalle costruzioni durante gli eventi sismici sono variabili, eterogenei e diseguali nelle diverse zone del territorio Romano. 8 Considerando l'elaborato dell'OPCM 3519/06, in base ai valori delle accelerazioni massime di picco su suolo rigido, si nota che il territorio del Comune di Roma è interessato da valori di ag estremamente differenti fra la zona costiera (Ostia) e le zone prossimali ai Colli Albani o ai Monti Tiburtini e Prenestini. Tali valori presentano una variabilità sostanziale passando da 0,075g a 0,200g per una probabilità di eccedenza del 10% in 50 (tempo di ritorno 475anni) che si tramuta in valori di possibile intensità del terremoto molto diversa fra le due zone. Anche lo studio ENEA, a

conferma di quanto sopracitato, ha evidenziato che il territorio del Comune di Roma deve essere necessariamente trattato, dal punto di vista sismico, in modo difforme nelle diverse sue zone geografiche (zona costiera, centro città e piana del Tevere, area prossimale ai Colli Albani e ai Monti Tiburtini e Prenestini) con accelerogrammi tipo e spettri elastici completamente differenti, come riscontrabile, peraltro, anche dall'Allegato A del DM Infrastrutture 14.01.2008, che prevede diversi valori spettrali per chi dovrà costruire nella zona di Ostia o a La Storta piuttosto che nei Municipi vicini ai Colli Albani. Sulla base di tutto ciò, nel predisporre la proposta di riclassificazione, si è pensato di suddividere il Comune di Roma in ambiti Municipali, per cui i diciannove Municipi coincidono, ai fini esclusivamente della riclassificazione sismica, a diciannove UAS con proprio valore di zona sismica. Il Municipio XX presenta una sua Isola Amministrativa staccata territorialmente dalla restante porzione comunale e con valori di sismicità differenti rispetto al Municipio di appartenenza. Con deliberazione del 2 agosto 2019, n.571 la Giunta regionale del Lazio ha modificato, per effetto della variazione delle delimitazione territoriale del Municipi di Roma Capitale, quanto riportato nella deliberazione 387 del 22 maggio 2009 relativa alla "nuova classificazione sismica del territorio della Regione Lazio in applicazione dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n.3519 del 28 aprile 2006 e della DGR Lazio n.766/03" sostituendo, alla luce della nuova delimitazione dei Municipi di Roma Capitale, la Tabella 2 relativa alle Unità Amministrative Sismiche di Roma Capitale di cui all'Allegato1 con la Tabella di seguito riportata:

CODICE ISTAT	Nuovo Municipio	Zonazione Sismica
I2058091	Municipio Roma 1	3A
I2058091	Municipio Roma 2	3A
I2058091	Municipio Roma 3	3A
I2058091	Municipio Roma 4	2B
I2058091	Municipio Roma 5	2B
I2058091	Municipio Roma 6	2B
I2058091	Municipio Roma 7	2B
I2058091	Municipio Roma 8	2B
I2058091	Municipio Roma 9	2B
I2058091	Municipio Roma 10	3A
I2058091	Municipio Roma 11	3A
I2058091	Municipio Roma 12	3A
I2058091	Municipio Roma 13	3A
I2058091	Municipio Roma 14	3A
I2058091	Municipio Roma 15	3A
I2058091	Isola Amministrativa Municipio Roma 15	3B

Fonte: http://www.regione.lazio.it/prl_ambiente/?vw=contenutidettaglio&id=159

GEOLOGIA DELL'AREA DI SITO – DESCRIZIONE DEI LITOTIPI IN AFFIORAMENTO

L'assetto geologico dell'area di sito è il risultato di un lungo processo di messa in posto di depositi di origine vulcanica generati dai distretti presenti nell'areale viterbese. Sulla base delle cartografie ufficiali di seguito si riporta la successione stratigrafica rappresentativa partendo dall'alto verso il basso distinguendo le seguenti formazioni e complessi geologici:

Depositi alluvionali: depositi limo-sabbiosi e limo-argillosi con lenti di argilla e argilla torbosa, di riempimento delle valli dei corsi d'acqua principali. Potenza stratigrafica variabile fino a 15 m. (Pleistocene superiore/Olocene).

Tufi Stratificati Varicolori di La Storta: formazione costituita da un complesso di strati, dello spessore in genere da 20 ad 80 centimetri, provenienti dall'apparato vulcanico di Sacrofano. Si tratta di un complesso di livelli da semicoerenti ad incoerenti, in parte argillificati, con elementi di dimensione da cineritica a lapillosa; si riscontrano frequentemente anche livelli costituiti da sole pomici o scorie bianco giallastre. Si trovano anche livelli di colore grigio in prevalenza di un materiale tenace, quasi peperinico, con numerose cavità e con scoriette e frammenti lavici per lo più di pochi centimetri di diametro. In quasi tutti gli strati compaiono delle punteggiature chiare dovute quasi esclusivamente a cristallini di leucite alterata e macchiette nere di pirosseno e di biotite. Talvolta sono presenti alcuni strati costituiti quasi esclusivamente da cristallini di leucite alterati, inclusi in una massa cineritica argillificata di colore marrone scuro.

Colate laviche: intercalate nella sequenza piroclastica sono formate da lenti di lave grigio scure, da compatte a vacuolari, generalmente fratturate. Alla base è localmente presente un livello di pomici di ricaduta (Pleistocene Medio).

Caratteristiche geomeccaniche dei litotipi in affioramento

Per i depositi sopra descritti, è possibile in base a dati desunti da fonti bibliografiche definire le principali caratteristiche geotecniche. I depositi alluvionali per via della loro forte disomogeneità correlata ad un alto grado di eteropia laterale, sono caratterizzate da forte variabilità comportamentale in ambito geotecnico. Solitamente nel caso di realizzazione di interventi fondazionali, questi depositi vengono scartati, prediligendo depositi stratigraficamente sottostanti con caratteristiche geotecniche quanto meno più omogenee.

Per i Tufi stratificati varicolori di La Storta, la casistica bibliografica riporta un nutrito quantitativo di informazioni che possono essere così sintetizzate:

CARATTERISTICHE FISICHE

Peso specifico (gr/cmc) 2.43 - 2.70

Peso dell'unità di volume 1.23 - 1.93 con valori più frequenti da 1.65 a 1.75 (gr/cmc)

Contenuto naturale d'acqua 23%-102% con valori più frequenti tra 33% e 58%

Grado di saturazione 0.724 – 1

CARATTERISTICHE GRANULOMETRICHE

ghiaia 0 - 44%; sabbia 2 - 55%; limo 17 - 36%; argilla 0 - 62%

CARATTERISTICHE MECCANICHE

Coesione valori tra 0 e 0.63 kg/cmq

Angolo d'attrito interno valori tra 16° e 39°

Questo deposito piroclastico, in virtù della sua significativa potenza stratigrafica rappresenta un valido substrato sul quale posizionare piani di fondazione per opere strutturali.

Più in generale di seguito si riporta una tabella di riferimento delle caratteristiche geotecniche principali per i depositi affioranti nell'ambito territoriale dell'area di sito, estratta dalla Relazione Geologica del Piano Regolatore del Comune di Roma.

Unità Geolitologica	Peso di volume (γ) g/cm ³	Angolo di attrito (ϕ)	Resistenza a compressione semplice (Rc) Kg/cm ²	Definizioni
Alluvioni	1,3 – 2,0	15° - 30°	-	Terreni prevalentemente limo-argillosi e limo-sabbiosi poco consolidati e scarsamente addensati, a caratteristiche fisico-meccaniche da mediamente scadenti (terreni coesivi) a buone (terreni granulari). Compressibilità elevata nei livelli limo-argillosi. Presenza di livelli di argille torbose estremamente compressibili.
L'aven	2,6		2.700	Ottimi da un punto di vista di resistenza, molto difficili da scavare e modellare.
Vulcaniti Sabatine Tufo rosso a scorie	1,5 – 1,7 1,7		50 160	Terreni a caratteristiche meccaniche da buone ad ottime. Poco o niente compressibili, i termini litoidi risultano molto resistenti e difficili da scavare. I livelli alterati generalmente presentano basse caratteristiche geotecniche.
T. di Sacrofano La Storta	1,6 – 2 1,6 – 1,9	20° - 34° 18° - 30°		

Principali parametri geotecnici associati alle unità geologiche affioranti nell'area vasta

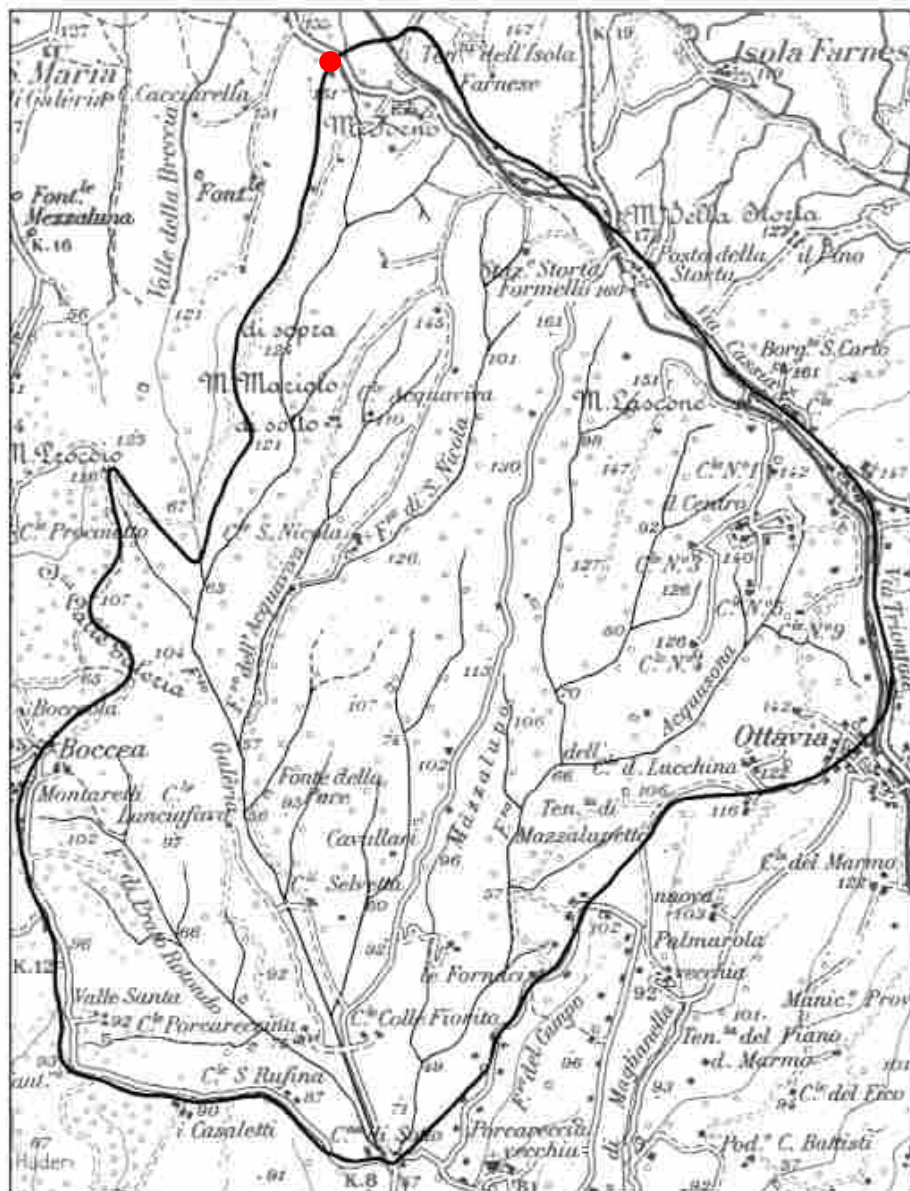
Fonte Relazione Geologica del Piano Regolatore del Comune di Roma

GEOMORFOLOGIA DELL'AREA DI SITO

Bacino idrografico e reticolo idrografico – Bacino di Fosso Galeria – 4° Sottobacino

L'area di sito rientra al margine settentrionale del 4° sottobacino posto tra la confluenza del fosso Galeria con il fosso di Valle Piansaccoccia e quella con il fosso dell'Acquasona. Questo sottobacino è drenato dal fosso Galeria nel tratto dalla sua confluenza con il fosso di Piansaccoccia (quota m. 65 s.l.m.) alla sua confluenza con il fosso dell'Acquasona (quota m. 50 s.l.m.). Il sottobacino in parola ha forma un po' allungata da N a S. La sua lunghezza è di una dozzina di chilometri; la sua larghezza si mantiene sui 4-5 km dalla confluenza con il fosso dell'Acquasona verso monte per circa 7 km, diminuisce poi gradatamente verso monte.

Esso occupa una regione di basse colline con dolci versanti. Il limite del bacino, procedendo dalla confluenza del fosso Galeria con il fosso dell'Acquasona in senso orario, passa per M. di Bocca (m. 101 s.l.m.), Serra di Valle Galeria (m. 105 s.l.m.), R.va delle Capanne (m. 110 s.l.m.), confluenza del fosso Galeria con il fosso di Valle Piansaccoccia (m. 65 s.l.m.), M. Mariolo di Sotto (m. 121 s.l.m.), M. Mariolo di Sopra (m. 124 s.l.m.), Monticchio (m. 155 s.l.m.), abitato de La Storta (m. 170 s.l.m.), abitato de La Giustiniana (m. 150 s.l.m.), abitato di Ottavia (m. 145 s.l.m.), R.va Grande (m. 112 s.l.m.) e Contrada La Polledrana (m. 85 s.l.m.). La superficie di questo sottobacino è di 49 kmq, la sua altitudine media è di m. 104 s.l.m.; il suo fattore di forma è 0,8%. La lunghezza d'asta del fosso è km 7 e la sua pendenza media è del 0,2%. Il 15% della superficie del bacino è coperta da boschi, il 10% è lasciata a pascolo; il rimanente è coltivato a seminativo. In questo sottobacino affiorano in maggioranza terreni vulcanici ed in misura molto minore terreni sedimentari. Alluvioni sabbioso limose recenti ed attuali sono presenti nei fondo valle del fosso Galeria e de suoi affluenti su un'area inferiore al 10% di quella totale del sottobacino. Al piede delle scarpate dei fossi affiorano poi, specie nel basso bacino, terreni di facies salmastra del Basso Pleistocene e terreni di facies limno palustre che insieme con piccoli affioramenti di argille azzurre piacentiane occupano circa il 10% dell'area del bacino. Superiormente affiorano le vulcaniti. Di queste, dal basso in alto, sono presenti: – tufo stratificato del Sacrofano che affiora su circa il 15% dell'area del sottobacino, in genere sulle scarpate dei fossi; – tufo litoide a scorie nere, affiorante su circa il 10% dell'area del sottobacino, anche esso spesso sulle scarpate dei fossi; – tufo stratificato de La Storta che affiora su oltre la metà della superficie del bacino. Per quanto riguarda la permeabilità dei terreni e la presenza in essi di acque sotterranee, si rimanda a quanto esposto in proposito trattando di tutto il bacino del fosso Galeria.



Ubicazione area di sito

PERICOLOSITA' E VULNERABILITA'

La pericolosità può essere definita come la probabilità di occorrenza di un fenomeno potenzialmente pericoloso in un determinato intervallo di tempo e in una certa area (ad es. il tempo di ritorno). Il probabile fenomeno o evento dannoso può avere origine naturale, in questo caso di tipo essenzialmente geologico, antropica, legata alle azioni e alle attività dell'uomo, o naturale e antropica contemporaneamente. La determinazione dei fattori e delle aree predisponenti al verificarsi dell'evento, degli episodi accaduti, dei loro effetti e della loro ricorrenza, è fondamentale alla valutazione della pericolosità in termini probabilistici per ogni fenomeno dannoso. Questi dati vengono elaborati attraverso la realizzazione di carte tematiche specifiche; la probabilità che si verifichi un determinato evento pericoloso, viene rappresentata attraverso una zonazione del territorio, in classi generali di pericolosità (bassa, media, elevata ecc.) attraverso procedure statistiche o con valutazioni soggettive. L'evento o il fenomeno espresso dalla pericolosità è definito dannoso, in termini di perdita di elementi di valore, quando coinvolge in modo distruttivo l'uomo, le risorse ambientali e i beni del sistema naturale e antropico. L'analisi organica dei dati territoriali ha consentito di definire la presenza nel territorio in studio di 5 possibili tipologie di pericolosità di origine naturale e antropica, distinte in:

- pericolosità da frana;
- pericolosità idraulica connessa ai processi delle acque correnti superficiali del reticolo idrografico e delle acque meteoriche dilavanti;
- pericolosità da degrado qualitativo delle risorse idriche sotterranee;
- pericolosità potenziale legata a condizioni geolitologiche e idrogeomorfologiche;
- pericolosità per emanazione di radon dal sottosuolo.

In relazione ai pareri per l'approvazione del Piano Regolatore Generale del Comune di Roma (reso nel febbraio 2008 in sede di pianificazione ai sensi della L.R. n. 39/99, art. 66 bis), il Servizio XI Interzonale Esame Progetti, Abitabilità, Acque Potabili (P.A.A.P.) dell'Azienda Sanitaria Locale Roma "C", che si occupa dell'abitabilità degli edifici nel territorio di Roma in relazione agli aspetti igienici e sanitari, prescriveva all'amministrazione comunale di "garantire alla collettività un adeguato livello di protezione sanitaria dai rischi legati all'inquinamento da radon". In relazione a ciò per ogni intervento edilizio dovranno essere adottati accorgimenti tecnico costruttivi di base finalizzati a ridurre l'ingresso del radon e a facilitare l'installazione di sistemi di rimozione del radon stesso che si rendessero necessari successivamente alla costruzione dell'edificio; questi accorgimenti dovranno essere applicati secondo le indicazioni (linee-guida) progettuali elaborate e aggiornate nell'ambito del Piano Nazionale Radon (P.N.R.) e di prossima pubblicazione da parte dell'Istituto Superiore di Sanità.

Nello specifico l'area investigata è il risultato di una intensa attività erosiva e della azione dei processi deposizionali sviluppati soprattutto lungo il reticolo idrografico principale.

Il modellamento dei versanti deriva prevalentemente dall'attività erosivo-denudazionali dei processi fluviali. L'azione fluviale si manifesta con fenomeni di deposizione eccezion fatta per l'alto corso dei fossi che costituiscono il retico suddendritico rappresentativo.

I processi di accumulo si presentano particolarmente sviluppati nell'area di confluenza delle aste secondarie con i rami principali, con aree pianeggianti colmate da depositi fluvio-lacustri dello spessore assai variabile.

Nell'ambito dell'area analizzata non sono stati identificati elementi geomorfologici di rilevante importanza, fatta eccezione per alcune aree poste a Nord già cartografate negli strumenti P.A.I. ma ininfluenti ai fini dell'intervento previsto. Dall'analisi della cartografia disponibile e dai risultati dei sopralluoghi effettuati sono stati individuati:

Cave ed attività estrattive

Attualmente non risultano presenti attività estrattive in esercizio o dismesse, ma si rinvencono escavati abbandonati anche ai limiti del dell'asse viario della S.R. Braccianese e solo in località Tragliatella - Alpignano sono presenti cave per l'estrazione di lapideo (Basalto) e pozzolana.

Fronti morfologici e scarpate

L'andamento morfologico generale risente della natura dei terreni presenti nell'area di studio. I litotipi essenzialmente di origine vulcanica e secondariamente di natura sedimentaria, mediamente compatti, consentono un modellamento da parte degli agenti esogeni che determina un generale aspetto di tipo tondeggianti collinare fittamente inciso da reticoli idrografici dendritici; invece laddove si riscontra la presenza depositi lapidei si rinvencono culminazioni caratterizzate da asperità e declivi di forte pendenza. Per lo stesso motivo i terreni sono facilmente erodibili superficialmente da parte degli agenti meteorici che determinano incisioni dovute a corruzione e ruscellamento superficiale. Si assiste pertanto al contrasto tra un andamento di tipo collinare, a clivometria contenuta caratterizzata da pendii a debole pendenza non interrotti da scalinature morfologiche, e scarpate sub verticali in corrispondenza del reticolo idrografico a carattere effimero oltre le quote di 100 m s.l.m.

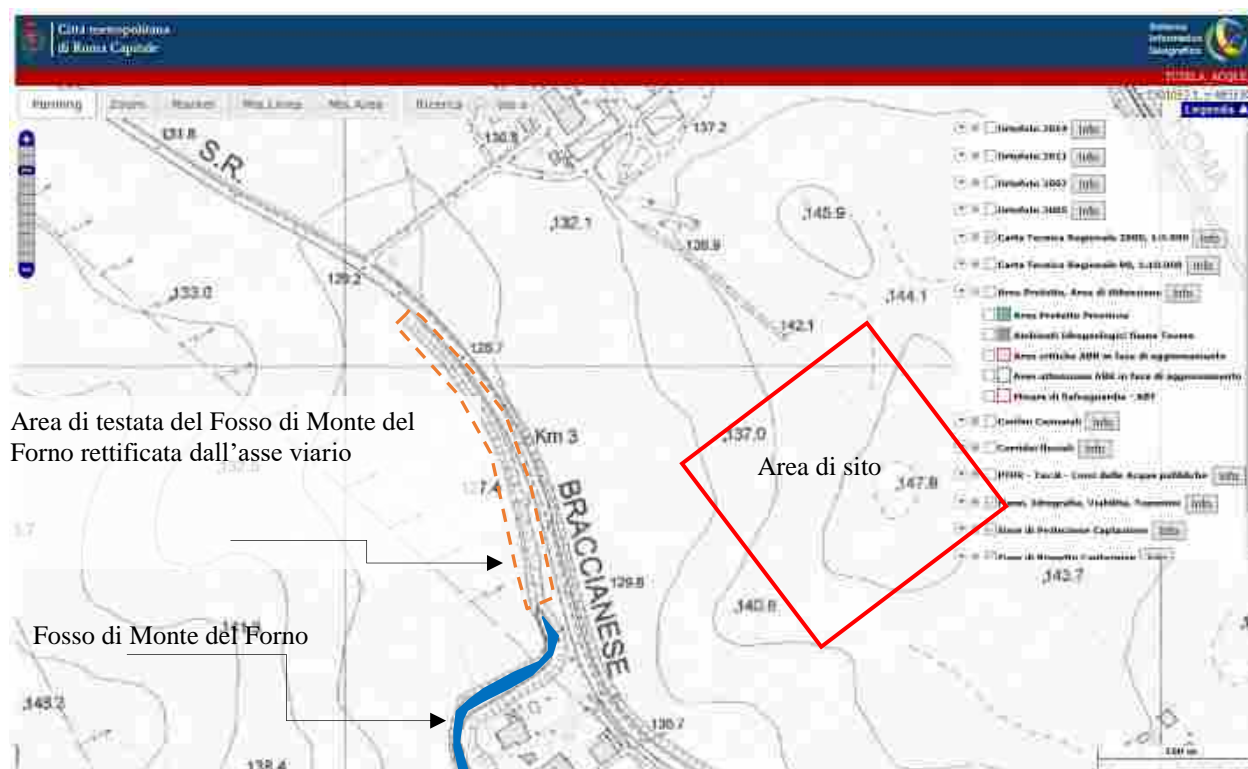
Gli elementi morfologici riscontrati nel corso dei sopralluoghi, hanno avvalorato quanto sopra riportato in quanto si sono riscontrate pareti sub verticali esclusivamente in corrispondenza degli alvei fluviali (Fosso di Monte del Forno - Rio Galeria), ed in corrispondenza di strade carrarecce infossate rispetto ai terreni circostanti. Limitatamente a sporadici ed isolati episodi si sono rinvenute rotture di pendio al contatto tra formazioni lapidee compatte e depositi di natura sabbiosa – argillosa; in questo caso la maggiore erodibilità dei materiali poco coerenti hanno facilitato l'azione di denudamento da parte degli agenti meteorici con formazione di scarpate anche verticali e localizzati fenomeni di scivolamento relativo.

Dissesti

Complessivamente l'area non presenta evidenze di dissesto di tipo idrogeologico. Nello specifico dell'area di sito i limitati gradienti di pendio conferiscono una generale stabilità ed impediscono l'insorgere di estesi fenomeni di movimento gravitativo. La stratigrafia delle formazioni presenti e la moderata clivometria non sono favorevoli

all'instaurarsi quindi, di fenomeni di movimento relativo tra litotipi sovrapposti anche in presenza di circolazione di acqua sotterranea, fatta eccezione per le aree prossime ai reticoli idrografici principali che nel settore prossimo alle testate al passaggio tra litotipi a diversa permeabilità, possono generare fenomeni di instabilità locale con il progressivo infossamento del terreno per azione di dilavamento con asportazione delle componenti granulometriche più fini e meno cementate. Questa azione determina il progressivo arretramento delle testate del bacino imbrifero e, contestualmente, la progressiva escavazione dell'alveo torrentizio con formazione di sponde ad andamento sub verticale soggette a possibili azioni di scalzamento al piede della parete. ***Va sottolineato che l'area di studio è posta in sinistra idrografica del Fosso di Monte del Forno, il cui corso è stato intercettato parzialmente dalla S.R. Braccianese. Alla luce di quanto evidenziato si dovrà tenere in debito conto la presenza di tale interferenza per una corretta gestione delle acque scolanti dall'area interessata al progetto (principio dell'invarianza idraulica).***

Considerando che per l'area di sito la maggior parte dei terreni presenti sono classificabili come mediamente permeabili, l'infiltrazione di acqua nel sottosuolo e la conseguente possibilità di formazione di circolazioni sotterranee a bassa profondità è limitata.



Particolare dell'area del Fosso di Monte del Forno in interferenza con la S.R. Braccianese

VALUTAZIONE DEI RISCHI E IDONEITA' TERRITORIALE

La particolare conformazione del territorio in esame evidenzia una sostanziale compatibilità degli interventi in progetto con le caratteristiche ambientali di sito. Il caratteri geomorfologici prevalenti classificano l'area di studio come collinare sub pianeggiante. Gli aspetti geologici e idrogeologici indicano che il sito in oggetto incide su di un contesto territoriale privo di elementi di rischio, poco o per nulla condizionati dal gradiente di pendio.

Sulla base di quanto analizzato per il sito di intervento sono state individuate due distinte aree:

AREE IDONEE SENZA PARTICOLARI PRESCRIZIONI Aree in cui non c'è nessun limite all'edificabilità in quanto non sono presenti zone in frana, ciò nonostante la compatibilità degli interventi è subordinata alla realizzazione di adeguate opere di regimazione delle acque di scorrimento superficiali e di adeguati sistemi di drenaggio ed impermeabilizzazione delle opere da realizzare. I terreni presentano buone caratteristiche geomeccaniche. La progettazione degli interventi edificatori richiede adeguate analisi dell'interazione terreno fondazione per l'individuazione del modello fondazionale, in merito a quanto previsto dagli strumenti normativi in vigore in fatto di nuove realizzazioni o ristrutturazioni, con particolare riguardo a quanto definito dalla nuova normativa sismica.

AREE IDONEE CON PRESCRIZIONI Aree nelle quali l'edificabilità è possibile ma richiede indagini geognostiche specifiche a causa della presenza di terreni alluvionali. Le caratteristiche geomeccaniche dei terreni sono scadenti, variabili anche localmente e vi può essere la presenza di falde superficiali a carattere stagionale. A livello di progetto sono necessarie indagini geognostiche per la definizione dei parametri geomeccanici dei terreni, della capacità portante, della possibile presenza di cavità e degli eventuali cedimenti totali e differenziali. La progettazione degli interventi edificatori richiede adeguate analisi dell'interazione terreno fondazione per l'individuazione del modello fondazionale, in merito a quanto previsto dagli strumenti normativi in vigore in fatto di nuove realizzazioni o ristrutturazioni, con particolare riguardo a quanto definito dalla nuova normativa sismica.

CONCLUSIONI

Su incarico ricevuto dalla società ROMA BIOMETANO S.r.l., è stato eseguito uno studio finalizzato al riconoscimento delle caratteristiche geologiche geomorfologiche, idrogeologiche, geotecniche e sismiche di un'area posta lungo la S.R. Braccianese Claudia al Km 5.1, all'interno del territorio comunale di Roma Capitale, sulla quale è prevista la realizzazione di un impianto di produzione di BioMetano.

Sulla base delle evidenze di campagna e in funzione dei risultati ottenuti dagli studi effettuati è possibile concludere quanto segue:

- L'area di sito è per il 30% occupata terreni incolti, boschi e pascoli, il restante 70 % è occupato da colture agricole e nuclei abitati. L'attuale morfologia si è determinata come conseguenza dell'accumulo di depositi piroclastici.
- Complessivamente l'area non presenta evidenze di dissesto di tipo idrogeologico. Nello specifico dell'area di sito i limitati gradienti di pendio conferiscono una generale stabilità ed impediscono l'insorgere di estesi fenomeni di movimento gravitativo. La stratigrafia delle formazioni presenti e la moderata clivometria non sono favorevoli all'instaurarsi quindi, di fenomeni di movimento relativo tra litotipi sovrapposti anche in presenza di circolazione di acqua sotterranea, fatta eccezione per le aree prossime ai reticoli idrografici principali che nel settore prossimo alle testate al passaggio tra litotipi a diversa permeabilità, possono generare fenomeni di instabilità locale con il progressivo infossamento del terreno per azione di dilavamento con asportazione delle componenti granulometriche più fini e meno cementate. Questa azione determina il progressivo arretramento delle testate del bacino imbrifero e, contestualmente, la progressiva escavazione dell'alveo torrentizio con formazione di sponde ad andamento sub verticale soggette a possibili azioni di scalzamento al piede della parete. ***Va sottolineato che l'area di studio è posta in sinistra idrografica del Fosso di Monte del Forno, il cui corso è stato intercettato parzialmente dalla S.R. Braccianese. Alla luce di quanto evidenziato si dovrà tenere in debito conto la presenza di tale interferenza per una corretta gestione delle acque scolanti dall'area interessata al progetto (principio dell'invarianza idraulica).***
- La particolare conformazione del territorio in esame evidenzia una sostanziale compatibilità degli interventi in progetto con le caratteristiche ambientali di sito. Il caratteri geomorfologici prevalenti classificano l'area di studio come collinare sub pianeggiante. Gli aspetti geologici e idrogeologici indicano che il sito in oggetto incide su di un contesto territoriale privo di elementi di rischio, poco o per nulla condizionati dal gradiente di pendio. Nello specifico per l'area di sito le circolazioni idriche sotterranee risultano a profondità superiori al volume significativo del terreno interessato delle opere in progetto, ciò nonostante la compatibilità degli interventi è subordinata alla realizzazione di adeguate opere di regimazione delle acque di scorrimento superficiali e di adeguati sistemi di drenaggio ed impermeabilizzazione delle opere da realizzare. In termini prescrizionali a quanto detto, si aggiunge l'esigenza di adeguate analisi dell'interazione terreno fondazione per l'individuazione del modello fondazionale, in merito a quanto previsto dagli strumenti normativi in vigore in

fatto di nuove realizzazioni o ristrutturazioni, con particolare riguardo a quanto definito dalla nuova normativa sismica.

- I terreni indagati mediante indagini geognostiche consistenti in n°2 sondaggi geognostici spinti a 30 ml cadauno con il prelievo di n°1 camp ind e n° 2 SPT a sondaggio, nonché l'allestimento del sondaggio S1 con colonna adatta a prove DOWN HOLE, hanno esso in evidenza la presenza di Litotipi di sedimentazione vulcanica (tufi, tufiti e pozzolane) ben addensati con caratteristiche meccaniche elevate:

$$\gamma = 1.600 \text{ t/m}^3 \quad \phi = 34/36^\circ \quad c = 0.00 \text{ t/m}^2$$

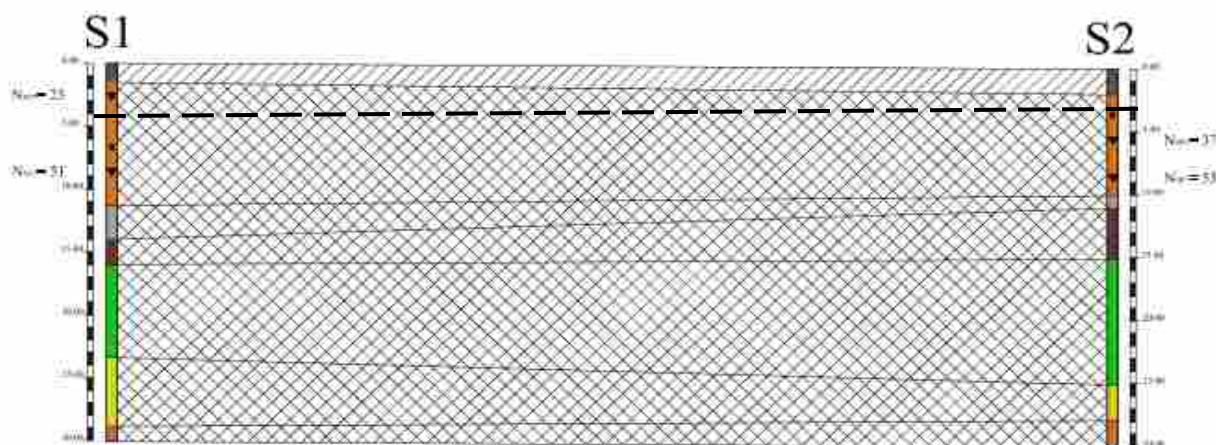
- Le indagini sismiche hanno messo in evidenza la presenza di terreni **di classificazione sismica B**, con velocità delle onde di taglio nei primi 30 m

$$V_{s30} = 500 \text{ m/s}$$

Tutti e tre i tipi di indagine geosismica quale: MASW, HVSR e DOWN HOLE ascrivono I terreni indagati alla classe B

- Date le risultanze ottenute si consigliano, per le strutture in elevazione fondazioni con piano di imposta al di sotto dei 2.00 m di profondità dal p.c. attuale per andare ad intercettare i litotipi vulcanici presenti da – 2.00 m in giù, corrispondenti con a linea a tratteggio nella figura di seguito riportata.
- Non è verificabile **“Liquefazione”** in quanto la falda è posta oltre i 15.m dal p.c. e non interessa il volume significativo delle strutture

SEZIONE GEOTECNICA

**T1**

Terreni mediamente addensati plastici

 $(\gamma = 14.00 \text{ KN/m}^3; \phi = 28.5^\circ; C = 84 \text{ KN/m}^2; E_d = 7864 \text{ KN/m}^2)$ **T2**

Terreni fortemente addensati

 $(\gamma = 16.60 \text{ KN/m}^3; \phi = 34^\circ; C = 0.0 \text{ KN/m}^2; E_d = 15921 \text{ KN/m}^2)$ **RELATORE**

Dott Geol. Marco Vinci
O.R.G. del Lazio 1405

**RELATORE**

Dott Geol. A.B. Arena
O.R.G. del Lazio 753



RELAZIONE GEOLOGICO SISMICA

**NELL'AMBITO DELLA PROGETTAZIONE ESECUTIVA DI
REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DI PRODUZIONE ENERGETICA A
BIOMETANO in S.R. Braccianese Claudia Km 5.1 – Mun XV ex XX -
ROMA**

ALLEGATO 1 - INDAGINI IN SITU



Roma, 07 aprile 2025

RELATORE

Dott. Geol. Marco Vinci
O.R.G. del Lazio 1405



RELATORE

Dott. Geol. A.B. Arena
O.R.G. del Lazio 753



INDAGINI IN SITU

Nell'ambito del Progetto di un IMPIANTO DI PRODUZIONE ENERGETICA A BIOMETANO in S.R. Braccianese Claudia Km 5.1 – Mun XV ex XX ROMA, si sono effettuati:

n° 2 sondaggi a carotaggio continuo spinti a 30 m con il prelievo di n1 camp indisturbato ed n 2 SPT a sondaggio, uno dei due sondaggi (S1) è stato allestito per prova sismica DOWN HOLE;

n° 2 MASW e n° 1 HVSR

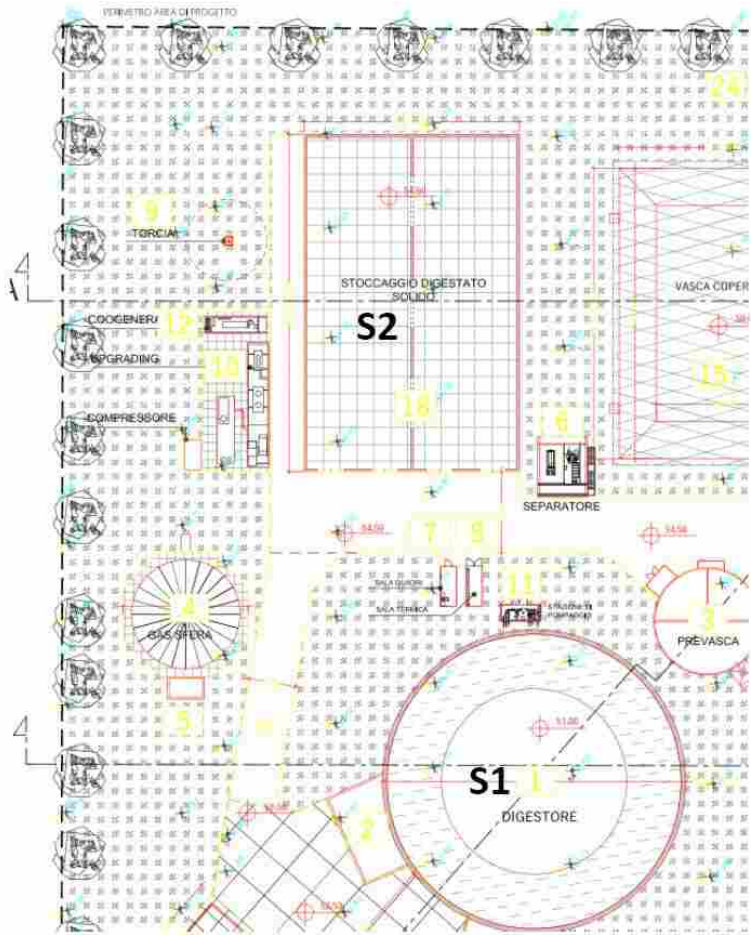


Indagini Geognostiche

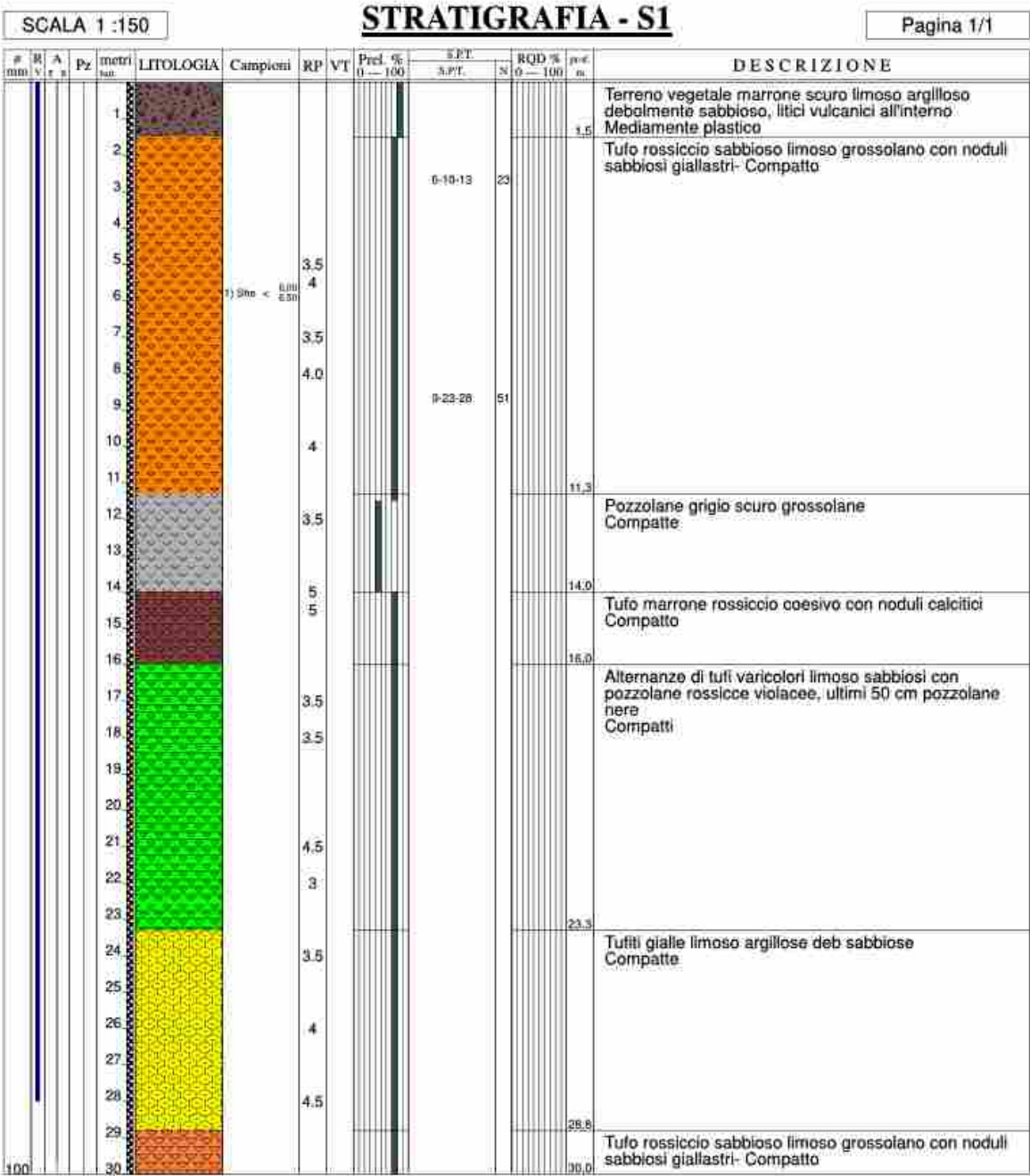
n 2 Sondaggi a carotaggio continuo spinti alla profondità di 30 ml denominati S1 e S2, il sondaggio S1 è stato attrezzato con colonna Down Hole, in tutti e due sondaggi si sono effettuati n 2 SPT e prelevato n 1 campione indisturbato secondo la tabella di seguito riportata

SONDAGGIO	SPT	CAMP
S1	2	1
S2	2	1

SONDAGGIO	SPT	CAMP
	m dal p.c.	m dal p.c.
S1	-3.00/-9.00	-6.00 a - 6.50
S2	-6.00/-9.00	-3.00 a -3.50



Committente: Roma Biometano Srl	Sondaggio: S1
Riferimento: Stabilimento Via Braccianese Claudia Km 5+100	Data: 18/03/2024
Coordinate: 42°01'14.2"N; 12°21'10.2"E	Quota: 55.52
Perforazione: Aste e carotiere con rivestimento sonda Beretta T46	





da 0.00 a 5.00 m



da 5.00 a 10.00 m



da 10.00 a 15.00 m



da 15.00 a 20.00 m



da 20.00 a 25.00 m



da 25.00 a 30.00 m

[illegible]



0.00 a 5.00 m



5.00 a 10.00



10.00 a 15.00



15.00 a 20.00



20.00 a 25.00



25.00 a 30.00

Easy MASW

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

Moto del segnale sismico

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

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

Onde di Rayleigh – “R”

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

Analisi del segnale con tecnica MASW

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

Modellizzazione

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

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

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

Modi di vibrazione

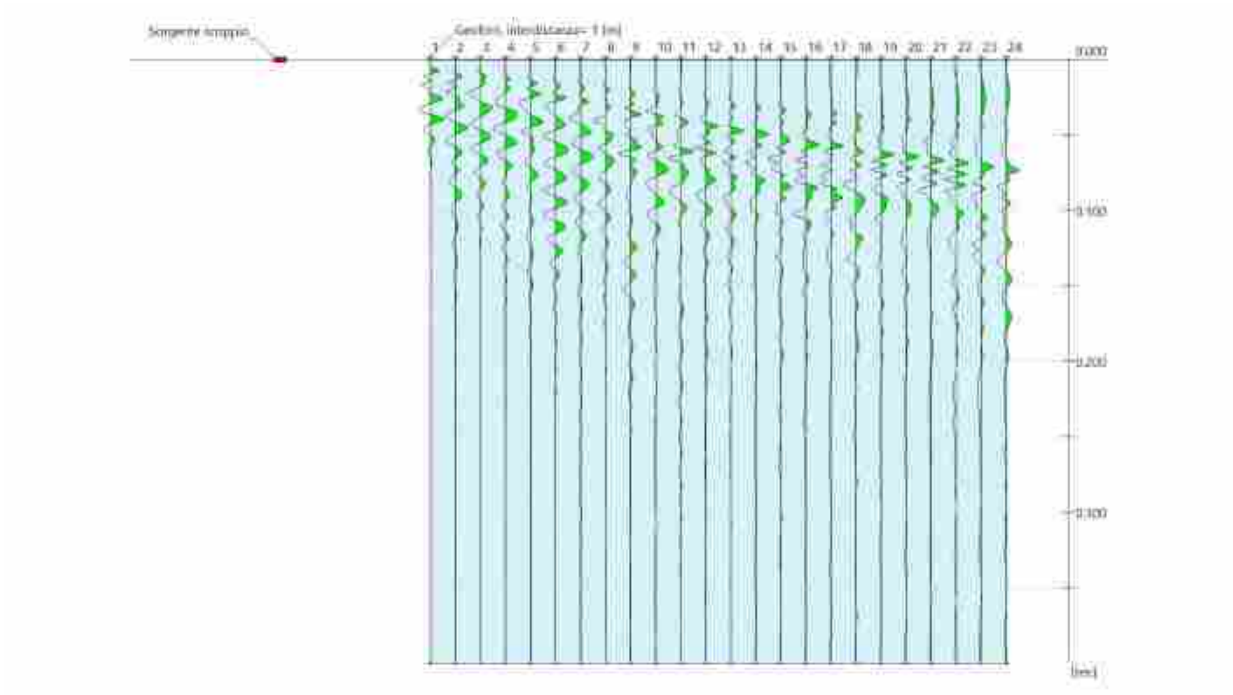
Sia nella curva di inversione teorica che in quella sperimentale è possibile individuare le diverse configurazioni di vibrazione del terreno. I modi per le onde di Rayleigh possono essere: deformazioni a contatto con l'aria, deformazioni quasi nulle a metà della lunghezza d'onda e deformazioni nulle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

