

Comune di POZZALLO

Provincia di Ragusa

*Studio di compatibilità geomorfologica, ai sensi della circolare 3/DRA (A.R.T.A.)
protocollo 28807/14 ai fini del rilascio del nulla osta del Genio Civile di Ragusa
avente per oggetto: "Richiesta di parere riguardante il Piano di Lottizzazione in
un'area sita in C.da Santa Maria del Focallo, in zona CT, sottozona CT1 del P.R.G. del
Comune di Pozzallo e censita in catasto al Foglio 9, Particelle 93, 95, 222, 674, 675,
676, 482, 88, 90, 196, 199, 479, 926, 380, 86 "*



STUDIO DI GEOLOGIA

Dr. Paolo Mozzicato

Dr. Giuseppe Giudice

Committenti:

*DISTEFANO MARCO, DISTEFANO SILVANA, SAIJA PIETRO,
CAMPANELLA CARMELO, MACAUDA ROSA, CATAUDELLA
GIORGIO, MATTIOLI SANTA*

I Geologi

Dott. Mozzicato Paolo

Dott. Giudice Giuseppe

I N D I C E

PREMESSA	pag. 3
<i>FASE PRELIMINARE</i> <i>(B1)</i>	7
Raccolta dati (B1a) - Indagini	8
Cartografia di analisi (B1b) - Geologica - Geomorfologica - Idrogeologica	9
<i>FASE DI DETTAGLIO</i> <i>(B2)</i>	34
Indagini integrative (B2a) - Indagini	35 37
Cartografia di analisi (B2b) - Geologica - Litotecnica - Geomorfologica	41
Cartografia di sintesi (B2c) - Delle prescrizioni ed indicazioni esecutive	45
CONCLUSIONI	48

CARTE DI INQUADRAMENTO TERRITORIALE

- 1) *STRALCIO IGM – scala 1:25.000*
- 2) *STRALCIO CTR – scala 1:10.000*

CARTE DEI VINCOLI

- 3) *STRALCIO CARTA DEI DISSESTI – Fuori scala*
- 4) *STRALCIO CARTA DELLA PERICOLOSITA' E DEL RISCHIO GEOMORFOLOGICO – Fuori scala*
- 5) *STRALCIO CARTA DELLA PERICOLOSITA' IDRULICA PER FENOMENI DI ESONDAZIONE – Fuori scala*

CARTE DELLA FASE PRELIMINARE

- 6) *STRALCIO CARTA GEOLOGICA – scala 1:10.000*
- 7) *STRALCIO CARTA GEOMORFOLOGICA – scala 1:10.000*
- 8) *STRALCIO CARTA IDROGEOLOGICA – scala 1:10.000*
- 9) *CARTA DELLE INDAGINI PREGRESSE – Fuori scala*

CARTE DELLA FASE DI DETTAGLIO

- 10) *CARTA DELLE INDAGINI INTEGRATIVE – scala 1:2000*
- 11) *CARTA GEOLOGICA – scala 1:2000*
- 12) *CARTA LITOTECNICA – scala 1:2000*
- 13) *CARTA GEOMORFOLOGICA – scala 1:2000*
- 14) *CARTA DELLE PRESCRIZIONI ED INDICAZIONI ESECUTIVE – scala 1:2000*

ALLEGATI

- *INDAGINI PREGRESSE*
- *RELAZIONE SULLE INDAGINI GEOFISICHE*
- *RELAZIONE SULLE INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOTECNICHE DI LABORATORIO*

PREMESSA

Su incarico conferito dalle Ditte "DISTEFANO MARCO, DISTEFANO SILVANA, SAIJA PIETRO, CAMPANELLA CARMELO, MACAUDA ROSA, CATAUDELLA GIORGIO, MATTIOLI SANTA", i sottoscritti, Geol. Dott. Paolo Mozzicato iscritto all'albo dei geologi di Sicilia al n. 2128 e Geol. Dott. Giuseppe Giudice iscritto all'albo dei geologi di Sicilia al n. 2192, hanno redatto lo studio di compatibilità geomorfologica, ai sensi della circolare 3/DRA (A.R.T.A.) protocollo 28807/14 ai fini del rilascio del nulla osta del Genio Civile di Ragusa avente per oggetto: *“Progetto di un Piano di lottizzazione in un'area sita in C.da Santa Maria del Focallo, in area CT, sottozona CT1 del P.R.G. del Comune di Pozzallo e censita in catasto al Foglio 9, Particelle 93, 95, 222, 674, 675, 676, 482, 88, 89, 90, 196, 199, 479, 926, 380, 86.”*

Il progetto del Piano di Lottizzazione in oggetto è in ambito chiuso, con aree per le urbanizzazioni primarie, attrezzature e servizi previsti, che non saranno cedute in quanto facenti parte di un complesso ricettivo turistico a gestione unitaria. L'area è ubicata in Contrada Grottele in prossimità della fascia costiera, oltre i trecento metri, a poca distanza dall'arenile in cui negli anni si è intervenuti sia con piani di lottizzazione che con singole concessioni edilizie. Presenta una forma trapezoidale e vi si accede dal lato minore del prospetto confinante sulla strada comunale via dei Pozzalesi D'America e si estende in profondità fino al limite con altre proprietà. Il contesto di riferimento è servito dalla viabilità comunale ed è provvisto delle reti per l'approvvigionamento idrico, per lo smaltimento dei liquami, ed elettrica. Orograficamente, il contesto territoriale si caratterizza da un piano di sedime con un dislivello di circa 14 metri rispetto alla sede viaria di riferimento. L'area è interessata da una vegetazione caratterizzata dalla presenza di ulivi, carrube e mandorle che il progetto prevede di ripiantumare ed incrementare.

L'obiettivo del presente studio è l'acquisizione di tutti i parametri geologico-ambientali che possono interferire sulle trasformazioni antropiche al fine di fornire un quadro conoscitivo sufficiente per indicare le prescrizioni e gli accorgimenti tecnici necessari per un corretto inserimento nella nuova zona di urbanizzazione. A tal proposito, per il raggiungimento degli obiettivi fissati dalla circolare, si è ritenuto opportuno programmare una campagna di indagini geofisiche e geotecniche consistenti in:

- 1) Due prospezioni sismiche del tipo MASW finalizzate alla ricostruzione 1D delle velocità di taglio e dei moduli elastici dei litotipi attraversati fino a 30 metri.
- 2) Una prospezione sismica a rifrazione.
- 3) Due misure del rumore sismico con la tecnica della sismica passiva per la valutazione della risposta sismica in termini di frequenza ed amplificazione del moto del suolo.
- 4) Due sondaggi geognostici mediante perforazione a carotaggio continuo spinti fino a 15 metri di profondità.
- 5) Numero 4 campioni indisturbati.
- 6) Numero 4 prove di compressione ad espansione libera (ELL)
- 7) Numero 4 prove di taglio diretto per la definizione della resistenza al taglio in condizioni drenate (bassa velocità).

- 8) Numero 4 prove per la definizione delle caratteristiche fisiche (Contenuto d'acqua naturale W%, peso di volume γ_a , analisi granulometrica per setacciatura, Limiti di Atterberg).

Le aree del territorio comunale interessate dal presente studio sono state indicate dalla Committenza stessa con delimitazione su planimetria in scala 1:2.000.