Profondità di indagine

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

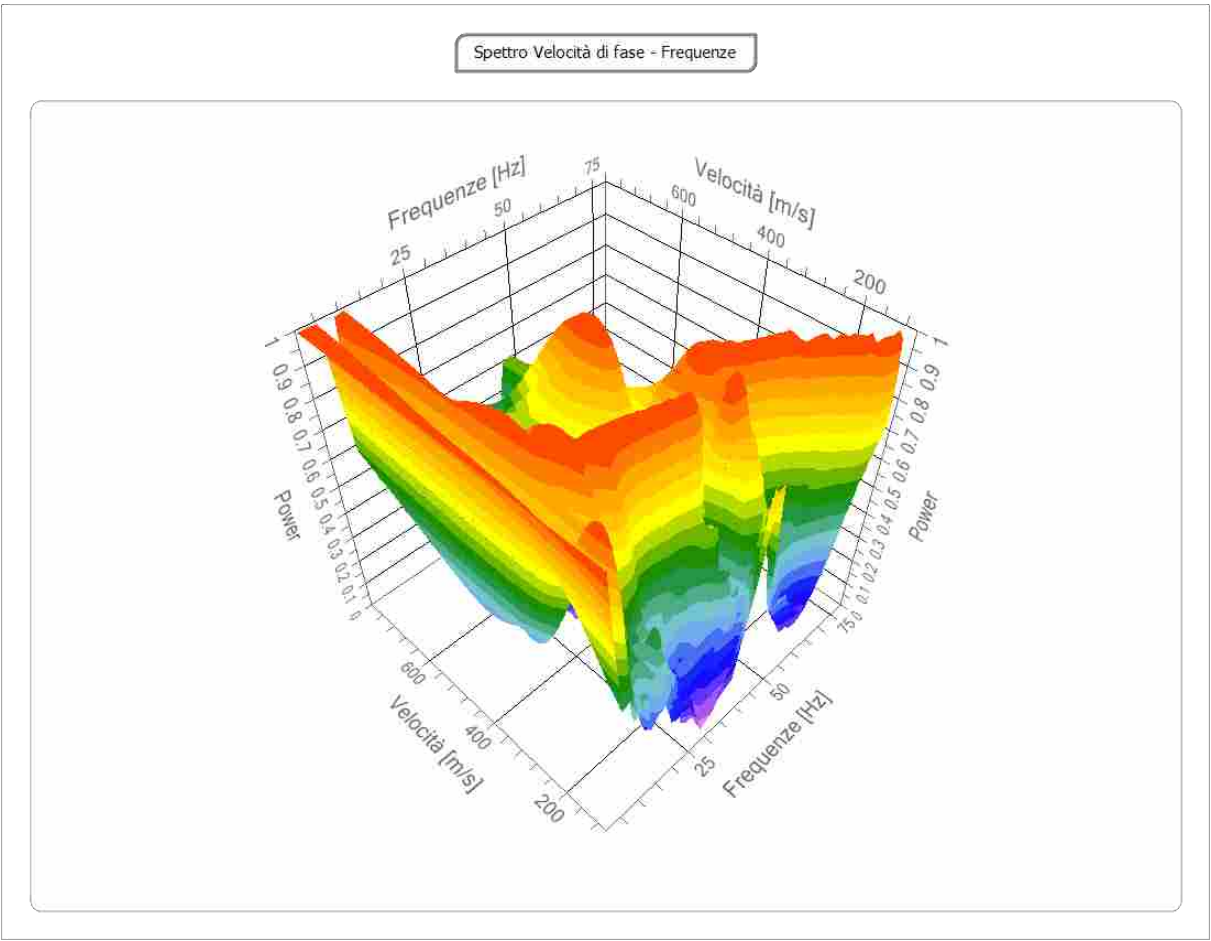
Tracce MASW 1

N. tracce	24
Durata acquisizione	400.0
[msec]	
Interdistanza geofoni	1.0
[m]	
Periodo di	1.00
campionamento	
[msec]	



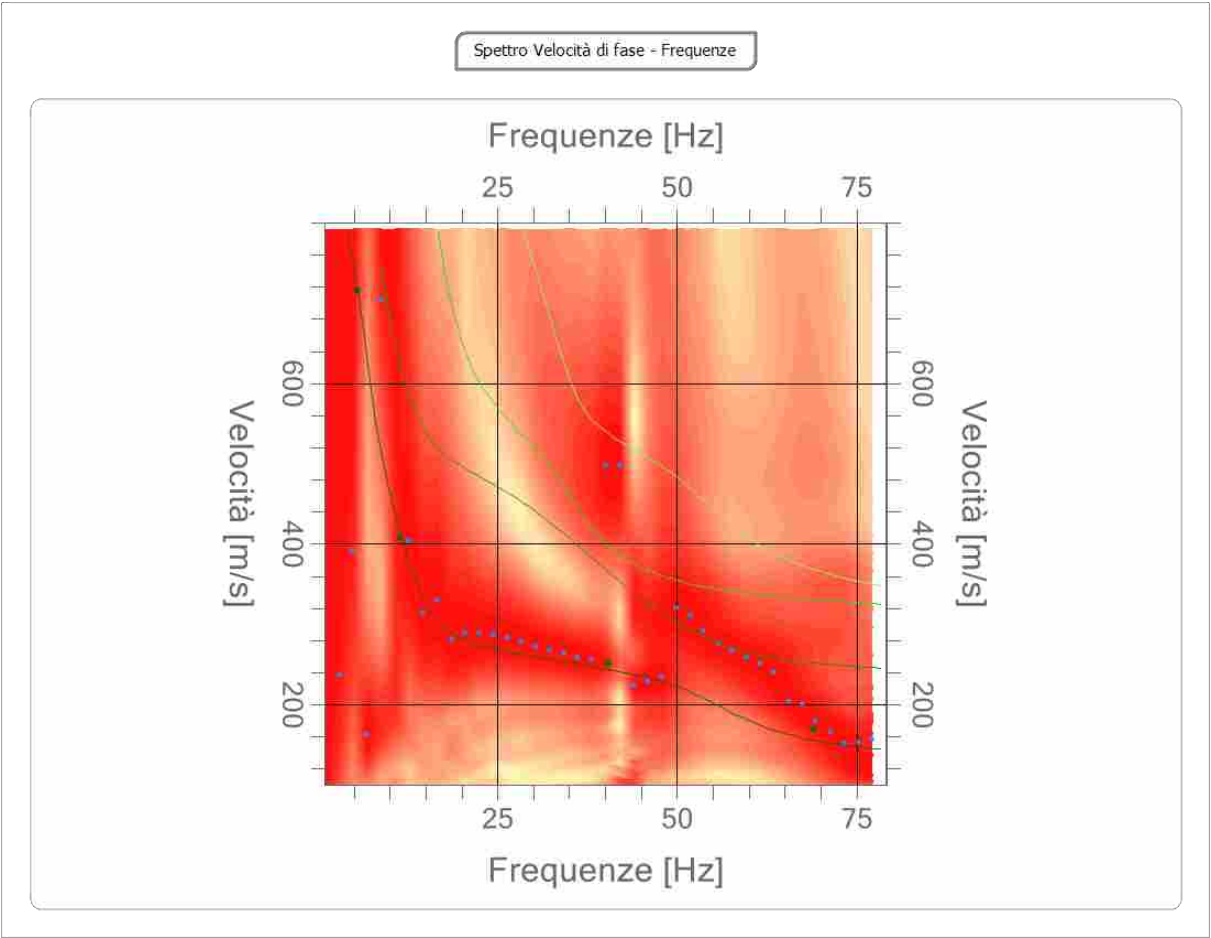
Analisi spettrale

Frequenza minima di elaborazione [Hz]	1
Frequenza massima di elaborazione [Hz]	80
Velocità minima di elaborazione [m/sec]	100
Velocità massima di elaborazione [m/sec]	800
Intervallo velocità [m/sec]	1



Curva di dispersione

n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	5.5	715.5	0
2	11.4	407.8	0
3	40.4	251.7	0
4	69.0	168.7	0

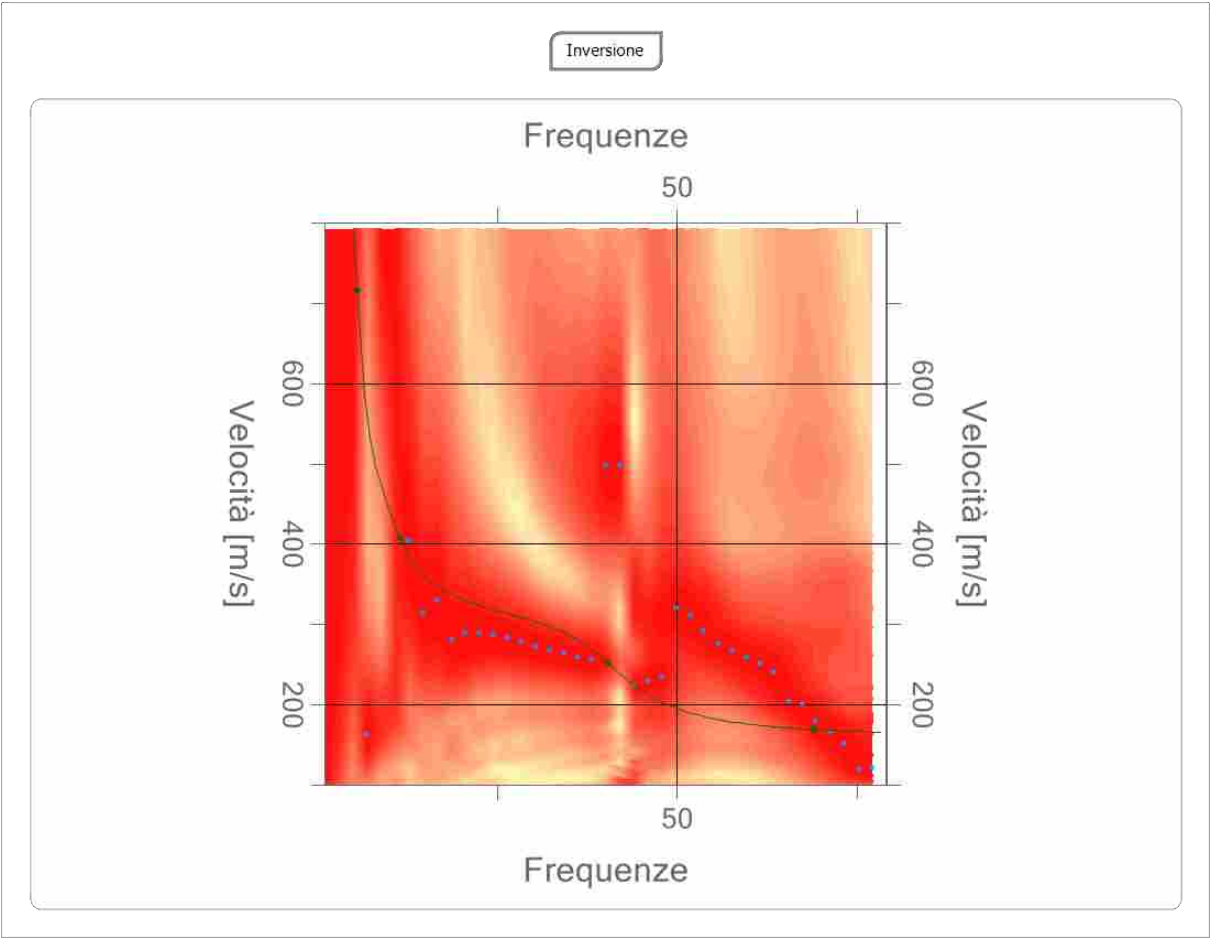


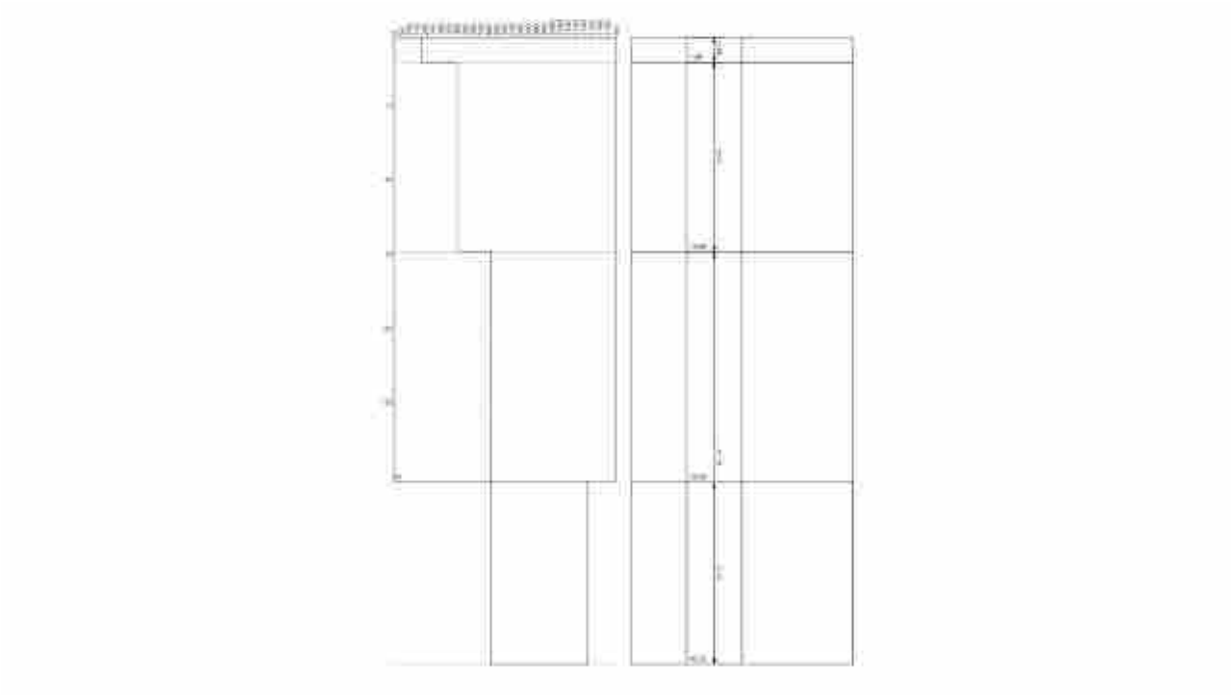
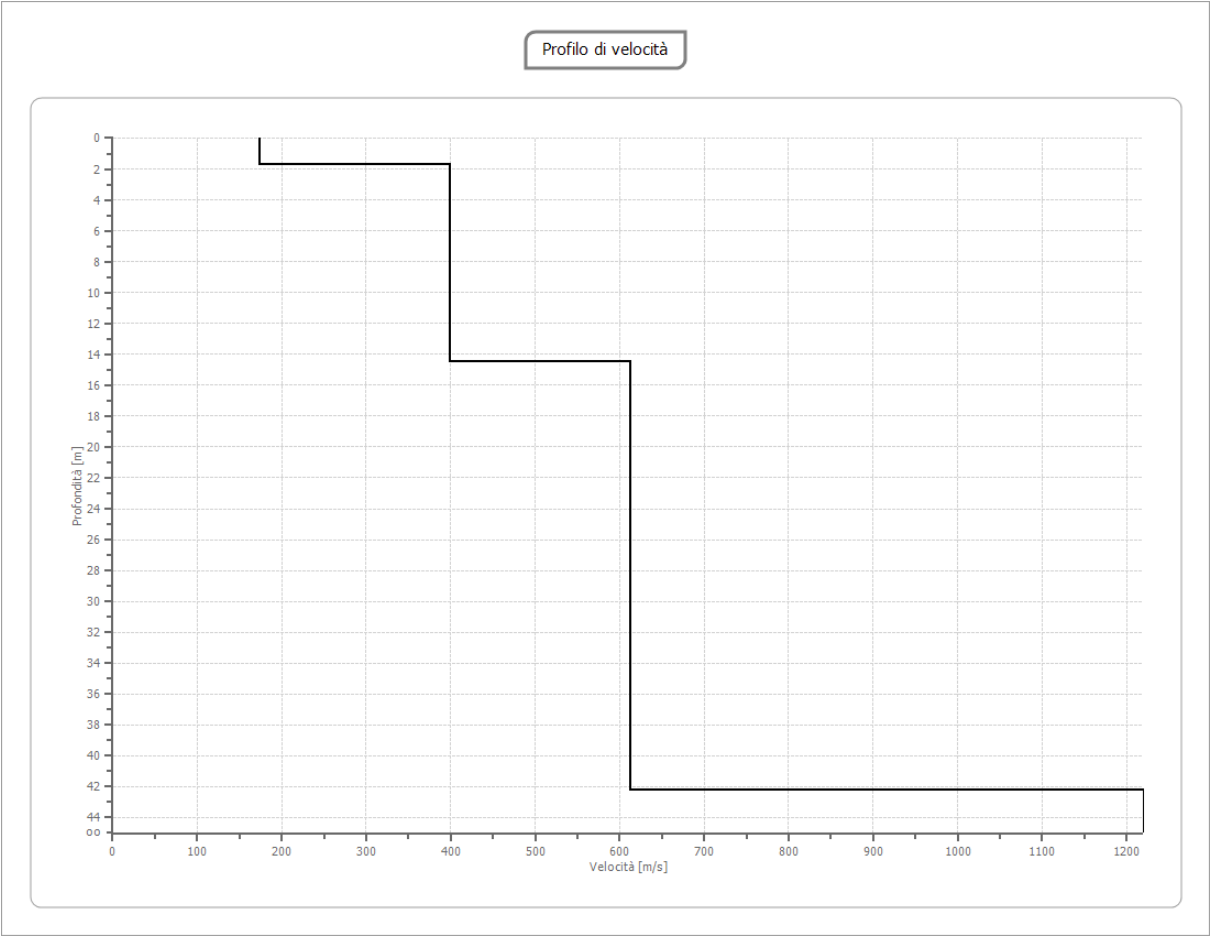
Inversione

n.	Descrizione	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso unità volume [kg/mc]	Coefficiente Poisson	Falda	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1		1.69	1.69	1800.0	0.30	No	324.5	173.5
2		14.46	12.77	1800.0	0.30	No	747.3	399.5
3		42.25	27.79	1800.0	0.30	No	1145.2	612.2
4		oo	oo	1800.0	0.30	No	2282.8	1220.2

Percentuale di errore0.000 %

Fattore di disadattamento della soluzione0.000





Risultati

Profondità piano di posa [m]	3.00
Vs,eq [m/sec] (H=30.00 m)	508.69
Categoria del suolo	B

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

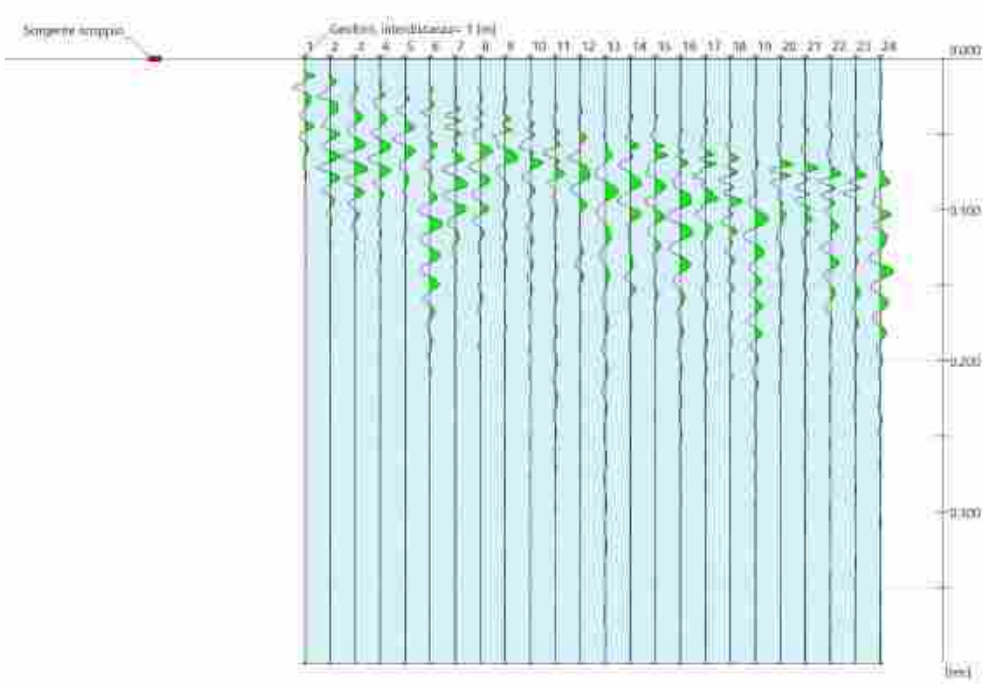
Altri parametri geotecnici

n.	Profo ndità [m]	Spess ore [m]	Vs [m/s]	Vp [m/s]	Densi tà [kg/m c]	Coeffi ciente Poisson	G0 [MPa]	Ed [MPa]	M0 [MPa]	Ey [MPa]	NSPT	Qc [kPa]
1	1.69	1.69	173.47	324.54	1800.00	0.30	54.17	189.59	117.36	140.84	N/A	372.01
2	14.46	12.77	399.46	747.32	1800.00	0.30	287.22	1005.29	622.32	746.78	N/A	N/A
3	42.25	27.79	612.16	1145.24	1800.00	0.30	674.53	2360.85	1461.48	1753.77	N/A	N/A
4	oo	oo	1220.20	2282.78	1800.00	0.30	2679.99	9379.96	5806.64	6967.97	0	N/A

G0: Modulo di deformazione al taglio;
Ed: Modulo edometrico;
M0: Modulo di compressibilità volumetrica;
Ey: Modulo di Young;

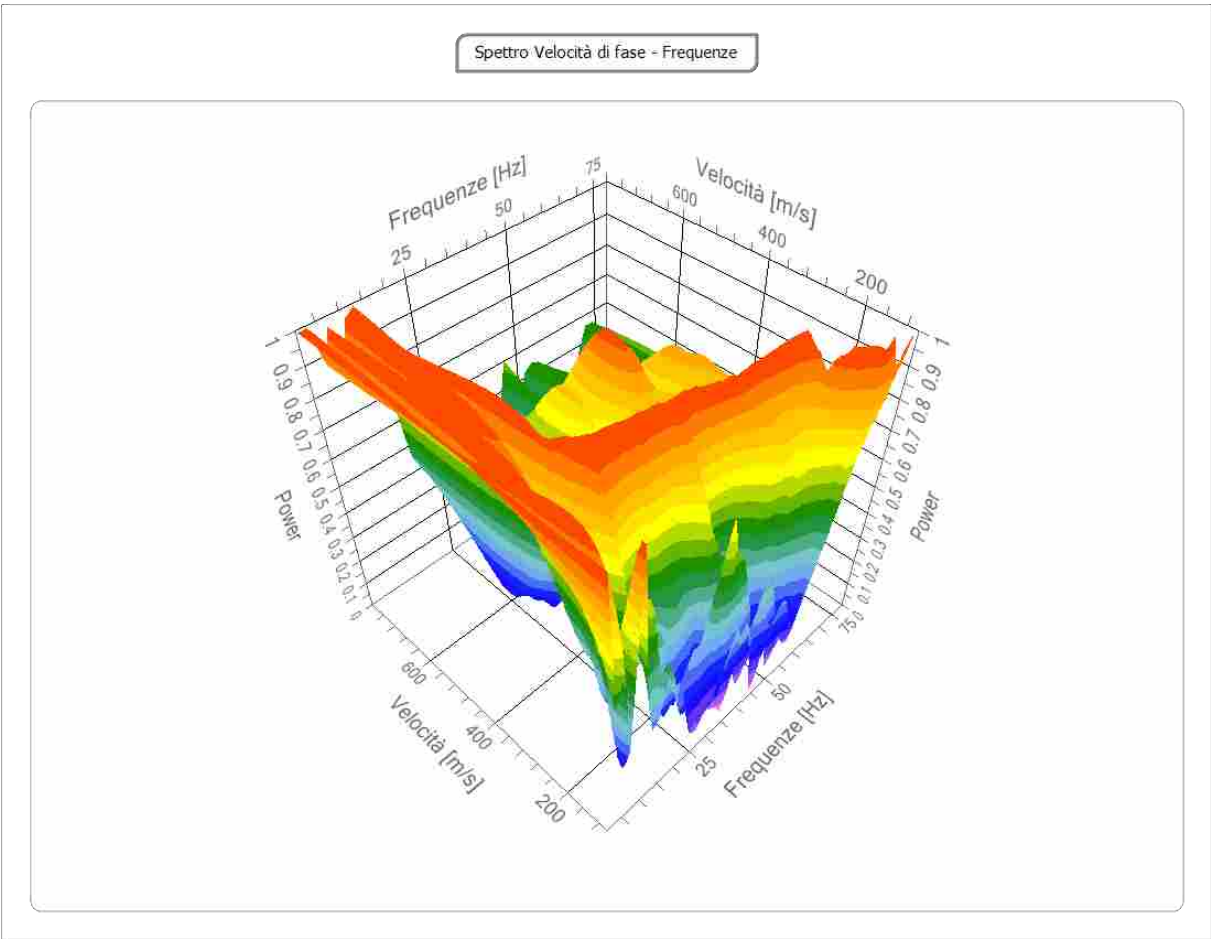
Tracce MASW 2

N. tracce	24
Durata acquisizione [msec]	400.0
Interdistanza geofoni [m]	1.0
Periodo di campionamento [msec]	1.00



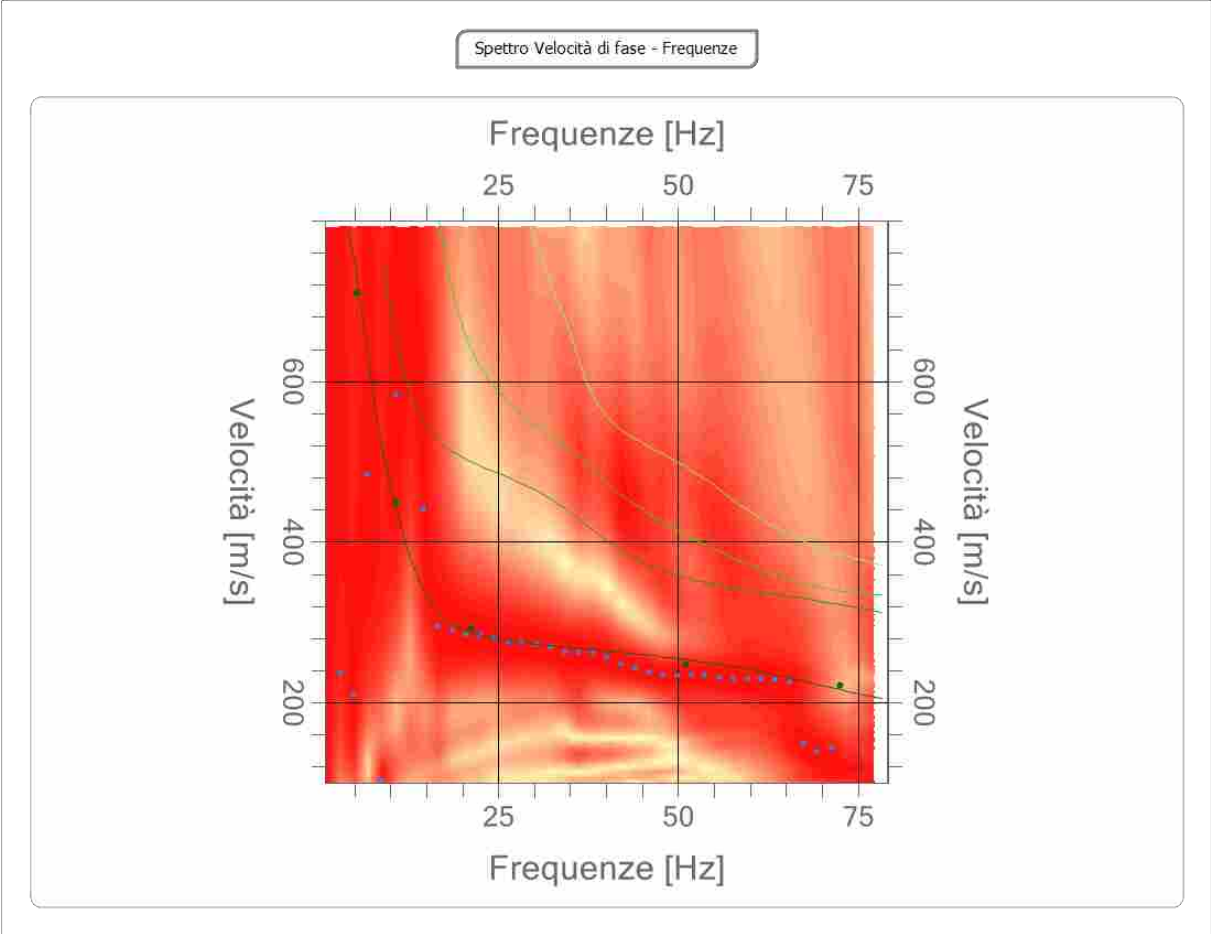
Analisi spettrale

Frequenza minima di elaborazione [Hz]	1
Frequenza massima di elaborazione [Hz]	80
Velocità minima di elaborazione [m/sec]	100
Velocità massima di elaborazione [m/sec]	800
Intervallo velocità [m/sec]	1



Curva di dispersione

n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	5.3	709.8	0
2	10.8	449.3	0
3	21.2	293.3	0
4	51.1	247.4	0
5	72.6	221.7	0

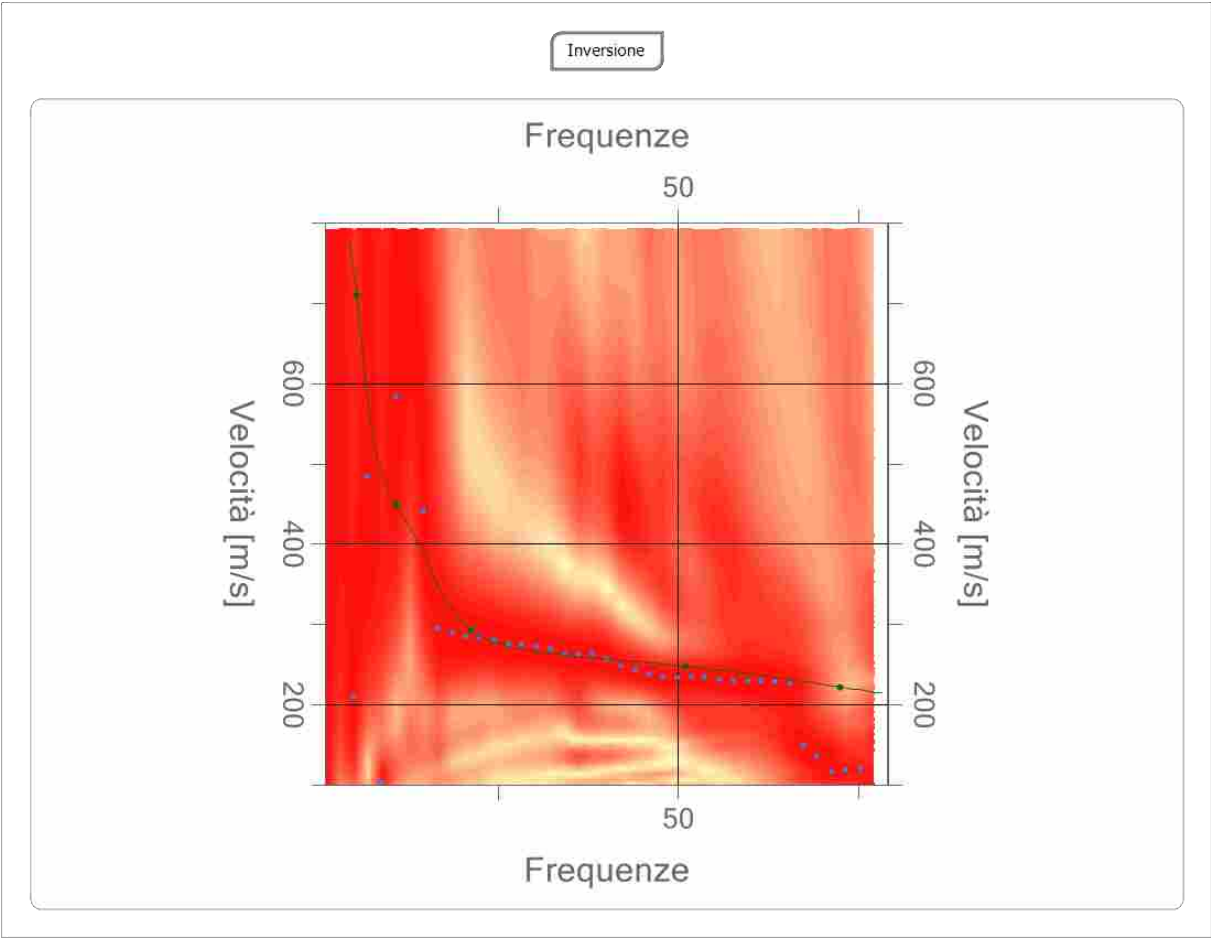


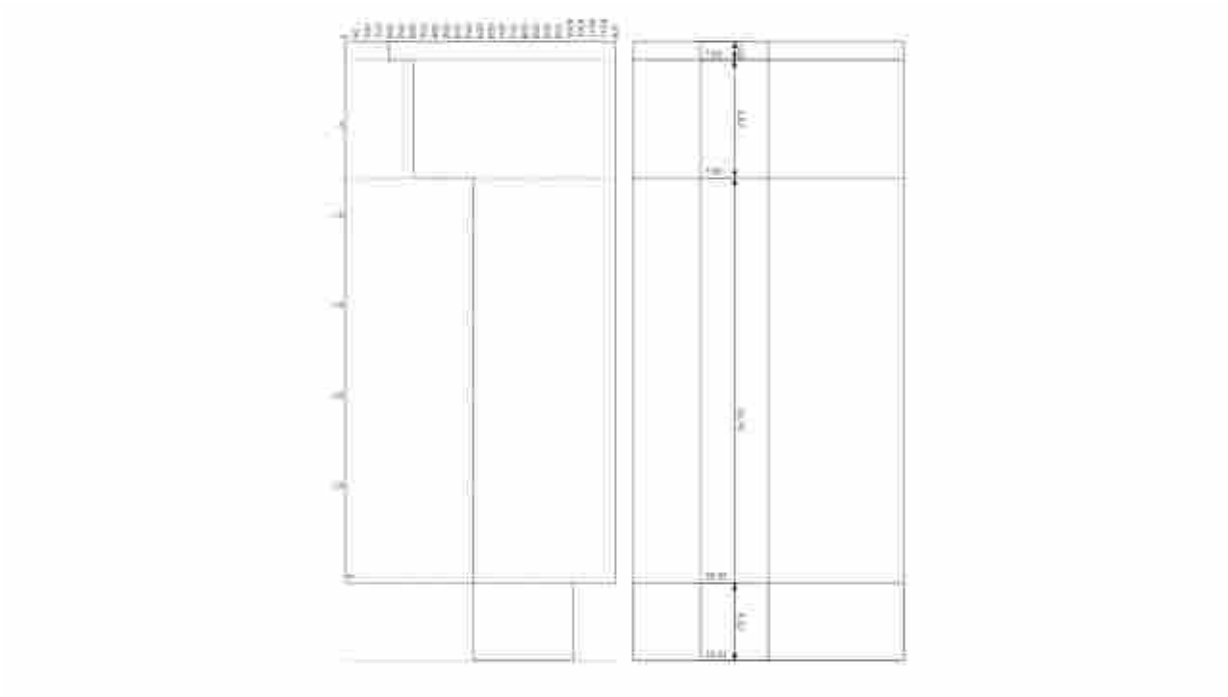
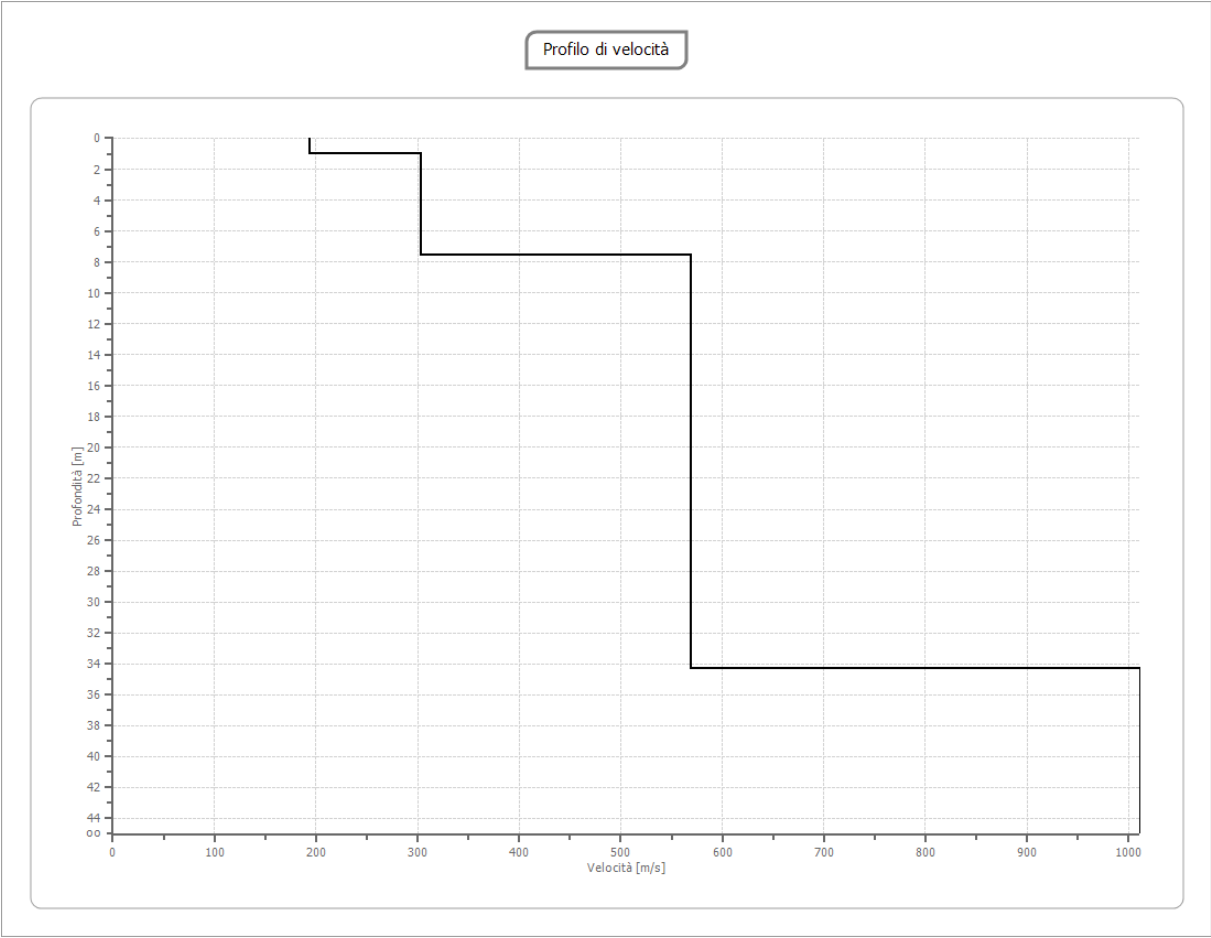
Inversione

n.	Descrizione	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso unità volume [kg/mc]	Coefficiente Poisson	Falda	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1		1.03	1.03	1800.0	0.30	No	361.5	193.2
2		7.56	6.53	1800.0	0.30	No	567.9	303.5
3		34.32	26.76	1800.0	0.30	No	1064.8	569.2
4		oo	oo	1800.0	0.30	No	1891.6	1011.1

Percentuale di errore0.000 %

Fattore di disadattamento della soluzione0.000





Risultati

Profondità piano di posa [m]	3.00
Vs,eq [m/sec] (H=30.00 m)	502.31
Categoria del suolo	B

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

Altri parametri geotecnici

n.	Profo ndità [m]	Spess ore [m]	Vs [m/s]	Vp [m/s]	Densi tà [kg/m c]	Coeffi ciente Poiss on	G0 [MPa]	Ed [MPa]	M0 [MPa]	Ey [MPa]	NSPT	Qc [kPa]
1	1.03	1.03	193.2 4	361.5 1	1800. 00	0.30	67.21	235.2 5	145.6 3	174.7 5	N/A	639.7 6
2	7.56	6.53	303.5 5	567.8 9	1800. 00	0.30	165.8 5	580.4 9	359.3 5	431.2 2	N/A	N/A
3	34.32	26.76	569.1 6	1064. 80	1800. 00	0.30	583.1 0	2040. 85	1263. 38	1516. 06	N/A	N/A
4	oo	oo	1011. 08	1891. 56	1800. 00	0.30	1840. 11	6440. 40	3986. 91	4784. 29	0	N/A

G0: Modulo di deformazione al taglio;

Ed: Modulo edometrico;

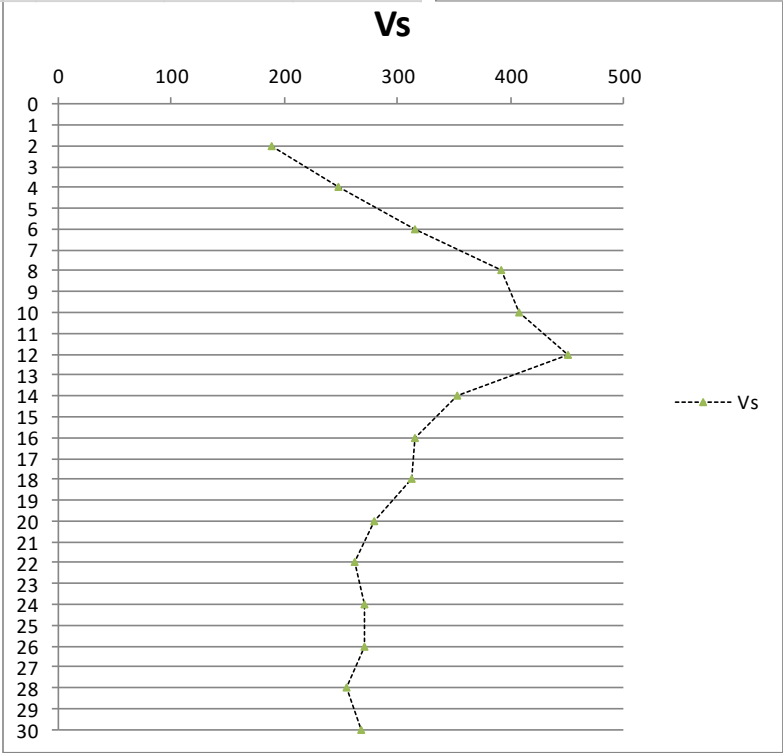
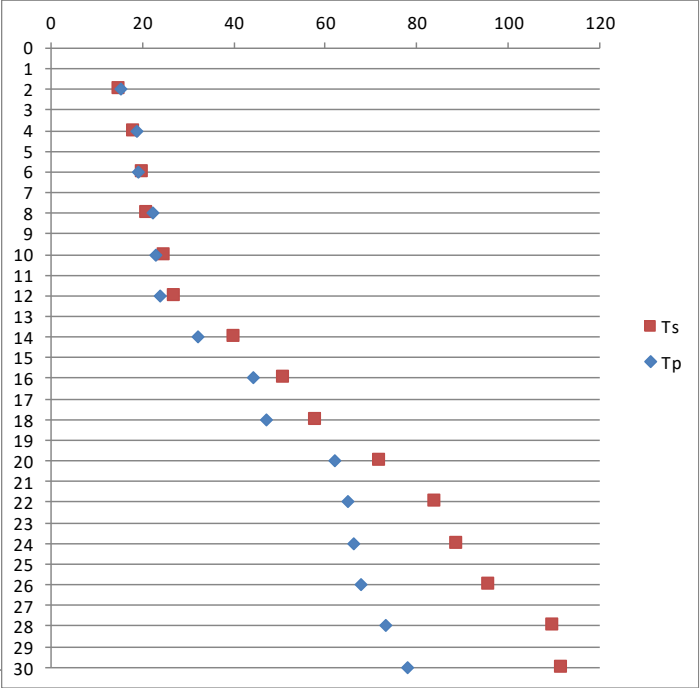
M0: Modulo di compressibilità volumetrica;

Ey: Modulo di Young;

DOWN HOLE

	Tp	Ts	Tp corr.	Ts corr.	scoppio

2	15,23	15	8,06	25,61	2
4	18,64	18	20,58	46,08	2
6	19,21	20	26	68,22	2
8	22,45	21	29,84	69,29	2
10	23	25	35,51	85,44	2
12	23,91	27	41,01	79,94	2
14	32,15	40	44,85	84,87	2
16	44,23	51	45,61	103,92	2
18	47	58	55,11	126,65	2
20	62	72	59,21	145,18	2
22	65	84	62,35	159,2	2
24	66,35	89	68,93	186,28	2
26	68	96	65,96	200,54	2
28	73,4	110	71,06	220,34	2
30	78	112	76,02	222,62	2



DH	Vs	DH/Vs
10	407	0,02
12	450	0,03
8	268	0,03
	Vs₃₀	370

Categoria A

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

Categoria B

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

Categoria C

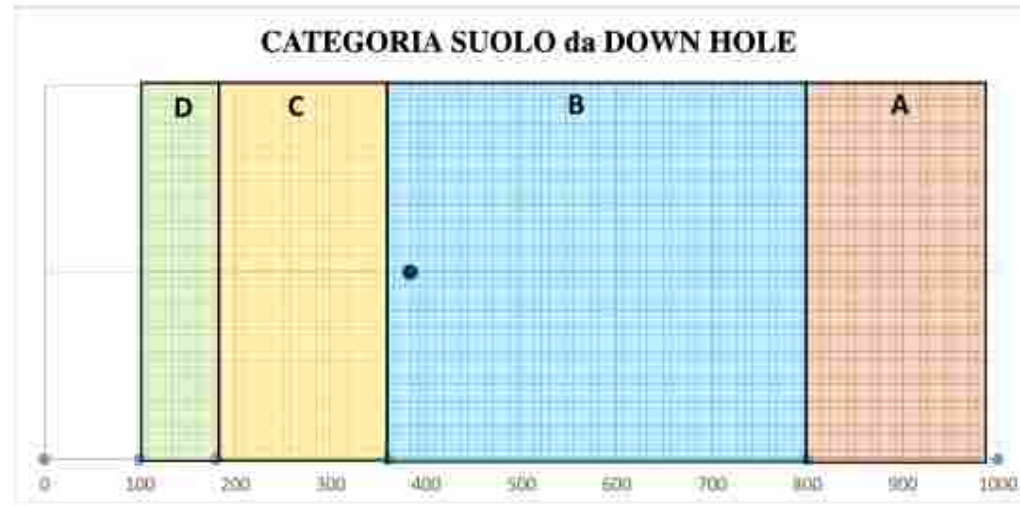
Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.

Categoria D

Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 m/s e 180 m/s.

Categoria E

Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30m.



INDAGINE HVSR

Cenni sulla teoria della tecnica HVSR

La tecnica HVSR permette in primo luogo di valutare la frequenza di vibrazione naturale di un sito. Successivamente, come ulteriore sviluppo, la stima del parametro normativo V_{seq} attraverso un processo di inversione del problema iniziale. Le ipotesi alla base della tecnica sono: una concentrazione del contenuto in frequenza localizzato maggiormente in quelle basse (tipicamente al di sotto dei 20 Hz); assenza di sorgenti periodiche e/o con contenuto in alte frequenze; le sorgenti di rumore sono uniformemente distribuite intorno alla stazione di registrazione. Se queste sono soddisfatte, la tecnica può essere suddivisa nelle fasi che vengono di seguito illustrate.

Si esegue una registrazione del rumore ambientale lungo tre direzioni ortogonali tra loro (x,y,z) con una singola stazione. Tale registrazione deve essere effettuata, secondo le indicazioni del progetto SESAME, per una durata non inferiore ai 20 minuti.

Si esegue un'operazione detta di windowing, in cui le tre tracce registrate vengono suddivise in finestre temporali di prefissata durata. Secondo le indicazioni del succitato progetto SESAME tale dimensione, detta Long Period, deve essere almeno pari ai 20 secondi. Si ottiene così un insieme di finestre "long", che sono sincronizzate fra le tracce.

Queste finestre vengono filtrate in base a dei criteri che permettono di individuare l'eventuale presenza di transienti (disturbi temporanei con grandi contributi nelle frequenze alte) o di fenomeni di saturazione.

Per ciascuna delle finestre rimanenti, quindi ritenute valide, viene valutato lo spettro di Fourier. Quest'ultimo viene sottoposto a tapering e/o lisciamento secondo una delle varie tecniche note in letteratura e ritenute all'uopo idonee.

Successivamente si prendono in considerazione gli spettri delle finestre relative alle tracce orizzontali in coppia. Ovvero, ogni spettro di una finestra per esempio della direzione X, ha il suo corrispettivo per le finestre nella direzione Y, vale a dire che sono relative a finestre temporali sincrone. Per ognuna di queste coppie viene eseguita una somma tra le componenti in frequenza secondo un determinato criterio che può essere, ad esempio, una semplice media aritmetica o una somma euclidea.

Per ciascuna coppia di cui sopra, esiste lo spettro nella direzione verticale Z, ovvero relativo alla finestra temporale sincrona a quelle della coppia. Ogni componente in frequenza di questo spettro viene usato come denominatore nel rapporto con quello della suddetta coppia. Questo permette quindi di ottenere il ricercato rapporto spettrale H/V per tutti gli intervalli temporali in cui viene suddivisa la registrazione durante l'operazione di windowing.

Eseguendo per ciascuna frequenza di tali rapporti spettrali una media sulle varie finestre, si ottiene il rapporto spettrale H/V medio, la cui frequenza di picco (frequenza in cui è localizzato il massimo valore assunto dal rapporto medio stesso) rappresenta la deducibile stima della frequenza naturale di vibrazione del sito.

L'ulteriore ipotesi che questo rapporto spettrale possa ritenersi una buona approssimazione dell'ellitticità del modo fondamentale della propagazione delle onde di Rayleigh, permette di confrontare questi due al fine di ottenere una stima del profilo stratigrafico. Tale procedura, detta di inversione, consente di definire il profilo sostanzialmente in termini di spessore e velocità delle onde di taglio. Avendo quindi una stima del profilo della velocità delle onde di taglio, è possibile valutarne il parametro normativo V_{seq} .

Dati generali

Nome progetto: Tempio di Apollo Sosiano e Bellona

Committente: SAB Ingegneria Srl (PG)

Cantiere:

Località: Roma

Operatore: Dott. Andrea D'Antoni

Responsabile: Dott. Geol. A. Bruno Arena

Data: 12/12/2024 00:00:00

Zona:

Latitudine (ED 50): 41,8933792 [°]

Longitudine (ED50): 12,4808273 [°]

Tracce in input

Dati riepilogativi:

Numero tracce: 3

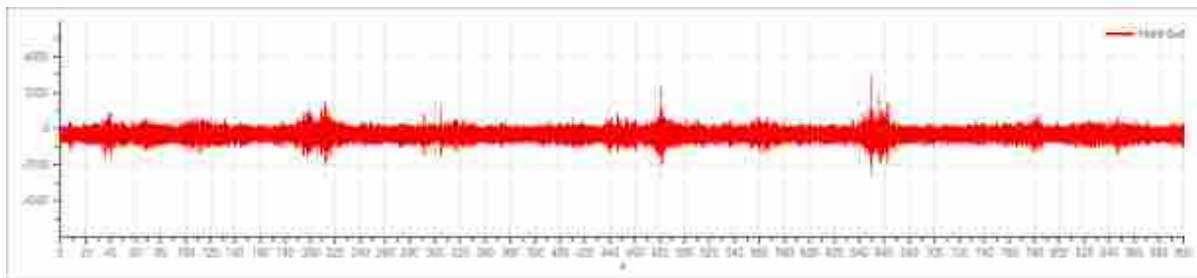
Durata registrazione: 900 s

Frequenza di campionamento: 250.00 Hz

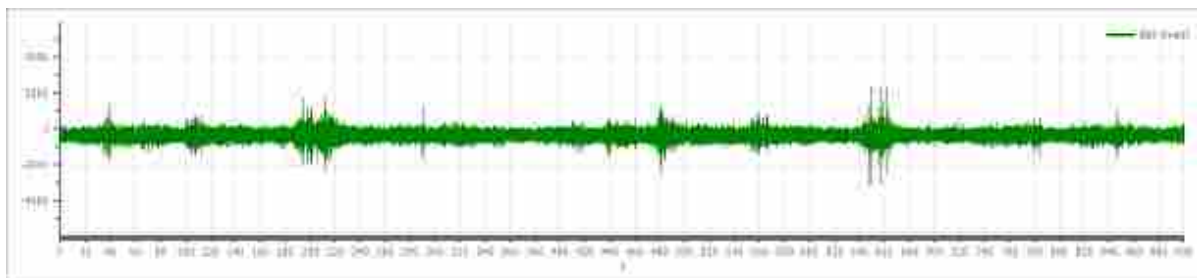
Numero campioni: 225000

Direzioni tracce: Nord-Sud; Est-Ovest; Verticale.

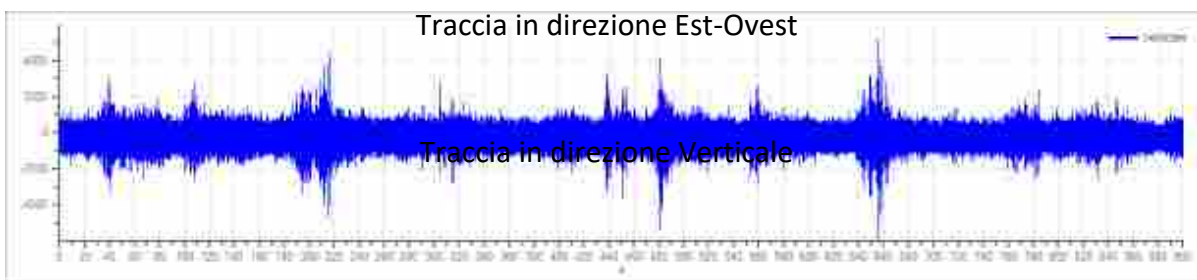
Grafici tracce:



Traccia in direzione Nord-Sud



Traccia in direzione Est-Ovest



Traccia in direzione Verticale

Finestre selezionate

Dati riepilogativi:

Numero totale finestre selezionate: 21

Numero finestre incluse nel calcolo: 21

Dimensione temporale finestre: 41.000 s

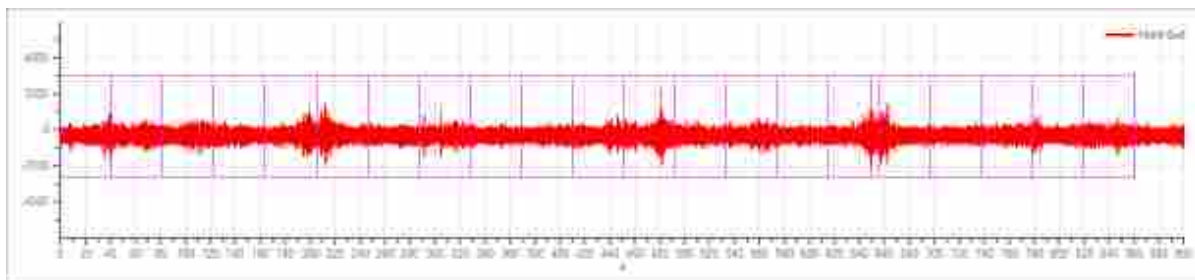
Tipo di lisciamiento: Triangolare proporzionale

Percentuale di lisciamiento: 10.00 %

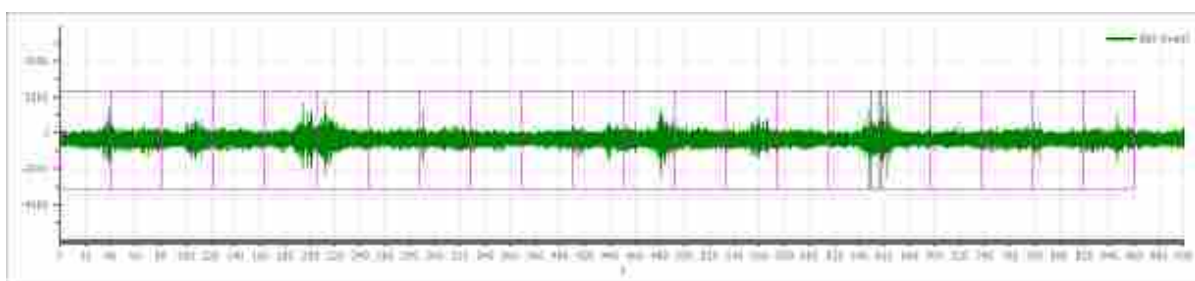
Tabella finestre:

Numero finestra	Istante iniziale	Istante finale	Selezione
1	0	41	Inclusa
2	41	82	Inclusa
3	82	123	Inclusa
4	123	164	Inclusa
5	164	205	Inclusa
6	205	246	Inclusa
7	246	287	Inclusa
8	287	328	Inclusa
9	328	369	Inclusa
10	369	410	Inclusa
11	410	451	Inclusa
12	451	492	Inclusa
13	492	533	Inclusa
14	533	574	Inclusa
15	574	615	Inclusa
16	615	656	Inclusa
17	656	697	Inclusa
18	697	738	Inclusa
19	738	779	Inclusa
20	779	820	Inclusa
21	820	861	Inclusa

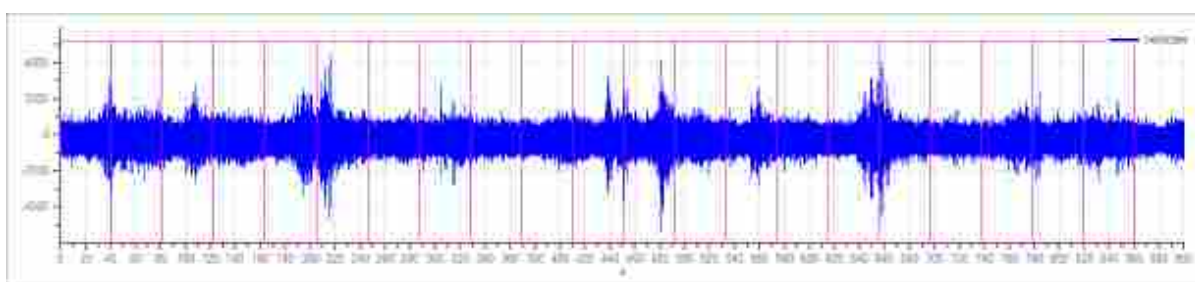
Grafici tracce con finestre selezionate:



Traccia e finestre selezionate in direzione Nord-Sud

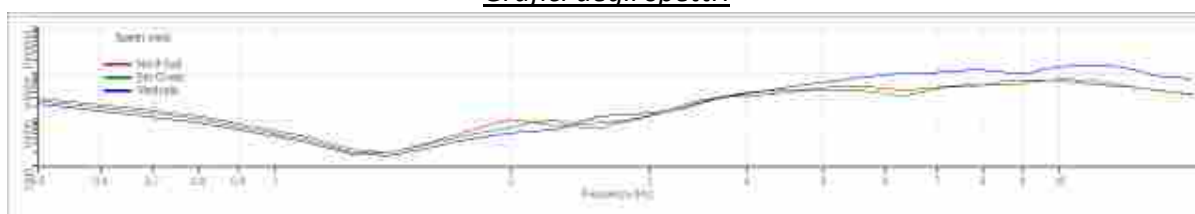


Traccia e finestre selezionate in direzione Est-Ovest

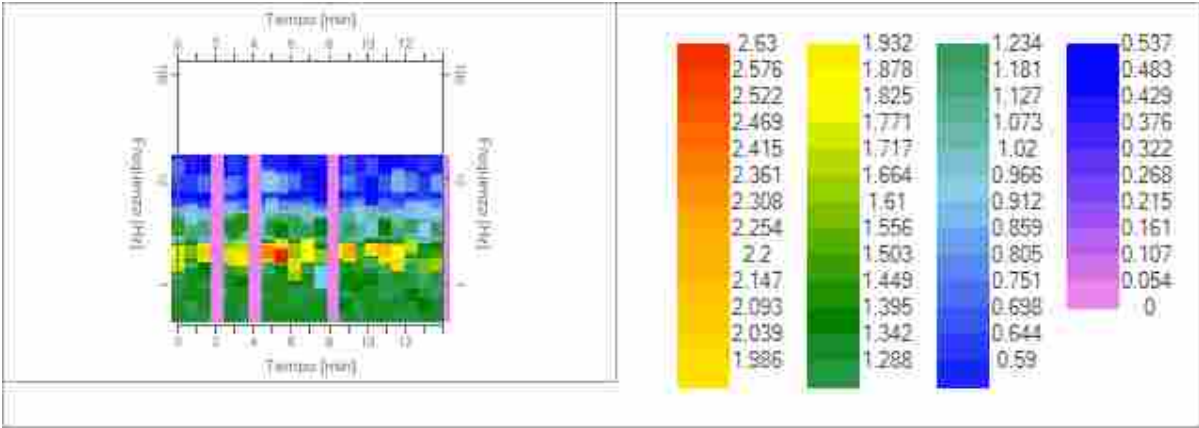


Traccia e finestre selezionate in direzione Verticale

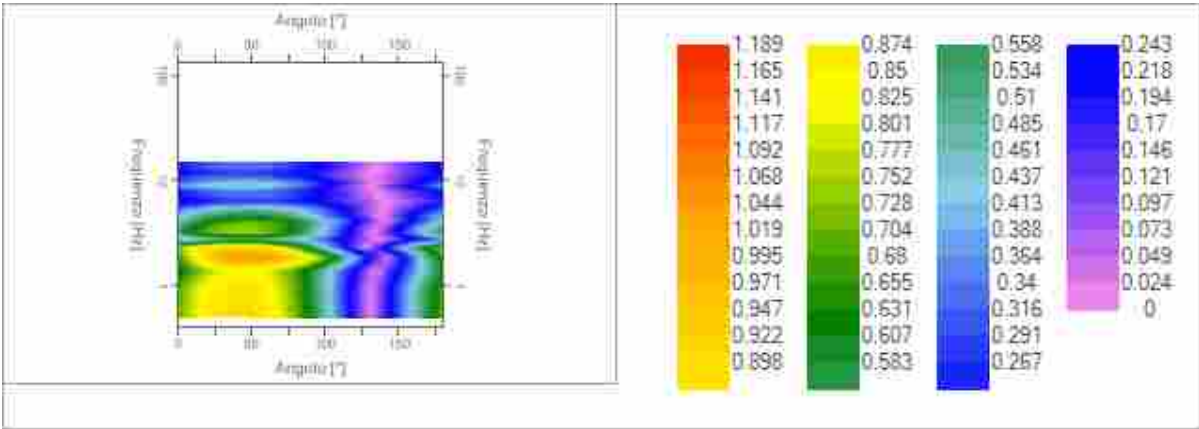
Grafici degli spettri



Spettri medi nelle tre direzioni



Mapa della stazionarietà degli spettri



Mapa della direzionalità degli spettri

Rapporto spettrale H/V

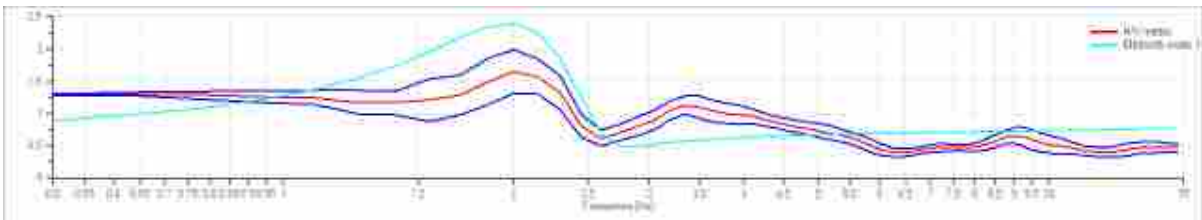
Dati riepilogativi:

Frequenza massima: 15.00 Hz
Frequenza minima: 0.50 Hz
Passo frequenze: 0.15 Hz
Tipo lisciamento:: Triangolare proporzionale
Percentuale di lisciamento: 10.00 %
Tipo di somma direzionale: Media aritmetica

Risultati:

Frequenza del picco del rapporto H/V: 2.00 Hz ±0.20 Hz

Grafico rapporto spettrale H/V



Rapporto spettrale H/V e suo intervallo di fiducia

Verifiche SESAME:

Verifica	Esito
$f_0 > 10/l_w$	Ok
$n_x(f_0) > 200$	Ok
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 > 0.5H$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 < 0.5H$	Ok
$\exists f^- \in [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) \leq A_0/2$	Ok
$\exists f^+ \in [f_0, 4 \cdot f_0] \mid A_{H/V}(f^+) \leq A_0/2$	Ok
$A_0 > 2$	Non superato
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	Ok
$\sigma_f < \varepsilon(f)$	Ok

$$g_A(f_0) < \theta(f_0)$$

Ok

Modello stratigrafico

Dati riepilogativi:

Numero strati: 3

Frequenza del picco dell'ellitticità: 2.00 Hz

Valore di disadattamento: 0.28

Valore Vseq: 640.38 m/s

Categorie di sottosuolo

Decreto del 17 gennaio 2018 – Norme Tecniche per le Costruzioni

Categoria A

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

Categoria B

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

Categoria C

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

Categoria D

Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 m/s e 180 m/s.

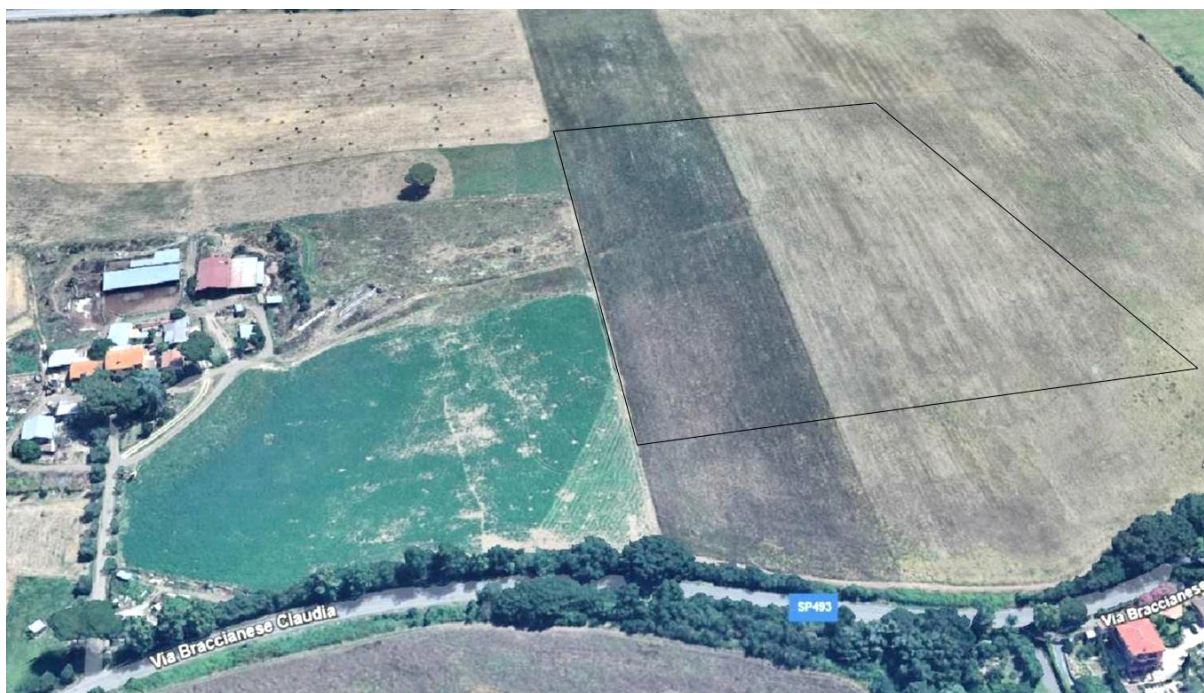
Categoria E

Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30m.

Per velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio si intende la media pesata delle velocità delle onde S negli strati nei primi metri di profondità dal piano di posa della fondazione, secondo la relazione:

RELAZIONE GEOLOGICO SISMICA

**NELL'AMBITO DELLA PROGETTAZIONE ESECUTIVA DI REALIZZAZIONE DI UN
IMPIANTO DI PRODUZIONE ENERGETICA A BIOMETANO in S.R. Braccianese Claudia Km
5.1 – Mun XV ex XX - ROMA**

ALLEGATO 2 – PROVE DI LABORATORIO

Roma, 07 aprile 2025

RELATORE
Dott Geol. Marco Vinci
O.R.G. del Lazio 1405



RELATORE
Dott Geol. A.B. Arena
O.R.G. del Lazio 753



COMMITTENTE:	Roma Biometano srl		
RIFERIMENTO:	Impianto di produzione energetica a biometano - Braccianese Claudia km 5.1		
SONDAGGIO:	S1	CAMPIONE:	C1
		PROFONDITA': m	6.00-6.50

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	51,5	%
Peso di volume	15,9	kN/m ³
Peso di volume secco	10,5	kN/m ³
Peso di volume saturo	16,3	kN/m ³
Peso specifico	2,60	
Indice dei vuoti	1,425	
Porosità	58,8	%
Grado di saturazione	94,0	%
Limite di liquidità	54,9	%
Limite di plasticità	Non plastico	
Indice di plasticità		
Indice di consistenza		
Passante al set. n° 40	NO	
Limite di ritiro		%
CNR-UNI 10006/00		

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia		%
Sabbia	23,0	%
Limo	66,9	%
Argilla	10,1	%
D 10	0,004952	mm
D 50	0,029308	mm
D 60	0,039944	mm
D 90	0,225760	mm
Passante set. 10	99,7	%
Passante set. 42	94,9	%
Passante set. 200	77,0	%

PERMEABILITA'

Coefficiente k	cm/sec
----------------	--------

COMPRESSIONE

σ	kPa	σ_{Rim}	kPa
c_u	kPa	$c_{u\ Rim}$	kPa

TAGLIO DIRETTO

Prova consolidata-lenta			
c'	0,0	kPa	ϕ' 34,1 °
c'_{Res}		kPa	ϕ'_{Res} °

COMPRESSIONE TRIASSIALE

C.D.	c_d	kPa	ϕ_d °
C.U.	c'_{cu}	kPa	ϕ'_{cu} °
	c_{cu}	kPa	ϕ_{cu} °
U.U.	c_u	kPa	ϕ_u °

PROVA EDOMETRICA

σ kPa	E kPa	C_v cm ² /sec	k cm/sec
25,0 ÷ 50,0	5448	---	---
50,0 ÷ 100,0	6083	Non calc.	---
100,0 ÷ 200,0	9266	Non calc.	---
200,0 ÷ 400,0	10986	Non calc.	---
400,0 ÷ 800,0	11063	---	---
800,0 ÷ 1600,0	15254	---	---
1600,0 ÷ 3200,0	20299	---	---

Materiale di natura piroclastica a granulometria limoso sabbiosa, debolmente argillosa, di colore marrone (Rp = 180-220 kPa).

CERTIFICATO DI PROVA N°: 01967	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 02/04/25	Inizio analisi: 22/03/25
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 96 del 21/03/25		Apertura campione: 22/03/25	Fine analisi: 24/03/25

COMMITTENTE: Roma Biometano srl
RIFERIMENTO: Impianto di produzione energetica a biometano - Braccianese Claudia km 5.1
SONDAGGIO: S1 CAMPIONE: C1 PROFONDITA': m 6.00-6.50

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D 2216

Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 51,5 %

Struttura del materiale:

- ☒ Omogeneo
☐ Stratificato
☐ Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

Materiale di natura piroclastica a granulometria limoso sabbiosa, debolmente argillosa, di colore marrone (Rp = 180-220 kPa).

1
44122

CERTIFICATO DI PROVA N°: 01966	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 02/04/25	Inizio analisi: 22/03/25
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 96 del 21/03/25		Apertura campione: 22/03/25	Fine analisi: 22/03/25

COMMITTENTE: Roma Biometano srl			
RIFERIMENTO: Impianto di produzione energetica a biometano - Braccianese Claudia km 5.1			
SONDAGGIO: S1	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m	6.00-6.50

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma BS 1377 T 15/E

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume allo stato naturale = 15,9 kN/m³

Materiale di natura piroclastica a granulometria limoso sabbiosa, debolmente argillosa, di colore marrone ($R_p = 180-220$ kPa).

1
44122

CERTIFICATO DI PROVA N°: 01965	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 02/04/25	Inizio analisi: 24/03/25
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 96 del 21/03/25		Apertura campione: 22/03/25	Fine analisi: 24/03/25

COMMITTENTE: Roma Biometano srl			
RIFERIMENTO: Impianto di produzione energetica a biometano - Braccianese Claudia km 5.1			
SONDAGGIO: S1	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m	6.00-6.50

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D 854

γ_s = Peso specifico dei granuli (media delle due misure) = 2,60

γ_{sc} = Peso specifico dei granuli corretto a 20° = 2,60

Metodo: ☒ A ☐ B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 21,1 °C

Disaerazione eseguita per bollitura

Materiale di natura piroclastica a granulometria limoso sabbiosa, debolmente argillosa, di colore marrone (R_p = 180-220 kPa).

CERTIFICATO DI PROVA N°: 01964	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 02/04/25	Inizio analisi: 24/03/25
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 96 del 21/03/25		Apertura campione: 22/03/25	Fine analisi: 25/03/25

COMMITTENTE: Roma Biometano srl
RIFERIMENTO: Impianto di produzione energetica a biometano - Braccianese Claudia km 5.1
SONDAGGIO: S1 CAMPIONE: C1 PROFONDITA': m 6.00-6.50

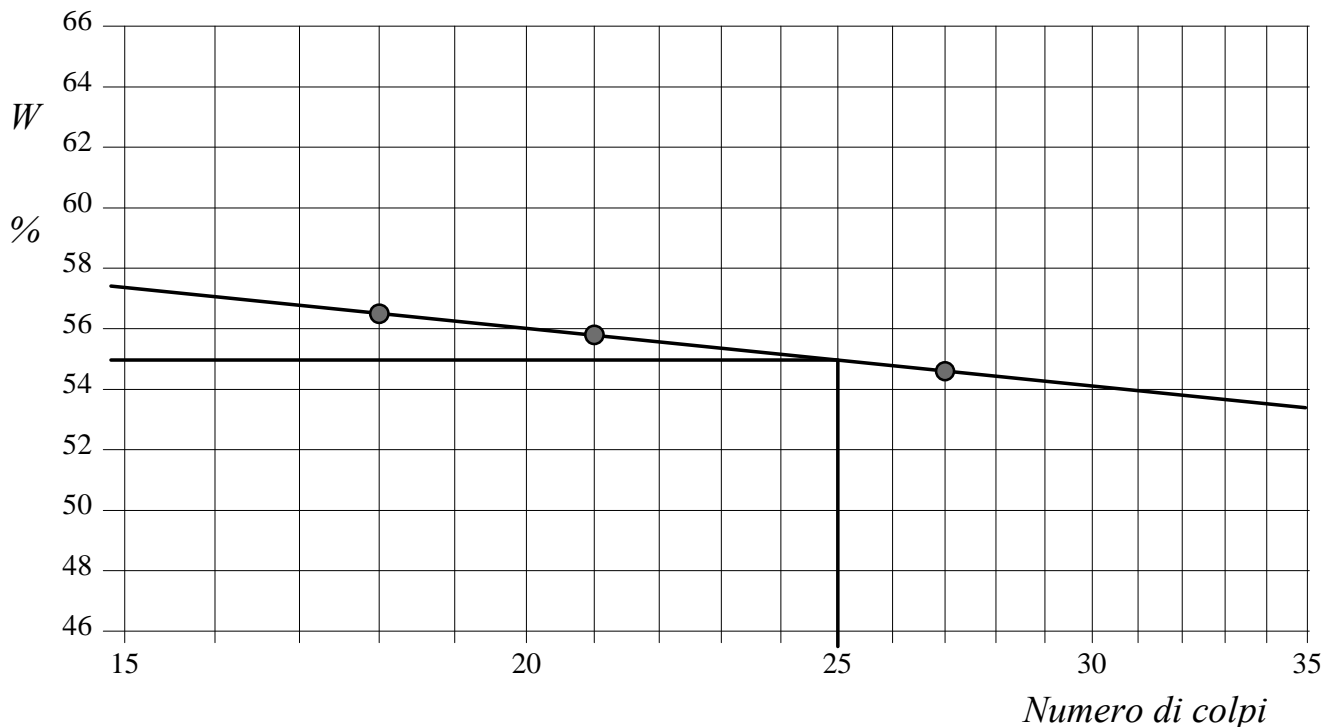
LIMITI DI CONSISTENZA LIQUIDO E PLASTICO

Modalità di prova: Norma ASTM D 4318

Limite di liquidità	54,9 %
Limite di plasticità	Non plastico
Indice di plasticità	- - -

LIMITE DI LIQUIDITA'						LIMITE DI PLASTICITA'		
Numero di colpi	18	21	27			Umidità (%)		
Umidità (%)	56,5	55,8	54,6			Umidità media		

Determinazione del Limite di liquidità



Materiale di natura piroclastica a granulometria limoso sabbiosa, debolmente argillosa, di colore marrone ($R_p = 180-220$ kPa).

1
44122

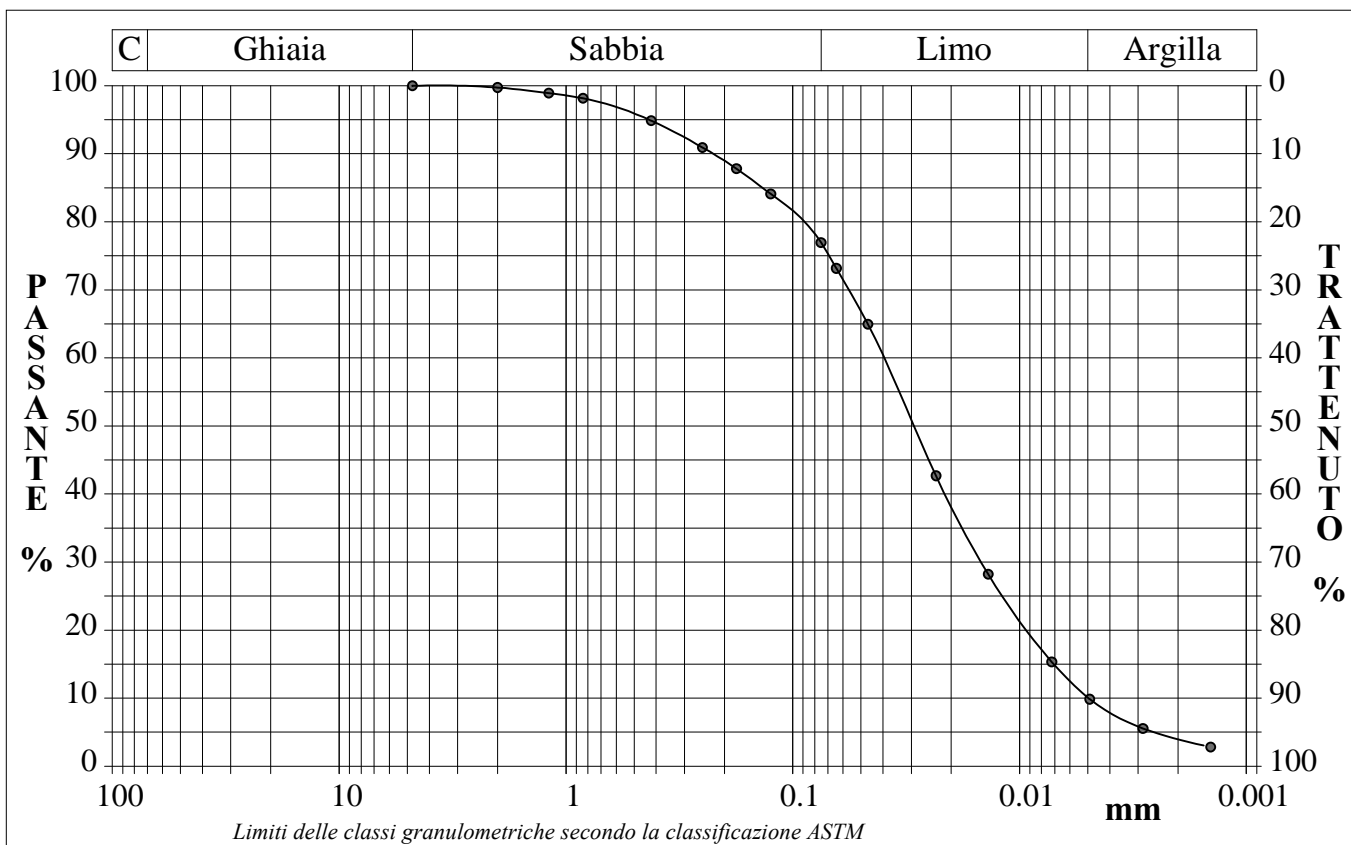
CERTIFICATO DI PROVA N°: 01963	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 02/04/25	Inizio analisi: 26/03/25
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 96 del 21/03/25		Apertura campione: 22/03/25	Fine analisi: 29/03/25

COMMITTENTE: Roma Biometano srl
RIFERIMENTO: Impianto di produzione energetica a biometano - Braccianese Claudia km 5.1
SONDAGGIO: S1 CAMPIONE: C1 PROFONDITA': m 6.00-6.50

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 422

Ghiaia	0,0 %	Passante setaccio 2 mm	99,7 %	D10	0,00495 mm
Sabbia	23,0 %	Passante setaccio 0.4 mm	94,9 %	D30	0,01467 mm
Limo	66,9 %	Passante setaccio 0.075 mm	77,0 %	D50	0,02931 mm
Argilla	10,1 %			D60	0,03994 mm
				D90	0,22576 mm
Coefficiente di uniformità		8,07	Coefficiente di curvatura		1,09



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
4,7500	100,00	0,2500	90,92	0,0465	64,94	0,0029	5,55		
2,0000	99,74	0,1770	87,82	0,0234	42,67	0,0014	2,81		
1,1900	98,89	0,1250	84,09	0,0137	28,21				
0,8410	98,15	0,0750	76,96	0,0072	15,32			Setacci	8
0,4200	94,86	0,0642	73,14	0,0049	9,85			Punti sediment.	8

Materiale di natura piroclastica a granulometria limoso sabbiosa, debolmente argillosa, di colore marrone (Rp = 180-220 kPa).

CERTIFICATO DI PROVA N°: 01962 Pagina 1/2

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 96 del 21/03/25

DATA DI EMISSIONE: 02/04/25

Inizio analisi: 22/03/25

Apertura campione: 22/03/25

Fine analisi: 02/04/25

COMMITTENTE: Roma Biometano srl

RIFERIMENTO: Impianto di produzione energetica a biometano - Braccianese Claudia km 5.1

SONDAGGIO: S1

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 6.00-6.50

PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2435

Caratteristiche del campione

Peso di volume (kN/m³)	15,92
Umidità (%)	51,5
Peso specifico	2,60
Altezza provino (cm)	1,98
Diametro provino (cm)	4,99
Sezione provino (cm²)	19,57
Volume provino (cm³)	38,81
Volume dei vuoti (cm³)	22,81
Indice dei vuoti	1,43
Porosità (%)	58,76
Saturazione (%)	94,0

DIAGRAMMA PRESSIONE - INDICE DEI VUOTI

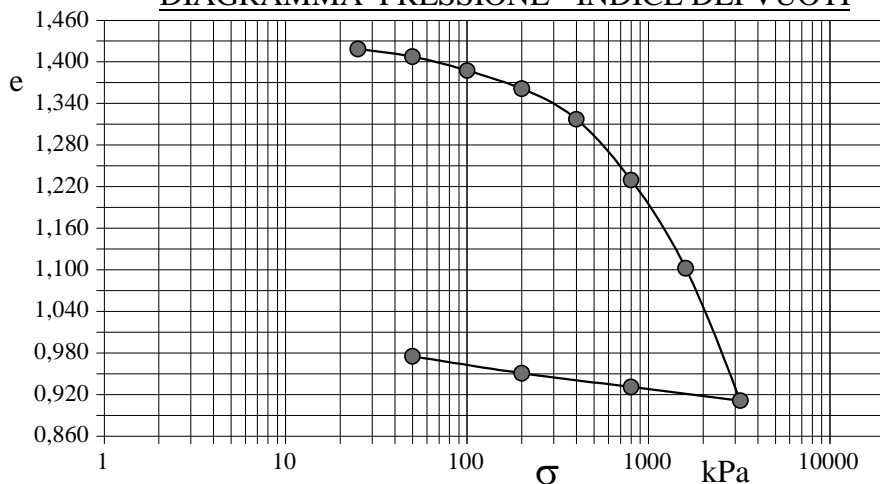
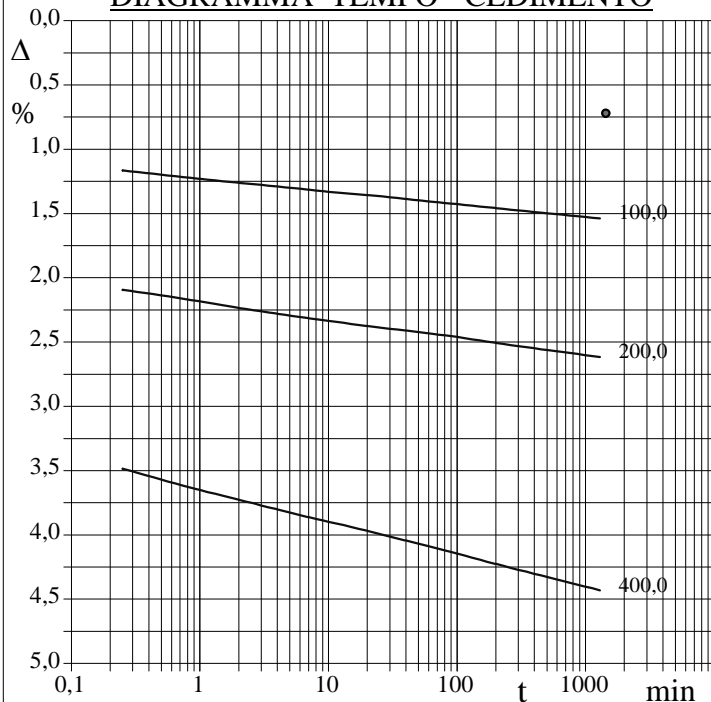


DIAGRAMMA TEMPO - CEDIMENTO



Pressione kPa	Cedim. mm/100	Indice Vuoti	Cc
25,0	5,2	1,419	
50,0	14,3	1,408	0,037
100,0	30,6	1,388	0,066
200,0	52,0	1,361	0,087
400,0	88,1	1,317	0,147
800,0	159,8	1,230	0,291
1600,0	263,8	1,102	0,422
3200,0	420,1	0,911	0,635
800,0	404,0	0,931	
200,0	387,7	0,951	
50,0	367,7	0,975	

Materiale di natura piroclastica a granulometria limoso sabbiosa, debolmente argillosa, di colore marrone ($R_p = 180-220$ kPa).

1
44122

CERTIFICATO DI PROVA N°: 01962	Pagina 2/2	DATA DI EMISSIONE: 02/04/25	Inizio analisi: 22/03/25
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 96 del 21/03/25		Apertura campione: 22/03/25	Fine analisi: 02/04/25

COMMITTENTE: Roma Biometano srl			
RIFERIMENTO: Impianto di produzione energetica a biometano - Braccianese Claudia km 5.1			
SONDAGGIO: S1	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m	6.00-6.50

PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2435

LETTURE INTERMEDIE - TABELLE RIASSUNTIVE

Pressione 100,0 kPa		Pressione 200,0 kPa		Pressione 400,0 kPa		Pressione -- kPa	
Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100
0,00	14,3	0,00	30,6	0,00	52,0		
0,25	23,1	0,25	41,5	0,25	69,1		
1,00	24,4	1,00	43,3	1,00	72,4		
2,00	25,0	2,00	44,3	2,00	73,9		
4,00	25,6	4,00	45,2	4,00	75,4		
7,00	26,1	7,00	45,9	7,00	76,6		
10,00	26,4	10,00	46,3	10,00	77,3		
20,00	26,9	20,00	47,1	20,00	78,7		
40,00	27,5	40,00	47,8	40,00	80,2		
70,00	28,0	70,00	48,4	70,00	81,4		
100,00	28,3	100,00	48,8	100,00	82,2		
200,00	28,9	200,00	49,7	200,00	83,8		
500,00	29,7	500,00	50,8	500,00	85,8		
1440,00	30,6	1440,00	52,0	1440,00	88,1		

Pressione -- kPa		Pressione -- kPa		Pressione -- kPa		Pressione -- kPa	
Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100

CERTIFICATO DI PROVA N°: 01961	Pagina 1/4	DATA DI EMISSIONE: 02/04/25	Inizio analisi: 28/03/25
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 96 del 21/03/25		Apertura campione: 22/03/25	Fine analisi: 29/03/25

COMMITTENTE: Roma Biometano srl
RIFERIMENTO: Impianto di produzione energetica a biometano - Braccianese Claudia km 5.1
SONDAGGIO: S1 CAMPIONE: C1 PROFONDITA': m 6.00-6.50

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Tempo di consolidazione (ore):	24	24	24
Pressione verticale (kPa):	100,0	200,0	300,0
Umidità iniziale e umidità finale (%):	50,1 51,8	53,6 46,2	53,9 50,8
Peso di volume (kN/m³):	16,0	16,2	15,4
Tipo di prova: Consolidata - lenta	Velocità di deformazione: 0,051 mm / min		

DIAGRAMMA
Tensione
Deformazione orizzontale

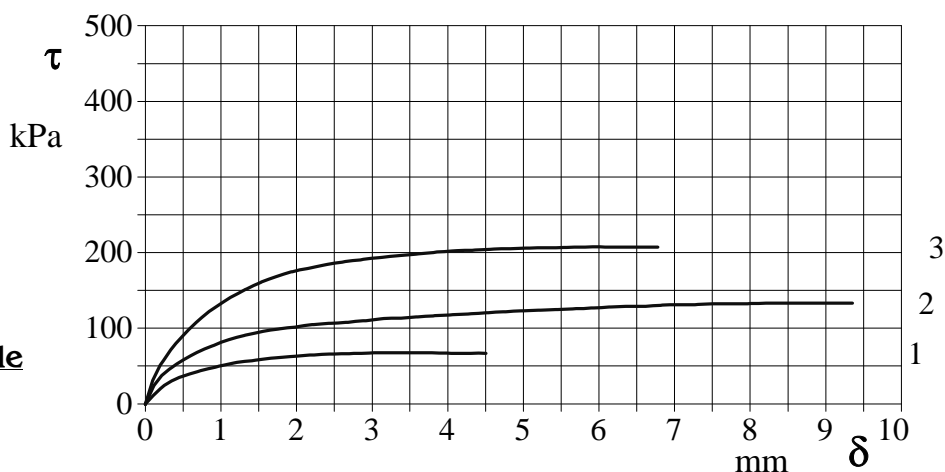
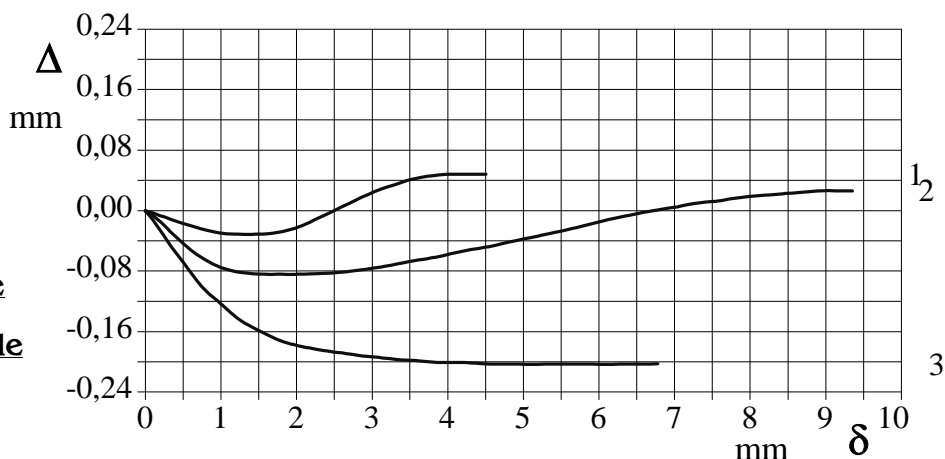


DIAGRAMMA
Deformazione verticale
Deformazione orizzontale



Materiale di natura piroclastica a granulometria limoso sabbiosa, debolmente argillosa, di colore marrone (Rp = 180-220 kPa).

CERTIFICATO DI PROVA N°: 01961	Pagina 2/4	DATA DI EMISSIONE: 02/04/25	Inizio analisi: 28/03/25
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 96 del 21/03/25		Apertura campione: 22/03/25	Fine analisi: 29/03/25

COMMITTENTE: Roma Biometano srl				
RIFERIMENTO: Impianto di produzione energetica a biometano - Braccianese Claudia km 5.1				
SONDAGGIO:	S1	CAMPIONE:	C1	PROFONDITA': m 6.00-6.50

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

[illegible]

CERTIFICATO DI PROVA N°: 01961 Pagina 3/4

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 96 del 21/03/25

DATA DI EMISSIONE: 02/04/25

Inizio analisi: 28/03/25

Apertura campione: 22/03/25

Fine analisi: 29/03/25

COMMITTENTE: Roma Biometano srl

RIFERIMENTO: Impianto di produzione energetica a biometano - Braccianese Claudia km 5.1

SONDAGGIO: S1

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 6.00-6.50

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - FASE DI CONSOLIDAZIONE

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Diagramma TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 1	
Pressione (kPa)	100
Altezza iniziale (cm)	1,600
Altezza finale (cm)	1,596
Sezione (cm²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	10,1
Df (mm)	5
Vs (mm/min)	0,049

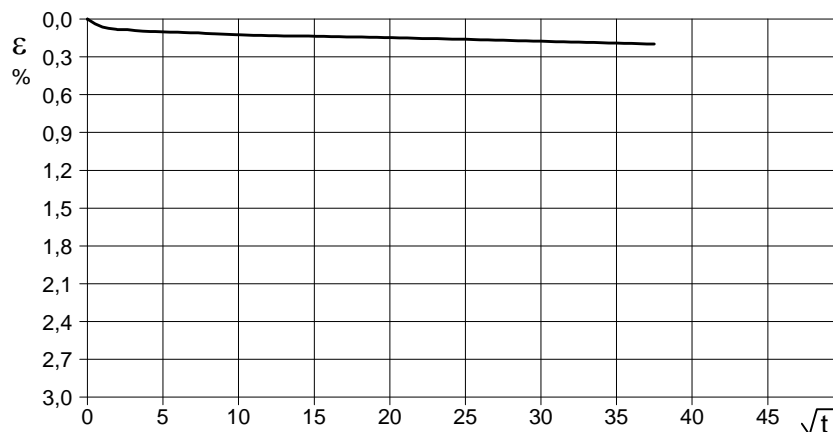


Diagramma TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 2	
Pressione (kPa)	200
Altezza iniziale (cm)	1,600
Altezza finale (cm)	1,568
Sezione (cm²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	9,7
Df (mm)	5
Vs (mm/min)	0,051

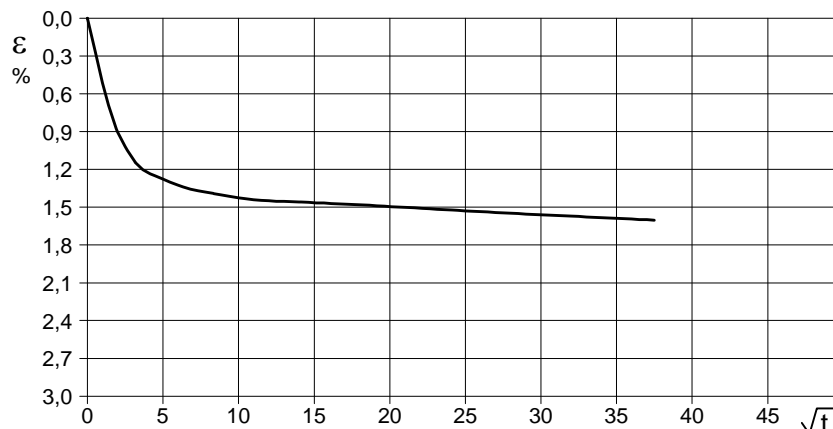
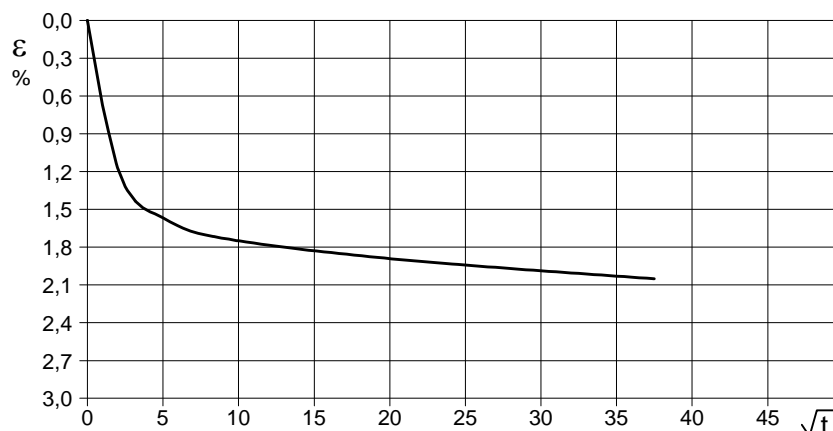


Diagramma TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 3	
Pressione (kPa)	300
Altezza iniziale (cm)	1,600
Altezza finale (cm)	1,559
Sezione (cm²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	9,3
Df (mm)	5
Vs (mm/min)	0,054



1
44122

Vs = Velocità stimata di prova Df = Deformazione a rottura stimata

tf = 10 x T₁₀₀

Vs = Df / tf

CERTIFICATO DI PROVA N°: 01961	Pagina 4/4	DATA DI EMISSIONE: 02/04/25	Inizio analisi: 28/03/25
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 96 del 21/03/25		Apertura campione: 22/03/25	Fine analisi: 29/03/25

COMMITTENTE: Roma Biometano srl				
RIFERIMENTO: Impianto di produzione energetica a biometano - Braccianese Claudia km 5.1				
SONDAGGIO: S1	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m	6.00-6.50	

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - FASE DI CONSOLIDAZIONE

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

[illegible]

COMMITTENTE: Roma Biometano srl

RIFERIMENTO: Impianto di produzione energetica a biometano - Braccianese Claudia km 5.1

SONDAGGIO: S2

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 3.00-3.50

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	47,3	%
Peso di volume	16,2	kN/m ³
Peso di volume secco	11,0	kN/m ³
Peso di volume saturo	16,6	kN/m ³
Peso specifico	2,63	
Indice dei vuoti	1,349	
Porosità	57,4	%
Grado di saturazione	92,3	%
Limite di liquidità	51,7	%
Limite di plasticità	Non plastico	
Indice di plasticità		
Indice di consistenza		
Passante al set. n° 40	SI	
Limite di ritiro		%
CNR-UNI 10006/00		

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia		%
Sabbia	44,8	%
Limo	46,1	%
Argilla	9,1	%
D 10	0,006148	mm
D 50	0,059066	mm
D 60	0,098992	mm
D 90	0,680639	mm
Passante set. 10	98,8	%
Passante set. 42	82,7	%
Passante set. 200	55,2	%

PERMEABILITA'

Coefficiente k cm/sec

COMPRESSIONE

σ	kPa	σ_{Rim}	kPa
c_u	kPa	$c_{u\ Rim}$	kPa

TAGLIO DIRETTO

Prova consolidata-lenta			
c'	0,0	kPa	ϕ' 36,4 °
c'_{Res}		kPa	ϕ'_{Res} °

COMPRESSIONE TRIASSIALE

C.D.	c_d	kPa	ϕ_d °
C.U.	c'_{cu}	kPa	ϕ'_{cu} °
	c_{cu}	kPa	ϕ_{cu} °
U.U.	c_u	kPa	ϕ_u °

PROVA EDOMETRICA

σ kPa	E kPa	C_v cm ² /sec	k cm/sec
25,0 ÷ 50,0	8026	---	---
50,0 ÷ 100,0	7095	Non calc.	---
100,0 ÷ 200,0	10880	0,000477	4,30E-09
200,0 ÷ 400,0	15921	0,000812	5,00E-09
400,0 ÷ 800,0	22574	---	---
800,0 ÷ 1600,0	23737	---	---
1600,0 ÷ 3200,0	27510	---	---

Materiale di natura piroclastica a granulometria limoso sabbiosa, debolmente argillosa, di colore marrone violaceo ($R_p = 100-120$ kPa).