In particolar modo sono stati eseguiti:

1. lo studio geologico, con rilievi di campagna eseguiti sui terreni affioranti, opportunamente estesi al di fuori delle aree di stretto interesse al fine di poterli meglio inquadrare dal punto di vista stratigrafico e strutturale (ambito territoriale di riferimento) ed integrati dall'esame in stereoscopia delle aerofotografie del territorio. Si è inoltre fatto riferimento, così come prescritto nella circolare 3/DRA (A.R.T.A.), ad una raccolta di indagini pregresse (Stazione Microtremore, MASW) costituenti parte integrante dello studio geologico a supporto del P.R.G., dello studio di Microzonazione sismica di I livello, nonché ad indagini eseguite dai sottoscritti per lavori similari.
2. lo studio geomorfologico qualitativo, mediante il censimento delle forme, dei processi e dei depositi dovuti alla morfologia eolica costituita da sabbie che a tratti formano delle dune o accumuli irregolari, alle acque correnti superficiali, nonché di quelle dovute all'uomo;
3. lo studio clivometrico, con l'individuazione di una classe di acclività;
4. lo studio idrogeologico, con la descrizione dei lineamenti essenziali sulla circolazione delle acque superficiali e sotterranee, in relazione allo smaltimento delle acque dilavanti e alla vulnerabilità della falda idrica;
5. lo studio litotecnico con la distinzione tra "copertura" e "substrato", in base alle caratteristiche litologiche, rapporti di giacitura, spessori, caratteristiche fisico-meccaniche e di rigidità sismica;
6. lo studio delle pericolosità geologiche e della pericolosità sismica locale, in relazione soprattutto a possibili fenomeni di alluvionamento, alle amplificazioni dinamiche locali.

Per la redazione del presente studio geologico di supporto allo strumento urbanistico attuativo (PdL), si è fatto riferimento alla procedura B la quale prevede:

- una fase preliminare finalizzata alla definizione del contesto geologico di riferimento, con l'indicazione di eventuali indagini da eseguirsi, con l'elaborazione di una cartografia in scala 1:10.000;
- una fase di dettaglio dove verranno analizzate le indagini ritenute indispensabili per la validità del progetto con l'elaborazione della cartografia in scala 1: 2.000.

Di seguito si riporta il prospetto indicativo della fase e dei contenuti dello studio geologico Preliminare e di dettaglio in relazione allo strumento urbanistico attuativo (Piano di Lottizzazione).

		Cartografie	Scala	
(A) Strumenti Urbanistici Generali	Fase Preliminare (A1)	- raccolta dati (A1a)	- indagini	1:10.000
		- eventuali nuove indagini (A1b)	- indagini	
		- cartografie di analisi (A1c)	- geologica - geomorfologica - idrogeologica	
		- cartografie di sintesi (A1d)	- pericolosità geologica - pericolosità sismica - suscettività all'edificazione	
	Fase di Dettaglio (A2)	- cartografie di analisi (A2a)	- geologica - litotecnica - geomorfologica	1:2.000
		- cartografie di sintesi (A2b)	- carta di sintesi per la pianificazione generale	
(B) Strumenti Urbanistici Attuativi	Fase Preliminare (B1)	- raccolta dati (B1a)	- indagini	1:2.000/1:10.000
		- cartografia di analisi (B1b)	- geologica - geomorfologica - idrogeologica	1:10.000
	Fase di Dettaglio (B2)	- indagini integrative (B2a)	- indagini	1:2.000
		- cartografie di analisi (B2b)	- geologica - litotecnica - geomorfologica - eventuale idrogeologica	
		- cartografie di sintesi (B2c)	- delle prescrizioni ed indicazioni esecutive	

FASE PRELIMINARE
(B1)

FASE B1 Circolare N°3/DRA del 20/06/2014

L'area oggetto di studio ricade nel territorio del comune di Pozzallo, nella contrada Santa Maria del Focallo e risulta censita in catasto al Foglio 9, Particelle 93, 95, 222, 674, 675, 676, 482, 88, 89, 90, 196, 199, 479, 926, 380, 86, presenta le seguenti coordinate geografiche Lat.: 36.733920 e Long.: 14.885372 nel sistema WGS84 e ricade nella CTR sezione 651070.



Geograficamente il sito di studio risulta incluso nella tavoletta Pozzallo II SE del Foglio 276 della Carta d'Italia in scala 1:25.000 edita dall'Istituto Geografico Militare.

Il rilevamento geologico di campagna ha confermato quanto emerso in occasione dello studio geologico a supporto del P.R.G. che conserva tutta la sua validità. Inoltre è stato approfondito il livello di conoscenza attingendo alle risultanze dello studio di Microzonazione sismica di I livello (MZSI). La ricognizione sia della cartografia che delle indagini pregresse, è stata articolata così come richiesto dalla circolare ARTA 3/DRA del 20/06/2014:

- raccolta dati (B1a)
- cartografia di analisi (B1b)

Le indagini pregresse e la cartografia di analisi sono riportate in allegato.

B1a – Raccolta dati pregressi (*Elaborato di riferimento "Carta delle indagini pregresse"*)

Al fine di ottenere una conoscenza preliminare dei parametri meccanici dei litotipi affioranti e delle caratteristiche fisiche dell'ambiente, la raccolta dei dati pregressi, derivanti dal P.R.G., dalla MZS di I livello e da dati in possesso dai sottoscritti, è stata estesa ad un'area più ampia di quella di stretto interesse progettuale. In particolare, vista la tipicità geologica del sito oggetto del nostro studio, la ricerca è stata concentrata sulla caratterizzazione meccanica delle marne riferibili alla Formazione Tellaro, che in continuità di sedimentazione ricoprono l'alternanza calcarenitico marnosa della Formazione Ragusa. Nello specifico si è fatto riferimento a una misura del rumore sismico (HVSr) e a una prospezione sismica del tipo masw. Queste indagini risultano archiviate come indagini pregresse a supporto dello studio di Microzonazione sismica di I livello. Per tali indagini pregresse si può notare sia la relativa vicinanza che la continuità geologica nonché l'assenza di discontinuità tettoniche. Alla presente saranno allegati sia le indagini pregresse che la loro ubicazione.

B1b – Cartografia di analisi

INQUADRAMENTO GEOLOGICO E TETTONICO

(Elaborato di riferimento "Carta Geologica" in scala 1:5.000)

Il territorio in studio, nel contesto geologico e stratigrafico che caratterizza la regione, si colloca nel settore occidentale dell'Avampese Ibleo; in particolare, esso è ubicato a sud-est del margine sud-orientale dell'Altopiano Ibleo e più precisamente nella Depressione tettonico-morfologica di Ispica-Capo Passero. L'Avampese Ibleo, nello schema geologico regionale, rappresenta l'attuale margine settentrionale indeformato della placca litosferica africana, (Blocco Pelagiano, Burollet, 1978), spessa circa 30 km, che si estende dalla Scarpata Ibleo-Maltese fino alle coste africane, attraverso il Canale di Sicilia (CARBONE et Alii, 1982). La zona di "Avampese" in Sicilia è rappresentata dal "plateau ibleo", affiorante nella parte sud-orientale dell'isola e costituito da una sequenza mesocenozoica prevalentemente carbonatica con ripetute intercalazioni di vulcaniti basiche, riferita a due domini sedimentari contigui e distinti: quello Siracusano caratterizzato da sequenze di ambiente marino poco profondo e quello Ragusano ad occidente con sedimenti carbonatici di mare aperto che includono cospicui risedimenti provenienti dalle aree orientali. Il plateau ibleo ragusano si presenta come un horst allungato in direzione NE-SO, tagliato all'interno dal sistema trascorrente Scicli-Ragusa, e delimitato dai sistemi di faglie S. C. Camerina-Comiso-Chiaramonte ad Ovest e dal sistema Pozzallo-Ispica-Rosolini ad Est. Quest'ultimo sistema è associato alla contigua depressione Ispica-Capo Passero, colma di sedimenti evaporitici e plio-pleistocenici.