CERTIFICATO DI PROVA N°: 01960	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 02/04/25	Inizio analisi: 22/03/25
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 96 del 21/03/25		Apertura campione: 22/03/25	Fine analisi: 24/03/25

COMMITTENTE: Roma Biometano srl
RIFERIMENTO: Impianto di produzione energetica a biometano - Braccianese Claudia km 5.1
SONDAGGIO: S2 CAMPIONE: C1 PROFONDITA': m 3.00-3.50

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D 2216

Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 47,3 %

Struttura del materiale:

☒ Omogeneo
☐ Stratificato
☐ Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

Materiale di natura piroclastica a granulometria limoso sabbiosa, debolmente argillosa, di colore marrone violaceo (Rp = 100-120 kPa).

CERTIFICATO DI PROVA N°: 01959	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 02/04/25	Inizio analisi: 22/03/25
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 96 del 21/03/25		Apertura campione: 22/03/25	Fine analisi: 22/03/25

COMMITTENTE: Roma Biometano srl
RIFERIMENTO: Impianto di produzione energetica a biometano - Braccianese Claudia km 5.1
SONDAGGIO: S2 CAMPIONE: C1 PROFONDITA': m 3.00-3.50

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma BS 1377 T 15/E

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume allo stato naturale = 16,2 kN/m³

Materiale di natura piroclastica a granulometria limoso sabbiosa, debolmente argillosa, di colore marrone violaceo ($R_p = 100-120$ kPa).

2
44123

CERTIFICATO DI PROVA N°: 01958	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 02/04/25	Inizio analisi: 24/03/25
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 96 del 21/03/25		Apertura campione: 22/03/25	Fine analisi: 24/03/25

COMMITTENTE: Roma Biometano srl			
RIFERIMENTO: Impianto di produzione energetica a biometano - Braccianese Claudia km 5.1			
SONDAGGIO: S2	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m	3.00-3.50

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D 854

γ_s = Peso specifico dei granuli (media delle due misure) = 2,63

γ_{sc} = Peso specifico dei granuli corretto a 20° = 2,63

Metodo: ☒ A ☐ B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 21,2 °C

Disaerazione eseguita per bollitura

Materiale di natura piroclastica a granulometria limoso sabbiosa, debolmente argillosa, di colore marrone violaceo ($R_p = 100-120$ kPa).

CERTIFICATO DI PROVA N°: 01957	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 02/04/25	Inizio analisi: 24/03/25
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 96 del 21/03/25		Apertura campione: 22/03/25	Fine analisi: 25/03/25

COMMITTENTE: Roma Biometano srl
RIFERIMENTO: Impianto di produzione energetica a biometano - Braccianese Claudia km 5.1
SONDAGGIO: S2 CAMPIONE: C1 PROFONDITA': m 3.00-3.50

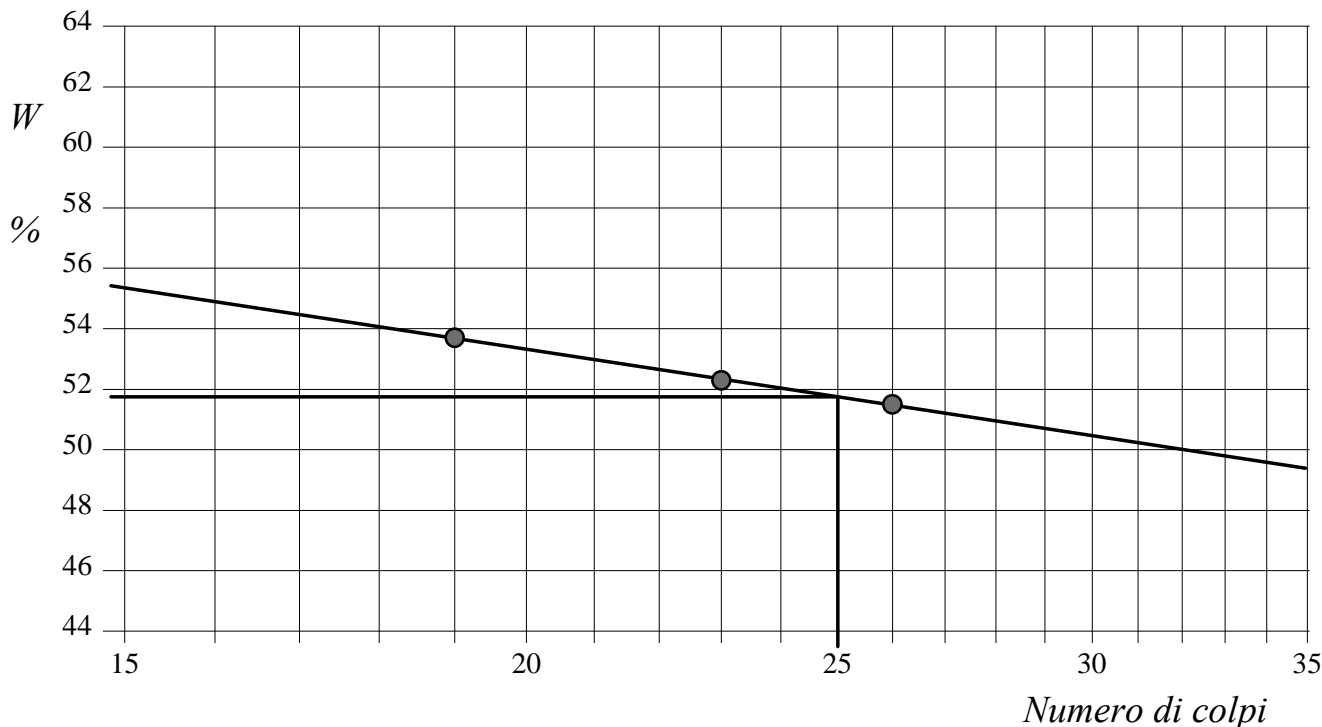
LIMITI DI CONSISTENZA LIQUIDO E PLASTICO

Modalità di prova: Norma ASTM D 4318

Limite di liquidità	51,7 %	La prova è stata eseguita sulla frazione granulometrica passante al setaccio n° 40 (0.42 mm)
Limite di plasticità	Non plastico	
Indice di plasticità	- - -	

LIMITE DI LIQUIDITA'						LIMITE DI PLASTICITA'		
Numero di colpi	19	23	26			Umidità (%)		
Umidità (%)	53,7	52,3	51,5			Umidità media		

Determinazione del Limite di liquidità



Materiale di natura piroclastica a granulometria limoso sabbiosa, debolmente argillosa, di colore marrone violaceo ($R_p = 100-120$ kPa).

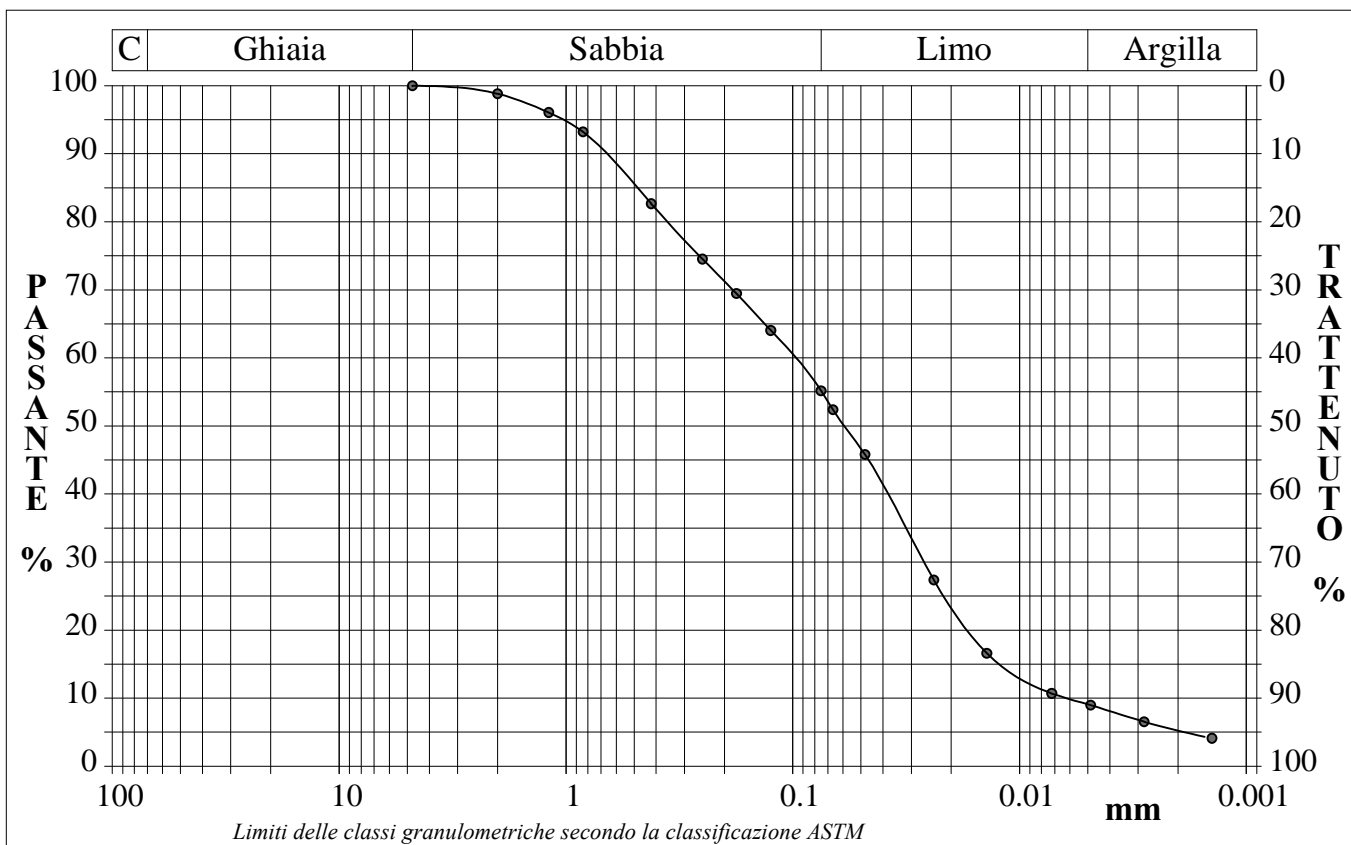
CERTIFICATO DI PROVA N°: 01956	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 02/04/25	Inizio analisi: 26/03/25
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 96 del 21/03/25		Apertura campione: 22/03/25	Fine analisi: 29/03/25

COMMITTENTE: Roma Biometano srl
RIFERIMENTO: Impianto di produzione energetica a biometano - Braccianese Claudia km 5.1
SONDAGGIO: S2 CAMPIONE: C1 PROFONDITA': m 3.00-3.50

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 422

Ghiaia	0,0 %	Passante setaccio 2 mm	98,8 %	D10	0,00615 mm
Sabbia	44,8 %	Passante setaccio 0.4 mm	82,7 %	D30	0,02638 mm
Limo	46,1 %	Passante setaccio 0.075 mm	55,2 %	D50	0,05907 mm
Argilla	9,1 %			D60	0,09899 mm
				D90	0,68064 mm
Coefficiente di uniformità		16,10	Coefficiente di curvatura		1,14



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
4,7500	100,00	0,2500	74,52	0,0480	45,78	0,0028	6,53		
2,0000	98,82	0,1770	69,46	0,0239	27,37	0,0014	4,10		
1,1900	96,06	0,1250	64,05	0,0139	16,60				
0,8410	93,22	0,0750	55,19	0,0072	10,70			Setacci	8
0,4200	82,66	0,0664	52,38	0,0049	8,96			Punti sediment.	8

Materiale di natura piroclastica a granulometria limoso sabbiosa, debolmente argillosa, di colore marrone violaceo ($R_p = 100-120$ kPa).

2
44123

CERTIFICATO DI PROVA N°: 01955 Pagina 1/2

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 96 del 21/03/25

DATA DI EMISSIONE: 02/04/25

Inizio analisi: 22/03/25

Apertura campione: 22/03/25

Fine analisi: 02/04/25

COMMITTENTE: Roma Biometano srl

RIFERIMENTO: Impianto di produzione energetica a biometano - Braccianese Claudia km 5.1

SONDAGGIO: S2

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 3.00-3.50

PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2435

Caratteristiche del campione

Peso di volume (kN/m³) 16,18
Umidità (%) 47,3
Peso specifico 2,63

Altezza provino (cm) 1,96
Diametro provino (cm) 5,00
Sezione provino (cm²) 19,61
Volume provino (cm³) 38,40

Volume dei vuoti (cm³) 22,05
Indice dei vuoti 1,35
Porosità (%) 57,43
Saturazione (%) 92,3

DIAGRAMMA PRESSIONE - INDICE DEI VUOTI

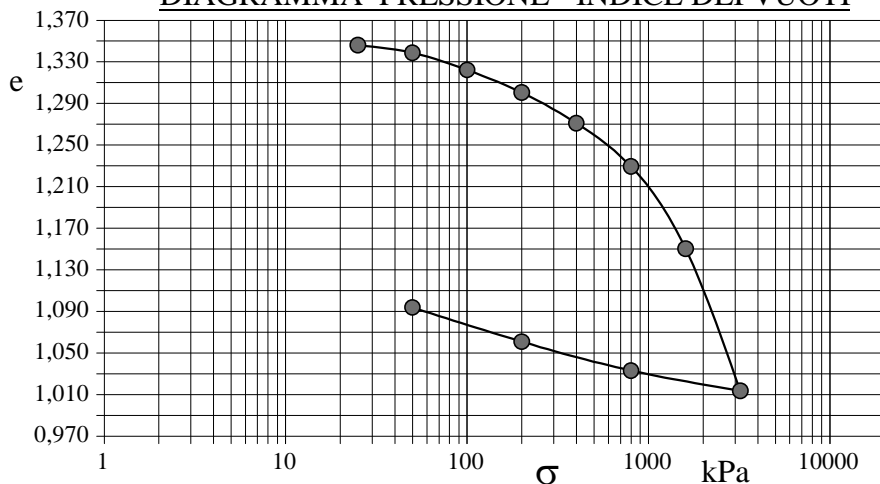
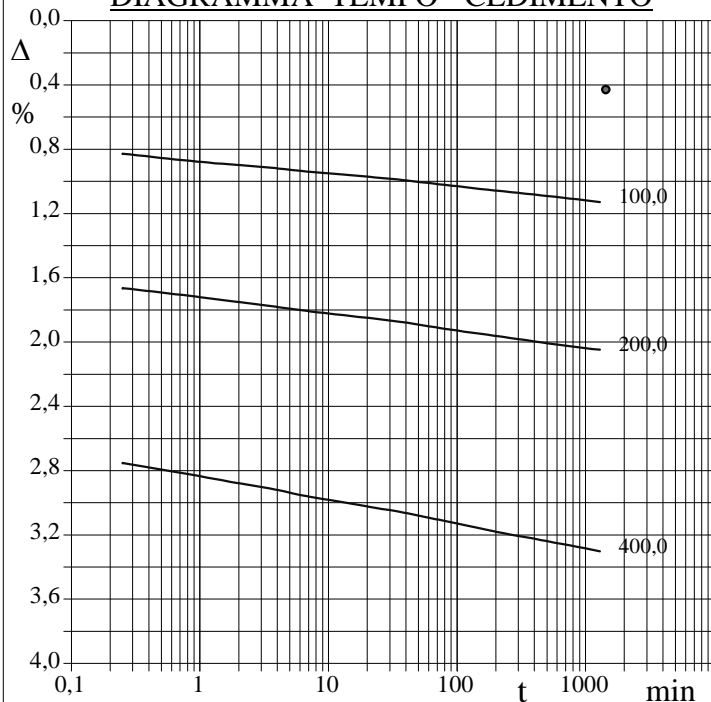


DIAGRAMMA TEMPO - CEDIMENTO



Pressione kPa	Cedim. mm/100	Indice Vuoti	Cc
25,0	2,3	1,346	
50,0	8,4	1,339	0,024
100,0	22,2	1,322	0,055
200,0	40,2	1,301	0,072
400,0	64,8	1,271	0,098
800,0	99,5	1,229	0,138
1600,0	165,5	1,150	0,263
3200,0	279,4	1,014	0,454
800,0	263,2	1,033	
200,0	240,0	1,061	
50,0	212,6	1,094	

Materiale di natura piroclastica a granulometria limoso sabbiosa, debolmente argillosa, di colore marrone violaceo ($R_p = 100-120$ kPa).

CERTIFICATO DI PROVA N°: 01954	Pagina 1/4	DATA DI EMISSIONE: 02/04/25	Inizio analisi: 27/03/25
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 96 del 21/03/25		Apertura campione: 22/03/25	Fine analisi: 28/03/25

COMMITTENTE: Roma Biometano srl
RIFERIMENTO: Impianto di produzione energetica a biometano - Braccianese Claudia km 5.1
SONDAGGIO: S2 CAMPIONE: C1 PROFONDITA': m 3.00-3.50

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Tempo di consolidazione (ore):	24	24	24
Pressione verticale (kPa):	100,0	200,0	300,0
Umidità iniziale e umidità finale (%):	48,2 46,2	44,5 45,8	45,2 42,8
Peso di volume (kN/m³):	16,4	15,9	16,8
Tipo di prova: Consolidata - lenta	Velocità di deformazione: 0,043 mm / min		

DIAGRAMMA
Tensione
Deformazione orizzontale

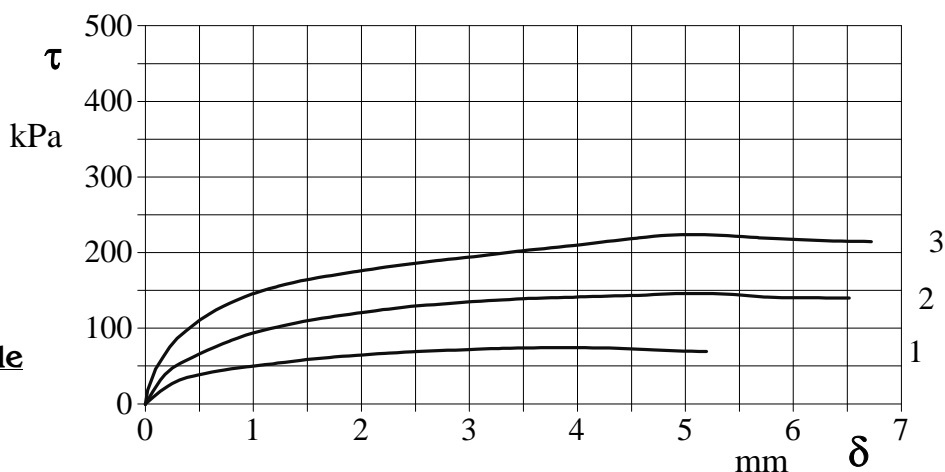
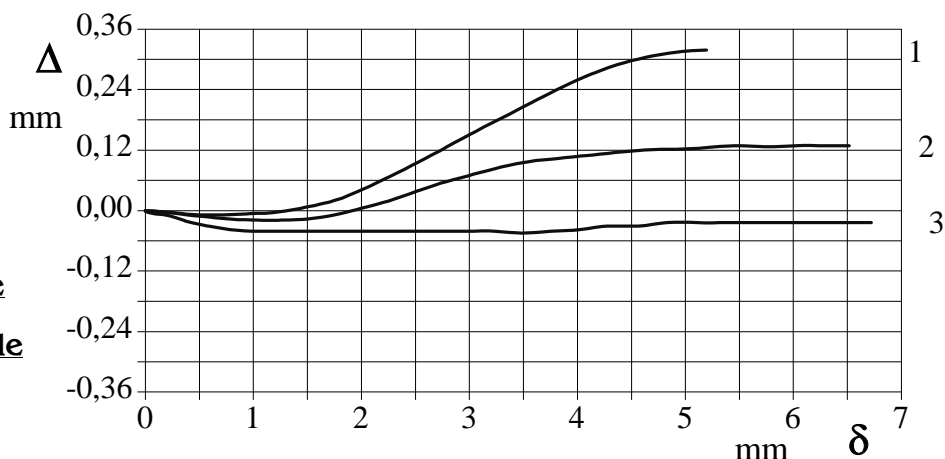


DIAGRAMMA
Deformazione verticale
Deformazione orizzontale



Materiale di natura piroclastica a granulometria limoso sabbiosa, debolmente argillosa, di colore marrone violaceo ($R_p = 100-120$ kPa).

CERTIFICATO DI PROVA N°: 01954 Pagina 3/4

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 96 del 21/03/25

DATA DI EMISSIONE: 02/04/25

Inizio analisi: 27/03/25

Apertura campione: 22/03/25

Fine analisi: 28/03/25

COMMITTENTE: Roma Biometano srl

RIFERIMENTO: Impianto di produzione energetica a biometano - Braccianese Claudia km 5.1

SONDAGGIO: S2

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 3.00-3.50

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - FASE DI CONSOLIDAZIONE

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Diagramma TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 1	
Pressione (kPa)	100
Altezza iniziale (cm)	1,600
Altezza finale (cm)	1,594
Sezione (cm²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	11,9
Df (mm)	5
Vs (mm/min)	0,042

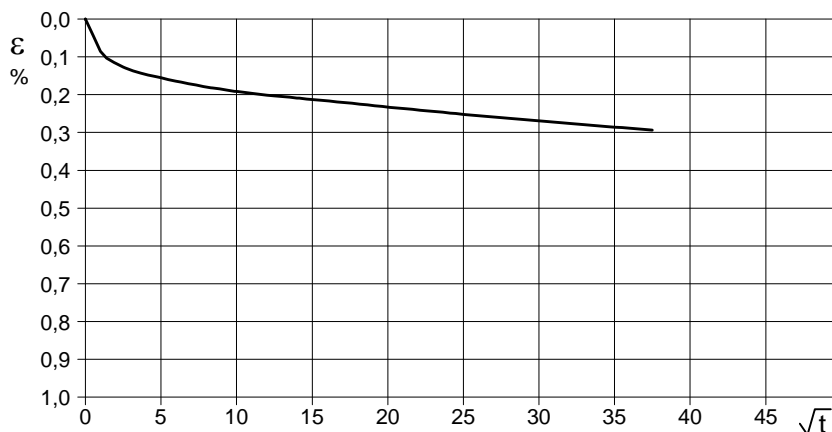


Diagramma TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 2	
Pressione (kPa)	200
Altezza iniziale (cm)	1,600
Altezza finale (cm)	1,587
Sezione (cm²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	10,6
Df (mm)	5
Vs (mm/min)	0,047

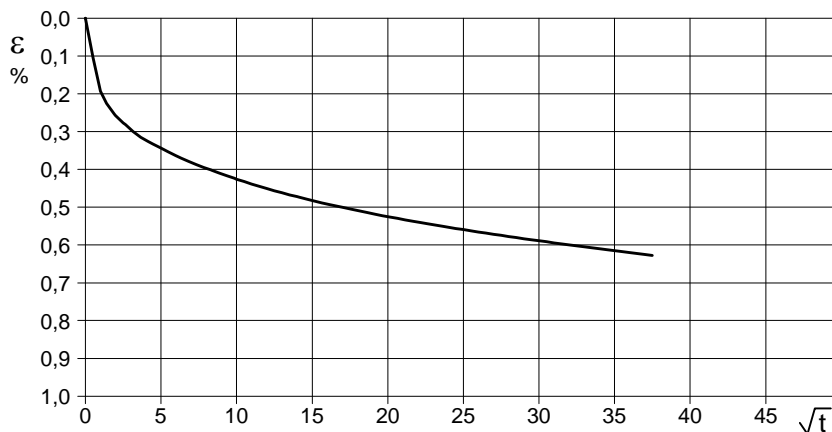
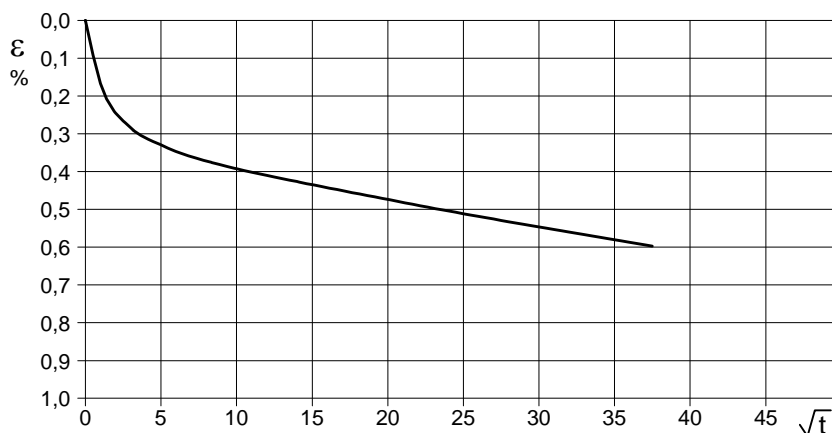


Diagramma TEMPO - CEDIMENTO

PROVINO 3	
Pressione (kPa)	300
Altezza iniziale (cm)	1,600
Altezza finale (cm)	1,588
Sezione (cm²):	36,00
T ₁₀₀ (min)	12,8
Df (mm)	5
Vs (mm/min)	0,039



2
44123

Vs = Velocità stimata di prova Df = Deformazione a rottura stimata

tf = 10 x T₁₀₀

Vs = Df / tf

RELAZIONE GEOLOGICO SISMICA

NELL'AMBITO DELLA PROGETTAZIONE ESECUTIVA DI REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DI PRODUZIONE ENERGETICA A BIOMETANO in S.R. Braccianese Claudia Km 5.1 – Mun XV ex XX - ROMA

ALLEGATO 3 – RISPOSTA SISMICA LOCALE



Roma, 07 aprile 2025

RELATORE
Dott Geol. Marco Vinci
O.R.G. del Lazio 1405



RELATORE
Dott Geol. A.B. Arena
O.R.G. del Lazio 753



Pericolosità sismica

1 PREMESSA

Per valutare se un'opera strutturale è sicura bisogna far riferimento a degli *stati limite*, che possono verificarsi durante un determinato *periodo di riferimento* della stessa opera. Quindi per poter stimare l'azione sismica che dovrà essere utilizzata nelle verifiche agli stati limite o nella progettazione, bisognerà stabilire:

- in primo luogo la *vita nominale* dell'opera, che congiuntamente alla *classe d'uso*, permette di determinare il *periodo di riferimento*;
- una volta definito il periodo di riferimento e i diversi stati limite da considerare, dopo aver definito le relative *probabilità di superamento* è possibile stabilire il *periodo di ritorno* associato a ciascun stato limite;
- a questo punto è possibile definire la **pericolosità sismica di base** per il sito interessato alla realizzazione dell'opera, facendo riferimento agli studi condotti sul territorio nazionale dal Gruppo di Lavoro 2004 nell'ambito della convenzione-progetto S1 DPC-INGV 2004-2006 e i cui risultati sono stati promulgati mediante l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri (OPCM) 3519/2006.

2 VITA NOMINALE, CLASSI D'USO E PERIODO DI RIFERIMENTO

Nel **DM 17 gennaio 2018**-Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni» il periodo di riferimento, che non può essere inferiore a 35 anni, è dato dalla seguente relazione:

$$V_R = V_N \cdot C_U \quad (2.1)$$

dove:

V_R = periodo di riferimento

V_N = vita nominale

C_U = coefficiente d'uso

La vita nominale di un'opera strutturale V_N , secondo le NTC 2018, è definita come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata e viene definita attraverso tre diversi valori, a seconda dell'importanza dell'opera e perciò delle esigenze di durabilità.

I valori minimi di V_N da adottare per i diversi tipi di costruzione sono riportati nella Tab. 2.1. Tali valori possono essere anche impiegati per definire le azioni dipendenti dal tempo.

Tab. 2.1 – Valori minimi della Vita nominale V_N di progetto per i diversi tipi di costruzioni

TIPI DI COSTRUZIONI		Valori minimi di V_N (anni)
1	Costruzioni temporanee e provvisorie	10
2	Costruzioni con livelli di prestazioni	50
3	Costruzioni con livelli di prestazioni elevati	100

Nel caso specifico $V_N = 50$ anni.

In presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d'uso. Le NTC 2018 prevedono quattro classi d'uso a ciascuna delle quali è associato un valore del coefficiente d'uso:

Classe I: Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli. $C_U = 0.7$;

Classe II: Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso *III* o in Classe d'uso *IV*, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti. $C_U = 1.0$;

Classe III: Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso *IV*. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso. $C_U = 1.5$;

Classe IV: Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al DM 5/11/2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica. $C_U = 2.0$;

Nel caso in esame viene presa in considerazione la **classe d'uso III** a cui è associato il coefficiente d'uso $C_U = 1.5$.

Ricavati i valori di V_N e C_U , è possibile calcolare il periodo di riferimento V_R , che qui vale:

$$V_R = 50 * 1.5 = 75 \text{ anni.}$$

3 STATI LIMITE, PROBABILITÀ DI SUPERAMENTO E PERIODO DI RITORNO

Le NTC 2018 prendono in considerazione 4 possibili *stati limite* (SL) individuati facendo riferimento alle prestazioni della costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e gli impianti: due sono *stati limite di esercizio* (SLE) e due sono *stati limite ultimi* (SLU). Uno stato limite è una condizione superata la quale l'opera non soddisfa più le esigenze per la quale è stata progettata.

Più in particolare le opere e le varie tipologie strutturali devono essere dotate di capacità di garantire le prestazioni previste per le condizioni di esercizio (sicurezza nei confronti di SLE) e di capacità di evitare crolli, perdite di equilibrio e di dissesti gravi, totali o parziali, che possano compromettere l'incolumità delle persone o comportare la perdita di beni, oppure provocare gravi danni ambientali e sociali, oppure mettere fuori servizio l'opera (sicurezza nei confronti di SLU).

Gli stati limite di esercizio sono:

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

Gli stati limite ultimi sono:

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

- **Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC):** a seguito del terremoto la costruzione subisce gravi rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e danni molto gravi dei componenti strutturali; la costruzione conserva ancora un margine di sicurezza per azioni verticali ed un esiguo margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni orizzontali.

Ad ogni stato limite è associata una *probabilità di superamento* P_{VR} (Tabella 3.1), ovvero la probabilità che, nel periodo di riferimento V_R , si verifichi almeno un evento sismico ($n \geq 1$) di a_g prefissata (a_g = accelerazione orizzontale massima del suolo) avente frequenza media annua di ricorrenza $\lambda = 1/T_R$ (T_R = periodo di ritorno).

Tabella 3.1- Stati limite e rispettive probabilità di superamento, nel periodo di riferimento V_R

Stato limite di esercizio: operatività	SLO	$P_{VR} = 81\%$
Stato limite di esercizio: danno	SLD	$P_{VR} = 63\%$
Stati limite ultimo: salvaguardia della vita	SLV	$P_{VR} = 10\%$
Stati limite ultimo: di prevenzione del collasso	SLC	$P_{VR} = 5\%$

Fissati V_R e P_{VR} associata ad ogni stato limite, è possibile calcolare il periodo di ritorno dell'azione sismica T_R , espresso in anni, mediante l'espressione:

$$T_R = -\frac{V_R}{\ln(1 - P_{VR})} \quad (3.1)$$

Tale relazione tra P_{VR} (probabilità) e T_R (statistica) risulta biunivoca poiché utilizza la distribuzione discreta Poissoniana.

Poiché è $V_R = 75$ anni, il tempo di ritorno T_R sarà:

Tabella 3.2- Stati limite e rispettivi tempi di ritorno, nel periodo di riferimento V_R

Stato limite di esercizio: operatività	SLO	$T_R = 45$
Stato limite di esercizio: danno	SLD	$T_R = 75$
Stati limite ultimo: salvaguardia della vita	SLV	$T_R = 712$
Stati limite ultimo: di prevenzione del collasso	SLC	$T_R = 1462$

4 DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE

La pericolosità sismica di base, cioè le caratteristiche del moto sismico atteso al sito di interesse, nelle NTC 2018, per una determinata probabilità di superamento, si può ritenere definita quando vengono designati un'accelerazione orizzontale massima (a_g) ed il corrispondente spettro di risposta elastico in accelerazione, riferiti ad un suolo rigido e ad una superficie topografica orizzontale.

Per poter definire la pericolosità sismica di base le NTC 2018 si rifanno ad una procedura basata sui risultati disponibili anche sul sito web dell'INGV <http://esse1-gis.mi.ingv.it/>, nella sezione "Mappe interattive della pericolosità sismica".

Secondo le NTC 2018 le forme spettrali sono definite per 9 differenti periodi di ritorno T_R (30, 50, 72, 101, 140, 201, 475, 975 e 2475 anni) a partire dai valori dei seguenti parametri riferiti a terreno rigido orizzontale, cioè valutati in condizioni ideali di sito, definiti nell'**Allegato A** alle NTC08:

a_g = accelerazione orizzontale massima;

F_0 = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

T_C^* = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

I tre parametri si ricavano per il 50° percentile ed attribuendo a:

a_g , il valore previsto dalla pericolosità sismica S1

F_0 e T_C^* i valori ottenuti imponendo che le forme spettrali in accelerazione, velocità e spostamento previste dalle NTC08 scartino al minimo dalle corrispondenti forme spettrali previste dalla pericolosità sismica S1 (il minimo è ottenuto ai minimi quadrati, su valori normalizzati).

I valori di questi parametri vengono forniti in tabella (Tabella 4.1), contenuta nell'Allegato B delle NTC08 (a cui le NTC 2018 fanno riferimento), per i 10751 punti di un reticolo di riferimento in cui è suddiviso il territorio nazionale, identificati dalle coordinate geografiche longitudine e latitudine.

Tabella 4.1- Stralcio della tabella contenuta nell'Allegato B delle NTC08, che fornisce i 3 parametri di pericolosità sismica, per diversi periodi di ritorno e per ogni nodo del reticolo che viene identificato da un ID e dalle coordinate geografiche.

ID	LON	LAT	$T_R = 30$			$T_R = 50$			$T_R = 72$			$T_R = 101$		
			a_g	F_0	T_C^*	a_g	F_0	T_C^*	a_g	F_0	T_C^*	a_g	F_0	T_C^*
13111	6.5448	45.1340	0.263	2.500	0.180	0.340	2.510	0.210	0.394	2.550	0.220	0.469	2.490	0.240
13333	6.5506	45.0850	0.264	2.490	0.180	0.341	2.510	0.210	0.395	2.550	0.220	0.469	2.490	0.240
13555	6.5564	45.0350	0.264	2.500	0.180	0.340	2.510	0.200	0.393	2.550	0.220	0.466	2.500	0.240
13777	6.5621	44.9850	0.263	2.500	0.180	0.338	2.520	0.200	0.391	2.550	0.220	0.462	2.510	0.240
12890	6.6096	45.1880	0.284	2.460	0.190	0.364	2.510	0.210	0.431	2.500	0.220	0.509	2.480	0.240
13112	6.6153	45.1390	0.286	2.460	0.190	0.366	2.510	0.210	0.433	2.500	0.220	0.511	2.480	0.240
13334	6.6210	45.0890	0.288	2.460	0.190	0.367	2.510	0.210	0.434	2.500	0.220	0.511	2.490	0.240
13556	6.6268	45.0390	0.288	2.460	0.190	0.367	2.510	0.210	0.433	2.510	0.220	0.510	2.490	0.240
13778	6.6325	44.9890	0.288	2.460	0.190	0.366	2.520	0.210	0.430	2.510	0.220	0.507	2.500	0.240
14000	6.6383	44.9390	0.286	2.470	0.190	0.363	2.520	0.210	0.426	2.520	0.220	0.502	2.500	0.240
14222	6.6439	44.8890	0.284	2.470	0.190	0.360	2.530	0.210	0.421	2.530	0.220	0.497	2.500	0.240
12891	6.6803	45.1920	0.306	2.430	0.200	0.389	2.500	0.210	0.467	2.470	0.230	0.544	2.490	0.230
10228	6.6826	45.7940	0.283	2.420	0.200	0.364	2.460	0.220	0.430	2.460	0.240	0.505	2.440	0.250
13113	6.6860	45.1430	0.309	2.430	0.200	0.391	2.510	0.210	0.470	2.470	0.230	0.546	2.490	0.230
10450	6.6885	45.7450	0.278	2.440	0.200	0.356	2.480	0.220	0.415	2.500	0.230	0.485	2.470	0.250
13335	6.6915	45.0930	0.310	2.430	0.200	0.392	2.510	0.210	0.470	2.480	0.230	0.546	2.500	0.230
10672	6.6942	45.6950	0.275	2.450	0.200	0.351	2.490	0.210	0.406	2.520	0.230	0.475	2.490	0.250
13557	6.6973	45.0430	0.311	2.440	0.200	0.392	2.520	0.210	0.469	2.480	0.230	0.545	2.500	0.230
13779	6.7029	44.9930	0.310	2.440	0.200	0.391	2.520	0.210	0.467	2.480	0.230	0.543	2.500	0.230

Qualora la pericolosità sismica del sito sul reticolo di riferimento non consideri il periodo di ritorno T_R corrispondente alla V_R e P_{VR} fissate, il valore del generico parametro p ad esso corrispondente potrà essere ricavato per interpolazione (Figura 4.1), a partire dai dati relativi ai tempi di ritorno previsti nella pericolosità di base, utilizzando la seguente espressione dell'Allegato A alle NTC08:

$$\log(p) = \log(p_1) + \log\left(\frac{p_2}{p_1}\right) \cdot \log\left(\frac{p_2}{p_1}\right) \cdot \left[\log\left(\frac{T_{R2}}{T_{R1}}\right)\right]^{-1} \quad (4.1)$$

nella quale p è il valore del parametro di interesse (a_g , F_0 , T_C^*) corrispondente al periodo di ritorno T_R desiderato, mentre p_1 , p_2 è il valore di tale parametro corrispondente al periodo di ritorno T_{R1} , T_{R2} .

Per un qualunque punto del territorio non ricadente nei nodi del reticolo di riferimento, i valori dei parametri p possono essere calcolati come media pesata dei valori assunti da tali parametri nei quattro vertici della maglia elementare del reticolo di riferimento contenente il punto in esame, utilizzando l'espressione dell'Allegato A alle NTC08:

$$p = \frac{\sum_{i=1}^4 \frac{p_i}{d_i}}{\sum_{i=1}^4 \frac{1}{d_i}} \quad (4.2)$$

nella quale p è il valore del parametro di interesse (a_g, F_o, T_C^*) corrispondente al punto considerato, p_i è il valore di tale parametro nell' i -esimo vertice della maglia elementare contenente il punto in esame e d_i è la distanza del punto in esame dall' i -esimo vertice della suddetta maglia.

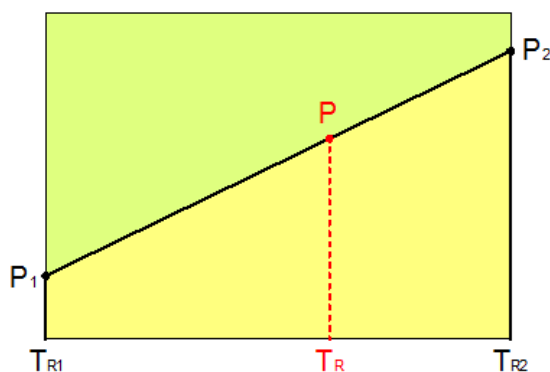


Figura 4.1 - Interpolazione dei periodi di ritorno, per ottenere i parametri di pericolosità sismica, in accordo alla procedura delle NTC08.

La procedura per interpolare le coordinate geografiche è schematizzata nella Figura 4.2

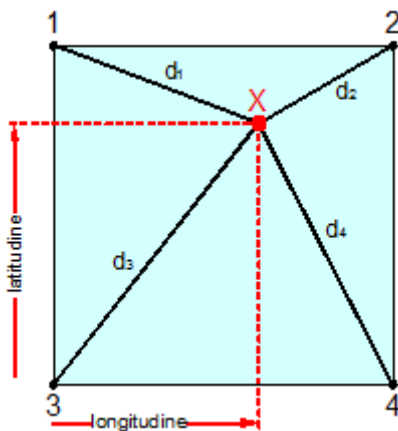


Figura 4.2 - Interpolazione delle coordinate geografiche, per ottenere i parametri di pericolosità sismica, in accordo alla procedura delle NTC08.

Pertanto per poter procedere all'interpolazione delle coordinate geografiche, in accordo alla procedura delle NTC08, bisogna calcolare le distanze che intercorrono tra i 4 punti del reticolo e il punto di interesse. Questo calcolo può essere eseguito approssimativamente utilizzando le formule della trigonometria sferica, che danno la distanza geodetica tra due punti, di cui siano note le coordinate geografiche. Utilizzando quindi il teorema di Eulero, la distanza d tra due punti, di cui siano note latitudine e longitudine, espresse però in radianti, si ottiene dall'espressione seguente:

$$d = R \cdot \arccos[\sin(\text{lat}\beta) \cdot \sin(\text{lat}\alpha) + \cos(\text{lat}\beta) \cdot \cos(\text{lat}\alpha) \cdot \cos(\text{lon}\alpha - \text{lon}\beta)] \quad (4.3)$$

dove $R = 6371$ è il raggio medio terrestre in km, mentre $\text{lat}\alpha$, $\text{lon}\alpha$, $\text{lat}\beta$ e $\text{lon}\beta$ sono la latitudine e la longitudine, espresse in radianti, di due punti A e B di cui si vuole calcolare la distanza.

La formula di interpolazione sopra proposta, semplice da usare, presenta però l'inconveniente di condurre a valori di pericolosità lievemente diversi per punti affacciati ma appartenenti a maglie contigue. La modestia delle differenze (scostamenti in termini di PGA dell'ordine di $\pm 0,01g$ ossia della precisione dei dati) a fronte della semplicità d'uso, rende tale stato di cose assolutamente accettabile.

Qualora si vogliano rappresentazioni continue della funzione interpolata, si dovrà ricorrere a metodi di interpolazione più complessi, ad esempio i polinomi di Lagrange.

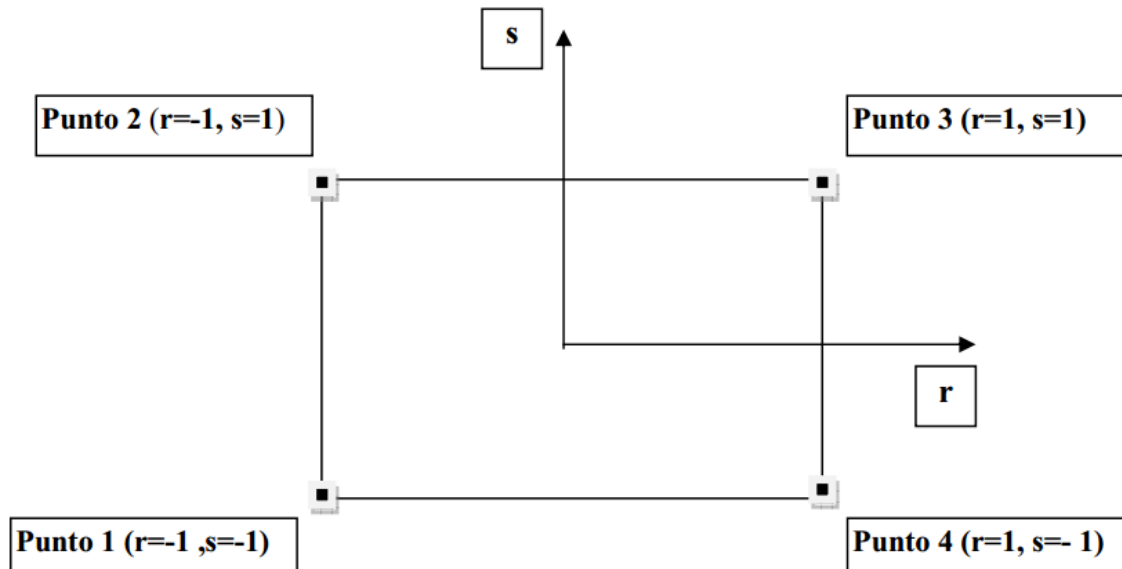


Figura 4.3 - Applicazione dell'interpolazione bilineare.

Definiti i 4 vertici di una generica maglia i polinomi di Lagrange sono così determinati:

$$h_1 = (1-r) \cdot (1-s)/4 \quad (4.4)$$

$$h_2 = (1-r) \cdot (1+s)/4 \quad (4.5)$$

$$h_3 = (1+r) \cdot (1+s)/4 \quad (4.6)$$

$$h_4 = (1+r) \cdot (1-s)/4 \quad (4.7)$$

Tra le coordinate x, y di un punto generico e le coordinate r, s dello stesso punto valgono le seguenti relazioni:

$$4x = \sum_{i=1}^4 h_i \cdot x_i = [(1-r) \cdot (1-s) \cdot x_1 + (1-r) \cdot (1+s) \cdot x_2 + (1+r) \cdot (1+s) \cdot x_3 + (1+r) \cdot (1-s) \cdot x_4] \quad (4.8)$$

$$4y = \sum_{i=1}^4 h_i \cdot y_i = [(1-r) \cdot (1-s) \cdot y_1 + (1-r) \cdot (1+s) \cdot y_2 + (1+r) \cdot (1+s) \cdot y_3 + (1+r) \cdot (1-s) \cdot y_4] \quad (4.9)$$

La soluzione del sistema di equazioni non lineari è ottenuta iterativamente e, tramite i valori di r ed s, si determinano i parametri a_g , F_0 , T_c^* dall'equazione:

$$4p = \sum_{i=1}^4 h_i \cdot p_i = [(1-r) \cdot (1-s) \cdot p_1 + (1-r) \cdot (1+s) \cdot p_2 + (1+r) \cdot (1+s) \cdot p_3 + (1+r) \cdot (1-s) \cdot p_4] \quad (4.10)$$

Dove p rappresenta il parametro cercato.

5 Pericolosità sismica di sito

Il moto generato da un terremoto in un sito dipende dalle particolari condizioni locali, cioè dalle caratteristiche topografiche e stratigrafiche dei depositi di terreno e degli ammassi rocciosi e dalle proprietà fisiche e meccaniche dei materiali che li costituiscono. Per la singola opera o per il singolo sistema geotecnico la risposta sismica locale consente di definire le modifiche che un segnale sismico subisce, a causa dei fattori anzidetti, rispetto a quello di un sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (sottosuolo di categoria A, definito al § 3.2.2).

5.1 Coefficienti sismici

I coefficienti sismici orizzontale k_h e verticale k_v dipendono del punto in cui si trova il sito oggetto di analisi e del tipo di opera da calcolare. Il parametro di entrata per il calcolo è il tempo di ritorno (T_R) dell'evento sismico che è valutato come segue:

$$T_R = -\frac{V_R}{\ln(1-P_{VR})} \quad (5.1)$$

Con V_R vita di riferimento della costruzione e P_{VR} probabilità di superamento, nella vita di riferimento, associata allo stato limite considerato. La vita di riferimento dipende dalla vita nominale della costruzione e dalla classe d'uso della costruzione (in linea con quanto previsto al punto 2.4.3 delle NTC). In ogni caso V_R non può essere inferiore a 35 anni.

5.2 Stabilità dei pendii e fondazioni

Nel caso di stabilità dei pendii i coefficienti k_h e k_v sono così determinati:

$$k_h = \beta_s \cdot \left(\frac{a_{\max}}{g} \right) \quad (5.2)$$

$$k_v = \pm 0.5 \cdot k_h \quad (5.3)$$

Con

β_s coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito;

a_{\max} accelerazione orizzontale massima attesa al sito;

g accelerazione di gravità.

I valori di β_s sono riportati nella tabella 5.1.

Tabella 5.1- Coefficienti di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito.

	Categoria di sottosuolo	
	A	B, C, D, E
	β_s	β_s
$0.2 < a_g(g) \leq 0.4$	0.30	0.28
$0.1 < a_g(g) \leq 0.2$	0.27	0.24
$a_g(g) \leq 0.1$	0.20	0.20

Tutti i fattori presenti nelle precedenti formule dipendono dall'accelerazione massima attesa al sito di riferimento rigido e dalle caratteristiche geomorfologiche del territorio.

$$a_{\max} = S_S \cdot S_T \cdot a_g \quad (5.4)$$

S_S (effetto di amplificazione stratigrafica) ($0.90 \leq S_S \leq 1.80$) è funzione di F_0 (Fattore massimo di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale) e della categoria di suolo (A, B, C, D, E), e del rapporto a_g/g . S_T (effetto di amplificazione topografica), varia con il variare delle quattro categorie topografiche:

T1: $S_T = 1.0$; **T2:** $S_T = 1.20$; **T3:** $S_T = 1.20$; **T4:** $S_T = 1.40$.