Grazie al rilevamento di superficie, esteso ad un'area più ampia del lotto oggetto di studio, si sono potute riconoscere le formazioni geologiche che caratterizzano questo settore dell'*Avampese Ibleo*. La successione litostratigrafica può essere, dal basso verso l'alto, così schematizzata (*allegato n°1 dello studio geologico a supporto del P.R.G. in scala 1:5000*):

- 1) *Alternanza calcarenitico-marnosa;*
- 2) *Marne calcaree e marne argillose;*
- 3) *Calcareniti, marne limo-sabbiose e conglomerati;*
- 4) *Depositi palustri recenti;*
- 5) *Alluvioni fluviali recenti ed attuali;*
- 6) *Spiagge attuali;*
- 7) *Copertura detrito-colluviale;*

1) ***Alternanza calcarenitico-marnosa.*** Questa unità è formata da strati di calcareniti dure grigiastre dello spessore di 30-60 cm regolarmente alternati a strati calcareo-marnosi bianco-giallastri di uguale spessore. Lo spessore in affioramento è in media 30-60 metri. E' attribuibile alla porzione mediana del Mb.Irminio della F.ne Ragusa, di età *Burdigaliano-Langhiana*. Non affiorano nell'area di stretto interesse progettuale.

2) **Marne calcaree e marne argillose.** Sopra l'unità descritta seguono in concordanza e in continuità di sedimentazione, le marne riferibili alla F.ne Tellaro. Trattasi di marne calcaree e marne argillose a frattura sub-concoide di colore variabile dal giallo-biancastro al grigio-azzurro. Sono riferibili al *Langhiano – Messiniano*. Affiorano in tutta l'area di stretto interesse progettuale.

3) **Calcareniti, marne limo-sabbiose e conglomerati.** Sui terreni descritti precedentemente si sovrappone, in lembi discontinui ed in discordanza, una unità sedimentaria che rappresenta i depositi di una delle trasgressioni marine quaternarie che hanno interessato il settore meridionale ibleo. Lo spessore del deposito è esiguo e può raggiungere valori massimo di 5 metri. In questo livello sono presenti grumi calcarei più o meno farinosi sporadicamente ricoperti da una superficie di alterazione costituita da cemento calcareo di spessore centimetrico. Sono riferibili al Pleistocene medio-superiore. Non affiorano nell'area di stretto interesse progettuale.

4) **Depositi palustri recenti.** Questi depositi sono costituiti da sedimenti fini limo-argillosi di origine palustre, di colore grigio e bruno, contenenti terreno humifero scuro. Spesso sono sede di intensa coltivazione. Sono riferibili all'Olocene. Non affiorano nell'area di stretto interesse progettuale.

5) **Alluvioni fluviali recenti ed attuali.** Le alluvioni attuali sono quelle che costituiscono il letto di magra, mentre le alluvioni recenti seguono grossomodo l'alveo di piena, ormai asciutto. Si tratta di depositi costituiti da ciottoli calcarei di dimensioni variabilissime da arrotondati a sub-arrotondati. Affiorano lungo gli alvei dei torrenti che sfociano in c.da Scaro, c.da Pietrenere e al centro dell'abitato di Pozzallo. Raggiungono uno spessore massimo fino a 5 metri circa. Sono riferibili all'Olocene. Non affiorano nell'area di stretto interesse progettuale.

6) **Spiagge attuali.** Si tratta di sabbie quarzose di granulometria medio-fine ed uniforme e di colore giallo-avorio. Affiorano estesamente su tutta la fascia costiera fino a S. Maria del Focallo. Sono attribuibili all'Olocene. Non affiorano nell'area di stretto interesse progettuale.

7) **Copertura detritico-colluviale.** Sono formate da detriti calcarei di diversa granulometria immersi in una matrice limoso-sabbiosa di colore marrone derivante dalla degradazione in posto delle rocce affioranti. Sono distribuiti, in modo piuttosto blando e discontinuo; non sono stati però cartografati nella Carta Geologica, in quanto il loro spessore, piuttosto discontinuo, non è compatibile con la scala del rilevamento. Sono stati rinvenuti esigui spessori nel corso della perforazione S2.

Dal punto di vista strutturale l'area indagata fa parte del *plateau Ibleo* strutturalmente legato all'*avampaese* africano. Esso ha reagito alla collisione *Africa-Europa* come un sistema rigido, dando luogo ad un fitto reticolo di faglie normali con componenti trascorrenti cui si associano sistemi di fratture lungo le quali non c'è segno visibile di scorrimento, che hanno dato luogo ad una struttura ad "*Horst e Graben*".

La tettonica che ha interessato il territorio è di tipo distensiva e ne ha caratterizzato sia l'assetto morfologico-strutturale che la giacitura delle unità litologiche. Nel sito di stretto interesse progettuale, non è stata rilevata la presenza di faglie, diaclasi od altri lineamenti tettonico - strutturali.

La zona in esame ricade a SE del *sistema dislocativo Pozzallo Ispica Rosolini* che delimita ad ovest l'*Altopiano Ibleo* e ad Est la depressione che in letteratura è nota come "*depressione di Ispica Capo Passero*".

INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

(Elaborato di riferimento "Carta Geomorfologica" in scala 1:5.000)

L'area interessata dal progetto in oggetto indicato presenta la morfologia tipica del settore sud-orientale dell'Altopiano Ibleo e quote comprese tra i 10 e i 23 metri dal piano campagna. Questo può inquadrarsi in due zone caratterizzate da differenti configurazioni morfologiche: in una, posta a nord-ovest della città di Ispica, l'evoluzione morfologica ha originato un ambiente ben definito con morfologia tabulare, interrotta da profonde e marcate incisioni torrentizie (Cava d'Ispica, Cava Salvia, Cava Mortella, ecc.) incassate nei terreni carbonatici dell'Altopiano Ibleo; mentre nell'altra, posta a sud-est di Ispica, è presente una morfologia dolce, a tratti ondulata e blanda, caratterizzata dall'affioramento delle marne della Formazione Tellaro e dei depositi del Plio-Pleistocene, passante gradualmente ad una morfologia pianeggiante in corrispondenza dei depositi palustri e delle sabbie costiere. L'area oggetto del presente studio ricade in questa seconda zona che sotto il profilo morfologico, presenta delle caratteristiche strettamente legate ai rapporti instauratisi nel tardo Pleistocene fra facies continentale e facies marina lungo tutta la fascia costiera della Sicilia sud-orientale da S. Maria del Focallo a Vendicari. Nel passato, infatti, la facies marina si addentrava fino a lambire la facies collinare interna, formando seni, rade e golfi in facies litorale sia emersa che sommersa. Per accumulo e colmamenti progressivi parte dell'area è quindi emersa, racchiudendo al suo interno zone più depresse divenute pantani, stagni ed acquitrini in relazione alla loro profondità ed alle oscillazioni della piezometrica della falda superficiale (Pantani Arezzi e Gariffi); localmente, inoltre, l'evoluzione di barre sabbiose sommerse verso tomboli e cordoni litorali emersi ha portato a racchiudere lagune e stagni costieri, come nel caso dei pantani Gorgo salato, Cuba e Longarini. Spostandoci verso l'interno la morfologia assume il tipico aspetto collinare correlabile alla natura geologica dei litotipi affioranti (Calcareniti, Marne-calcaree, conglomerati ed Alternanza calcareo-marnoso-argillosa). Dall'insieme dei dati ottenuti con il rilevamento e lo studio geomorfologico di dettaglio, risulta anzitutto che la natura litologica dei terreni affioranti nel territorio, a parità di altre condizioni (climatiche, idrografiche e pedologiche), gioca un ruolo preponderante nell'influenzare l'azione degli agenti esogeni, i quali ne determinano le diverse forme del rilievo.

In considerazione della morfologia sub-pianeggiante che caratterizza l'alternanza calcareo marnoso argillosa, si può affermare che, complessivamente il sito presenta una condizione di **stabilità geomorfologia generale**. Tali considerazioni sono confermate dalla pertinente cartografia tematica allegata al vigente "Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) - Area Territoriale tra il T. Modica e Capo Passero (084)" redatto dall'Assessorato Regionale Territorio e Ambiente ed approvato con D.P.R.S. n.535 del 20/09/2006. (Vedi allegati - Carte dei Dissesti e Carte della Pericolosità e del Rischio Geomorfologico).

INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

(Elaborato di riferimento "Carta Idrogeologica" in scala 1:5.000)

Nel presente capitolo si riferisce sulle osservazioni eseguite in campagna e sulla elaborazione dei dati raccolti allo scopo di individuare il tipo di circolazione idrica superficiale e profonda, strettamente legate all'assetto litostratigrafico ed alle caratteristiche di permeabilità dei diversi orizzonti litologici. Le indicazioni relative alla circolazione idrica sia superficiale che profonda, sono pervenute grazie allo studio dell'intero territorio circostante mediante una approfondita ricerca bibliografica (*Carta Idrogeologica allegata allo Studio Geologico a supporto del P.R.G. del Comune di Pozzallo in scala 1:5000; Carta della Vulnerabilità delle Falde Idriche - settore sud-orientale Ibleo. - A. Aureli, G. Adorni in scala 1:50000; Piano Stralcio di Bacino per l'assetto Idrogeologico P.A.I.*).

I terreni affioranti sono stati catalogati, da un punto di vista idrogeologico, in relazione alla loro permeabilità secondo complessi omogenei dove, con tale termine, si intende un insieme di litologie simili aventi unità spaziale e giaciturale, un tipo di permeabilità prevalente comune ed un grado di permeabilità relativa che rientra in un campo ristretto.

Circolazione delle acque superficiali

La rete idrografica del territorio di Pozzallo è caratterizzata da un regime fluviale di tipo torrentizio ed è formata da lievi incisioni lungo le quali convogliano le acque durante e subito dopo i periodi di piovosità. Trattasi dunque di torrenti con deflusso stagionale impetuoso e di breve durata. Ad ovest dell'abitato di Pozzallo si ha un torrente che inizia a 40- 50 metri dalla Villa Daniele a quota 90 m circa slm; passa ad Est della Villa Grimaldi, C.da Palamentano per sfociare nella spiaggia Raganzino. A nord est dell'abitato abbiamo, in C.da Carpintera, due valloni di direzioni Nord Ovest – Sud Est che si uniscono a Sud est con un altro di direzione prevalente Nord Sud proveniente da C.da Graffetta. Detti valloni torrentizi, una volta riunitisi, sfociano in C.da Scaro. Questi ultimi valloni presentano una morfologia iuvenile nella parte iniziale in C.da Graffetta e Carpintera, allorché incidono le formazioni calcaree della Formazione Ragusa, mentre nella parte finale presentano una morfologia piatta matura, attraversando le marne della Formazione Tellaro.

Nell'area oggetto di studio, la rete idrografica superficiale sarebbe quasi inesistente se non si facesse riferimento ad un limitatissimo e poco esteso reticolo di rivoli da ruscellamento diffuso dove drenano le acque di ruscellamento durante i periodi di pioggia intensa e prolungata. Lo studio geomorfologico e la caratterizzazione idrogeologica ci consentono di escludere allagamenti derivanti da acque zenitali. Tutto ciò risulta confermato dagli elaborati cartografici allegati allo strumento programmatico di difesa del suolo redatto dalla Regione Sicilia, secondo i quali, l'area di stretto interesse progettuale, non risulta suscettibile di alluvionamento. Il sito oggetto di studio interessa il **P.A.I.** difesa del suolo, nel bacino Idrografico dell'Area Territoriale compresa tra il T. di Modica e Capo Passero (084) e non ricade all'interno di *Siti di Attenzione* identificati nella Carta della Pericolosità Idraulica per Fenomeni di Esondazione N°13.

Circolazione delle acque profonde

I dati acquisiti con le indagini di campagna (misure freaticometriche, acquisizione di stratigrafie di pozzi esistenti, ecc..) integrati dalla imponente mole di dati proveniente dalla pertinente letteratura (*Relazione illustrativa e allegato n°5 dello studio geologico a supporto del P.R.G. in scala 1:5000*; Carta della Vulnerabilità delle Falde Idriche - settore sud-orientale Ibleo. - A. Aureli, G. Adorni, - ISPRA) hanno permesso di definire le caratteristiche idrogeologiche dei terreni interessati dalla circolazione delle acque sotterranee.

Nel complesso, il territorio in studio, in base alle litologie affioranti, può essere inquadrato per comodità di esposizione, in due unità idrogeologiche con acquiferi che presentano caratteri idrogeologici e idrodinamici differenti.

1. La prima unità idrogeologica comprende l'Alternanza calcarenitico-marnosa e il Livello a banchi calcareniti del Mb. Irminio della F.ne Ragusa; questi terreni sono sede di un importante acquifero carbonatico che si sviluppa anche, oltre che nelle aree dell'Altopiano Ibleo, nelle zone morfologicamente depresse esposte a Sud-Est di esso, dove la serie carbonatica iblea è stata ribassata e ricoperta da sedimenti più recenti, a loro volta sede di acquiferi secondari.
2. La seconda unità idrogeologica, smembrata in varie articolazioni, comprende le calcareniti, marne limo-sabbiose, conglomerati, le alluvioni e le sabbie costiere. I vari termini non sono in contatto laterale tra di loro e poggiano sia sulle marne della Formazione Tellaro che sui calcari della Formazione Ragusa.