5.3 Fronti scavo e rilevati

Il comportamento in condizioni sismiche dei fronti di scavo e dei rilevati può essere analizzato con gli stessi metodi impiegati per i pendii naturali; specificamente mediante metodi pseudostatici, metodi degli spostamenti e metodi avanzati di analisi dinamica.

Nei metodi pseudostatici l'azione sismica è rappresentata da un'azione statica equivalente, costante nello spazio e nel tempo, proporzionale al peso W del volume di terreno potenzialmente instabile. Le componenti orizzontale e verticale di tale forza devono essere ricavate in funzione delle proprietà del moto atteso nel volume di terreno potenzialmente instabile e della capacità di tale volume di subire spostamenti senza significative riduzioni di resistenza.

In mancanza di studi specifici, le componenti orizzontale e verticale della forza statica equivalente possono esprimersi come

$$F_h = k_h \cdot W \text{ ed } F_v = k_v \cdot W$$

con k_h e k_v rispettivamente pari ai coefficienti sismici orizzontale e verticale definiti nel § 7.11.3.5.2 e adottando i seguenti valori del coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito:

$\beta_s = 0.38$ nelle verifiche dello stato limite ultimo (SLV)
 $\beta_s = 0.47$ nelle verifiche dello stato limite di esercizio (SLD).

Nelle verifiche di sicurezza si deve controllare che la resistenza del sistema sia maggiore delle azioni (condizione [6.2.1]) impiegando lo stesso approccio di cui al § 6.8.2 per le opere di materiali sciolti e fronti di scavo, ponendo pari all'unità i coefficienti parziali sulle azioni e sui parametri geotecnici (§ 7.11.1) e impiegando le resistenze di progetto calcolate con un coefficiente parziale pari a $\gamma_R = 1.2$.

Si deve inoltre tener conto della presenza di manufatti interagenti con l'opera.

5.4 Muri di sostegno

Per i muri di sostegno pendii i coefficienti k_h e k_v sono così determinati:

$$k_h = \beta_m \cdot \left(\frac{a_{\max}}{g} \right) \quad (5.5)$$

$$k_v = \pm 0.5 \cdot k_h \quad (5.6)$$

Con:

β_m coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito, per i muri che non siano in grado di subire spostamenti relativi rispetto al terreno assume valore unitario altrimenti assume i valori riportati di seguito.

$\beta_m = 0.38$ nelle verifiche allo stato limite ultimo (SLV)

$\beta_m = 0.47$ nelle verifiche allo stato limite di esercizio (SLD).

I valori del coefficiente β_m possono essere incrementati in ragione di particolari caratteristiche prestazionali del muro, prendendo a riferimento il diagramma di in Figura 5.2.

a_{max} accelerazione orizzontale massima attesa al sito;

g accelerazione di gravità.

Tutti i fattori presenti nelle precedenti formule dipendono dall'accelerazione massima attesa sul sito di riferimento rigido e dalle caratteristiche geomorfologiche del territorio.

$$a_{max} = S_S \cdot S_T \cdot a_g \quad (5.7)$$

S è il coefficiente comprendente l'effetto di amplificazione stratigrafica S_S e di amplificazione topografica S_T .

a_g accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido.

5.5 Paratie

In mancanza di studi specifici, a_h (accelerazione orizzontale) può essere legata all'accelerazione di picco a_{max} attesa nel volume di terreno significativo per l'opera mediante la relazione:

$$a_h = k_h \cdot g = \alpha \cdot \beta \cdot a_{max} \quad (5.8)$$

dove:

g è l'accelerazione di gravità;

k_h è il coefficiente sismico in direzione orizzontale;

$\alpha \leq 1$ è un coefficiente che tiene conto della deformabilità dei terreni interagenti con l'opera. Può essere ricavato a partire dall'altezza complessiva H della paratia e dalla categoria di sottosuolo mediante il diagramma in Figura 5.1:

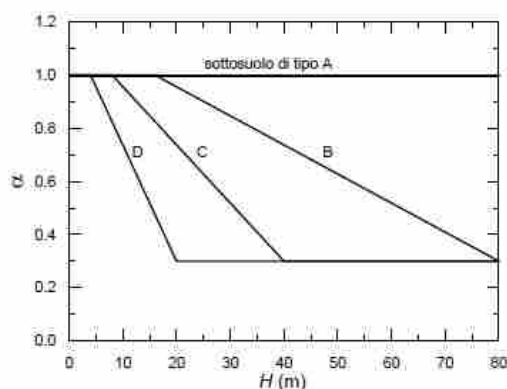


Figura 5.1 - Diagramma per la valutazione del coefficiente di deformabilità α .

Per il sottosuolo di categoria E si utilizzano le curve dei sottosuoli C o D in dipendenza dei valori assunti dalla velocità equivalente V_s . Per la valutazione della spinta nelle condizioni di equilibrio limite passivo deve porsi $\alpha = 1$.

Il valore del coefficiente β può essere ricavato dal diagramma riportato in Figura 5.2, in funzione del massimo spostamento u_s che l'opera può tollerare senza riduzioni di resistenza.

Per $u_s = 0$ si ha $\beta = 1$; $u_s \leq 0.005 \cdot H$

Se $\alpha \cdot \beta \leq 0.2$ deve assumersi $k_h = 0.2 \cdot a_{\max} / g$

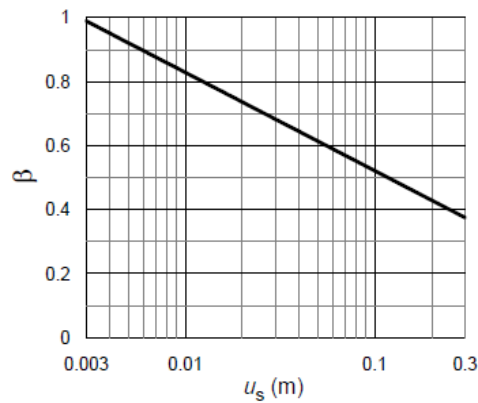


Figura 5.2 - Diagramma per la valutazione del coefficiente di spostamento β .

L'accelerazione di picco a_{\max} è valutata mediante un'analisi di risposta sismica locale, ovvero come

$$a_{\max} = S_S \cdot S_T \cdot a_g \quad (5.9)$$

dove:

S è il coefficiente che comprende l'effetto dell'amplificazione stratigrafica (S_S) e dell'amplificazione topografica (S_T), di cui al § 3.2.3.2;

a_g è l'accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido.

PERICOLOSITÀ SISMICA

Data: 01/04/2025



Vita nominale (Vn): 50 [anni]
 Classe d'uso: III
 Coefficiente d'uso (Cu): 1,5
 Periodo di riferimento (Vr): 75 [anni]

Periodo di ritorno (Tr) SLO: 45 [anni]
 Periodo di ritorno (Tr) SLD: 75 [anni]
 Periodo di ritorno (Tr) SLV: 712 [anni]
 Periodo di ritorno (Tr) SLC: 1462 [anni]

Tipo di interpolazione: Media ponderata

Coordinate geografiche del punto

Latitudine (WGS84): 42,0199509 [°]
 Longitudine (WGS84): 12,3538685 [°]
 Latitudine (ED50): 42,0209389 [°]
 Longitudine (ED50): 12,3547993 [°]

Coordinate dei punti della maglia elementare del reticolo di riferimento che contiene il sito e valori della distanza rispetto al punto in esame

Punto	ID	Latitudine (ED50) [°]	Longitudine (ED50) [°]	Distanza [m]
1	27844	42,029150	12,345870	1173,59
2	27845	42,029810	12,413180	4922,09
3	28067	41,979810	12,413990	6696,27
4	28066	41,979150	12,346810	4693,58

Parametri di pericolosità sismica per TR diversi da quelli previsti nelle NTC, per i nodi della maglia elementare del reticolo di riferimento

Punto 1

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
	30	0,034	2,610	0,230
SLO	45	0,039	2,637	0,255
	50	0,040	2,644	0,262
	72	0,045	2,660	0,274
SLD	75	0,045	2,665	0,276
	101	0,049	2,699	0,286
	140	0,054	2,726	0,299
	201	0,058	2,790	0,311
	475	0,071	2,919	0,336
SLV	712	0,077	2,973	0,349
	975	0,082	3,016	0,359
SLC	1462	0,089	3,051	0,379
	2475	0,098	3,098	0,408

Punto 2

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
	30	0,037	2,592	0,244
SLO	45	0,042	2,605	0,261
	50	0,043	2,609	0,266
	72	0,048	2,646	0,276
SLD	75	0,049	2,650	0,278
	101	0,053	2,680	0,290
	140	0,058	2,717	0,300
	201	0,063	2,772	0,311
	475	0,077	2,892	0,337
SLV	712	0,084	2,945	0,347
	975	0,090	2,987	0,355
SLC	1462	0,098	3,013	0,366
	2475	0,110	3,047	0,382

Punto 3

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
	30	0,037	2,574	0,246
SLO	45	0,042	2,581	0,263
	50	0,044	2,583	0,267
	72	0,049	2,626	0,277
SLD	75	0,050	2,630	0,278
	101	0,054	2,661	0,288
	140	0,059	2,694	0,299
	201	0,065	2,738	0,309
	475	0,080	2,858	0,333
SLV	712	0,087	2,895	0,343
	975	0,094	2,923	0,351
SLC	1462	0,102	2,972	0,361
	2475	0,113	3,037	0,374

Punto 4

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
	30	0,035	2,592	0,225
SLO	45	0,039	2,616	0,254
	50	0,041	2,623	0,262
	72	0,045	2,641	0,274
SLD	75	0,046	2,646	0,275
	101	0,050	2,681	0,285
	140	0,054	2,711	0,298
	201	0,059	2,772	0,309
	475	0,072	2,885	0,333
SLV	712	0,079	2,948	0,345
	975	0,084	2,999	0,354
SLC	1462	0,091	3,054	0,365
	2475	0,101	3,127	0,379

Punto d'indagine

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	45	0,040	2,623	0,257
SLD	75	0,046	2,656	0,276
SLV	712	0,079	2,957	0,347
SLC	1462	0,092	3,038	0,373

PERICOLOSITÀ SISMICA DI SITO

Coefficiente di smorzamento viscoso ξ : 5 %
 Fattore di alterazione dello spettro elastico $\eta = [10/(5+\xi)]^{(1/2)}$: 1,000
 Categoria sottosuolo: B
 Categoria topografica:
 T1: Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media minore o uguale a 15°

Muri di sostegno NTC 2008

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,009	0,010	0,017	0,020
kv	0,004	0,005	0,009	0,010
amax [m/s ²]	0,468	0,546	0,934	1,080
Beta	0,180	0,180	0,180	0,180

Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,048	0,056	0,095	0,110
kv	0,024	0,028	0,048	0,055
amax [m/s ²]	0,468	0,546	0,934	1,080
Beta	1,000	1,000	1,000	1,000

Paratie NTC 2008

Altezza paratia (H): 3,0 [m]
 Spostamento ammissibile us: 0,015 [m]

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,031	0,036	0,062	0,072
kv	--	--	--	--
amax [m/s ²]	0,468	0,546	0,934	1,080
Beta	0,650	0,650	0,650	0,650

Stabilità di pendii e fondazioni

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,010	0,011	0,019	0,022
kv	0,005	0,006	0,010	0,011
amax [m/s ²]	0,468	0,546	0,934	1,080
Beta	0,200	0,200	0,200	0,200

Muri di sostegno NTC 2018

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	--	0,026	0,036	--
kv	--	0,013	0,018	--
amax [m/s ²]	0,468	0,546	0,934	1,080
Beta	--	0,470	0,380	--

Fronti di scavo e rilevati

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	--	0,026	0,036	--
kv	--	0,013	0,018	--
amax [m/s ²]	0,468	0,546	0,934	1,080

Beta	--	0,470	0,380	--
------	----	-------	-------	----

Paratie NTC 2018

Altezza paratia (H):

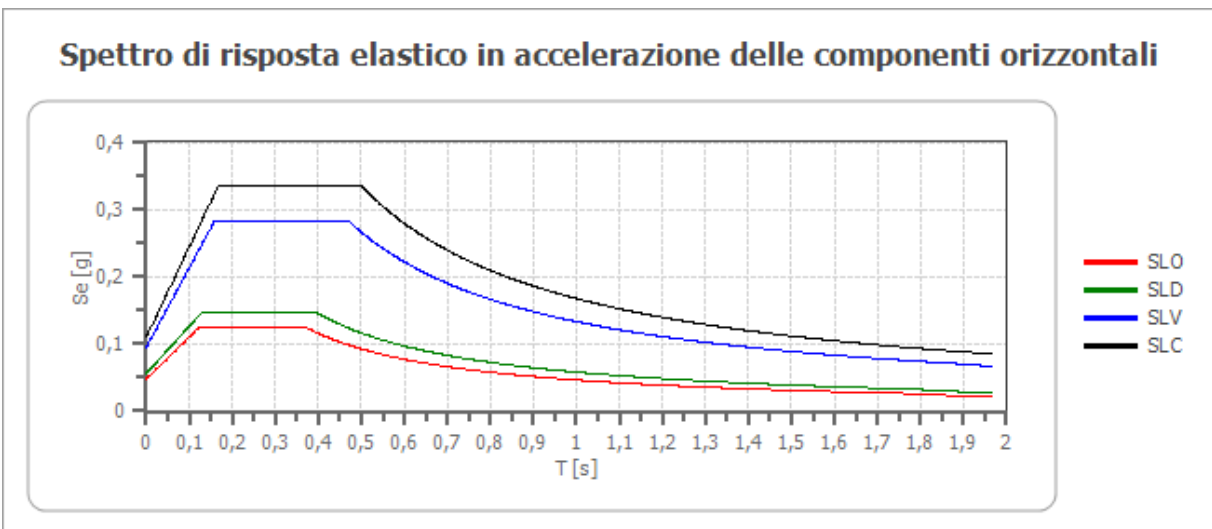
3,0 [m]

Spostamento ammissibile us:

0,015 [m]

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,037	0,043	0,074	0,085
kv	--	--	--	--
amax [m/s ²]	0,468	0,546	0,934	1,080
Beta	0,776	0,776	0,776	0,776

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(T B) [g]
SLO	1,5	0,040	2,623	0,257	1,200	1,440	1,000	1,200	1,000	0,123	0,370	1,759	0,048	0,125
SLD	1,5	0,046	2,656	0,276	1,200	1,420	1,000	1,200	1,000	0,131	0,392	1,786	0,056	0,148
SLV	1,5	0,079	2,957	0,347	1,200	1,360	1,000	1,200	1,000	0,158	0,473	1,917	0,095	0,282
SLC	1,5	0,092	3,038	0,373	1,200	1,340	1,000	1,200	1,000	0,167	0,500	1,967	0,110	0,335

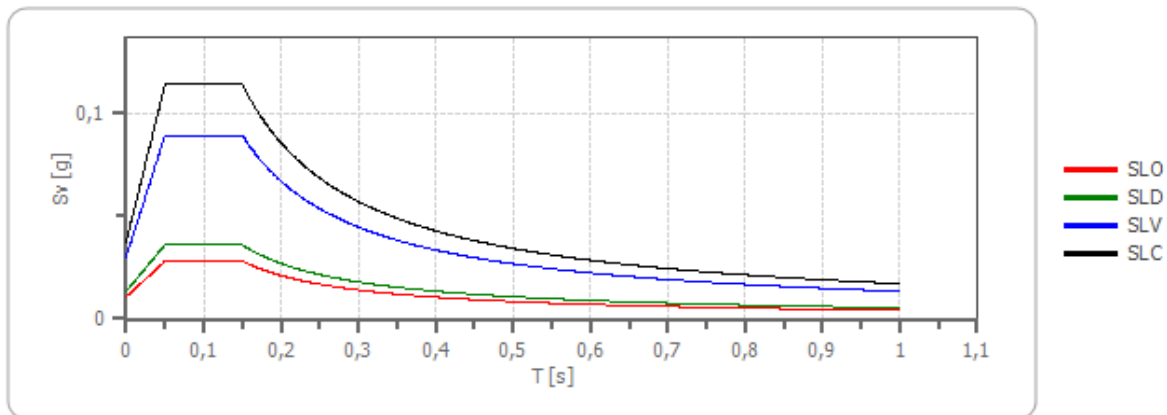
Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali

Coefficiente di smorzamento viscoso ξ :

5 %

Fattore di alterazione dello spettro elastico $\eta = [10/(5+\xi)]^{(1/2)}$:
1,000

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali



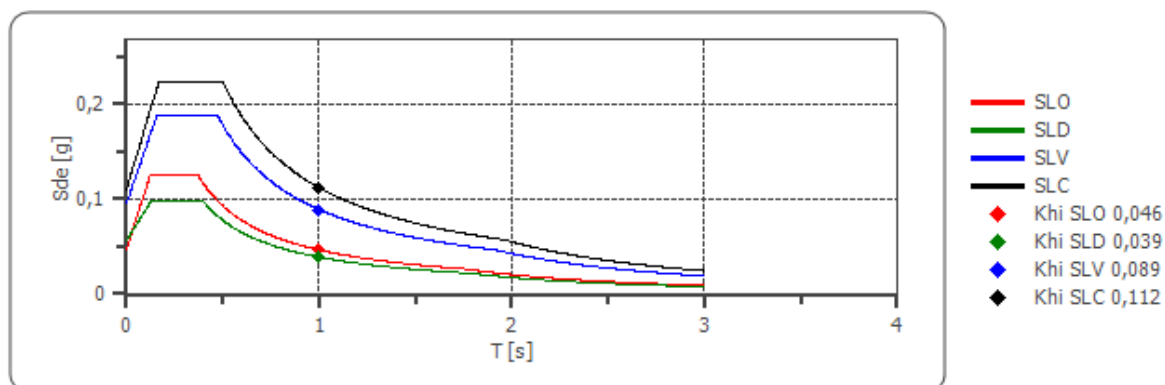
	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(T B) [g]
SLO	1,5	0,040	2,623	0,257	1	1,440	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,011	0,028
SLD	1,5	0,046	2,656	0,276	1	1,420	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,014	0,036
SLV	1,5	0,079	2,957	0,347	1	1,360	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,030	0,089
SLC	1,5	0,092	3,038	0,373	1	1,340	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,038	0,114

Spettro di progetto

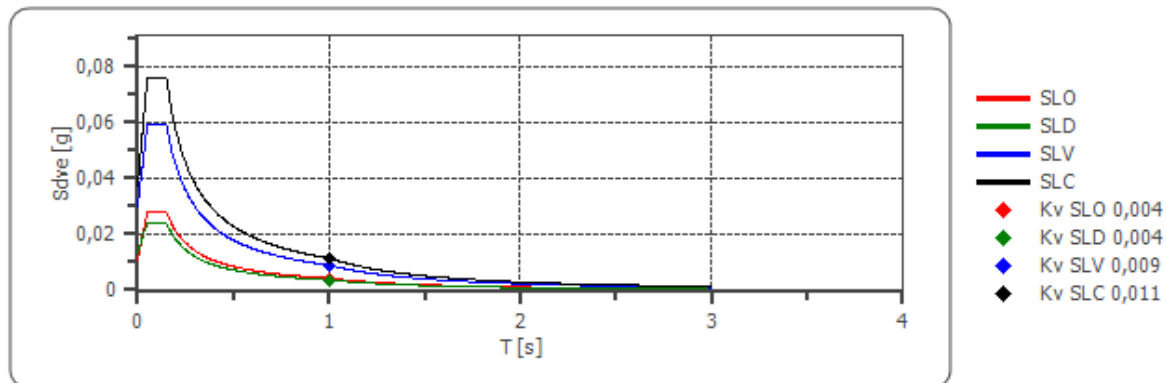
Fattore di struttura spettro orizzontale q: 1,50
 Fattore di struttura spettro verticale q: 1,50
 Periodo fondamentale T: 1,00 [s]

	SLO	SLD	SLV	SLC
khi = Sde(T) Orizzontale [g]	0,046	0,039	0,089	0,112
kv = Sdve(T) Verticale [g]	0,004	0,004	0,009	0,011

Spettro di progetto delle componenti orizzontali



Spettro di progetto delle componenti verticali



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	q [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Sd(0) [g]	Sd(T B) [g]
SLO orizzont ale	1,5	0,040	2,623	0,257	1,200	1,440	1,000	1,200	1,000	0,123	0,370	1,759	0,048	0,125
SLO verticale	1,5	0,040	2,623	0,257	1,200	1,440	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,011	0,028
SLD orizzont ale	1,5	0,046	2,656	0,276	1,200	1,420	1,000	1,200	1,500	0,131	0,392	1,786	0,056	0,099
SLD verticale	1,5	0,046	2,656	0,276	1,200	1,420	1,000	1,000	1,500	0,050	0,150	1,000	0,014	0,024
SLV orizzont ale	1,5	0,079	2,957	0,347	1,200	1,360	1,000	1,200	1,500	0,158	0,473	1,917	0,095	0,188
SLV verticale	1,5	0,079	2,957	0,347	1,200	1,360	1,000	1,000	1,500	0,050	0,150	1,000	0,030	0,060
SLC orizzont ale	1,5	0,092	3,038	0,373	1,200	1,340	1,000	1,200	1,500	0,167	0,500	1,967	0,110	0,223
SLC verticale	1,5	0,092	3,038	0,373	1,200	1,340	1,000	1,000	1,500	0,050	0,150	1,000	0,038	0,076

Valori dei parametri a_0 , F_0 , T_C per i periodi di ritorno T_R associati a ciascuno SL

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_0 [g]	F_0 [-]	T_C [s]
SLO	45	0,039	2,630	0,256
SLD	75	0,046	2,660	0,276
SLV	712	0,078	2,965	0,348
SLC	1462	0,090	3,046	0,376

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 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

Vita nominale della costruzione (in anni) - V_n [info](#)

Coefficiente d'uso della costruzione - c_u [info](#)

Valori di progetto

Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) - V_R [info](#)

Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni) - T_R [info](#)

Stati limite di esercizio - SLE

Stati limite ultimi - SLU

SLO - $P_{acc} = 81\%$

SLD - $P_{acc} = 63\%$

SLV - $P_{acc} = 10\%$

SLC - $P_{acc} = 5\%$

Elaborazioni

Grafici parametri azione [→](#)

Grafici spettri di risposta [→](#)

Tabella parametri azione [→](#)

Strategia di progettazione



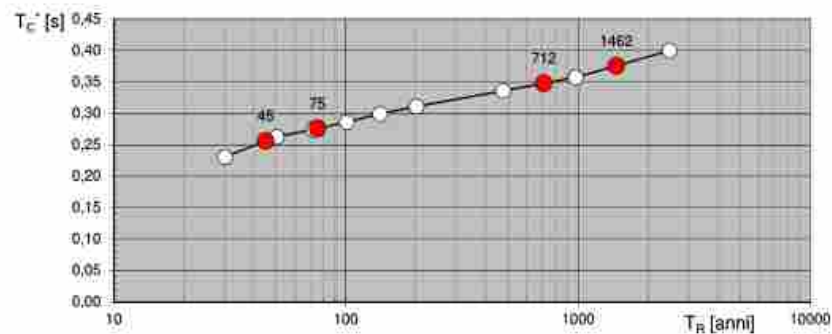
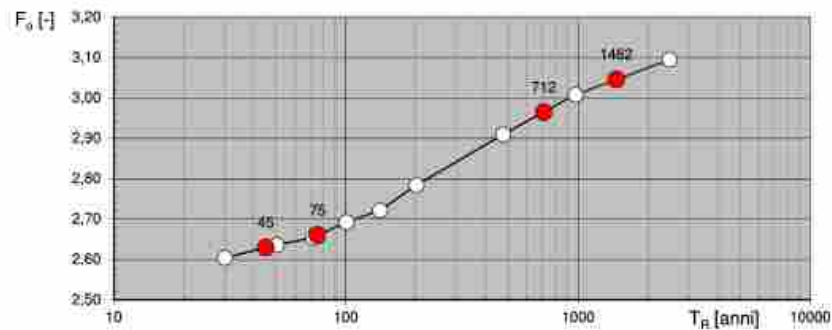
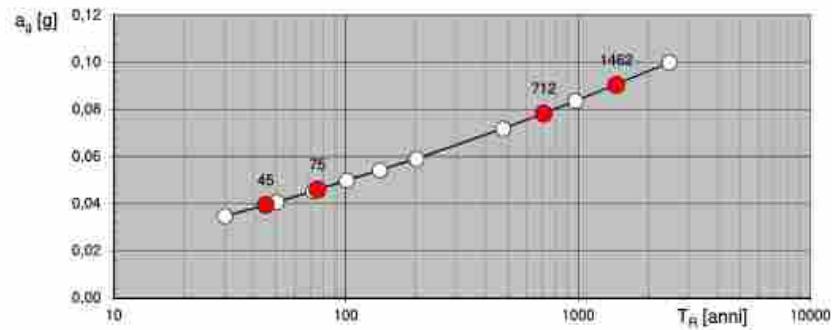
LEGENDA GRAFICO

---○--- Strategia per costruzioni ordinarie

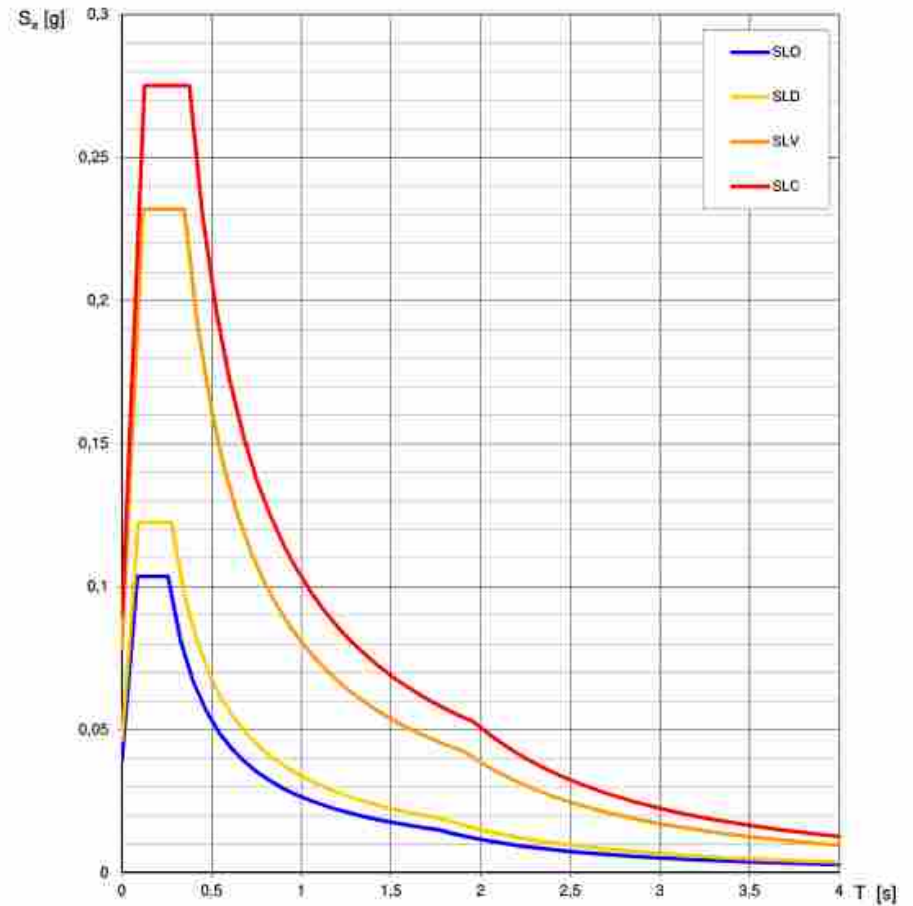
—■— Strategia scelta

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

Valori di progetto dei parametri a_g , F_0 , T_C in funzione del periodo di ritorno T_R



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.

INTRODUZIONE ALLA RISPOSTA SISMICA LOCALE

PROCEDURA DI CALCOLO

La procedura di calcolo adoperata da RSL per la valutazione della funzione di trasferimento presuppone come base di partenza uno o più accelerogrammi, od uno spettro di risposta in accelerazione, e la conoscenza della stratigrafia del sito attraverso i seguenti parametri geotecnici per ogni strato:

- 1 peso per unità di volume;
- 2 velocità di propagazione delle onde di taglio;
- 3 coefficiente di spinta laterale;
- 4 modulo di taglio iniziale (opzionale);
- 5 spessore;
- 6 indice di plasticità.

La non linearità del calcolo è introdotta dalla dipendenza del modulo di deformazione al taglio e del coefficiente di smorzamento viscoso dalla deformazione.

Schematicamente la procedura è riassumibile nel seguente modo:

1. Valutazione dello spettro di Fourier dell'accelerogramma (omessa nel caso si debba analizzare uno spettro);
2. Ricerca di un errore relativo piccolo seguendo la procedura di:
 - 2.1 Stima della funzione di trasferimento;
 - 2.2 Valutazione della deformazione indotta in ciascuno strato;
 - 2.3 Correzione del modulo di deformazione al taglio e del coefficiente di smorzamento viscoso per ogni strato;

Le operazioni 2.1, 2.2 e 2.3 sono ripetute fino a quando la differenza di deformazione tra un'iterazione e la precedente non rimane al di sotto di una soglia ritenuta accettabile;
3. Trasformazione inversa di Fourier dello spettro precedentemente calcolato ed opportunamente pesato per mezzo della funzione di trasferimento calcolata.

Attraverso questa procedura è possibile "trasferire" l'accelerogramma dal bedrock in superficie. La deformazione per ciascuno strato viene corretta sulla base del rapporto fra deformazione effettiva e massima come suggerito dalla letteratura scientifica, ovvero

$$\frac{\gamma_{eff}}{\gamma_{max}} = \frac{M-1}{10}$$

dove M rappresenta la magnitudo del sisma.

Per la valutazione della funzione di trasferimento, RSL considera un suolo variamente stratificato composto da N strati orizzontali di cui l' N -esimo è il letto di roccia (bedrock). Ponendo come ipotesi che ciascuno strato si comporti come un solido di Kelvin-Voigt $\left[\tau = G\gamma + \eta \frac{\partial \gamma(z,t)}{\partial z \partial t} \right]$, la propagazione delle onde di taglio che attraversano gli strati verticalmente può essere definita dall'equazione dell'onda:

$$\rho \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = G \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} + \eta \frac{\partial^3 u}{\partial z^2 \partial t} \quad (1)$$

dove: u rappresenta lo spostamento; t il tempo; ρ la densità; G il modulo di deformazione al taglio; η la viscosità. Per onde armoniche lo spostamento può essere scritto come:

$$u(z,t) = U(z) e^{i\omega t} \quad (2)$$

che sostituita nella (1) pone

$$(G + i\omega\eta) \frac{d^2 U}{dz^2} = \rho \omega^2 U \quad (3)$$

dove ω rappresenta la frequenza angolare. La (3) può essere riscritta come

$$G^* \frac{d^2 U}{dz^2} = \rho \omega^2 U \quad (4)$$

avendo posto $G^* = G + i\omega\eta$, ovvero il modulo di deformazione al taglio *complesso*. Questo può essere ulteriormente riscritto come



$$G^* = G(1 + 2i\xi) \quad (5)$$

avendo posto

$$\eta = \frac{2G}{\omega} \xi \quad (6)$$

dove ξ rappresenta il coefficiente di smorzamento viscoso. Ciò posto, e fatta convenzione che l'apice * indica la natura complessa della variabili in gioco, la soluzione dell'equazione generica dell'onda è la seguente:

$$u(z, t) = Ee^{i(\omega t + k^* z)} + Fe^{i(\omega t - k^* z)} \quad (7)$$

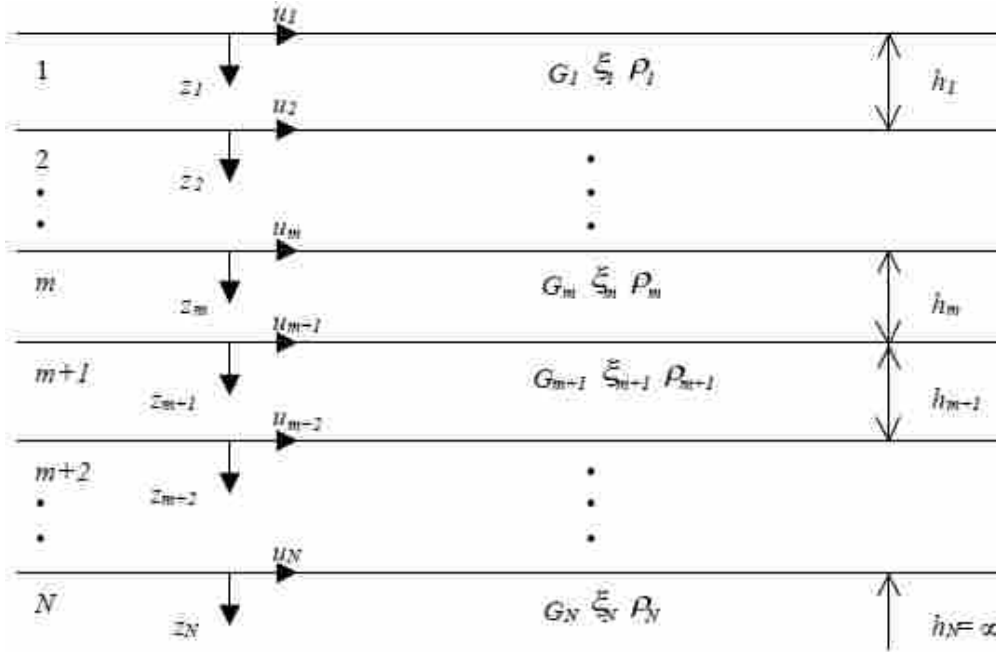


Figura 1: Esempio di stratigrafia per riferimento.

dove E e F dipendono dalle condizioni al contorno e rappresentano l'ampiezza d'onda che viaggia rispettivamente verso l'alto (-z) e verso il basso (+z), mentre k^* rappresenta il numero d'onda complesso dato dalla seguente espressione:

$$k^* = \omega \sqrt{\frac{\rho}{G^*}} \quad (8)$$

Il taglio invece è dato da:

$$\tau(z, t) = G^* \frac{dU}{dz} e^{i\omega t} = ik^* G^* \left[Ee^{i(\omega t + k^* z)} + Fe^{i(\omega t - k^* z)} \right] e^{i\omega t} \quad (9)$$

Per il generico strato m di spessore h_m gli spostamenti, rispettivamente in sommità ($z = 0$) ed al fondo ($z = h_m$), sono:

$$u_m(0, t) = (E_m + F_m) e^{i\omega t} \quad (10)$$

$$u_m(h_m, t) = (E_m e^{ik_m^* h_m} + F_m e^{-ik_m^* h_m}) e^{i\omega t} \quad (11)$$

Poiché deve essere rispettata la congruenza sullo spostamento all'interfaccia tra gli strati, ovvero lo spostamento in sommità ad uno strato deve essere uguale allo spostamento sul fondo di quello immediatamente sopra, se ne deduce che:

$$u_m(z = h_m, t) = u_{m+1}(z = 0, t) \quad (12)$$

Usando la (10), (11) e la (12), ne consegue che

$$E_{m+1} + F_{m+1} = E_m e^{ik_m^* h_m} + F_m e^{-ik_m^* h_m} \quad (13)$$

Il taglio in sommità ed al fondo dell' m -esimo strato è dato da:

$$\tau_m(0, t) = ik_m^* G_m^* [E_m - F_m] e^{i\omega t} \quad (14)$$



$$\tau_m(h_m, t) = ik_m^* G_m^* [E_m e^{ik_m^* h_m} - F e^{ik_m^* h_m}] e^{i\omega t} \quad (15)$$

Poiché fra uno strato e l'altro il taglio deve essere continuo si ha

$$\tau_m(z = h_m, t) = \tau_{m+1}(z = 0, t) \quad (16)$$

ovvero

$$E_{m+1} - F_{m+1} = \frac{k_m^* G_m^*}{k_{m+1}^* G_{m+1}^*} (E_m e^{ik_m^* h_m} - F_m e^{-ik_m^* h_m}) \quad (17)$$

Sommando la (13) alla (17) e sottraendo la (17) alla (13) si ottiene

$$E_{m+1} = \frac{1}{2} E_m (1 + \alpha_m^*) e^{ik_m^* h_m} + \frac{1}{2} F_m (1 - \alpha_m^*) e^{-ik_m^* h_m} \quad (18)$$

$$F_{m+1} = \frac{1}{2} E_m (1 - \alpha_m^*) e^{ik_m^* h_m} + \frac{1}{2} F_m (1 + \alpha_m^*) e^{-ik_m^* h_m} \quad (19)$$

dove α_m^* rappresenta il coefficiente di impedenza complesso al contorno tra gli strati m ed $m+1$, ed è dato dalla seguente espressione:

$$\alpha_m^* = \frac{k_m^* G_m^*}{k_{m+1}^* G_{m+1}^*} \quad (20)$$

Poiché in superficie il taglio è nullo,

$$\tau_1(0, t) = ik_1^* G_1^* [E_1 - F_1] e^{i\omega t} = 0$$

si deduce che $E_1 = F_1$.

Le equazioni (18) e (19) possono essere successivamente applicate agli strati successivi da 2 ad m . La funzione di trasferimento A_{mn} che lega gli spostamenti in sommità degli strati m ed n è definita dalla seguente espressione:

$$A_{mn} = \frac{u_m}{u_n} = \frac{E_m + F_m}{E_n + F_n} \quad (21)$$

A_{mn} rappresenta la funzione di trasferimento, ovvero la funzione che mette in relazione il modulo della deformazione tra i punti m e n .

In pratica lo stato deformativo di una stratigrafia rimane definito una volta nota la deformazione di un suo qualsiasi punto. Inoltre, poiché la velocità e l'accelerazione sono legati allo spostamento,

$$\dot{u}(z, t) = \frac{\partial u}{\partial t} = i\omega u(z, t) \quad \ddot{u}(z, t) = \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = -\omega^2 u(z, t) \quad (22)$$

La funzione di trasferimento A_{mn} può essere espressa anche in funzione delle velocità e dell'accelerazione al tetto degli strati n ed m :

$$A_{mn}(\omega) = \frac{u_m}{u_n} = \frac{\dot{u}_m}{\dot{u}_n} = \frac{\ddot{u}_m}{\ddot{u}_n} = \frac{E_m + F_m}{E_n + F_n} \quad (23)$$

La deformazione tangenziale rimane definita alla profondità z e al tempo t dalla relazione:

$$\gamma(z, t) = \frac{\partial u}{\partial z} = ik^* (E e^{ik^* z} - F e^{-ik^* z}) e^{i\omega t} \quad (24)$$

E la corrispondente tensione tangenziale, dalla seguente espressione:

$$\tau(z, t) = G^* \gamma(z, t) \quad (25)$$

Ai fini di una corretta interpretazione del problema della risposta sismica locale, risulta utile riprodurre la rappresentazione schematica di Figura 2 in cui è riportata la terminologia utilizzata per lo studio del moto sismico di un deposito che poggia su un basamento roccioso.

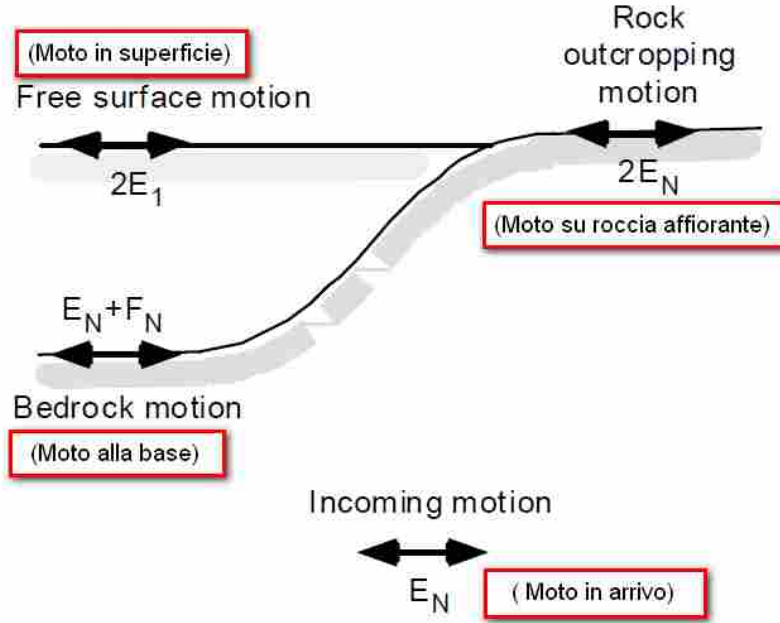


Figura 2: Schema di riferimento e terminologia utilizzata.

Le onde di taglio si propagano verticalmente attraverso il bedrock con ampiezza pari ad E_N ; al tetto del bedrock, sotto il deposito degli strati di terreno, il moto ha un'ampiezza pari a $E_N + F_N$. Sulla roccia affiorante, poiché le tensioni tangenziali sono nulle ($E_N = F_N$), il moto avrà ampiezza pari a $2E_N$. La funzione di trasferimento dal bedrock al bedrock-affiorante è la seguente:

$$A_{NN}(\omega) = \frac{2E_N}{E_N + F_N} \quad (26)$$

A è non lineare poiché G è funzione di γ . Nella procedura di calcolo infatti, da una stima iniziale del modulo di deformazione al taglio, si ottiene la tensione ipotizzando un legame lineare, per poi ottenere un nuovo valore di γ . Grazie a questo valore aggiornato si valuta un nuovo modulo G così da ripetere la procedura fino a quando la differenza tra la deformazione aggiornata e quella ottenuta dalla precedente iterazione viene ritenuta accettabile. Il modello per $G(\gamma)$ adoperato è quello suggerito da Ishibashi e Zhang (1993) che tiene conto degli effetti della pressione di confinamento e dell'indice di plasticità:

$$G = G_{max} \cdot K(\gamma, PI) (\sigma'_m)^{m(\gamma, PI) - m_0} \quad (24)$$

$$K(\gamma, PI) = 0.5 \left\{ 1 + \tanh \left[\ln \left(\frac{0.000102 + n(PI)}{\gamma} \right)^{0.492} \right] \right\} \quad (25)$$

$$m(\gamma, PI) - m_0 = 0.272 \left\{ 1 - \tanh \left[\ln \left(\frac{0.000556}{\gamma} \right)^{0.4} \right] \right\} \exp(-0.0145 PI^{1.3}) \quad (26)$$

$$n(PI) = \begin{cases} 0.0 & \text{per } PI = 0 \\ 3.37 \times 10^{-6} PI^{1.404} & \text{per } 0 < PI \leq 15 \\ 7.0 \times 10^{-7} PI^{1.976} & \text{per } 15 < PI \leq 70 \\ 2.7 \times 10^{-5} PI^{1.115} & \text{per } PI > 70 \end{cases} \quad (27)$$

dove G_{max} è dato dalla relazione

$$G_{max} = \rho V_s^2 \quad (28)$$

dove ρ è la densità del terreno e V_s la velocità di propagazione delle onde di taglio nello stesso. La (28) fornisce il valore iniziale di G per la prima iterazione.

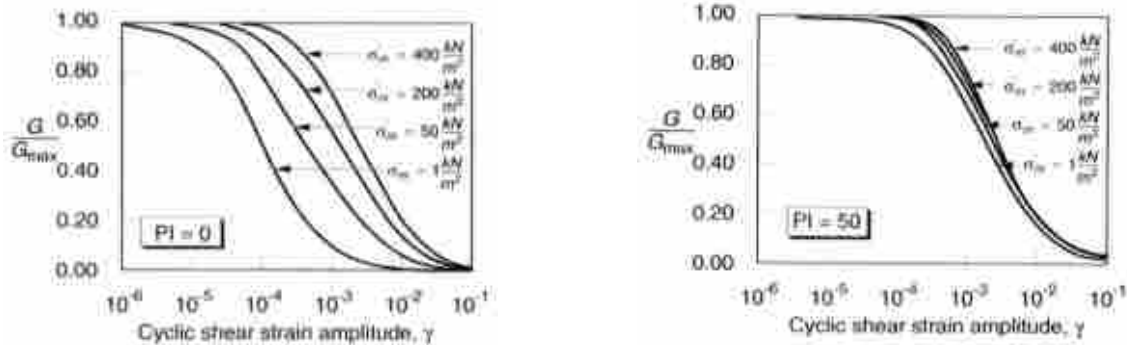


Figura 2: Influenza della pressione di confinamento e della plasticità sul modulo di deformazione al taglio. Per quanto riguarda invece il coefficiente di smorzamento viscoso ξ , in conseguenza del modello introdotto dalla (24) si ha:

$$\xi = 0.333 \frac{1 + \exp(-0.0145 PI^{1.5})}{2} \left[0.586 \left(\frac{G}{G_{max}} \right)^2 - 1.547 \frac{G}{G_{max}} + 1 \right] \quad (29)$$

da cui si deduce che anche ξ deve essere ricalcolato ad ogni iterazione.

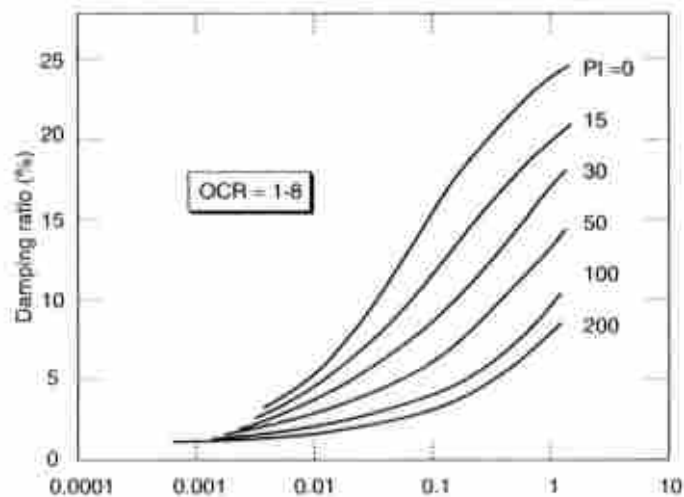
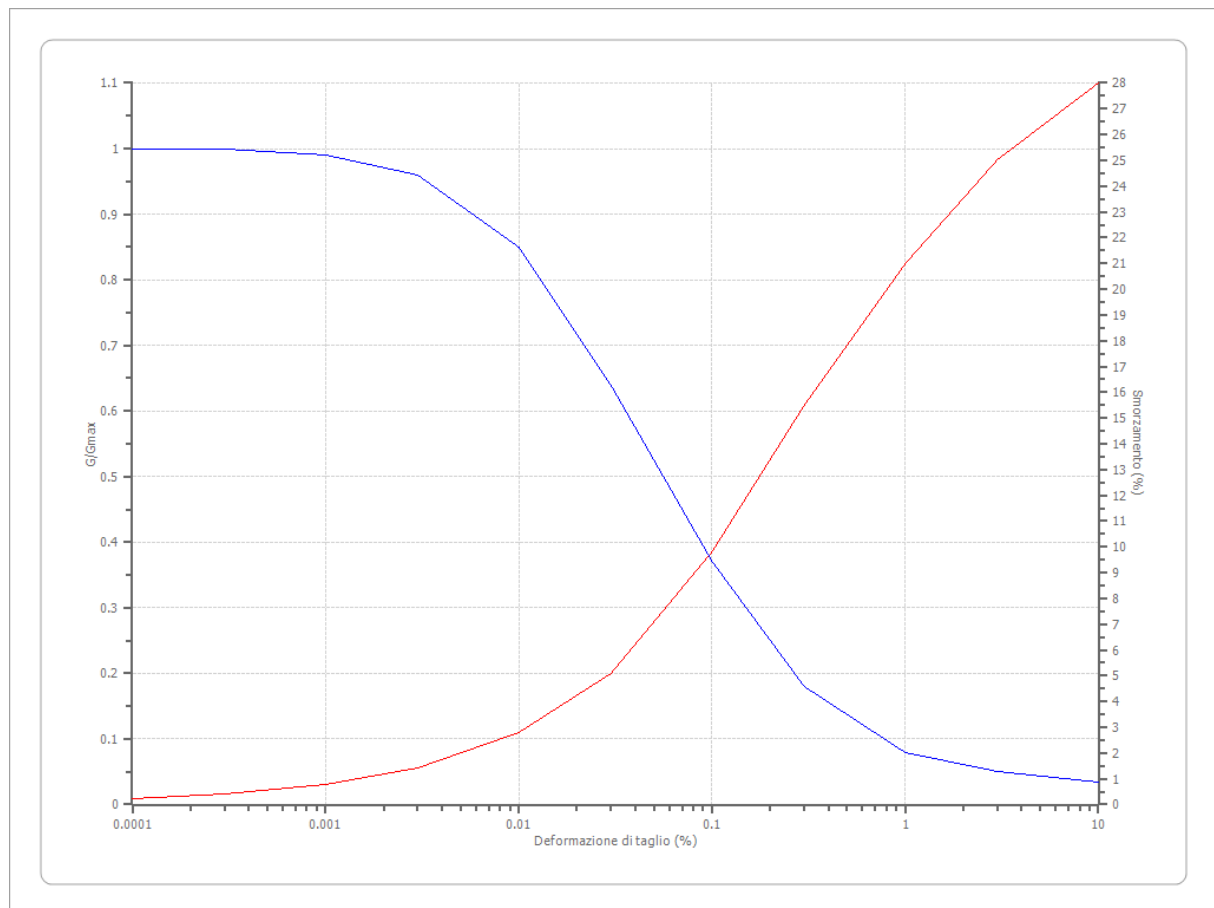


Figura 3: Influenza della plasticità sul coefficiente di smorzamento viscoso.