In modo particolare, i terreni riscontrati nel territorio, sono stati suddivisi come segue:

- a) *terreni permeabili per fratturazione e carsismo;*
- b) *terreni permeabili per porosità;*
- c) *terreni semipermeabili;*
- d) *terreni impermeabili.*

I terreni permeabili per fratturazione e carsismo sono riferibili all'Alternanza calcarenitico-marnosa e al Livello a banchi calcarenitici del Mb.Irminio della F.ne Ragusa. Questi terreni presentano una permeabilità in grande di tipo discontinuo di medio grado. L'intersecarsi del reticolo di faglie e diaclasi interessanti tali terreni, unito all'azione chimica di dissoluzione delle acque sotterranee che creano cavità carsiche, ha notevole influenza sulla permeabilità e sulle caratteristiche idrogeologiche. Infatti, il comportamento idrogeologico dei terreni in esame è determinato:

- dalla struttura tettonica, per la permeabilità in grande di origine secondaria (faglie, diaclasi, fratture e fessurazioni), secondo le direttrici preferenziali NE-SW e NW-SE;

- dalla litologia (tessitura, granulometria), per la permeabilità in piccolo per porosità di origine primaria (coefficiente di permeabilità $k = 0,0001 \text{ cm/sec}$) di alcuni strati calcarenitici.

I terreni permeabili per porosità sono costituiti dalle sabbie costiere e dalle calcareniti del pleistocene medio. Essi mostrano in genere una permeabilità alta di tipo primario, dovuta alla loro granulometria prevalentemente uniforme ed omogenea.

I terreni semipermeabili sono rappresentati dalle alluvioni fluviali e dai depositi palustri. Pur se si tratta di terreni aventi porosità media, il loro grado di permeabilità è variabile e influenzato dalle variazioni granulometriche costituite dai livelli sabbioso-ghiaiosi delle alluvioni, e dai livelli torbosi dei depositi palustri. Presentano una permeabilità compresa tra $0,001$ e $0,00001 \text{ cm/sec}$.

I terreni impermeabili sono riferibili alle marne calcaree ed argillose della F.ne Tellaro. Trattasi di sedimenti a permeabilità molto bassa, in quanto la componente fine in essi contenuta impedisce e/o rallenta lo scorrimento dei fluidi. Presentano una permeabilità di: $0,00001-0,000001 \text{ cm/sec}$.

Dall'esame dell'andamento delle isopiezometriche tracciate nella Carta Idrogeologica in scala 1:5.000 (allegato n°5 dello studio geologico a supporto del P.R.G.), riferite all'intero territorio comunale, sono emerse le seguenti indicazioni:

- le zone di alimentazione della falda profonda contenuta nell'Alternanza calcarenitico-marnosa e nel Livello a banchi calcarenitici del Mb. Irminio della F.ne Ragusa sono localizzate a nord e a nord-ovest del territorio stesso;
- l'alimentazione avviene quasi esclusivamente per infiltrazione locale delle acque di precipitazione meteorica nei terreni carbonatici presenti in zona;
- il deflusso idrico sotterraneo della falda avviene in direzione quasi normale alle direttrici tettoniche principali, cioè da NNE verso SSW;
- la falda contenuta nei terreni carbonatici si localizza ad una profondità variabile fino ad un massimo di 90 metri, ed ha gradienti idraulici con valori compresi tra l'1 e il 2%.

Per quanto riguarda la falda freatica superficiale contenuta nelle sabbie costiere, nelle alluvioni fluviali e nelle calcareniti pleistoceniche pur se il suo andamento, come detto in precedenza, non è stato tracciato nella Carta Idrogeologica, sono emerse le seguenti indicazioni:

- le zone di alimentazione della falda freatica che ha sede nelle sabbie costiere, nelle alluvioni e nelle calcareniti sono circoscritte esclusivamente alle aree di affioramento dei depositi sopraccitati;
- l'alimentazione, alquanto variabile ed in funzione delle fluttuazioni stagionali di piovosità, è data dalle infiltrazioni delle acque di precipitazione;
- il deflusso idrico sotterraneo della falda avviene tendenzialmente verso SSW, con relativo travaso verso il mare, ma comunque resta notevolmente influenzato dalla conformazione morfologica locale, che determina ed instaura particolari condizioni di deflusso locale;
- le misure freaticometriche dei livelli idrici eseguiti, unitamente ai dati idrogeologici dei numerosissimi pozzi esistenti, hanno evidenziato che la falda si trova a modeste profondità tanto che ad esempio in C.da Scaro, C.da Raganzino e Piazza Senia, in concomitanza di intense e perduranti precipitazioni, l'affioramento della falda crea problemi di allagamento.
- nelle zone prossime alla linea di costa, sono stati rilevati in alcuni punti tramite alcune prospezioni geoelettriche, già menzionate, valori di resistività bassissimi per la falda idrica e imputabili senz'altro a fenomeni di intrusione di acqua salata (Spiaggia Pietrenere).

Vulnerabilità della falda acquifera

Nel contesto dello studio in esame si ritiene opportuno ora affrontare le problematiche connesse alla vulnerabilità all'inquinamento delle acque sotterranee. Per vulnerabilità di un acquifero si intende la facilità di penetrazione e diffusione di un inquinante nell'acquifero in funzione delle caratteristiche dei terreni e delle condizioni idrogeologiche del sottosuolo. A tale scopo è stato utilizzato il metodo *DRASTIC*, proposto da *Aller (1985)* ed integrato con la metodologia *SINTACS R5 (Civita, 2000)*. Tale metodo è stato concepito in modo da fornire una valutazione quantitativa del grado di vulnerabilità, e non qualitativa, nel senso che, attraverso gli indici numerici ottenuti, è possibile comparare la vulnerabilità tra aree diverse ma non quantificarla in senso assoluto come bassa o alta.

I più importanti fattori rilevabili che controllano la vulnerabilità degli acquiferi sono suddivisibili in due tipi: statici e dinamici. I fattori statici sono l'acquifero (A), il suolo (S), la topografia (T), la zona non satura (I) e la conducibilità idraulica (C) dell'acquifero, mentre quelli dinamici sono la soggiacenza (D) e l'alimentazione (R). Questi parametri comunque contribuiscono ad identificare dei meccanismi di propagazione dell'inquinante in un modello esclusivamente idraulico, mentre non vengono presi in considerazione i fattori di carattere geochimico, caratterizzati dalla tipologia dell'inquinante. Il metodo si compone di 3 parametri significativi: pesi (TAB.1), campi e punteggi (TABB. 2, 3, 4, 5, 6, 7 e 8).

- pesi (ciascun fattore è stato valutato rispetto agli altri secondo la sua importanza relativa, attribuendogli un "peso" relativo variabile tra 1 e 5 (Tabella 1) in funzione della effettiva possibilità che quel parametro ha di condizionare le caratteristiche di vulnerabilità del sistema);
- campi (ciascun fattore è stato suddiviso in "campi" o intervalli di valore, ciascuno dei quali ha un certo impatto sulla vulnerabilità);

● punteggi (a ciascun campo è stato assegnato un "punteggio", variabile da 1 a 10 ricavabile mediante le tabelle 2, 3, 4, 5, 6, 7 e 8. Per i fattori D, R, S, T e C ad ogni "campo" corrisponde un certo "punteggio", mentre per i fattori A e I accanto ad un "punteggio" tipico è assegnato un "punteggio" variabile il cui preciso valore può essere calcolato quando si hanno i dati necessari.