Terreni

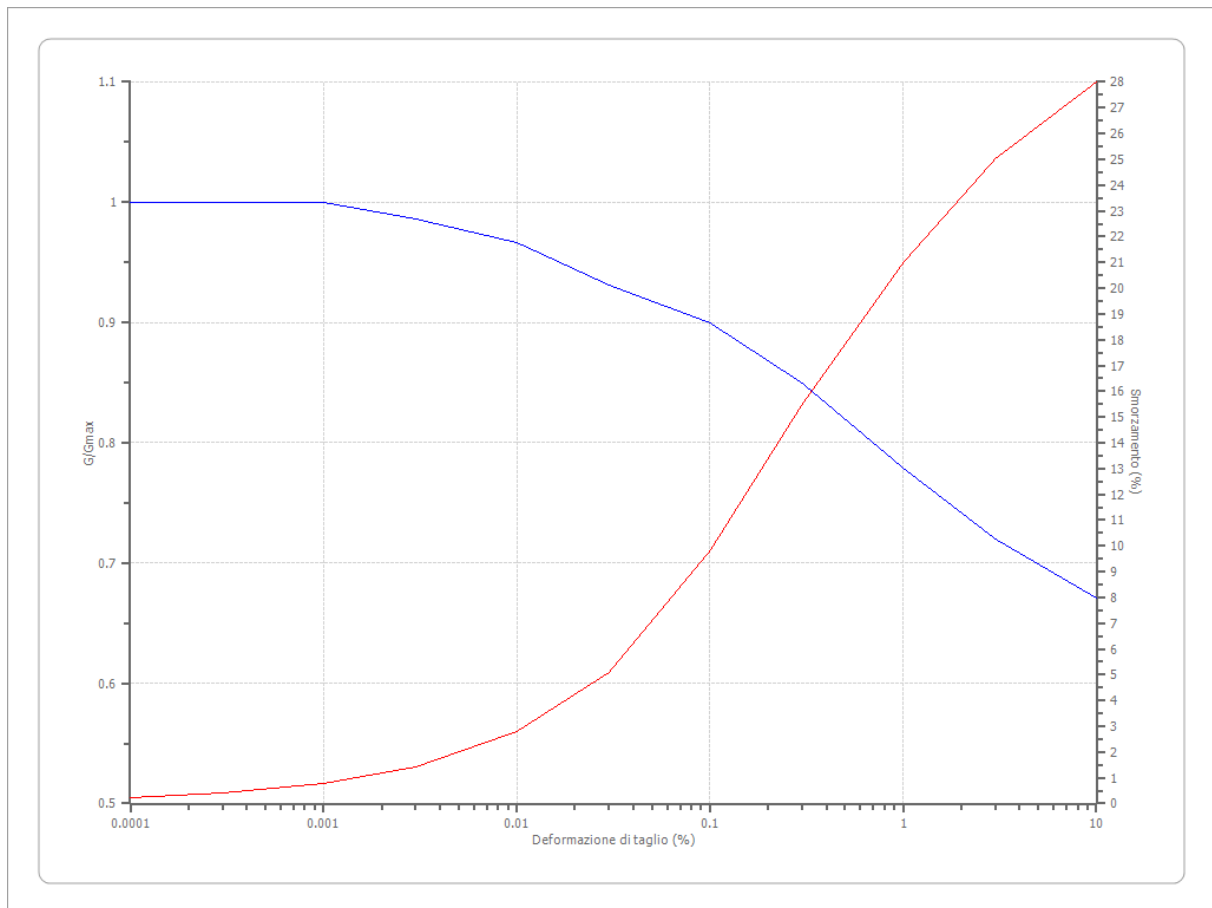
Idriss (1990) Sand (Seed and Idriss 1970)

Deformazione %	G/Gmax	Deformazione %	Smorzamento %
0.0001	1.000	0.0001	0.240
0.0003	1.000	0.0003	0.420
0.001	0.990	0.001	0.800
0.003	0.960	0.003	1.400
0.010	0.850	0.010	2.800
0.030	0.640	0.030	5.100
0.100	0.370	0.100	9.800
0.300	0.180	0.300	15.500
1.000	0.080	1.000	21.000
3.000	0.050	3.000	25.000
10.000	0.035	10.000	28.000



Idriss (1990) Clay (Seed and Sun 1989)

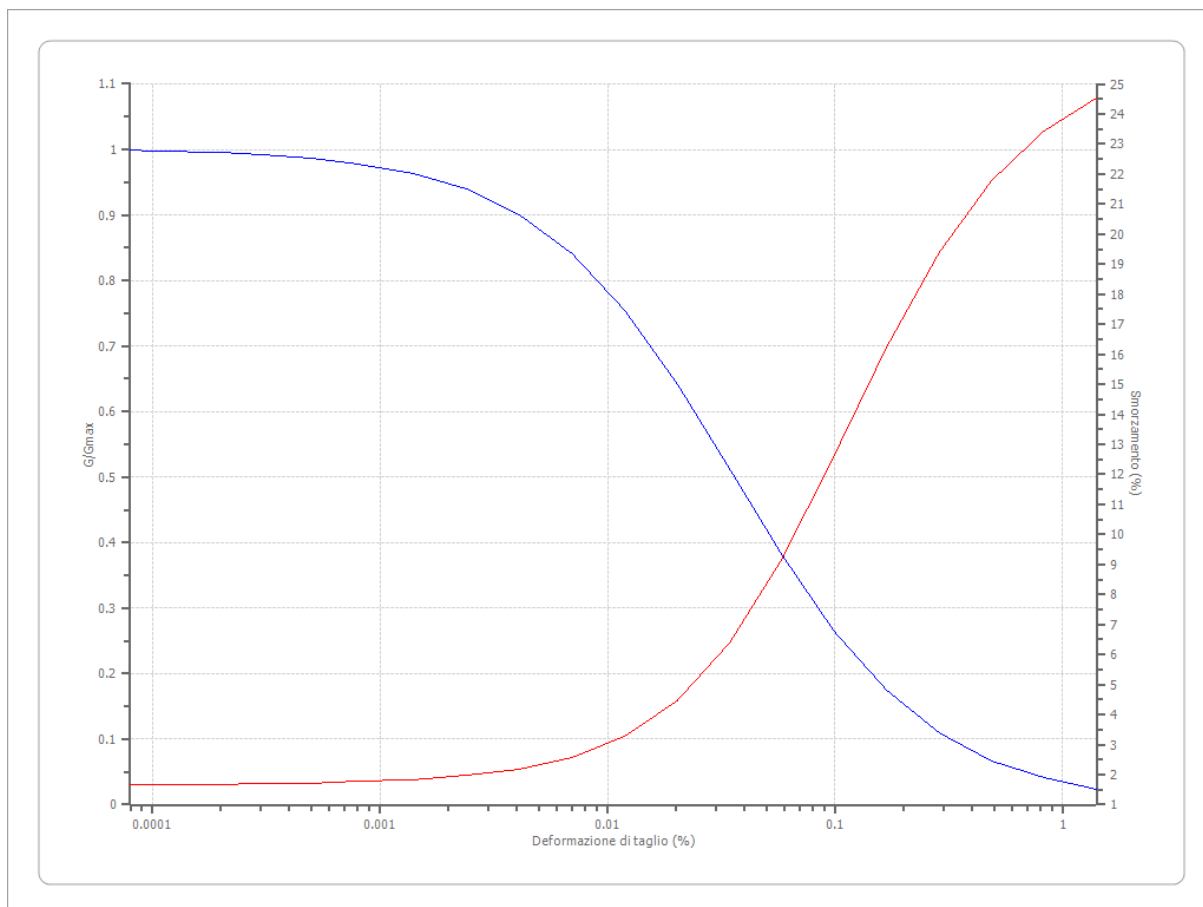
Deformazione %	G/Gmax	Deformazione %	Smorzamento %
0.0001	1.000	0.0001	0.240
0.0003	1.000	0.0003	0.420
0.001	1.000	0.001	0.800
0.003	0.986	0.003	1.400
0.010	0.966	0.010	2.800
0.030	0.931	0.030	5.100
0.100	0.900	0.100	9.800
0.300	0.850	0.300	15.500
1.000	0.779	1.000	21.000
3.000	0.720	3.000	25.000
10.000	0.671	10.000	28.000





Lombardia - Limi argillosi

Deformazione %	G/Gmax	Deformazione %	Smorzamento %
0.00008	1.000	0.00008	1.665475
0.0001	0.9974	0.0001	1.67745
0.0002	0.995575	0.0002	1.685925
0.0003	0.992475	0.0003	1.700375
0.0005	0.9872	0.0005	1.725175
0.0008	0.978325	0.0008	1.767775
0.0014	0.963575	0.0014	1.841375
0.0024	0.939225	0.0024	1.96895
0.0041	0.900325	0.0041	2.191675
0.007	0.8407	0.007	2.583075
0.0119	0.755075	0.0119	3.270475
0.0202	0.64305	0.0202	4.454025
0.0343	0.512875	0.0343	6.375775
0.0583	0.381	0.0583	9.167875
0.099	0.2647	0.099	12.63128
0.1684	0.173975	0.1684	16.22277
0.2862	0.109725	0.2862	19.36967
0.4866	0.0673	0.4866	21.77518
0.8272	0.040525	0.8272	23.44093
1.4063	0.024175	1.4063	24.52093



Stratigrafia

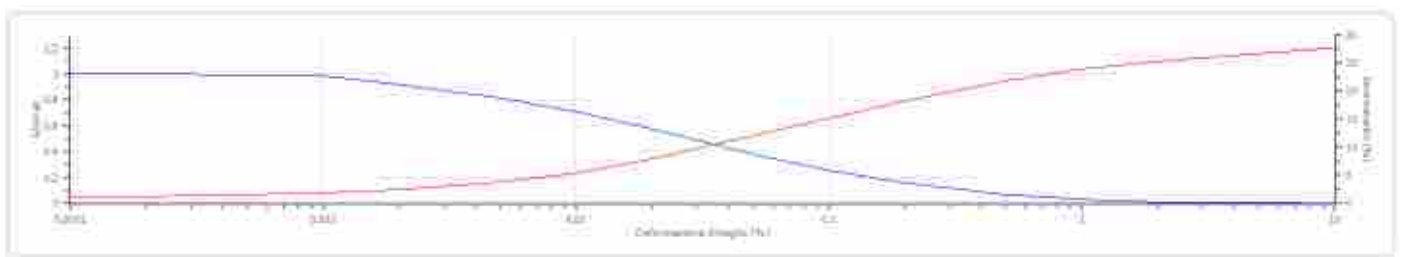
n.	Descrizione	Profondità [m]	Spessore [m]	Terreno	Numero sottostrati	Gmax [MPa]	Smorzamento critico [%]	Peso unità vol. [kN/m³]	Vs [m/s]	Tensione verticale [kPa]
1		--	2.0	Lombardia - Limi argillosi	0	15.29	--	15.0	100.0	15.0
2		2.0	10.0	Idriss (1990) Clay (Seed and Sun 1989)	0	114.68	--	18.0	250.0	120.0
3		12.0	40.0	Idriss (1990) Sand (Seed and Idriss 1970)	0	560.65	--	22.0	500.0	650.0
4		oo	--	Smorzamento costante	0	1435.27	--	22.0	800.0	1090.0

Strato con falda:

0

Strato rilevamento accelerogramma:

1 Affiorante



Profilo		Velocità onde di taglio		Tensione verticale	
0-2.0 m	15.0 kN/m³	15.29 MPa	100.0 m/s	15.0 kPa	100.0 m/s
2.0-12.0 m	18.0 kN/m³	114.68 MPa	250.0 m/s	120.0 kPa	250.0 m/s
12.0-40.0 m	22.0 kN/m³	560.65 MPa	500.0 m/s	650.0 kPa	500.0 m/s
40.0-oo m	22.0 kN/m³	1435.27 MPa	800.0 m/s	1090.0 kPa	800.0 m/s



**STATO LIMITE ULTIMO
SLC**

SLC - RICERCA SPETTRI (Spettri-NTCver.1.0.3)

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

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLC
a_{wp}	0,090 g
F_a	3,046
T_a	0,376 s
S_a	1,200
C_{w1}	1,338
S_1	1,000
q	2,400

Parametri dipendenti

S	1,200
η	0,417
T_{H1}	0,167 s
T_{C1}	0,502 s
T_D	1,961 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_1 \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10/(S+5)} \geq 0,55; \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5; §. 3.2.3.5})$$

$$T_{H1} = T_{C1} / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_{C1} = C_{w1} \cdot T_{C1}^* \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

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

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

$$0 \leq T < T_{H1} \quad S_a(T) = a_{wp} \cdot S \cdot \eta \cdot F_a \cdot \left[\frac{T}{T_{H1}} + \frac{1}{\eta \cdot F_a} \left(1 - \frac{T}{T_{H1}} \right) \right]$$

$$T_{H1} \leq T < T_{C1} \quad S_a(T) = a_{wp} \cdot S \cdot \eta \cdot F_a$$

$$T_{C1} \leq T < T_D \quad S_a(T) = a_{wp} \cdot S \cdot \eta \cdot F_a \cdot \left(\frac{T_{C1}}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_a(T) = a_{wp} \cdot S \cdot \eta \cdot F_a \cdot \left(\frac{T_{C1} \cdot T_D}{T^2} \right)$$

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

Punti dello spettro di risposta

T [s]	Se [g]
0,000	0,108
0,167	0,138
0,502	0,138
0,572	0,121
0,641	0,108
0,711	0,097
0,780	0,089
0,850	0,081
0,919	0,075
0,989	0,070
1,058	0,065
1,128	0,061
1,197	0,058
1,267	0,055
1,336	0,052
1,406	0,049
1,475	0,047
1,545	0,045
1,614	0,043
1,684	0,041
1,753	0,039
1,822	0,038
1,892	0,037
1,961	0,035
2,030	0,032
2,100	0,029
2,169	0,027
2,239	0,025
2,308	0,023
2,378	0,021
2,447	0,019
2,517	0,018
2,586	0,018
2,656	0,018
2,725	0,018
2,795	0,018
2,864	0,018
2,934	0,018
3,003	0,018
3,073	0,018
3,142	0,018
3,212	0,018
3,281	0,018
3,351	0,018
3,420	0,018
3,490	0,018
3,559	0,018
3,629	0,018
3,698	0,018
3,768	0,018
3,837	0,018
3,907	0,018
3,976	0,018
4,046	0,018

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

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLC
a_{wp}	0,037 g
S_a	1,000
S_1	1,000
q	1,500
T_{H1}	0,050 s
T_{C1}	0,150 s
T_D	1,000 s

Parametri dipendenti

F_a	1,236
S	1,000
η	0,667

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_1 \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

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

$$F_a = 1,35 \cdot F_a^* \left(\frac{a_{wp}}{g} \right)^{0,5} \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.11})$$

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

$$0 \leq T < T_{H1} \quad S_a(T) = a_{wp} \cdot S \cdot \eta \cdot F_a \cdot \left[\frac{T}{T_{H1}} + \frac{1}{\eta \cdot F_a} \left(1 - \frac{T}{T_{H1}} \right) \right]$$

$$T_{H1} \leq T < T_{C1} \quad S_a(T) = a_{wp} \cdot S \cdot \eta \cdot F_a$$

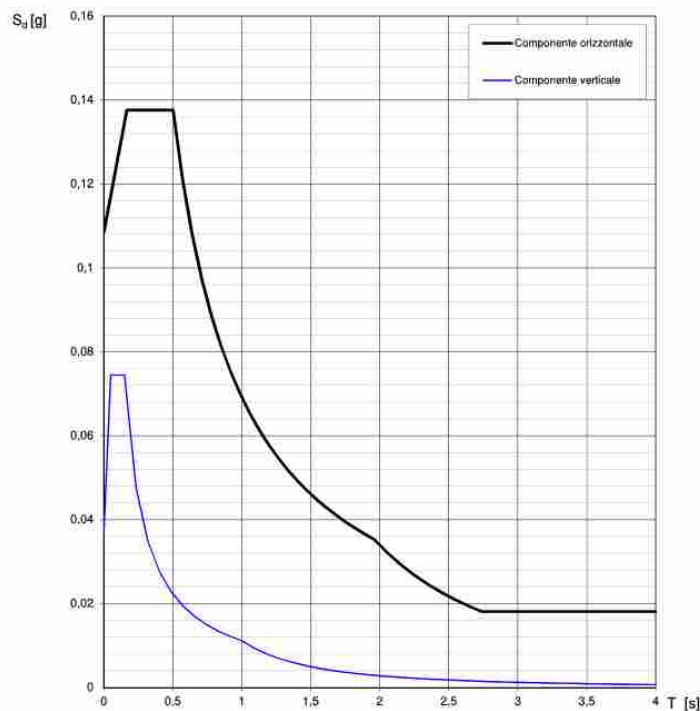
$$T_{C1} \leq T < T_D \quad S_a(T) = a_{wp} \cdot S \cdot \eta \cdot F_a \cdot \left(\frac{T_{C1}}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_a(T) = a_{wp} \cdot S \cdot \eta \cdot F_a \cdot \left(\frac{T_{C1} \cdot T_D}{T^2} \right)$$

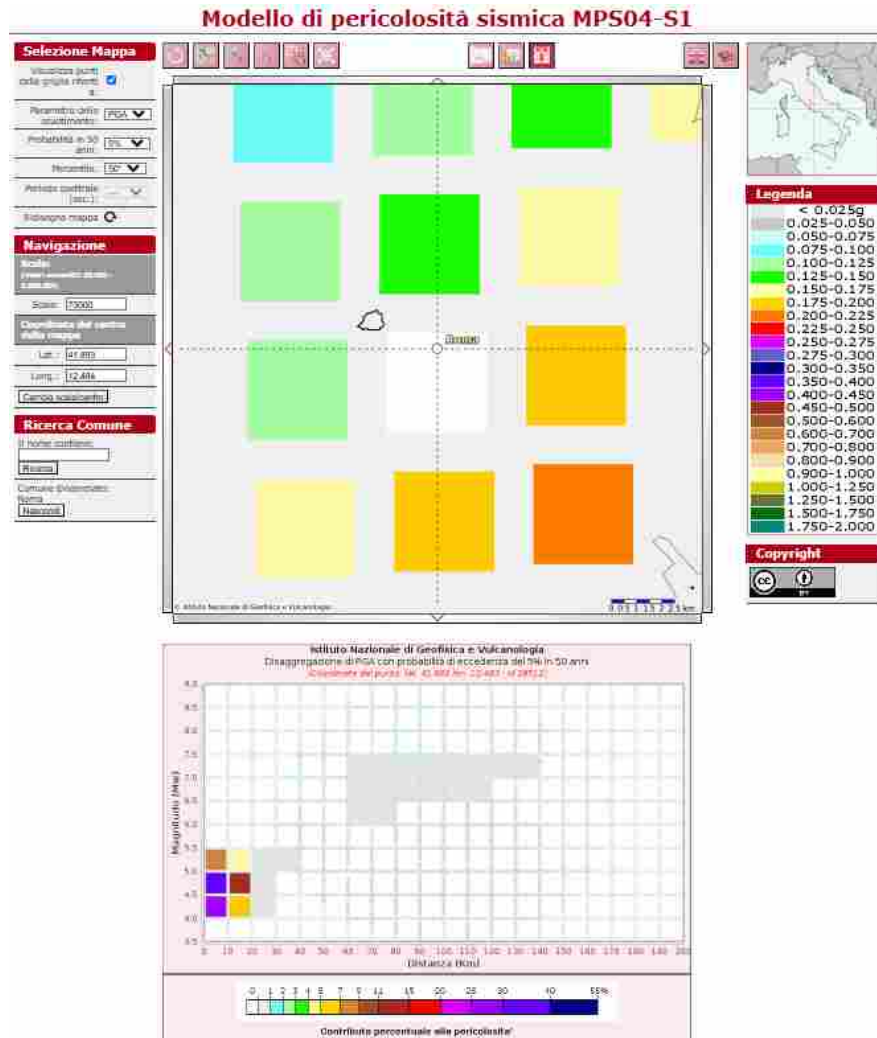
Punti dello spettro di risposta

T [s]	Se [g]
0,000	0,037
0,050	0,074
0,150	0,074
0,235	0,048
0,320	0,035
0,405	0,028
0,490	0,023
0,575	0,019
0,660	0,017
0,745	0,015
0,830	0,013
0,915	0,012
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

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



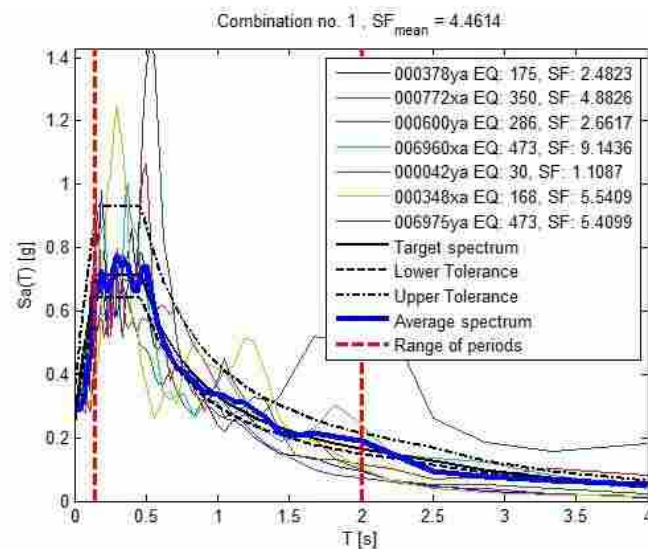
DISAGGREGAZIONE SLC (<https://esse1-gis.mi.ingv.it/>)



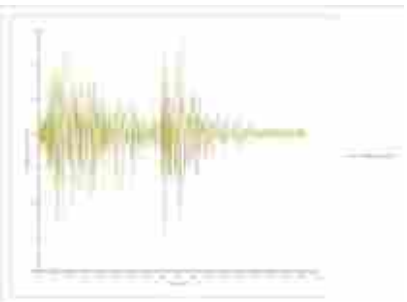
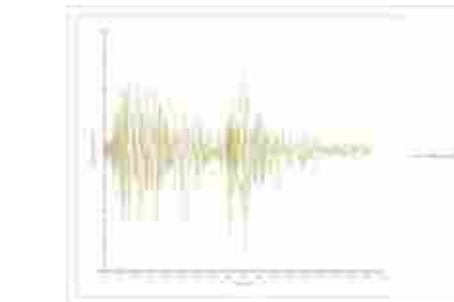
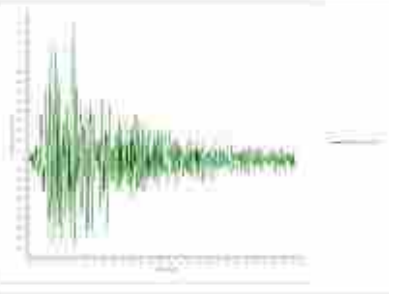
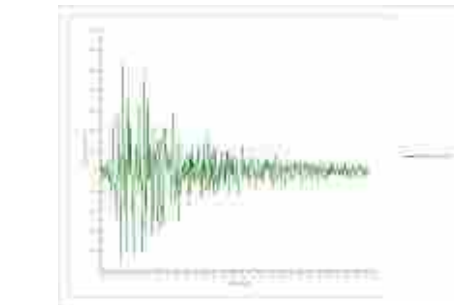
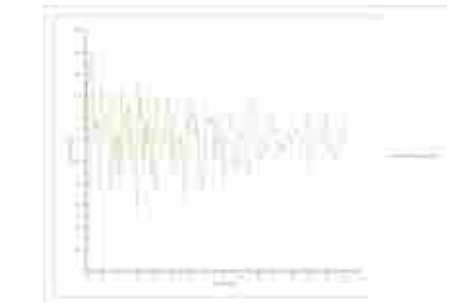
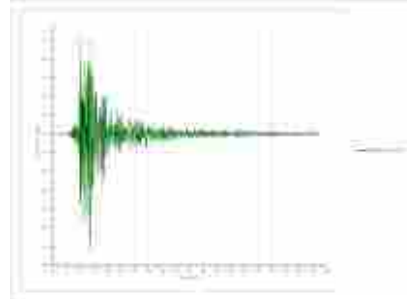
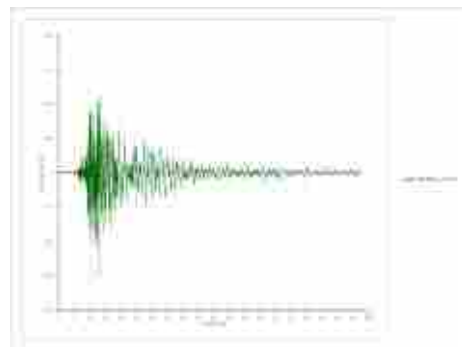
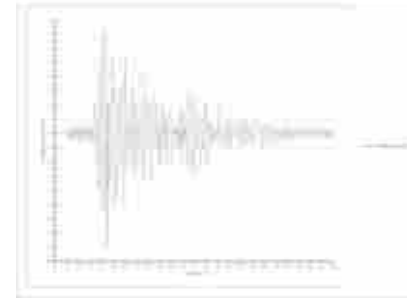
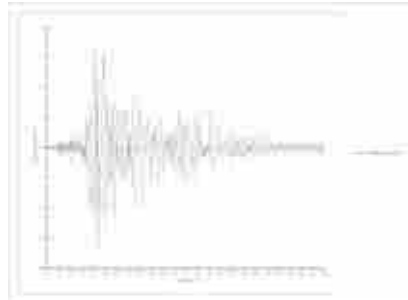
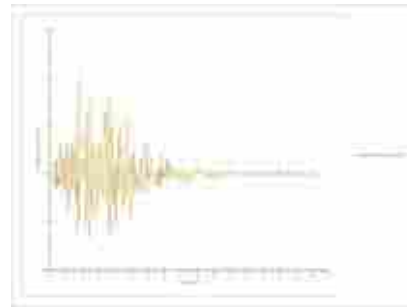
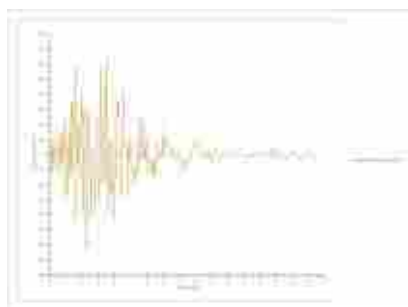
Disaggregazione di PGA con probabilità di eccedenza del 5% in 50 anni (Coordinate del punto lat. 41.880 lon. 12.483 - Id 28512)										
Distanza (Km)	Magnitudo (Mw)									
	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5
0-10	0.0000	26.0000	38.6000	8.0300	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
10-20	0.0000	5.9900	14.1000	4.4100	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
20-30	0.0000	0.0049	0.7070	0.7120	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
30-40	0.0000	0.0000	0.0000	0.0505	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
40-50	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
50-60	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
60-70	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0046	0.0333	0.0400	0.0000	0.0000
70-80	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0094	0.1830	0.2580	0.0000	0.0000
80-90	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.1150	0.2400	0.0000	0.0000
90-100	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0472	0.1840	0.0000	0.0000
100-110	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0093	0.1090	0.0000	0.0000
110-120	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0500	0.0000	0.0000
120-130	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0114	0.0000	0.0000
130-140	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0013	0.0000	0.0000
140-150	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
150-160	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
160-170	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
170-180	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
180-190	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
190-200	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

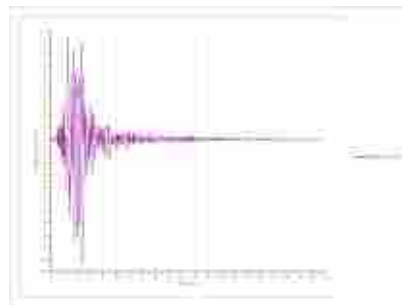
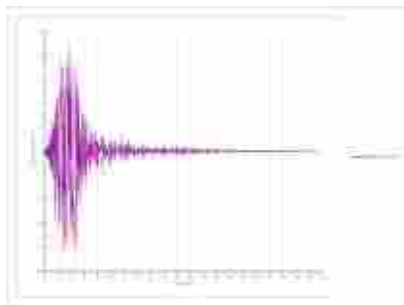
Valori Medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
4.7	9.0	1.28

ACCELEROGRAMMI DI INPUT SLC (Rexel v3.5)



Waveform ID	Earthquake ID	Station ID	Earthquake Name	Date	Mw	Fault Mechanism	Epicentral Distance [km]	PGA_X [m/s^2]	PGA_Y [m/s^2]	PGV_X [m/s]	PGV_Y [m/s]	ID_X	ID_Y	Np_X	Np_Y
378	175	ST152	Lazio Abruzzo	07/05/1984	5.9	normal	16	14.437	11.158	0.1117	0.0789	79.277	123.247	1.286	0.6418
772	350	ST223	Umbria Marche (aftershock)	03/10/1997	5.3	normal	20	0.5673	0.405	0.0475	0.0284	65.182	92.891	0.75623	0.72316
600	286	ST223	Umbria Marche	26/09/1997	6	normal	22	16.852	10.406	0.1449	0.1176	87.515	111.211	0.64056	0.46038
6960	473	ST3266	Izmit (aftershock)	13/09/1999	5.8	oblique	27	0.3029	0.4937	0.0252	0.0411	141.824	80.875	0.59405	0.82875
42	30	ST8	Ionian	04/11/1973	5.8	thrust	15	51.459	24.983	0.57	0.255	28.916	49.196	0.80772	0.94349
348	168	ST126	Kefallinia (aftershock)	23/03/1983	5.2	normal	11	0.4999	0.3054	0.0418	0.0231	84.672	124.102	0.96984	0.99857
6975	473	ST3272	Izmit (aftershock)	13/09/1999	5.8	oblique	26	0.6464	0.512	0.0613	0.0735	104.374	130.052	0.44748	0.48349
mean:					5,685714286		19,57142857	1,470185714	0,910114286	0,1432	0,088228571	8,453714286	10,16534286	0,785980605	0,725664442





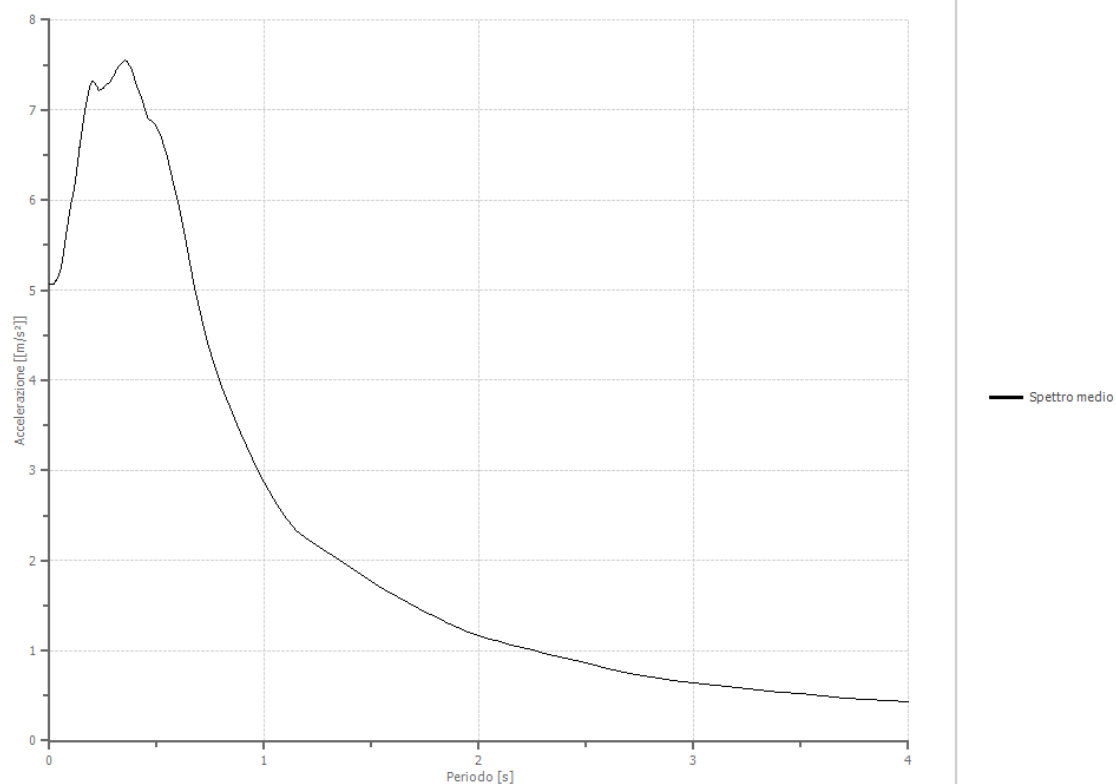
Fattori di amplificazione ICMS 2018

Tai	0.240 [s]
Tvi	1.550 [s]
Tao	0.350 [s]
Tvo	0.740 [s]
Sami	5.960 [m/s ²]
Svmi	0.497 [m/s]
Samo	7.217 [m/s ²]
Svmo	0.534 [m/s]
Fa	1.211 [-]
Fv	1.074 [-]
TB	0.155 [s]
TC	0.465 [s]
TD	3.606 [s]
SA(0)	4.919 [m/s ²]
SA(TB)	7.217 [m/s ²]

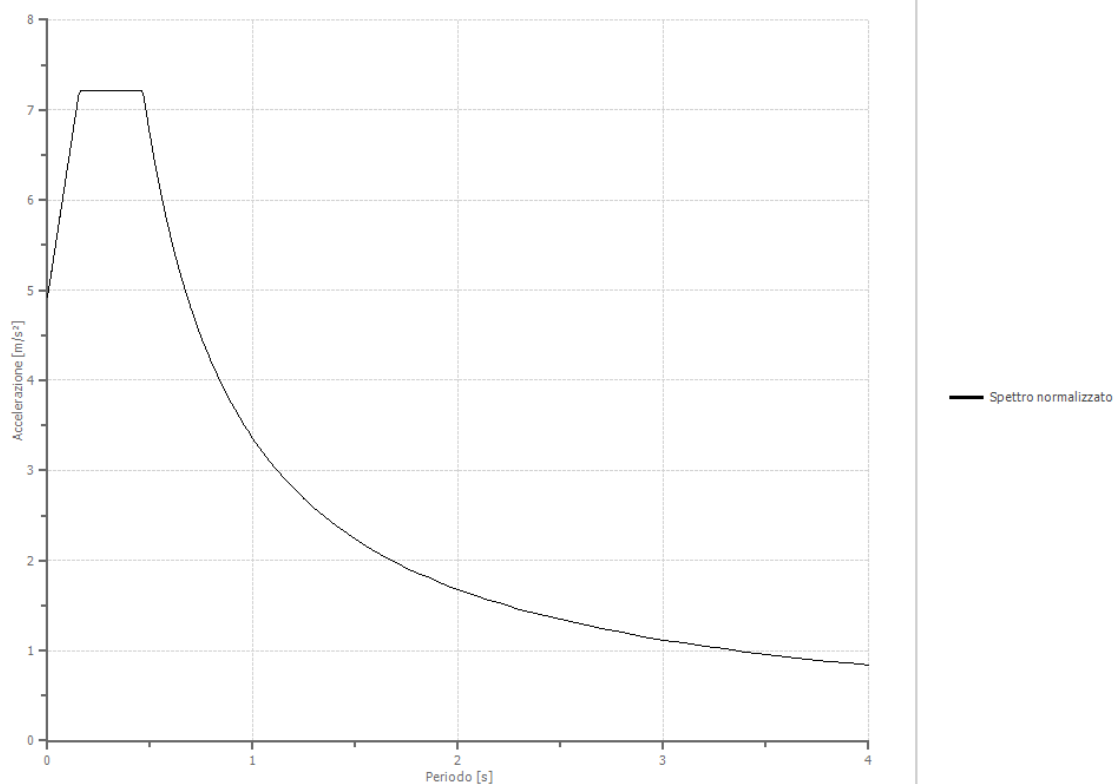
Fattori di amplificazione su intensità spettrale

Periodo minino [s]	Periodo massimo [s]	Int. Housner input [m]	Int. Housner output [m]	Int. Housner input/output [m]	FA
-----------------------	---------------------------	------------------------------	-------------------------------	-------------------------------------	----

Spettro medio di risposta elastico



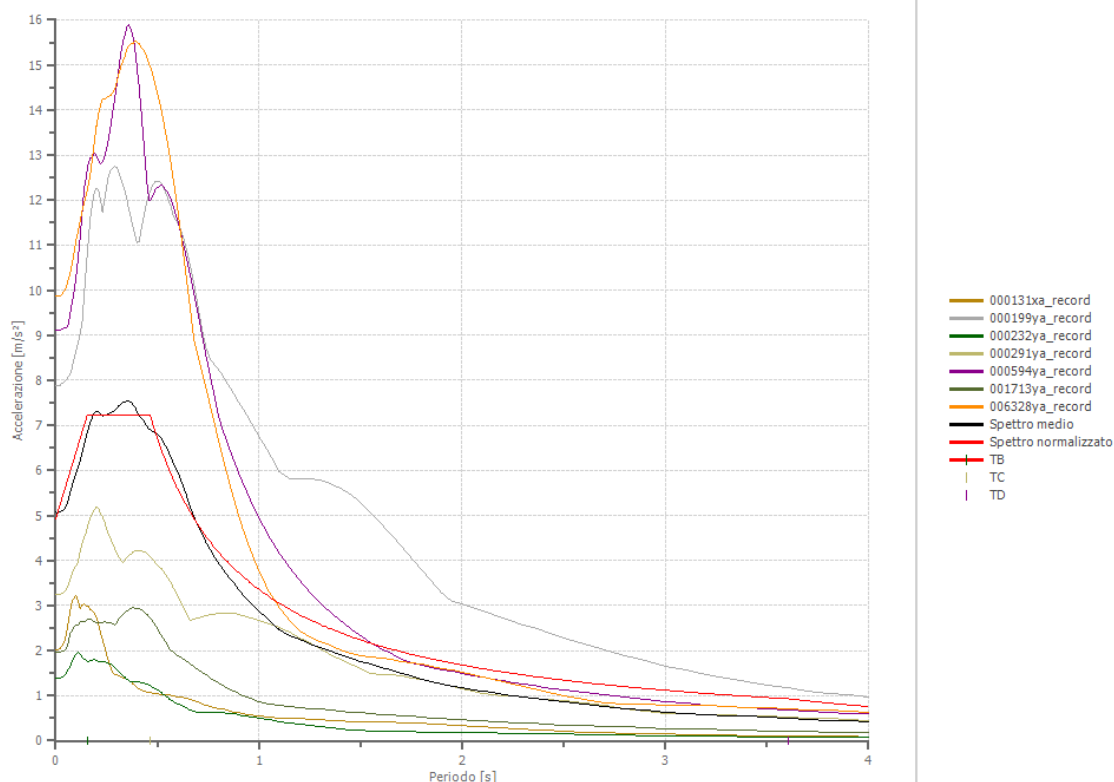
Spettro normalizzato di risposta elastico



Parametri spettro normalizzato

Ag [m/s^2]	F0	Tc*	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [m/s^2]	Se(TB) [m/s^2]	S
4.919	1.467258	--	0.155	0.465	3.606	4.919	7.217	3.021

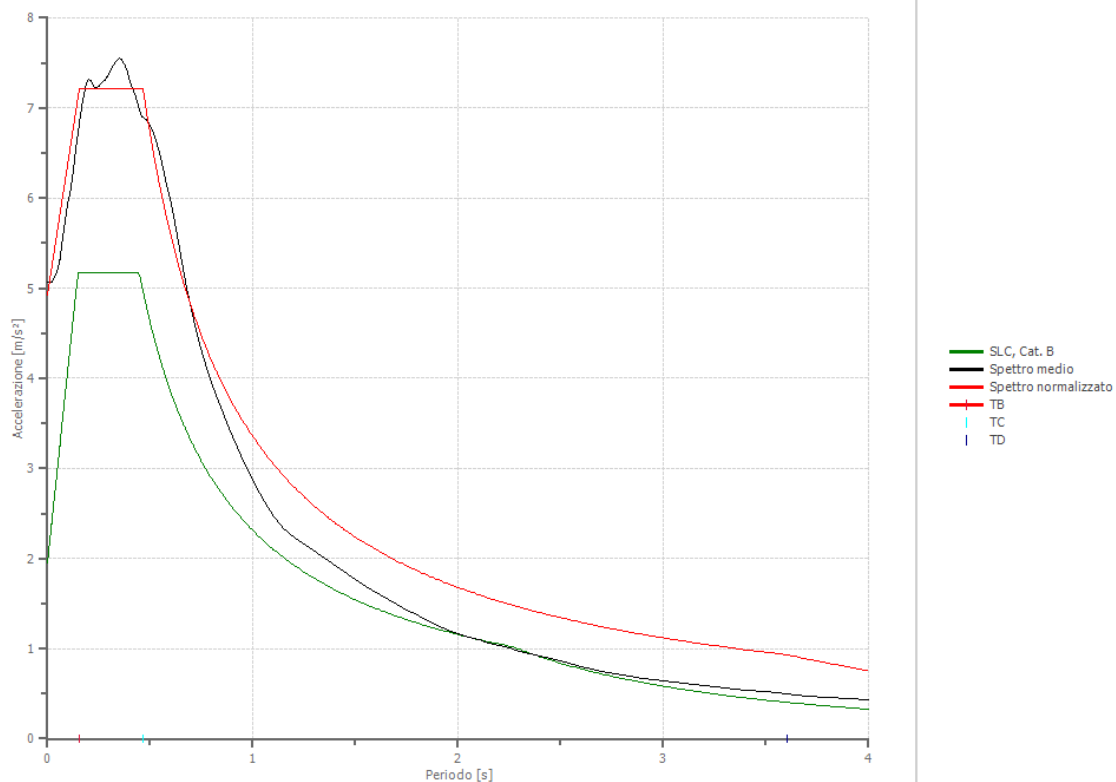
Confronto tra gli spettri



Confronto spettro normativa

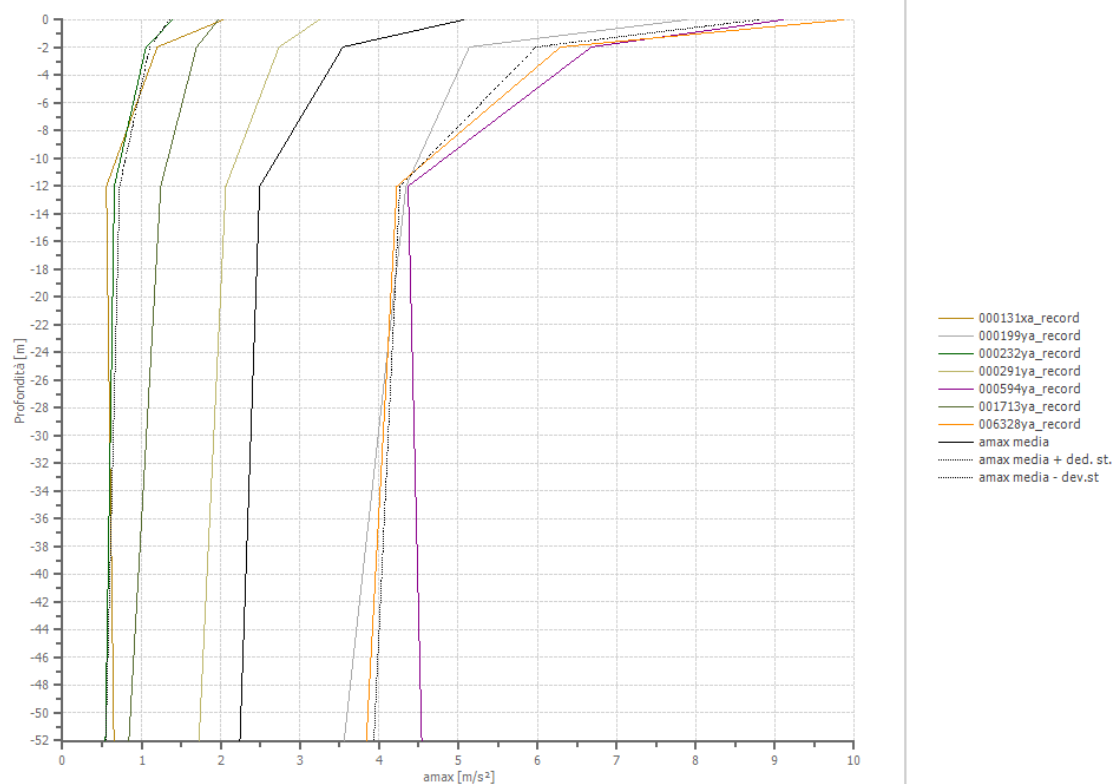
Tipo di spettro: Spettro di risposta elastico

	Operatività SLO	Danno SLD	Salvaguardia vita SLV	Prev. collasso SLC
Tr [anni]	60	101	949	1950
ag [m/s²]	0.540	0.657	1.334	1.628
Fo	2.517	2.544	2.65	2.65
Tc* [s]	0.274	0.283	0.311	0.324
Ss	1.20	1.20	1.20	1.20
St	1.00	1.00	1.00	1.00
Cc	1.43	1.42	1.39	1.38
TB [s]	0.130	0.134	0.144	0.149
TC [s]	0.390	0.401	0.432	0.447
TD [s]	1.820	1.868	2.144	2.264
Se(0) [m/s²]	0.648	0.788	1.601	1.954
Se(TB) [m/s²]	1.631	2.006	4.242	5.177



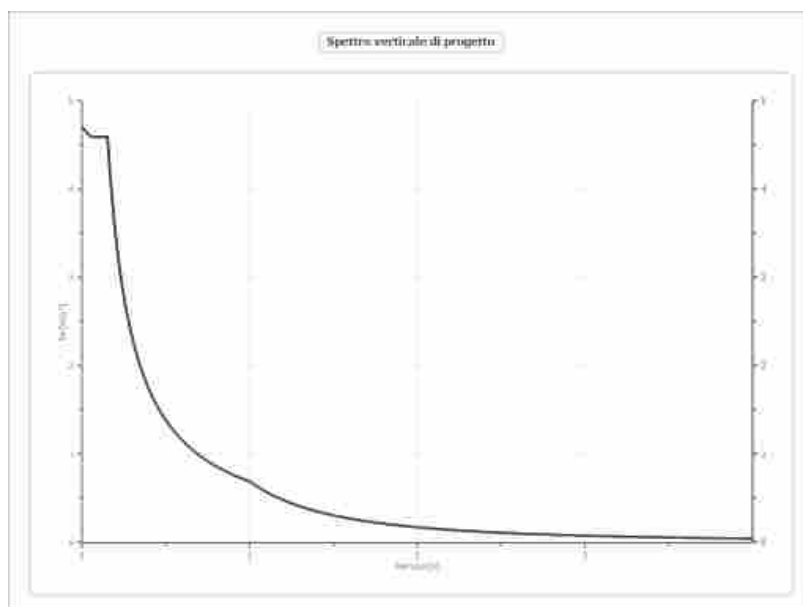
Profilo a max

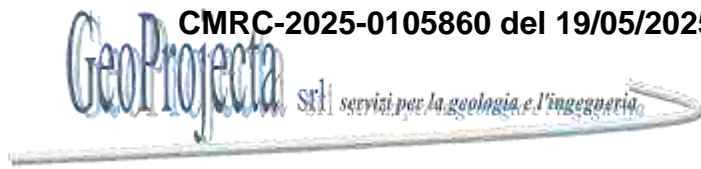
	0.0 [m]	2.0 [m]	12.0 [m]	52.0 [m]
000131xa_record [m/s²]	2.028	1.197	0.555	0.650
000199ya_record [m/s²]	7.885	5.139	4.339	3.557
000232ya_record [m/s²]	1.390	1.055	0.656	0.543
000291ya_record [m/s²]	3.243	2.735	2.064	1.725
000594ya_record [m/s²]	9.103	6.682	4.368	4.538
001713ya_record [m/s²]	1.969	1.694	1.241	0.839
006328ya_record [m/s²]	9.865	6.293	4.225	3.839
media [m/s²]	5.069	3.542	2.492	2.242
Dev. St. [m/s²]	3.718	2.440	1.770	1.694



Spettro verticale di progetto

Ag [m/s²]	F0	Tc*	Fv	q	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [m/s²]	Se(TB) [m/s²]
4.919	1.467	0.150	1.403	1.5	0.050	0.150	1.000	4.702	4.599





**STATO LIMITE ULTIMO
SLV**

SLV - RICERCA SPETTRI (Spettri-NTCver.1.0.3)