Con tale metodo è possibile calcolare un valore numerico, o *indice DRASTIC* (ID), utilizzando la seguente equazione:

$$ID = D_r \times D_w + R_r \times R_w + A_r \times A_w + S_r \times S_w + T_r \times T_w + I_r \times I_w + C_r \times C_w$$

(dove: r = punteggio; w = peso)

Di seguito vengono spiegati i diversi fattori che caratterizzano il metodo utilizzato:

- **soggiacenza:** indica la profondità dal piano campagna della tavola d'acqua nel caso di acquiferi freatici, o del tetto dell'acquifero stesso nel caso di falde in pressione;
- **alimentazione:** l'infiltrazione è importante perché rappresenta l'agente di trasporto dei contaminanti dalla superficie alla falda, e quindi tanto maggiore è la quantità d'acqua, tanto maggiore sarà la possibilità di trasporto degli inquinanti;
- **acquifero:** l'acquifero esercita il controllo sulla lunghezza del percorso seguito dall'inquinante (da cui dipendono i fenomeni di autodepurazione) e sulla direzione seguita da esso (influenzata dalle variazioni granulometriche e dall'andamento delle fratture);
- **suolo:** comprende la porzione superficiale della zona non satura, caratterizzata da un'intensa attività biologica. Influisce sia sulla quantità d'acqua che può filtrare e raggiungere i livelli sottostanti, sia, dove è abbastanza potente, sulla autodepurazione dell'inquinante;
- **topografia:** le caratteristiche morfologiche del territorio, cioè la sua pendenza, influiscono sul tempo di stazionamento e sulla velocità di flusso dell'acqua piovana che cade sul terreno, determinando la maggiore o minore possibilità d'infiltrazione delle acque meteoriche e degli inquinanti;
- **non saturo:** è la zona compresa tra il suolo e la superficie dell'acquifero, dove agiscono processi quali biodegradazione, filtrazione meccanica, reazioni chimiche, dispersioni, ecc.;
- **conducibilità idraulica dell'acquifero:** agisce solo dopo che l'inquinante ha raggiunto la falda. Controlla la velocità con cui l'acqua fluisce nell'acquifero sotto un dato gradiente idraulico.

TAB. 1 – Pesi assegnati ai fattori Drastic.

D	(Depth to water): Soggiacenza	5
R	(Recharge): Alimentazione	4
A	(Aquifer media): Acquifero	3
S	(Soil Media): Suolo	2
T	(Topograpy): Topografia	1
I	(Impact of the vadose zone): Zona non satura	5
C	(Conductivity Hidraulic): Conducibilità idraulica	3

TAB 2 - Campi e punteggi relativi alla soggiacenza

campi (in metri)	punteggio
0-1,5	10
1,5-3,0	9
3,0-9,1	7
9,1-15,2	5
15,2-22,9	3
22,9-30,5	2
> 30,5	1

TAB. 3 – Campi e punteggi relativi alla alimentazione.

campi (in cm)	punteggio
0-5	1
5-10	3
10-17,5	6
17,5-25	8
> 25	9

TAB. 4 – Campi e punteggi relativi al suolo.

campi	punteggio
sottile o assente	10
ghiaia	10
sabbia	9
argilla	7
suolo sabbioso	6
suolo	5
suolo siltoso	4
suolo argilloso	3
argilla plastica	1

TAB. 5 – Campi e punteggi relativi all'acquifero.

campi	punteggio	punteggio tipico
marne massicce	1-3	2
rocce metamorfiche e ignee	2-5	3
rocce metamor. e ignee alterate	3-5	4
calcari, arenarie e marne	5-9	6
arenarie compatte	4-9	6
calcari e dolomie massicci	4-9	6
sabbie e ghiaie	6-9	8
basalti	2-10	9
calcari carsici	9-10	10

TAB. 6 – Campi e punteggi relativi alla topografia.

TAB. 7 – Campi e punteggi relativi alla conducibilità idraulica

campi (%)	punteggio
0-2	10
2-6	9
6-12	5
12-18	3
> 18	2

campi (m/sec x 0,0001)	punteggio
0,0076-0,76	1
0,76-1,4	2
1,4-3,2	4
3,2-4,6	6
4,6-9,2	8
> 9,2	10

TAB. 8 – Campi e punteggi relativi alla zona non satura.

campi	punteggio	punteggio tipico
limo/argilla	1-2	1
marne	2-5	3
calcari	2-7	6
arenarie	4-8	6
calcari/marne/arenarie stratificate	4-8	6
sabbie e ghiaie con silt e argilla	4-8	6
rocce ignee e metamorfiche	2-8	4
sabbie e ghiaie	6-5	8
basalti	2-10	9
calcari carsici	8-10	10

Per l'applicazione del metodo sopradescritto, si è operato nel modo seguente:

- si è suddivisa l'area utilizzando una griglia di punti equidistanti 20 metri;

- per la profondità della falda sono stati considerati i dati reperiti in letteratura e dalle indagini in sito;
- per ogni punto della maglia sono stati stimati i vari fattori del metodo DRASTIC;
- tali valori sono stati utilizzati nell'equazione ricavando il corrispondente INDICE DRASTIC (ID).

I valori e i calcoli eseguiti per l'applicazione del metodo sono riportati nella seguente Tabella:

<i>Zona di affioramento delle marne argillose della Formazione Tellaro</i>	<i>Punteggio X Peso</i>
Soggiacenza	(7 x 5) = 35
Alimentazione	(1 x 4) = 4
Acquifero	(2 x 3) = 6
Suolo	(3 x 2) = 6
Topografia	(2 x 1) = 2
Zona non satura	(3 x 5) = 15
Conducibilità idraulica	(10 x 3) = 30
<i>Indice DRASTIC</i>	98

TAB. 9 – Valori dell'indice DRASTIC per le marne della Formazione Tellaro

Nell'area oggetto di studio è stata individuata 1 categorie geologica cui corrisponde un valore di ID. La metodologia utilizzata, pur se limitata vista la difficoltà di reperire informazioni e dati specifici, ha fornito dati oggettivi in merito alla vulnerabilità della falda idrica presente nel sottosuolo dell'area di stretto interesse progettuale. Il risultato sotto forma numerica ha permesso un confronto degli indici numerici nell'ambito dello stesso sistema idrogeologico; tuttavia, mancando nel metodo un'attribuzione del dato numerico ad una scala assoluta di vulnerabilità, che renderebbe il risultato di più immediata interpretazione, si è ritenuto opportuno qui adottare la scala proposta nel metodo SINTACS R5 (Civita 2000).

Il valore dell'indice DRASTIC, per il litotipo oggetto di studio, (punteggio grezzo 98) è stato inserito nel grafico di figura 2 ottenendo il relativo grado di vulnerabilità. Successivamente, tale valore grezzo è stato normalizzato (espresso in percentuale) per semplicità di lettura, mediante l'espressione:

$$I_{no} = (I_{gr} - I_{min}) / (I_{max} - I_{min}) \times 100$$

- I_{no} = indice normalizzato;
- I_{gr} = indice grezzo = 98 marne della Formazione Tellaro.
- I_{max} e I_{min} = valore massimo e minimo dell'indice grezzo, ossia 260 e 26 (vedi Fig.1).

Il valore normalizzato calcolato con tale espressione è stato inserito nel grafico di Fig. 2 ottenendo un grado di vulnerabilità **basso** (marne della Formazione Tellaro).

Fig. 1 – Intervalli / gradi di vulnerabilità intrinseca (punteggi grezzi) del metodo *SINTACS*.

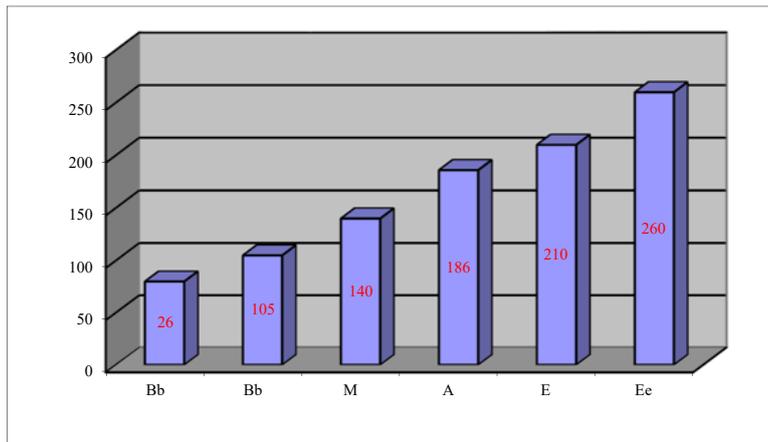
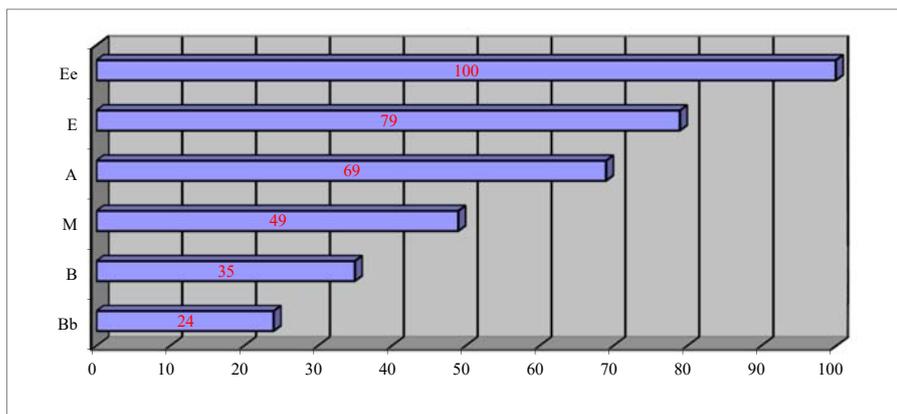


Fig. 2 – Intervalli/gradì di vulnerabilità intrinseca (punteggi normalizzati) del metodo *SINTACS*.



Nella Fig. 3 è riportato il grado di vulnerabilità *SINTACS* e il valore dell'*indice DRASTIC* per la falda idrica dell'area oggetto di studio.

Fig. 3 – Grado di vulnerabilità *SINTACS* e *indice DRASTIC* per le falde idriche.

GRADO DI VULNERABILITA' SINTACS						INDICE DRASTIC
Ee	E	A	M	B	Bb	
						Falda confinata sotto le marne della F.ne Tellaro 98

Ee = elevatissimo; E = elevato; A = alto; M = medio; B = basso; Bb = bassissimo

Quindi, nell'area in esame il grado di vulnerabilità della falda acquifera profonda, presente nei calcari della F.ne Ragusa e confinata sotto le marne della F.ne Tellaro è da considerarsi *basso*, tuttavia ai fini della salvaguardia della stessa occorrerà smaltire le acque reflue di tipo domestico tramite opportuni impianti di depurazione, previo studio idrogeologico-ambientale.

INQUADRAMENTO SISMOTETTONICO GENERALE

Dal punto di vista strutturale, il territorio di Pozzallo si colloca nel settore occidentale dell'Avampaese Ibleo; in particolare esso è ubicato a cavallo del margine sud-orientale dell'Altopiano Ibleo e di parte della Depressione tettonica di Ispica-Capo Passero. La zona di "Avampaese" in Sicilia è rappresentata dalla porzione indeformata del Blocco Pelagiano e del Bacino Ionico.

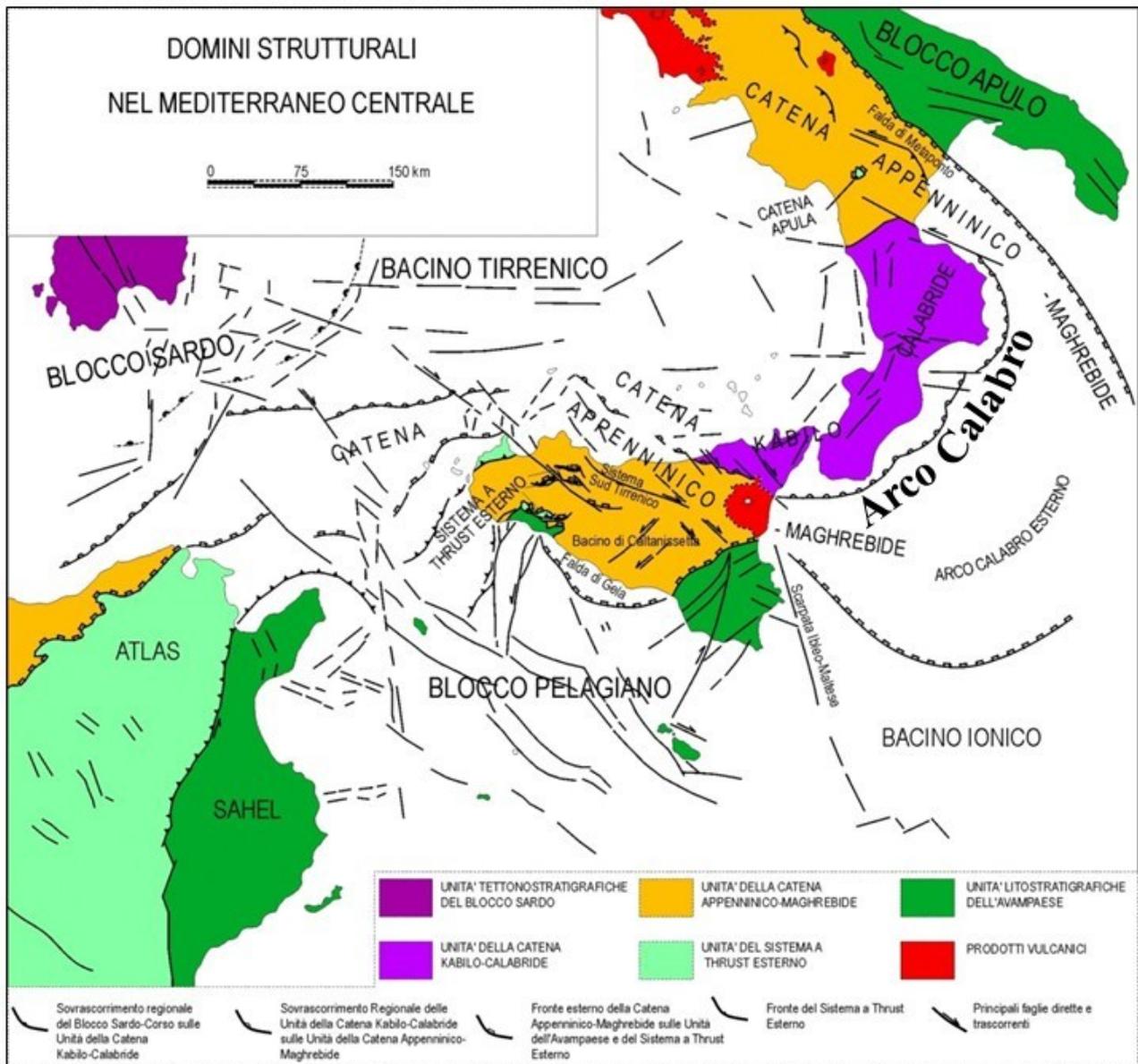


Fig. 1 – Domini strutturali nel Mediterraneo Centrale (da LENTINI *et alii*, 1994, modificato).