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

Parametri indipendenti	
STATO LIMITE	SLV
a_g	0,131 g
F_a	2,634
T_a	0,301 s
S_a	1,200
C_a	1,398
S_r	1,000
q	2,400

Parametri dipendenti	
S	1,200
η	0,417
T_B	0,140 s
T_C	0,421 s
T_D	2,123 s

Espressioni dei parametri dipendenti

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

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

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

$$T_C = C_a \cdot T_C' \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

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

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

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

$$T_B \leq T < T_C \quad S_a(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_a$$

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

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

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

Punti dello spettro di risposta	
T [s]	Se [g]
0,000	0,157
0,140	0,172
0,421	0,172
0,502	0,145
0,583	0,124
0,664	0,109
0,746	0,097
0,827	0,088
0,908	0,080
0,989	0,073
1,070	0,068
1,151	0,063
1,232	0,059
1,313	0,055
1,394	0,052
1,475	0,049
1,556	0,047
1,637	0,044
1,718	0,042
1,799	0,040
1,880	0,039
1,961	0,037
2,042	0,036
2,123	0,034
2,213	0,031
2,302	0,029
2,391	0,027
2,481	0,026
2,570	0,026
2,660	0,026
2,749	0,026
2,838	0,026
2,928	0,026
3,017	0,026
3,106	0,026
3,196	0,026
3,285	0,026
3,374	0,026
3,464	0,026
3,553	0,026
3,643	0,026
3,732	0,026
3,821	0,026
3,911	0,026
4,000	0,026

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

Parametri indipendenti	
STATO LIMITE	SLV
a_{gv}	0,064 g
S_{gv}	1,000
S_r	1,000
q	1,500
T_B	0,050 s
T_C	0,150 s
T_D	1,000 s

Parametri dipendenti	
F_a	1,288
S	1,000
η	0,667

Espressioni dei parametri dipendenti

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

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

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

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

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

$$T_B \leq T < T_C \quad S_a(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_a$$

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

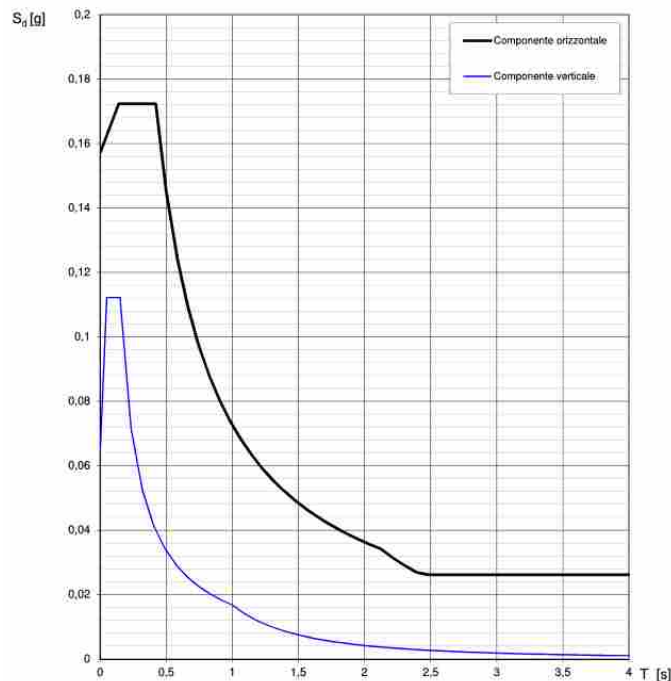
$$T_D \leq T \quad S_a(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_a \cdot \left(\frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right)$$

Punti dello spettro di risposta	
T [s]	Se [g]
0,000	0,064
0,050	0,112
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	0,025
0,745	0,023
0,830	0,020
0,915	0,018
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	0,005
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

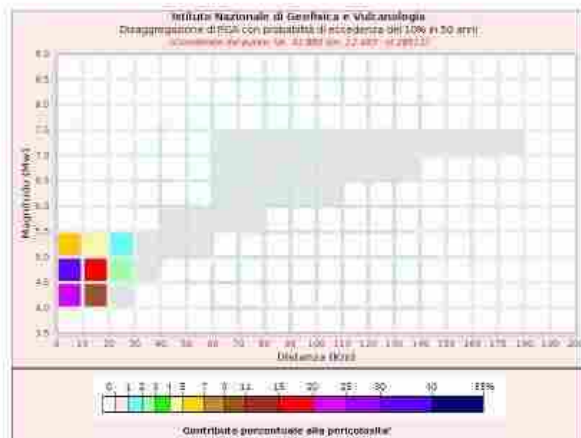
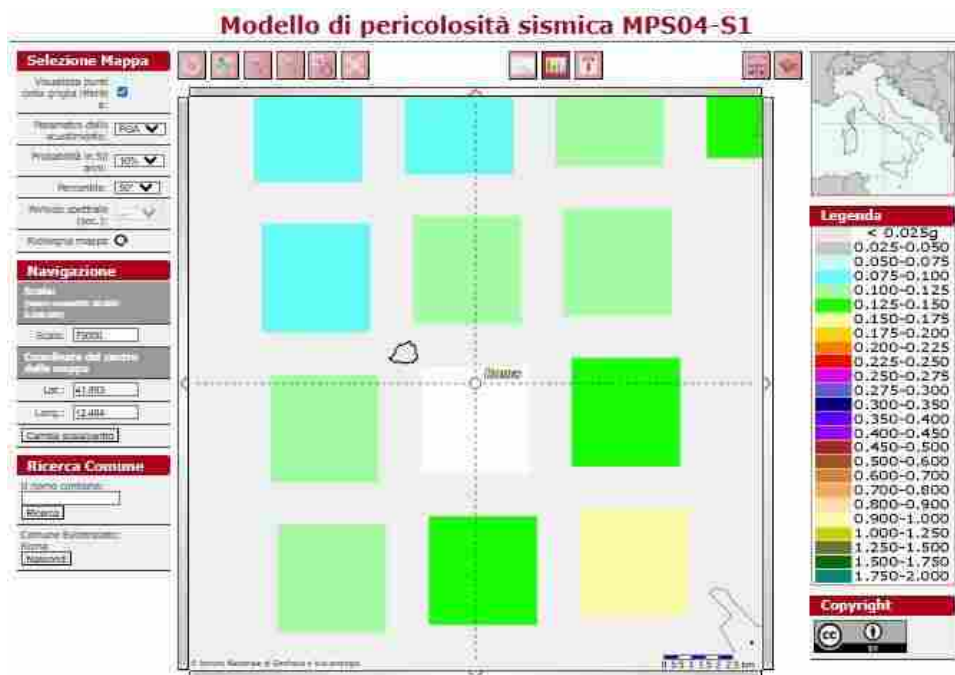
La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

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



DISAGREGAZIONE SLV (<https://esse1-gis.mi.ingv.it/>)

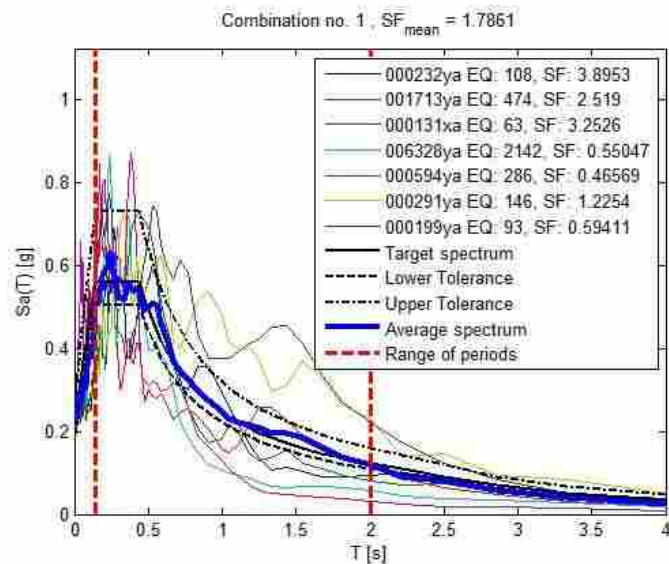


Disaggregazione di PGA con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni
(Coordinate del punto: Lat. 41.893 km. 12.484 - 42.893)

Distanza (km)	Magnitudo (Mw)									
	3.0-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5
0-10	0.0000	2.3400	31.8000	5.5300	0.3000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
10-20	0.0000	9.1500	17.4000	4.5400	0.5000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
20-30	0.0000	6.5120	3.4000	1.1300	0.1000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
30-40	0.0000	0.0000	0.1000	0.0100	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
40-50	0.0000	0.0000	0.0000	0.0100	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
50-60	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
60-70	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
70-80	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
80-90	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
90-100	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
100-110	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
110-120	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
120-130	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
130-140	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
140-150	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
150-160	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
160-170	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
170-180	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
180-190	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
190-200	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

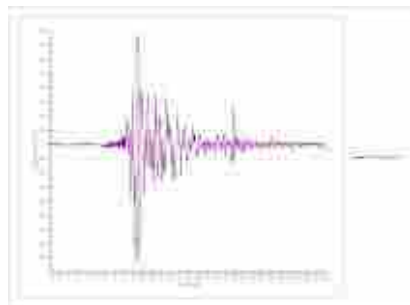
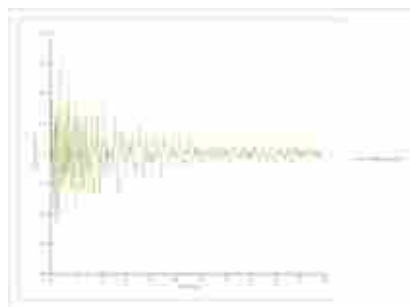
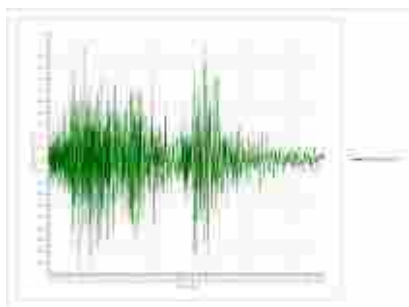
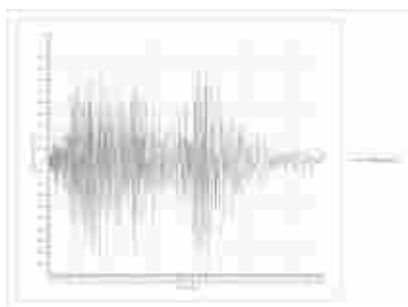
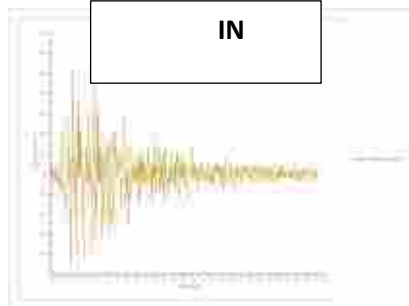
Valori medi		
Magnitudo	Distanza	Contributo
4.32	31.7	1.1

ACCELEROGRAMMI DI INPUT SLV (Rexel v3.5)

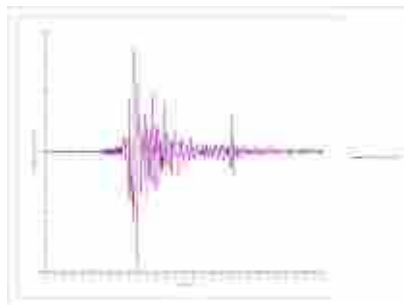
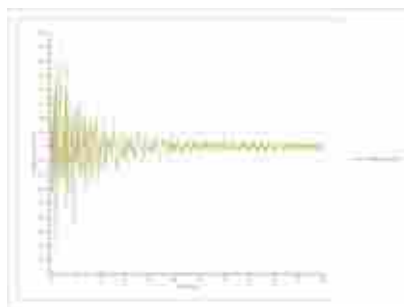
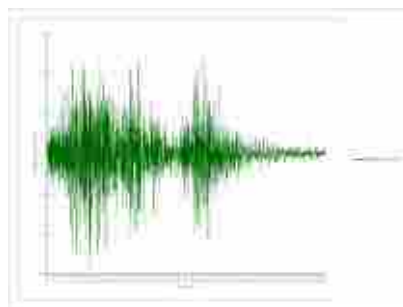
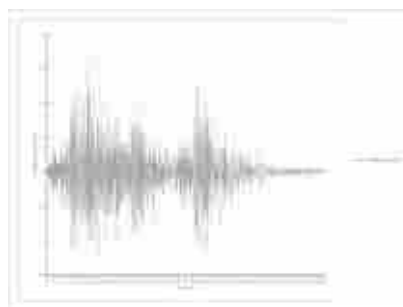
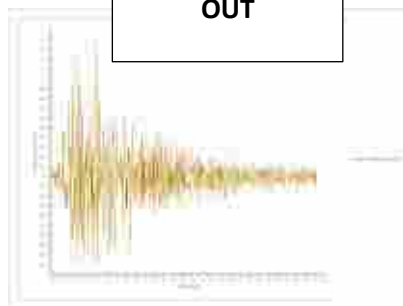


Waveform ID	Earthquake ID	Station ID	Earthquake Name	Date	Mw	Fault Mechanism	Epicentral Distance [km]	PGA_X [m/s^2]	PGA_Y [m/s^2]	PGV_X [m/s]	PGV_Y [m/s]	ID_X	ID_Y	Np_X	Np_Y	EC8 Site class		
232	108	ST77	Montenegro (aftershock)	24/05/1979	6.2	thrust	20	0.56	0.5426	0.0363	0.0431	123.989	110.203	0.6945	0.71438	B		
1713	474	ST1257	Ano Liosia	07/09/1999		6 normal	18	10.872	0.839	0.1017	0.1045	36.159	41.684	0.97949	0.52398	B		
131	63	ST28	Friuli (aftershock)	15/09/1976		6 thrust	14	0.6498		12.025	0.0543	0.0774	75.169	5.447	0.81779	0.65981	B	
6328	2142	ST2484	South Iceland (aftershock)		6.4	strike slip	12	32.645	38.393	0.1988	0.2005	118.006	93.067	0.62823	0.62828	B		
594	286	ST60	Umbria Marche	26/09/1997		6 normal	11	51.383	45.383	0.319	0.2902	12.591	13.382	0.8242	0.81419	B		
291	146	ST276	Campano Lucano	23/11/1980	6.9	normal	16	15.256	17.247	0.271	0.2745	158.452	177.004	0.7465	0.92385	B		
199	93	ST67	Montenegro		6.9	thrust	16	36.801	35.573	0.421	0.5202	79.992	102.063	11.525	0.84401	B		
mean:					6,342857143		15,28571429	2,272214286	2,320528571	0,2003	0,215771429	10,25252857	10,17587143	0,834749904	0,729784548			

IN

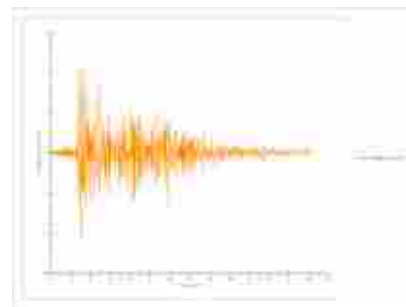
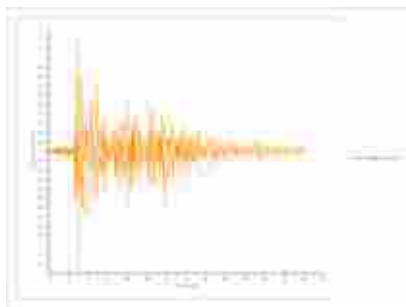
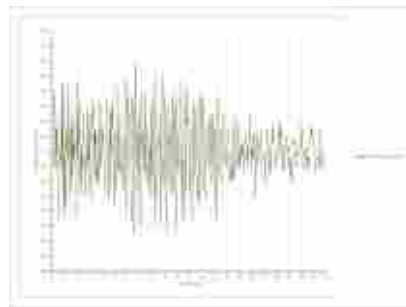
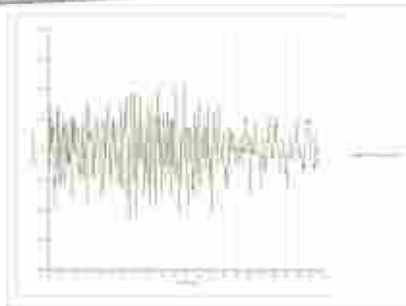


OUT



GeoProjecta

srl servizi per la geologia e l'ingegneria



Fattori di amplificazione ICMS 2018

Tai	0.260 [s]
Tvi	1.200 [s]
Tao	0.190 [s]
Tvo	0.490 [s]
Sami	1.961 [m/s ²]
Svmi	0.168 [m/s]
Samo	3.958 [m/s ²]
Svmo	0.204 [m/s]
Fa	2.018 [-]
Fv	1.219 [-]
TB	0.108 [s]
TC	0.324 [s]
TD	2.271 [s]
SA(0)	1.645 [m/s ²]
SA(TB)	3.958 [m/s ²]

Fattori di amplificazione su intensità spettrale

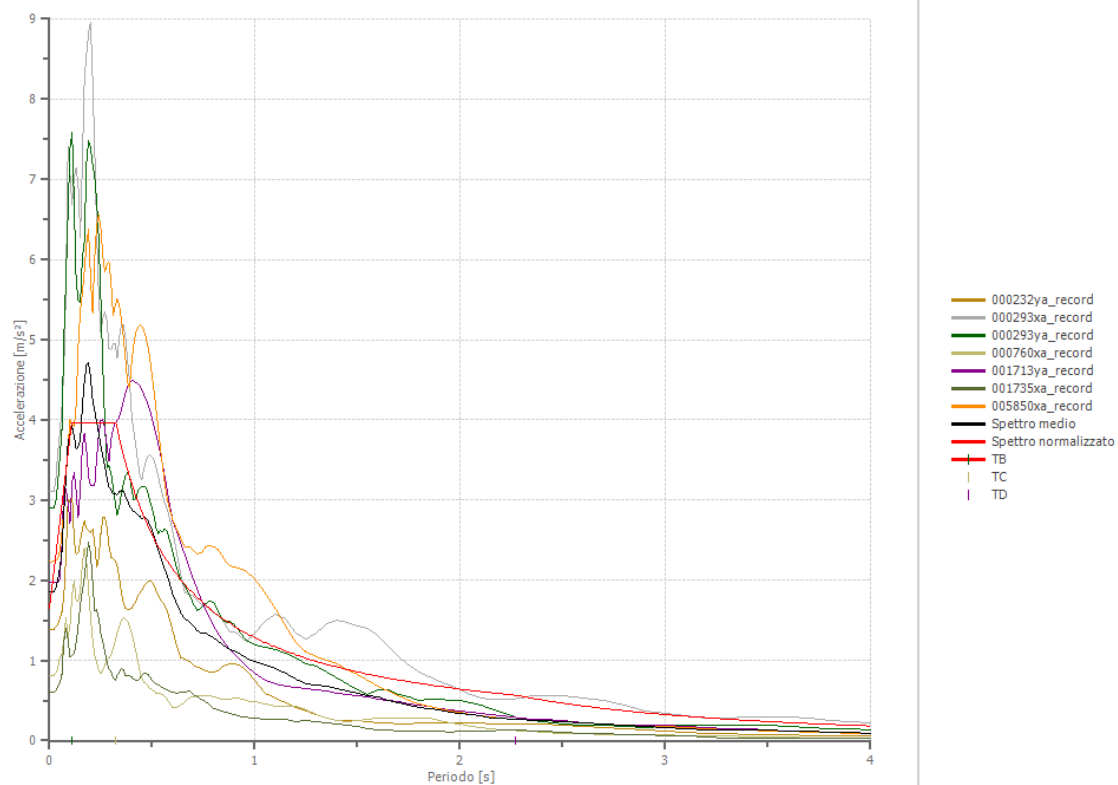
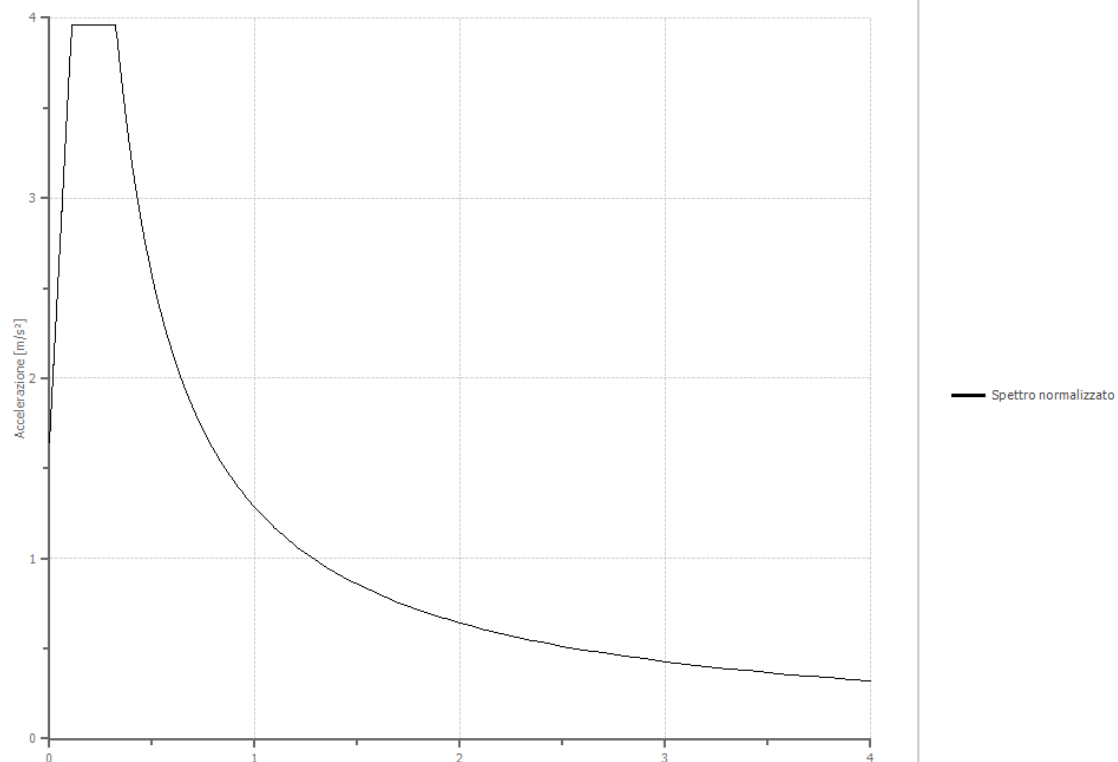
Periodo minino [s]	Periodo massimo [s]	Int. Housner input [m]	Int. Housner output [m]	Int. Housner input/output [m]	FA
-----------------------	---------------------------	------------------------------	-------------------------------	-------------------------------------	----

Spettro normalizzato di risposta elastico

Parametri spettro normalizzato

Ag [m/s ²]	F0	Tc*	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [m/s ²]	Se(TB) [m/s ²]	S
1.645	2.406202	--	0.108	0.324	2.271	1.645	3.958	1.233

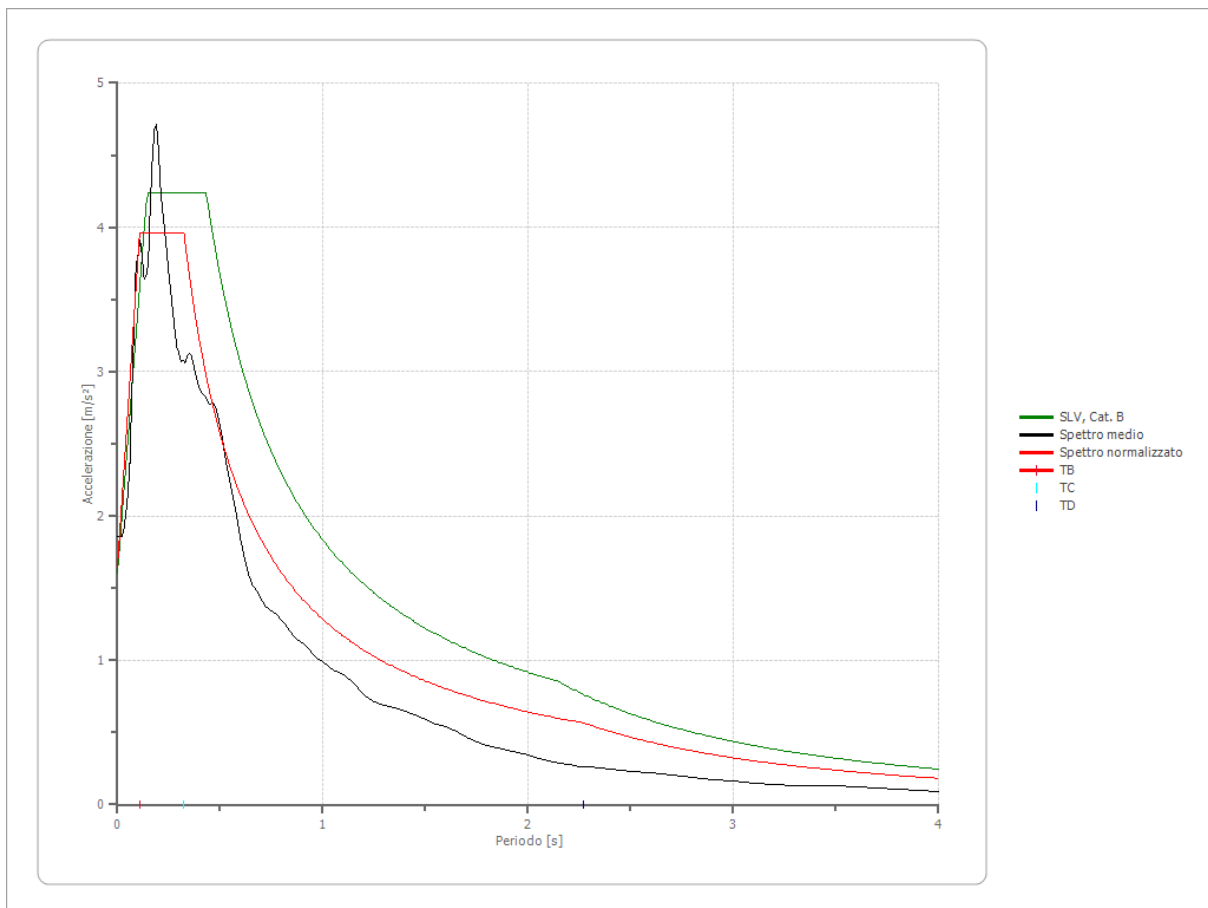
Confronto tra gli spettri



Confronto spettro normativa

Tipo di spettro: Spettro di risposta elastico

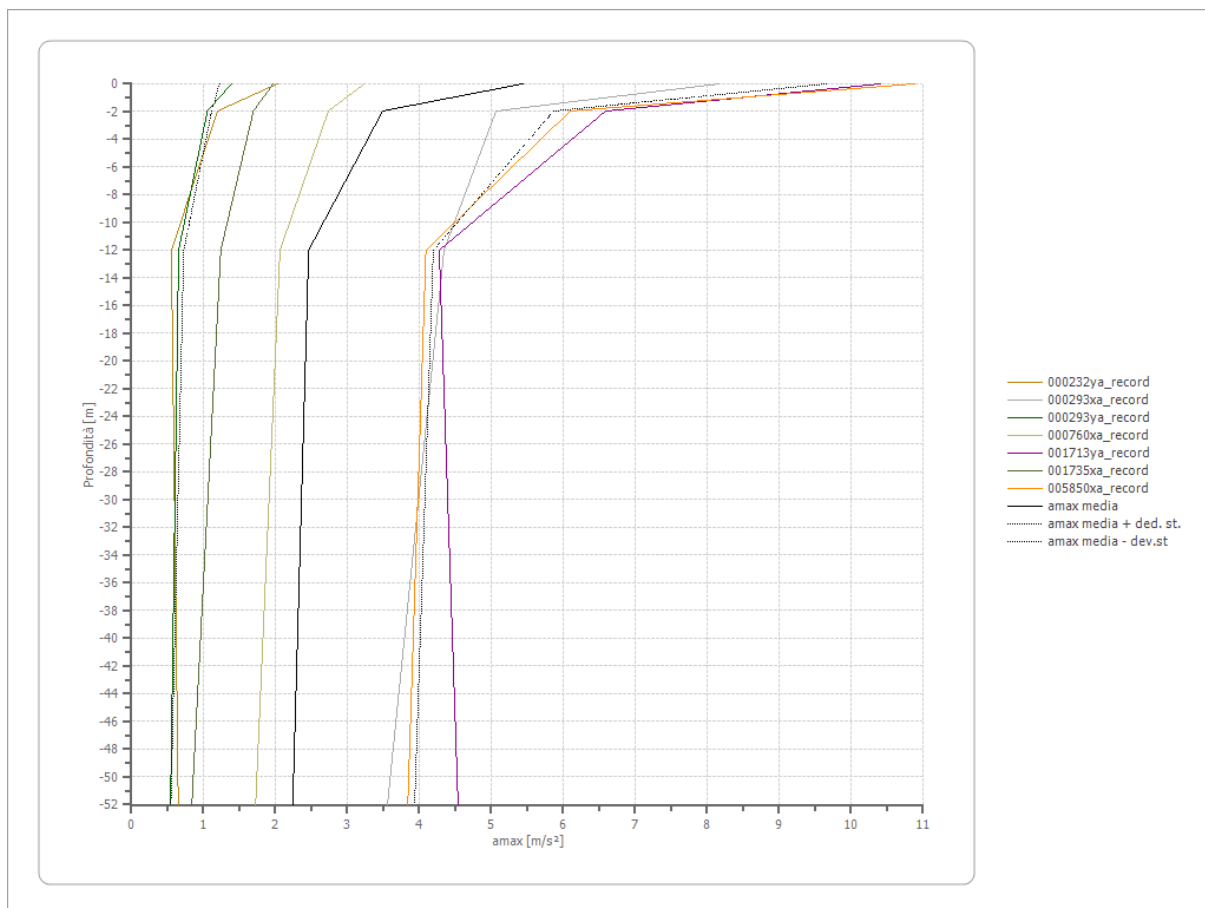
	Operatività SLO	Danno SLD	Salvaguardia vita SLV	Prev. collasso SLC
Tr [anni]	60	101	949	1950
ag [m/s ²]	0.540	0.657	1.334	1.628
Fo	2.517	2.544	2.65	2.65
Tc* [s]	0.274	0.283	0.311	0.324
Ss	1.20	1.20	1.20	1.20
St	1.00	1.00	1.00	1.00
Cc	1.43	1.42	1.39	1.38
TB [s]	0.130	0.134	0.144	0.149
TC [s]	0.390	0.401	0.432	0.447
TD [s]	1.820	1.868	2.144	2.264
Se(0) [m/s ²]	0.648	0.788	1.601	1.954
Se(TB) [m/s ²]	1.631	2.006	4.242	5.177



Profilo a max

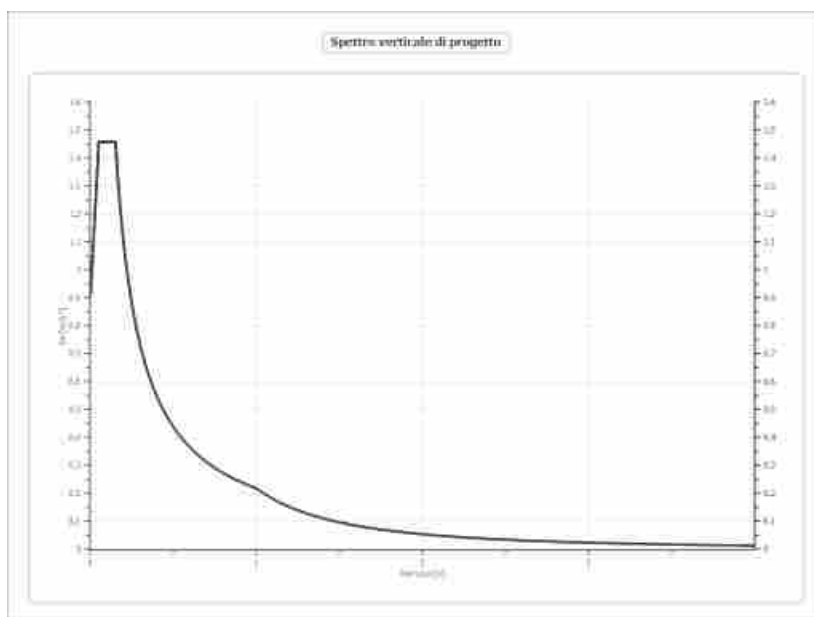
	0.0 [m]	2.0 [m]	12.0 [m]	52.0 [m]
000232ya_record [m/s ²]	2.025	1.197	0.555	0.650

000293xa_record [m/s ²]	8.166	5.065	4.344	3.557
000293ya_record [m/s ²]	1.390	1.055	0.656	0.543
000760xa_record [m/s ²]	3.235	2.736	2.064	1.725
001713ya_record [m/s ²]	10.404	6.590	4.277	4.538
001735xa_record [m/s ²]	1.969	1.694	1.241	0.839
005850xa_record [m/s ²]	10.884	6.097	4.092	3.839
media [m/s ²]	5.439	3.491	2.461	2.242
Dev. St. [m/s ²]	4.217	2.376	1.734	1.694



Spettro verticale di progetto

Ag [m/s ²]	F0	Tc*	Fv	q	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [m/s ²]	Se(TB) [m/s ²]
1.645	2.406	0.150	1.330	1.5	0.050	0.150	1.000	0.909	1.459



**STATO LIMITE DI ESERCIZIO
SLD**

SLD - RICERCA SPETTRI (Spettri-NTCver.1.0.3)

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

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLD
a_g	0,062 g
F_a	2,514
T_C	0,279 s
S_a	1,200
C_a	1,420
S_T	1,000
q	2,400

Parametri dipendenti

S	1,200
η	0,417
T_B	0,132 s
T_D	0,396 s
T_0	1,649 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_a \cdot S_T \quad (\text{NTC-06 Eq. 3.2.5})$$

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

$$T_B = T_C / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.6})$$

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

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

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

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

$$T_B \leq T < T_C \quad S_a(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_a$$

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

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

Lo spettro di progetto $S_d(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_e(T)$ sostituendo η con $1/q$, dove q è il fattore di struttura. (NTC-06 § 3.2.3.5)

Punti dello spettro di risposta

T [s]	S_e [g]
0,000	0,076
0,132	0,076
0,396	0,076
0,465	0,067
0,534	0,058
0,604	0,051
0,673	0,046
0,742	0,042
0,811	0,038
0,880	0,035
0,950	0,033
1,019	0,030
1,088	0,029
1,157	0,027
1,226	0,025
1,296	0,024
1,365	0,023
1,434	0,022
1,503	0,021
1,573	0,020
1,642	0,019
1,711	0,018
1,780	0,017
1,849	0,017
1,952	0,015
2,054	0,014
2,157	0,012
2,259	0,011
2,361	0,010
2,464	0,009
2,566	0,009
2,669	0,008
2,771	0,007
2,873	0,007
2,976	0,006
3,078	0,006
3,181	0,006
3,283	0,005
3,386	0,005
3,488	0,005
3,590	0,004
3,693	0,004
3,795	0,004
3,898	0,004
4,000	0,004

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

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLD
a_{gv}	0,021 g
S_{av}	1,000
S_T	1,000
q	1,500
T_B	0,050 s
T_C	0,150 s
T_0	1,000 s

Parametri dipendenti

F_a	0,847
S	1,000
η	0,667

Espressioni dei parametri dipendenti

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

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

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

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

$$0 \leq T < T_B \quad S_a(T) = a_{gv} \cdot S \cdot \eta \cdot F_a \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta} F_a \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_a(T) = a_{gv} \cdot S \cdot \eta \cdot F_a$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_a(T) = a_{gv} \cdot S \cdot \eta \cdot F_a \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_a(T) = a_{gv} \cdot S \cdot \eta \cdot F_a \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

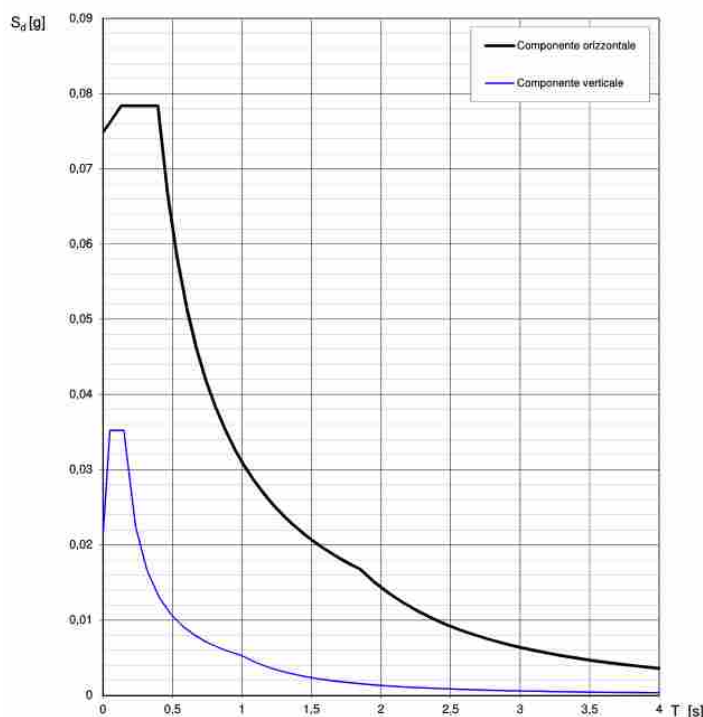
Punti dello spettro di risposta

T [s]	S_e [g]
0,000	0,021
0,050	0,035
0,150	0,035
0,235	0,022
0,320	0,017
0,405	0,013
0,490	0,011
0,575	0,009
0,660	0,008
0,745	0,007
0,830	0,006
0,915	0,006
1,000	0,005
1,094	0,004
1,188	0,004
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	0,002
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	0,001
3,250	0,001
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

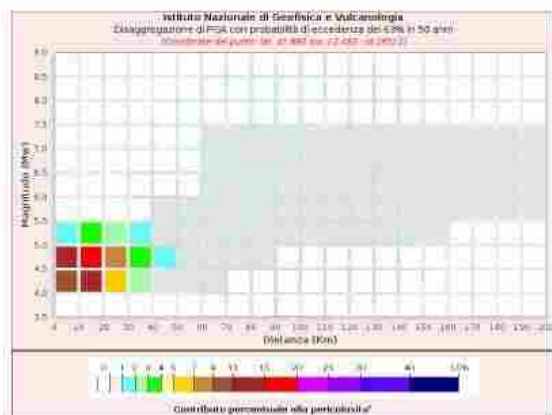
La verifica dell'adeguatezza del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dell.

La verifica dell'adeguatezza 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



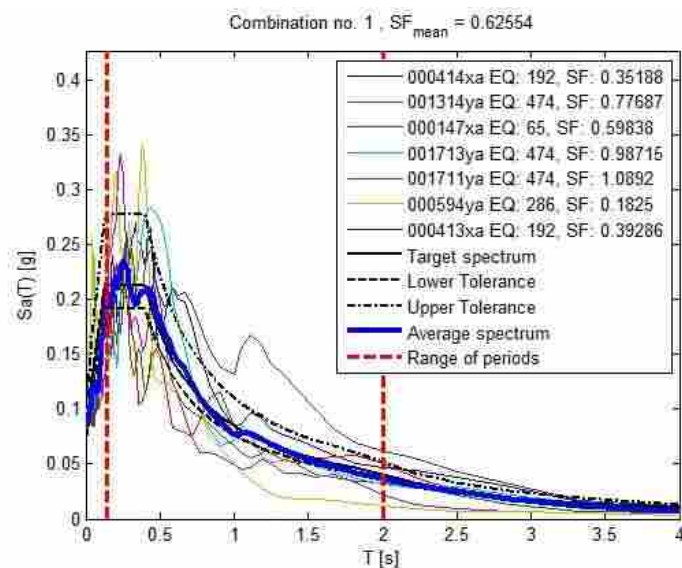
DISAGREGAZIONE - SLD (<https://esse1-gis.mi.ingv.it/>)



Disaggregazione di PSA con probabilità di eccedere del 4.9% in 50 anni (Coordinate del punto: lat. 41.883 lon. 12.484 - 41.883 12.484)											
Distanza (Km)	Magnitudine (Mw)										
	3.0- 4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0- 5.5	5.5- 6.0	6.0- 6.5	6.5- 7.0	7.0- 7.5	7.5- 8.0	8.0- 8.5	8.5- 9.0
0-10	0.0000	10.0000	11.2000	1.5400	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
10-20	0.0000	12.7000	17.8000	2.5800	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
20-30	0.0000	5.2900	9.4000	2.1000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
30-40	0.0000	2.0100	3.7600	1.3600	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
40-50	0.0000	0.5340	1.2300	0.8700	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
50-60	0.0000	0.1384	0.3500	0.4180	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
60-70	0.0000	0.0305	0.1310	0.2310	0.1200	0.0915	0.0807	0.0425	0.0000	0.0000	0.0000
70-80	0.0000	0.0100	0.1010	0.4430	0.3770	0.5010	0.6240	0.3480	0.0000	0.0000	0.0000
80-90	0.0000	0.0000	0.0104	0.3888	0.5730	0.7110	0.7690	0.6350	0.0000	0.0000	0.0000
90-100	0.0000	0.0000	0.0000	0.1790	0.4990	0.7750	0.8830	0.5110	0.0000	0.0000	0.0000
100-110	0.0000	0.0000	0.0000	0.0654	0.3660	0.6100	0.6970	0.4710	0.0000	0.0000	0.0000
110-120	0.0000	0.0000	0.0000	0.0184	0.3400	0.4810	0.5590	0.3950	0.0000	0.0000	0.0000
120-130	0.0000	0.0000	0.0000	0.0032	0.1340	0.2830	0.3880	0.3170	0.0000	0.0000	0.0000
130-140	0.0000	0.0000	0.0000	0.0011	0.0752	0.1760	0.2390	0.1980	0.0000	0.0000	0.0000
140-150	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0431	0.1260	0.0907	0.0840	0.0000	0.0000	0.0000
150-160	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0236	0.0825	0.0767	0.0334	0.0000	0.0000	0.0000
160-170	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0117	0.0482	0.0600	0.0459	0.0000	0.0000	0.0000
170-180	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0069	0.0221	0.0467	0.0353	0.0000	0.0000	0.0000
180-190	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0044	0.0217	0.0389	0.0410	0.0000	0.0000	0.0000
190-200	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0013	0.0124	0.0230	0.0313	0.0000	0.0000	0.0000

Valori finali		
Magnitudine	Distanza	Spettro
4.91	20.1	0.677

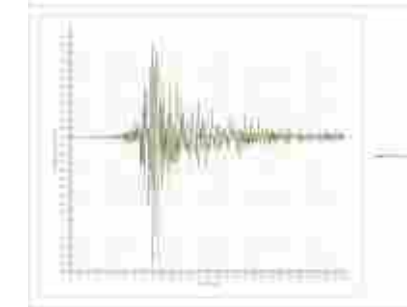
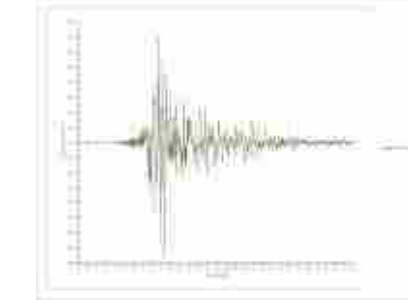
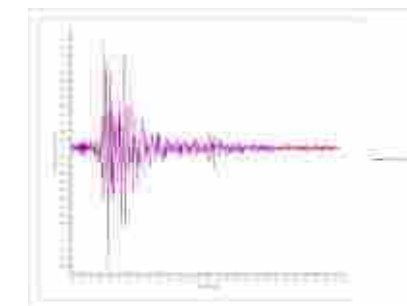
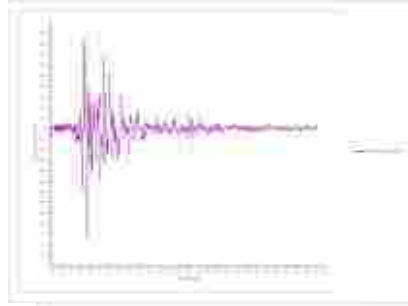
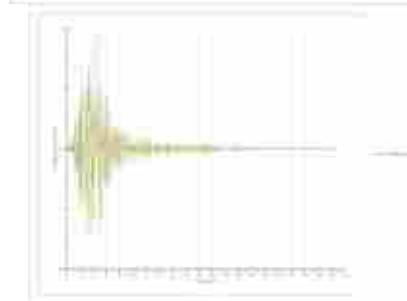
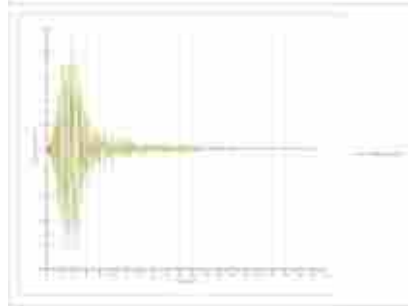
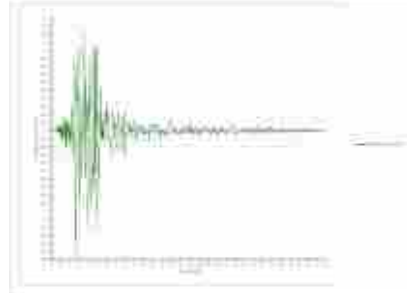
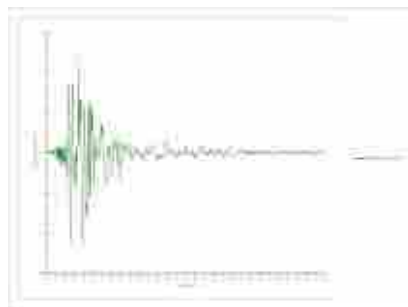
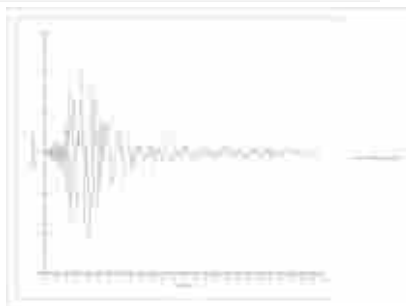
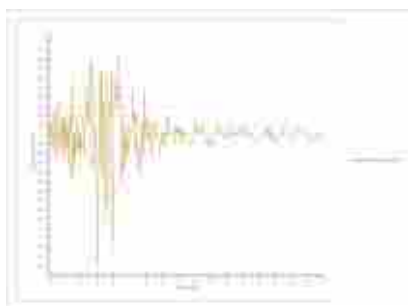
ACCELEROGRAMMI DI INPUT SLD (Rexel v3.5)

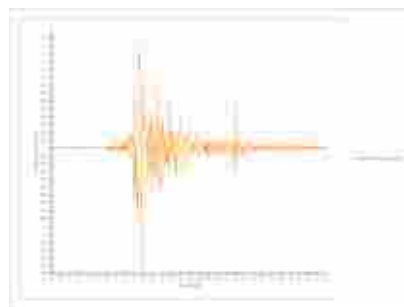
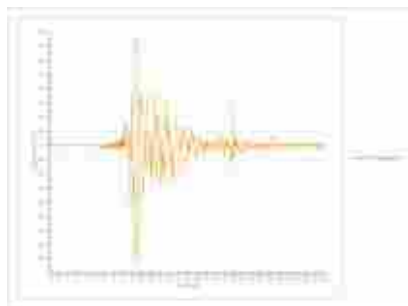


Waveform ID	Earthquake ID	Station ID	Earthquake Name	Date	Mw	Fault Mechanism	Epicentral Distance [km]	PGA_X [m/s ²]	PGA_Y [m/s ²]	PGV_X [m/s]	PGV_Y [m/s]	ID_X	ID_Y	Np_X	Np_Y	EC8 Site class
414	192	ST163	Kalamata	13/09/1986	5.9	normal	11	23.537	26.703	0.315	0.2354	46.544	73.619	0.90727	0.63047	B
1314	474	ST1101	Ano Liosia	07/09/1999	6	normal	17	1.171	10.661	0.0874	0.0881	58.033	43.468	0.48015	0.69801	B
147	65	ST28	Friuli (aftershock)	15/09/1976	6	thrust	14	13.841	23.189	0.118	0.1869	45.986	32.076	0.66389	0.55654	B
1713	474	ST1257	Ano Liosia	07/09/1999	6	normal	18	10.872	0.839	0.1017	0.1045	36.159	41.684	0.97949	0.52398	B
1711	474	ST1255	Ano Liosia	07/09/1999	6	normal	20	0.8549	0.7604	0.074	0.0514	51.503	64.717	0.86781	0.47106	B
594	286	ST60	Umbria Marche	26/09/1997	6	normal	11	51.383	45.383	0.319	0.2902	12.591	13.382	0.8242	0.81419	B
413	192	ST164	Kalamata	13/09/1986	5.9	normal	10	21.082	29.095	0.3271	0.3226	54.085	57.724	0.88782	0.68617	B
mean:					5,971428571		14,42857143	2,013914286	2,1575	0,191742857	0,182728571	5,974571429	6,387257143	0,801517999	0,625776565	

IN

OUT





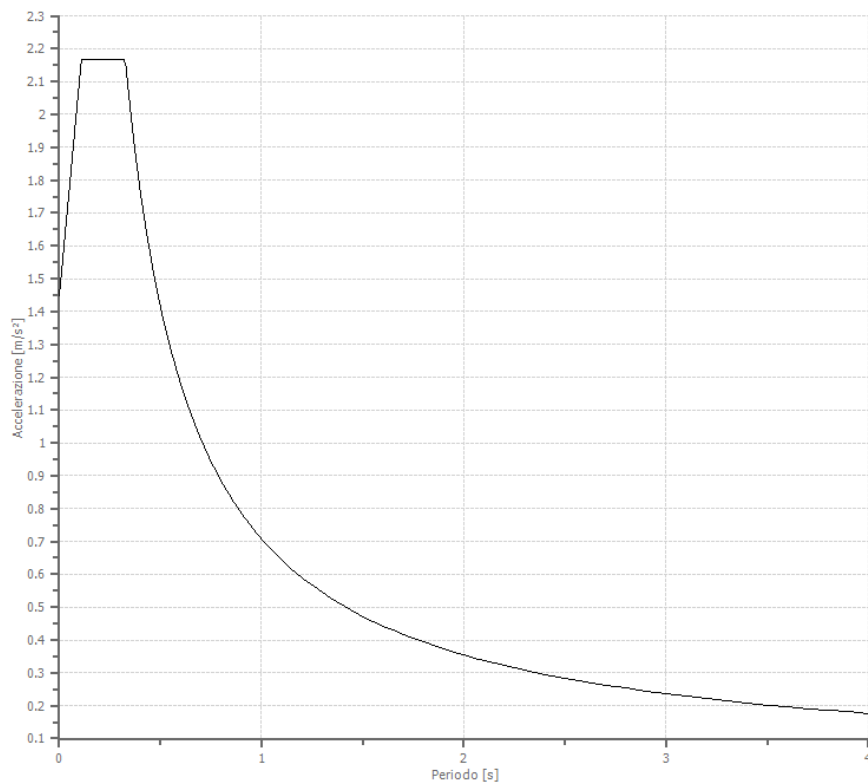
Fattori di amplificazione ICMS 2018

Tai	0.250 [s]
Tvi	0.600 [s]
Tao	0.160 [s]
Tvo	2.700 [s]
Sami	1.636 [m/s ²]
Svmi	0.117 [m/s]
Samo	2.166 [m/s ²]
Svmo	0.113 [m/s]
Fa	1.324 [-]
Fv	0.967 [-]
TB	0.109 [s]
TC	0.327 [s]
TD	2.190 [s]
SA(0)	1.447 [m/s ²]
SA(TB)	2.166 [m/s ²]

Fattori di amplificazione su intensità spettrale

Periodo minino [s]	Periodo massimo [s]	Int. Housner input [m]	Int. Housner output [m]	Int. Housner input/output [m]	FA
-----------------------	---------------------------	------------------------------	-------------------------------	-------------------------------------	----

Spettro normalizzato di risposta elastico

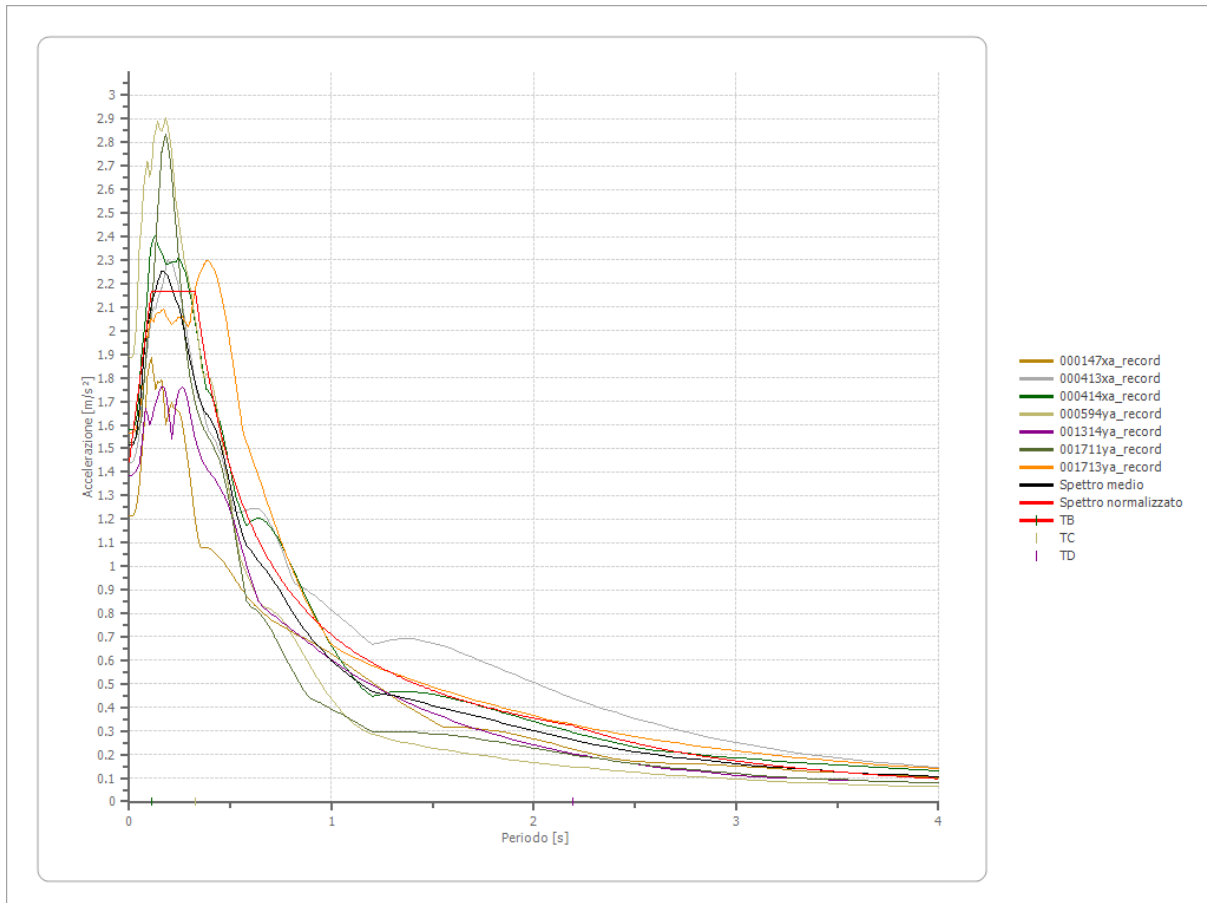


— Spettro normalizzato

Parametri spettro normalizzato

Ag [m/s ²]	F0	Tc*	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [m/s ²]	Se(TB) [m/s ²]	S
1.447	1.496803	--	0.109	0.327	2.190	1.447	2.166	2.202

Confronto tra gli spettri

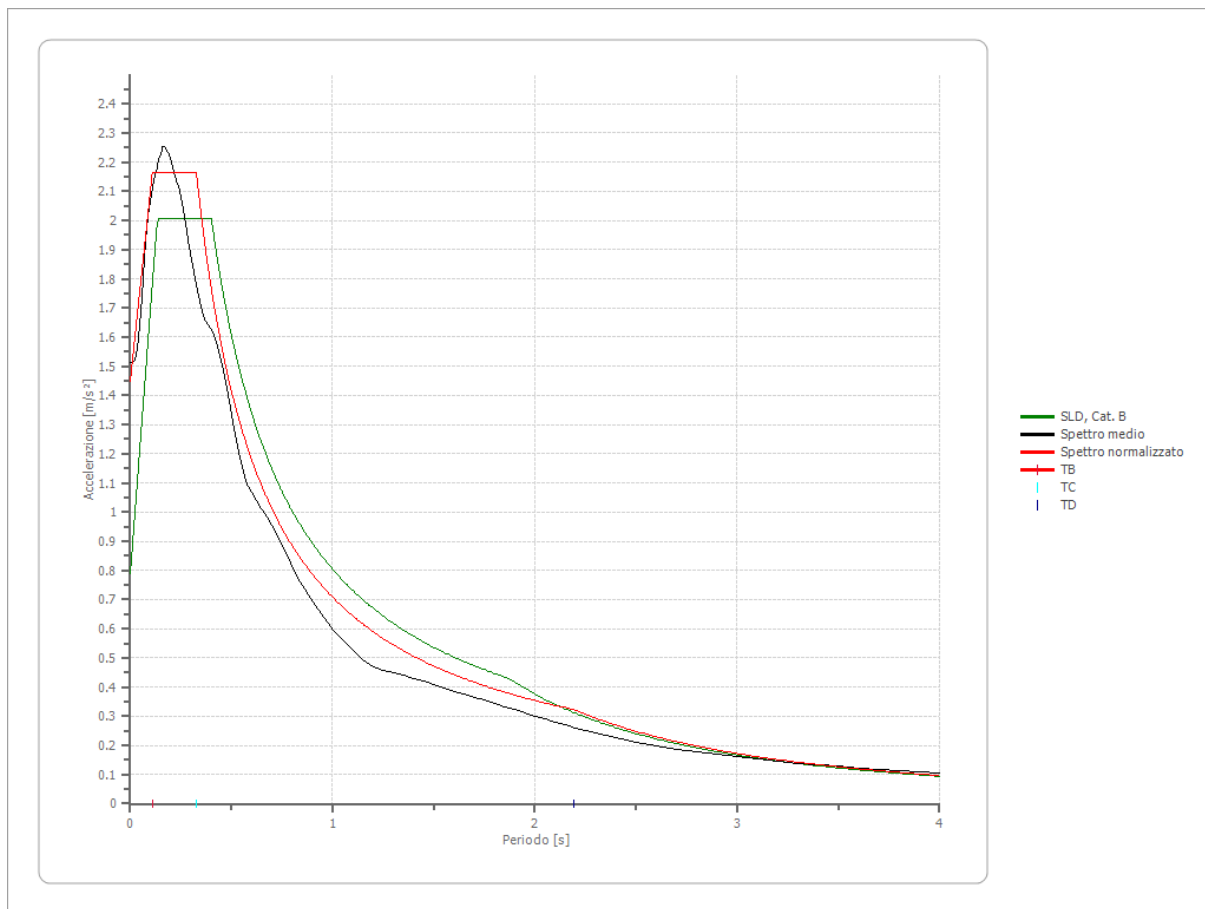


Confronto spettro normativa

Tipo di spettro: Spettro di risposta elastico

	Operatività SLO	Danno SLD	Salvaguardia vita SLV	Prev. collasso SLC
Tr [anni]	60	101	949	1950
ag [m/s ²]	0.540	0.657	1.334	1.628
Fo	2.517	2.544	2.65	2.65
Tc* [s]	0.274	0.283	0.311	0.324
Ss	1.20	1.20	1.20	1.20
St	1.00	1.00	1.00	1.00
Cc	1.43	1.42	1.39	1.38
TB [s]	0.130	0.134	0.144	0.149
TC [s]	0.390	0.401	0.432	0.447
TD [s]	1.820	1.868	2.144	2.264
Se(0) [m/s ²]	0.648	0.788	1.601	1.954

Se(TB) [m/s ²]	1.631	2.006	4.242	5.177
----------------------------	-------	-------	-------	-------

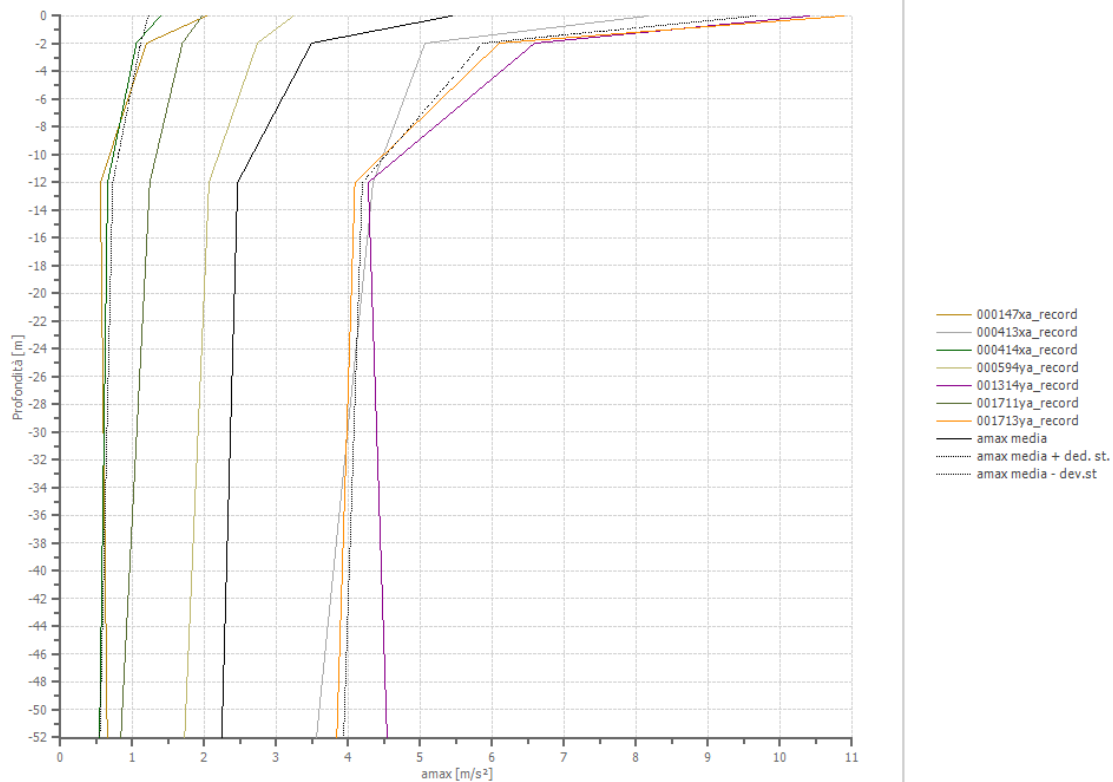
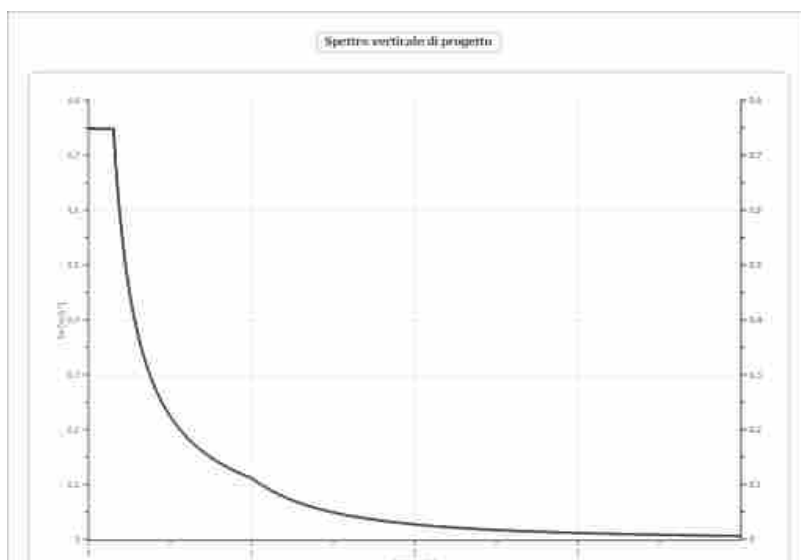


Profilo a max

	0.0 [m]	2.0 [m]	12.0 [m]	52.0 [m]
000147xa_record [m/s ²]	2.025	1.197	0.555	0.650
000413xa_record [m/s ²]	8.166	5.065	4.344	3.557
000414xa_record [m/s ²]	1.390	1.055	0.656	0.543
000594ya_record [m/s ²]	3.235	2.736	2.064	1.725
001314ya_record [m/s ²]	10.404	6.590	4.277	4.538
001711ya_record [m/s ²]	1.969	1.694	1.241	0.839
001713ya_record [m/s ²]	10.884	6.097	4.092	3.839
media [m/s ²]	5.439	3.491	2.461	2.242
Dev. St. [m/s ²]	4.217	2.376	1.734	1.694

Spettro verticale di progetto

Ag [m/s ²]	F0	Tc*	Fv	q	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [m/s ²]	Se(TB) [m/s ²]
1.447	1.497	0.150	0.776	1.5	0.050	0.150	1.000	0.750	0.749



**STATO LIMITE DI ESERCIZIO
SLO**

SLO - RICERCA SPETTRI (Spettri-NTCver.1.0.3)

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

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLO
a_g	0,051 g
F_a	2,514
T_c	0,266 s
S_a	1,200
C_a	1,434
S_d	1,000
q	2,400

Parametri dipendenti

S	1,200
η	0,417
T_H	0,127 s
T_C	0,381 s
T_D	1,803 s

Espressioni dei parametri dipendenti

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

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

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

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

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

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

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

$$T_H \leq T < T_C \quad S_a(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_a$$

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

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

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

Punti dello spettro di risposta

T [s]	S_e [g]
0,000	0,061
0,127	0,064
0,381	0,064
0,449	0,054
0,517	0,047
0,584	0,042
0,652	0,037
0,720	0,034
0,787	0,031
0,855	0,028
0,923	0,026
0,991	0,025
1,058	0,023
1,126	0,022
1,194	0,020
1,261	0,019
1,329	0,018
1,397	0,017
1,464	0,017
1,532	0,016
1,600	0,015
1,667	0,015
1,735	0,014
1,803	0,013
1,907	0,012
2,012	0,011
2,117	0,010
2,221	0,009
2,326	0,008
2,431	0,007
2,535	0,007
2,640	0,006
2,744	0,006
2,849	0,005
2,954	0,005
3,058	0,005
3,163	0,004
3,268	0,004
3,372	0,004
3,477	0,004
3,581	0,003
3,686	0,003
3,791	0,003
3,895	0,003
4,000	0,003

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

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLO
a_{gv}	0,015 g
S_{dv}	1,000
S_{dv}	1,000
q	1,500
T_H	0,050 s
T_C	0,150 s
T_D	1,000 s

Parametri dipendenti

F_v	0,764
S	1,000
η	0,667

Espressioni dei parametri dipendenti

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

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

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

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

$$0 \leq T < T_H \quad S_d(T) = a_{gv} \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \left[\frac{T}{T_H} + \frac{1}{\eta \cdot F_v} \left(1 - \frac{T}{T_H} \right) \right]$$

$$T_H \leq T < T_C \quad S_d(T) = a_{gv} \cdot S \cdot \eta \cdot F_v$$

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

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

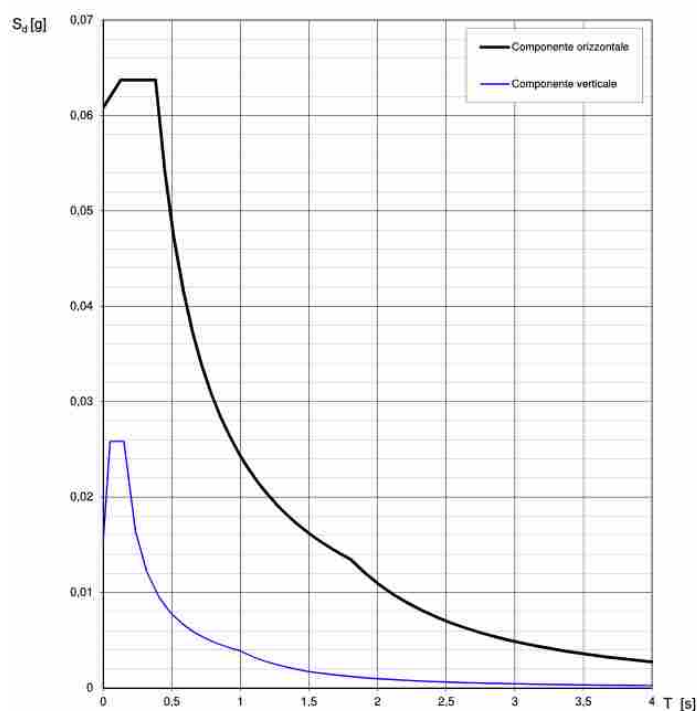
Punti dello spettro di risposta

T [s]	S_e [g]
0,000	0,015
0,050	0,026
0,150	0,026
0,235	0,016
0,320	0,012
0,405	0,010
0,490	0,008
0,575	0,007
0,660	0,006
0,745	0,005
0,830	0,005
0,915	0,004
1,000	0,004
1,094	0,003
1,188	0,003
1,281	0,002
1,375	0,002
1,469	0,002
1,563	0,002
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	0,001
2,688	0,001
2,781	0,001
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

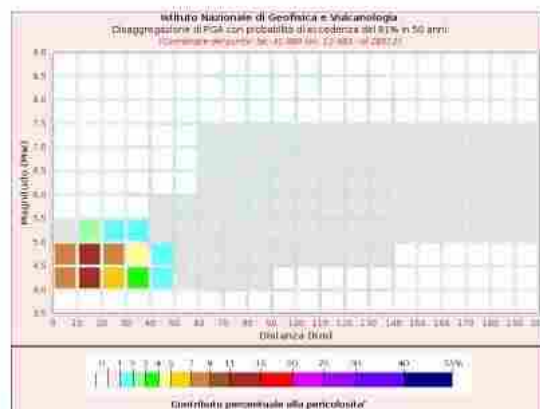
La verifica dell'adeguatezza del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dell'.

La verifica dell'adeguatezza 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: SLO



DISAGGREGAZIONE – SLO (<https://esse1-gis.mi.ingv.it/>)



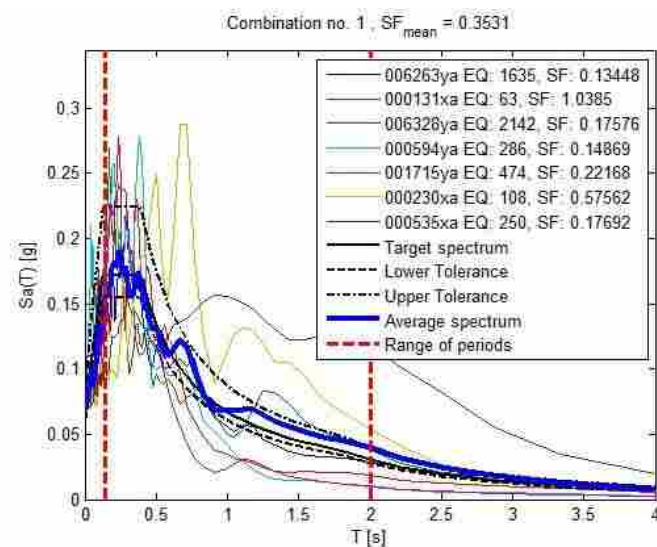
Disaggregazione di PGA con probabilità di eccedenza del 82% in 50 anni
(Coordinate del punto: Lat: 45.882 Long: 12.403 - lat: 1281.2)

Distanza (km)	Pericolosità (PGA)									
	1.0-1.5	1.5-2.0	2.0-2.5	2.5-3.0	3.0-3.5	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0
0-10	0.0000	7.2900	7.1200	6.9500	6.7800	6.6100	6.4400	6.2700	6.1000	5.9300
10-20	0.0000	12.8000	12.6000	12.4000	12.2000	12.0000	11.8000	11.6000	11.4000	11.2000
20-30	0.0000	6.3000	6.1400	5.9800	5.8200	5.6600	5.5000	5.3400	5.1800	5.0200
30-40	0.0000	3.0100	2.8600	2.7100	2.5600	2.4100	2.2600	2.1100	1.9600	1.8100
40-50	0.0000	1.0600	1.0000	0.9400	0.8800	0.8200	0.7600	0.7000	0.6400	0.5800
50-60	0.0000	0.4570	0.4340	0.4110	0.3880	0.3650	0.3420	0.3190	0.2960	0.2730
60-70	0.0000	0.2230	0.2100	0.1970	0.1840	0.1710	0.1580	0.1450	0.1320	0.1190
70-80	0.0000	0.0810	0.0760	0.0710	0.0660	0.0610	0.0560	0.0510	0.0460	0.0410
80-90	0.0000	0.0360	0.0330	0.0300	0.0270	0.0240	0.0210	0.0180	0.0150	0.0120
90-100	0.0000	0.0160	0.0140	0.0120	0.0100	0.0080	0.0060	0.0040	0.0020	0.0010
100-110	0.0000	0.0060	0.0050	0.0040	0.0030	0.0020	0.0010	0.0000	0.0000	0.0000
110-120	0.0000	0.0010	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
120-130	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
130-140	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
140-150	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
150-160	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
160-170	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
170-180	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
180-190	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
190-200	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Valori PGA

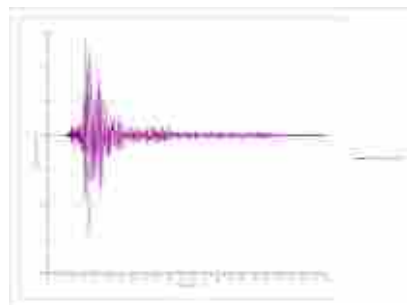
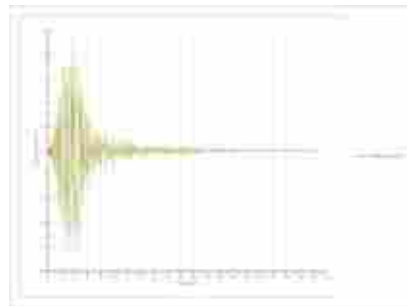
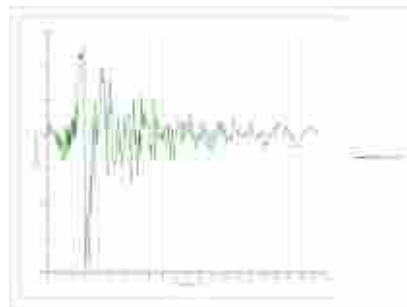
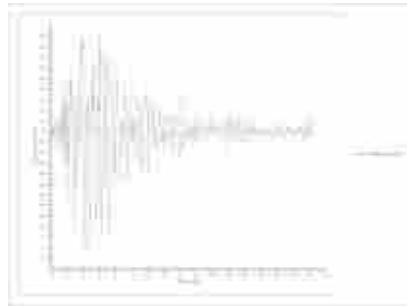
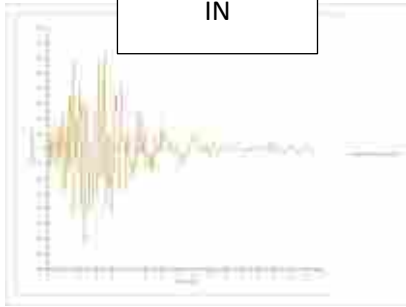
Pericolosità	Distanza	Equivalente
4.97	75.2	0.501

ACCELEROGRAMMI DI INPUT SLO (Rexel v3.5)

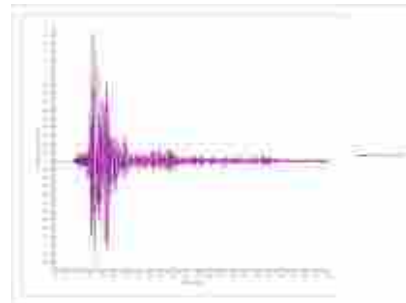
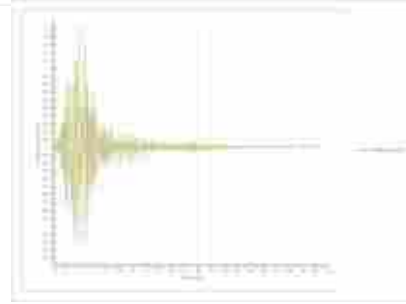
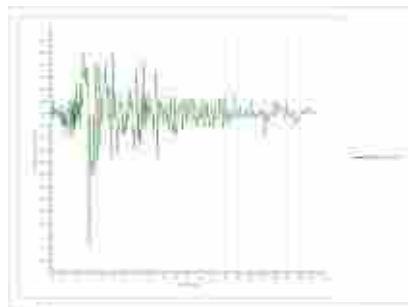
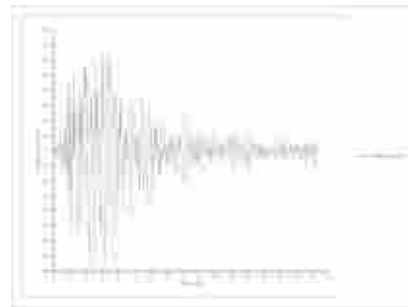
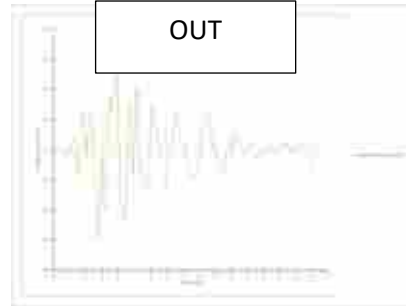


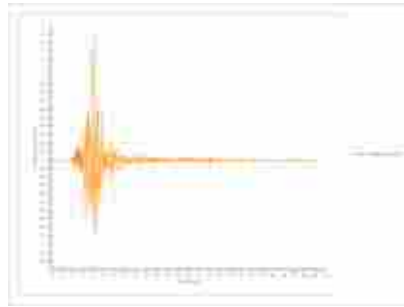
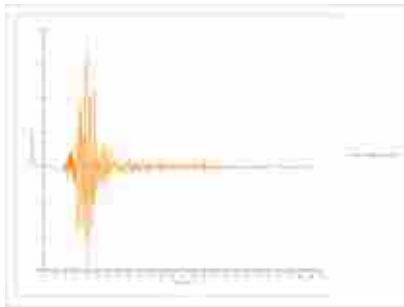
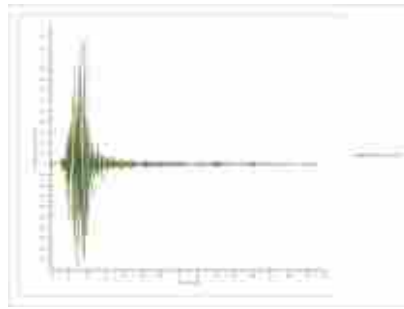
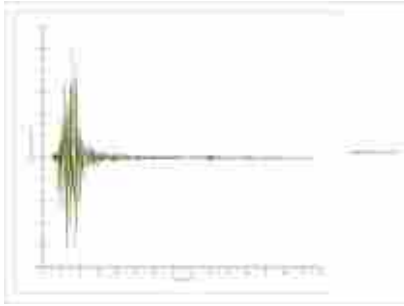
Waveform ID	Earthquake ID	Station ID	Earthquake Name	Date	Mw	Fault Mechanism	Epicentral Distance [km]	PGA_X [m/s^2]	PGA_Y [m/s^2]	PGV_X [m/s]	PGV_Y [m/s]	ID_X	ID_Y	Np_X	Np_Y	EC8 Site class
6263	1635	ST2484	South Iceland	17/06/2000	6.5	strike slip	7	61.359	5.018	0.3891	0.4975	146.079	62.454	0.53854	0.78512	B
131	63	ST28	Friuli (aftershock)	15/09/1976	6	thrust	14	0.6498	12.025	0.0543	0.0774	75.169	5.447	0.81779	0.65981	B
6328	2142	ST2484	South Iceland (aftershock)		6.4	strike slip	12	32.645	38.393	0.1988	0.2005	118.006	93.067	0.62823	0.62828	B
594	286	ST60	Umbria Marche	26/09/1997	6	normal	11	51.383	45.383	0.319	0.2902	12.591	13.382	0.8242	0.81419	B
1715	474	ST1259	Ano Liosia	07/09/1999	6	normal	14	32.001	30.441	0.2178	0.1744	5.319	7.995	0.49694	0.4401	B
230	108	ST73	Montenegro (aftershock)	24/05/1979	6.2	thrust	8	11.723	26.239	0.1886	0.2687	76.147	70.055	0.70388	0.84161	B
535	250	ST205	Erzincan		6.6	strike slip	13	38.142	50.275	10.177	0.7183	25.261	32.043	11.782	0.97309	B
mean:					6,242857143		11,28571429	3,3393	3,613371429	0,340757143	0,318142857	8,853742857	7,512271429	0,741115539	0,734599708	

IN



OUT





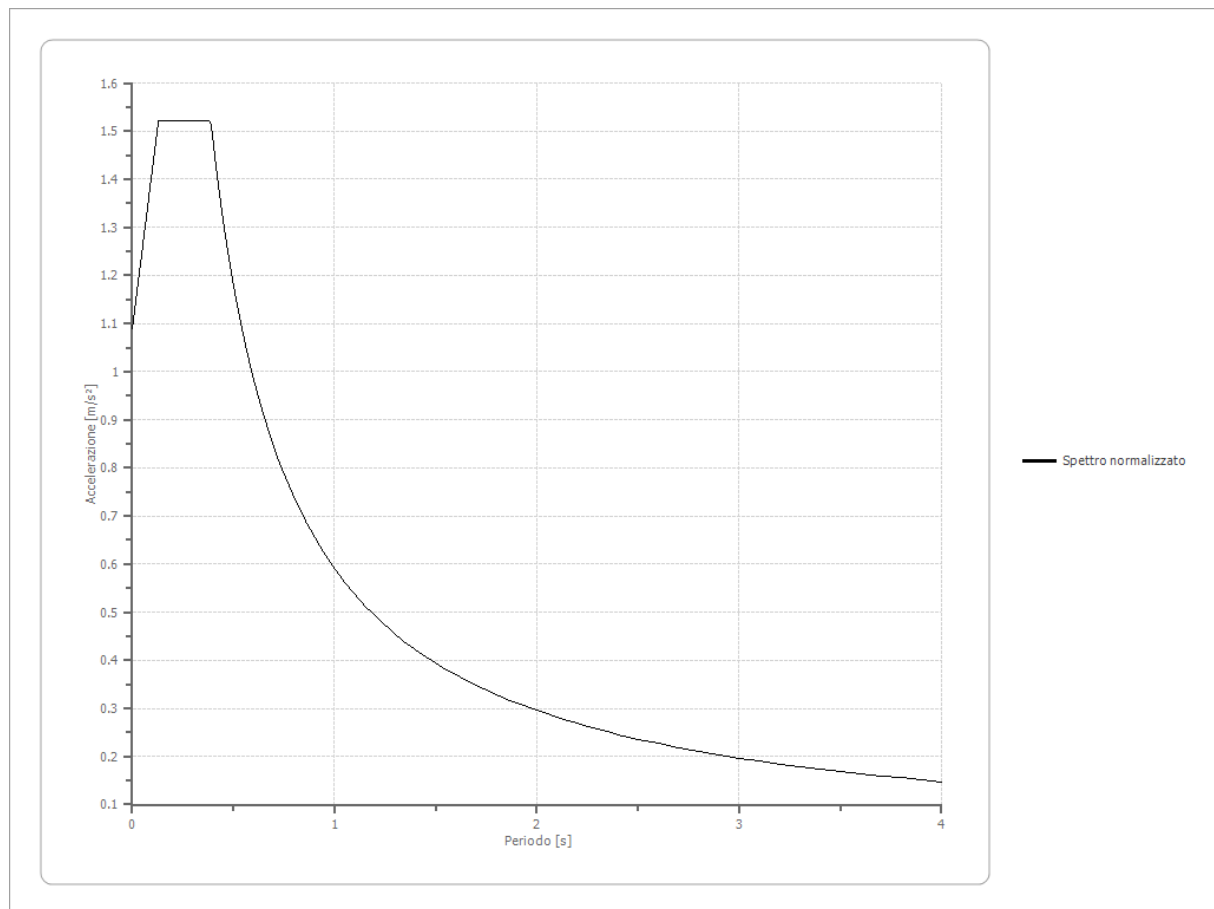
Fattori di amplificazione ICMS 2018

Tai	0.240 [s]
Tvi	1.600 [s]
Tao	0.180 [s]
Tvo	1.700 [s]
Sami	1.316 [m/s ²]
Svmi	0.110 [m/s]
Samo	1.522 [m/s ²]
Svmo	0.094 [m/s]
Fa	1.157 [-]
Fv	0.858 [-]
TB	0.129 [s]
TC	0.388 [s]
TD	2.044 [s]
SA(0)	1.089 [m/s ²]
SA(TB)	1.522 [m/s ²]

Fattori di amplificazione su intensità spettrale

Periodo minino [s]	Periodo massimo [s]	Int. Housner input [m]	Int. Housner output [m]	Int. Housner input/output [m]	FA
-----------------------	---------------------------	------------------------------	-------------------------------	-------------------------------------	----

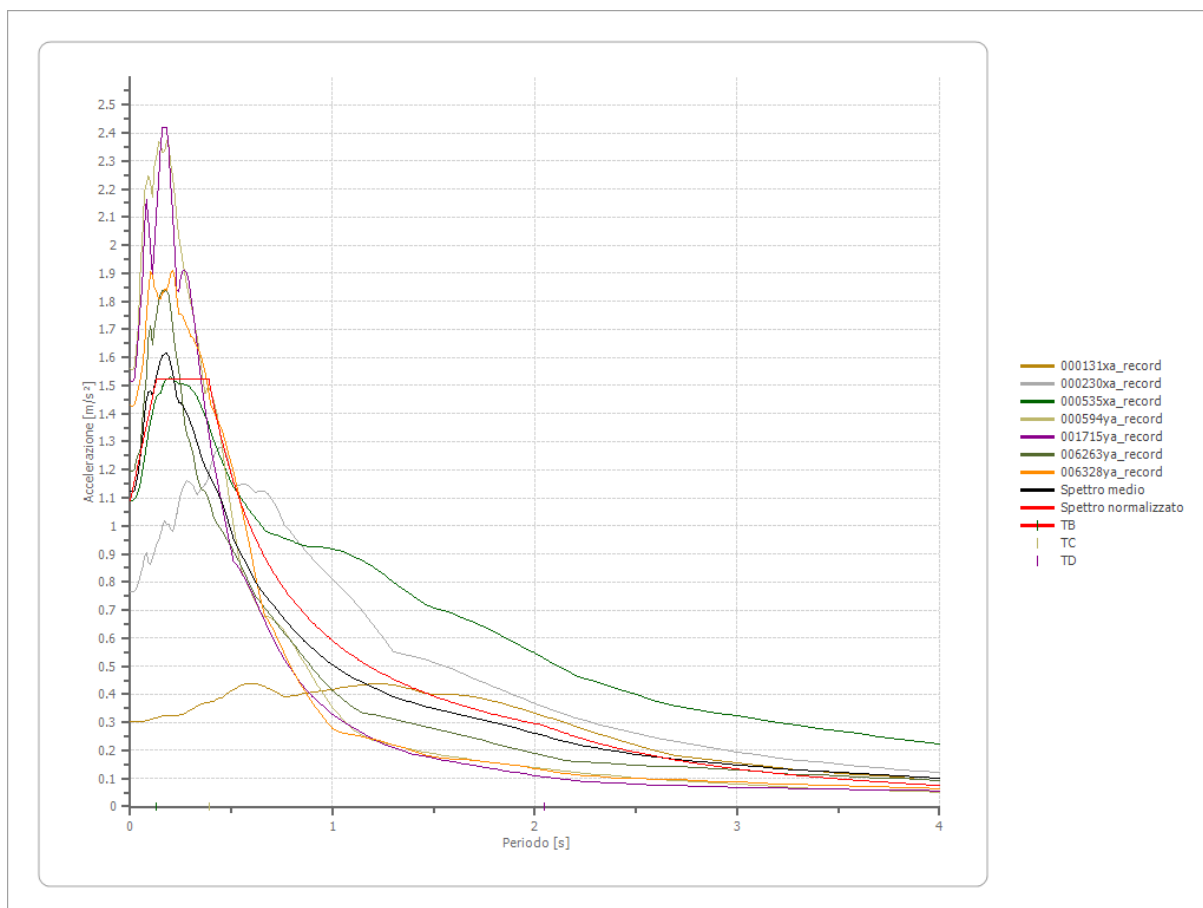
Spettro normalizzato di risposta elastico



Parametri spettro normalizzato

Ag [m/s ²]	F0	Tc*	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [m/s ²]	Se(TB) [m/s ²]	S
1.089	1.39846	--	0.129	0.388	2.044	1.089	1.522	2.016

Confronto tra gli spettri

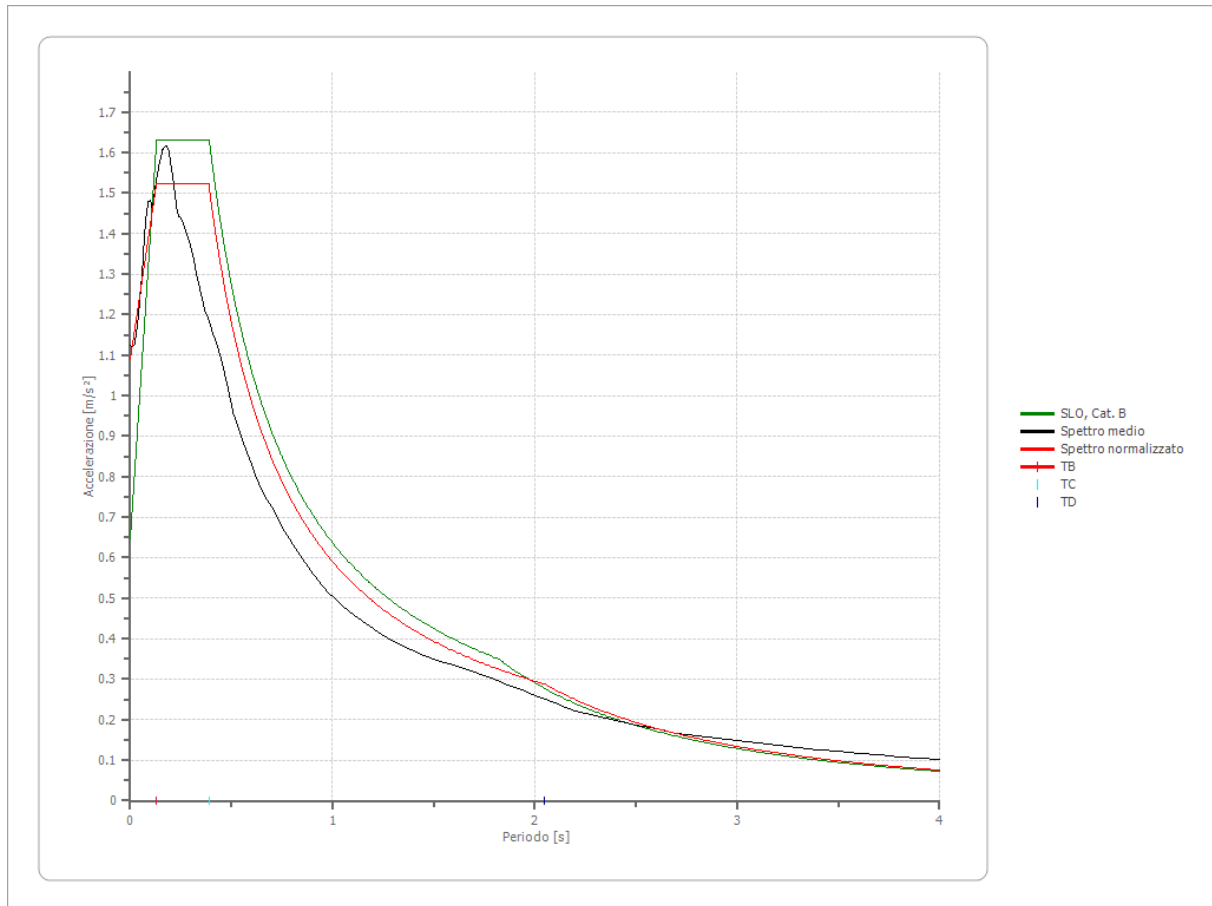


Confronto spettro normativa

Tipo di spettro: Spettro di risposta elastico

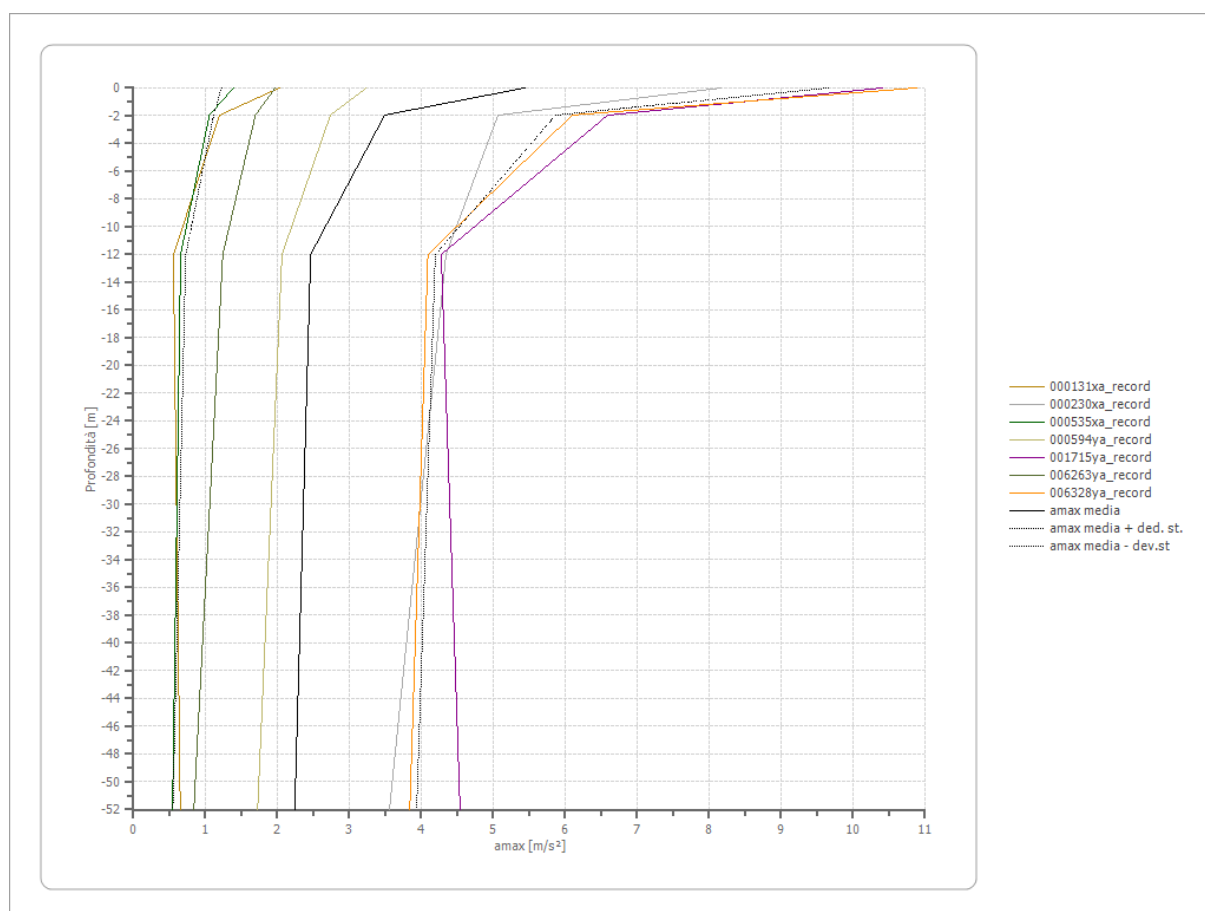
	Operatività SLO	Danno SLD	Salvaguardia vita SLV	Prev. collasso SLC
Tr [anni]	60	101	949	1950
ag [m/s ²]	0.540	0.657	1.334	1.628
Fo	2.517	2.544	2.65	2.65
Tc* [s]	0.274	0.283	0.311	0.324
Ss	1.20	1.20	1.20	1.20
St	1.00	1.00	1.00	1.00
Cc	1.43	1.42	1.39	1.38
TB [s]	0.130	0.134	0.144	0.149
TC [s]	0.390	0.401	0.432	0.447
TD [s]	1.820	1.868	2.144	2.264
Se(0) [m/s ²]	0.648	0.788	1.601	1.954

Se(TB) [m/s ²]	1.631	2.006	4.242	5.177
----------------------------	-------	-------	-------	-------



Profilo a max

	0.0 [m]	2.0 [m]	12.0 [m]	52.0 [m]
000131xa_record [m/s ²]	2.025	1.197	0.555	0.650
000230xa_record [m/s ²]	8.166	5.065	4.344	3.557
000535xa_record [m/s ²]	1.390	1.055	0.656	0.543
000594ya_record [m/s ²]	3.235	2.736	2.064	1.725
001715ya_record [m/s ²]	10.404	6.590	4.277	4.538
006263ya_record [m/s ²]	1.969	1.694	1.241	0.839
006328ya_record [m/s ²]	10.884	6.097	4.092	3.839
media [m/s ²]	5.439	3.491	2.461	2.242
Dev. St. [m/s ²]	4.217	2.376	1.734	1.694



Spettro verticale di progetto

Ag [m/s ²]	F0	Tc*	Fv	q	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [m/s ²]	Se(TB) [m/s ²]
1.089	1.398	0.150	0.629	1.5	0.050	0.150	1.000	0.489	0.456