Il Blocco Pelagiano rappresenta un segmento orientato ovest-est del margine africano e verso nord costituisce il sistema a *Thrust Esterno*. Le sequenze indeformate del Blocco Pelagiano affiorano nella regione del Sahel tunisino e della Libia estendendosi per tutto il canale di Sicilia, emergendo a Lampedusa, nelle isole Maltesi, nell'area di Sciacca (Sicilia Occidentale) e nel *Plateau Ibleo* (Sicilia sud-orientale). Ad Ovest il Blocco Pelagiano è delimitato da una fascia trascorrente sinistra (Asse N-S) che separa le pieghe dell'Atlas dalle aree

indeformate del Sahel, mentre ad Est la delimitazione è definita dal sistema sub-meridiano della scarpata Ibleo-maltese adiacente al Bacino Ionico.

I principali elementi strutturali dell'area di avampaese sono riconducibili ad una attività tettonica condizionata sia dall'interazione del margine del Blocco Pelagiano con il dominio Orogenico, che da processi tettonici intraplacca. In questo contesto sono individuabili caratteri strutturali derivanti sia da fenomeni convergenti che divergenti.

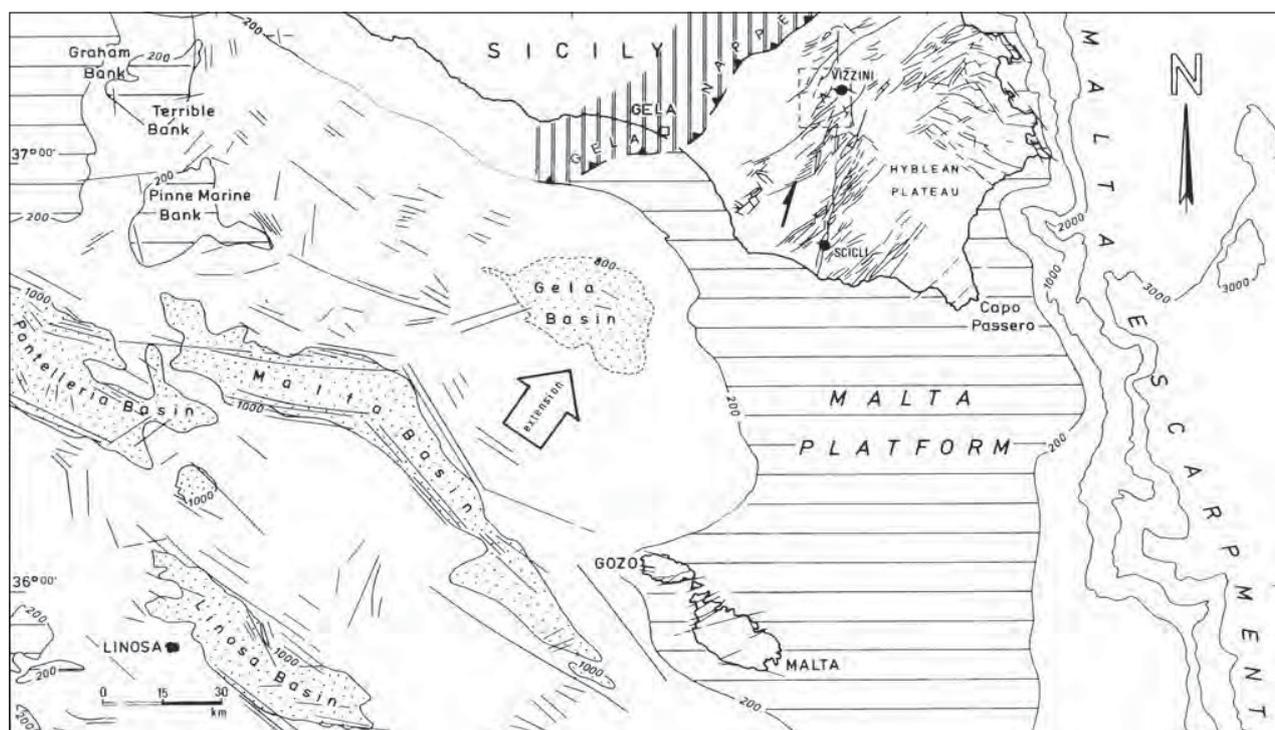


Fig. 2 – Schema strutturale del Blocco Pelagiano sul quale si osserva il fronte Plio-Pleistocenico della Catena Appenninico-Maghrebide (Falda di Gela), il Plateau Ibleo, quale parte emersa della "Malta Platform" e il rift del Canale di Sicilia con la direzione NE-SO dell'estensione crostale. La shear zone destra espressa dal sistema Scicli-Vizzini è obliquo rispetto al fronte della catena, ma all'incirca parallelo alla direzione di estensione del Rift (da GRASSO & REUTHER, 1988).

Il Plateau Ibleo è la parte emergente della così detta "Malta Platform" (Fig. 2) e forma un horst allungato in senso NE-SW, controllato da prevalenti lineamenti tettonici estensionali ad alto angolo. Per spiegare la compatibilità di queste strutture con il quadro regionale a carattere compressivo Lentini (1982) fornisce l'ipotesi che esse siano l'espressione superficiale di un inarcamento del plateau e della generale flessurazione al disotto della Catena Appenninico-Maghrebide in un regime di convergenza tra avampaese ed edificio orogenico. Il plateau si compone di due elementi morfo-strutturali, l'altopiano calcareo s.s., o ragusano e il settore Ionico o siracusano (Carbone et alii, 1982c), separati trasversalmente dalla linea del Tellaro con cinematica transtensiva sinistra (Catalano et alii, 2006).

L'altopiano ragusano costituisce la parte più elevata del tavolato calcareo ed è delimitato dai sistemi di Comiso-Chiaramonte a NO e di Pozzallo-Ispica-Rosolini a SE; nella sua parte mediana è attraversato dalla zona di taglio destro pleistocenica N10°Scicli-Ragusa-Irminio (Ghissetti e Vezzani, 1980). I fasci di faglie predominanti sono orientati in direzione NE-SW, così come la direzione di allungamento dell'intero altopiano. Il sistema Rosolini-Ispica-Pozzallo controlla la gradinata posta lungo il bordo sud-orientale dell'altopiano

ragusano. Tali strutture sono caratterizzate da scarpate rettilinee estese per una lunghezza totale di circa 20 Km, inclinate circa 70° verso SE, che raggiungono un'altezza massima di 35 metri in corrispondenza della Città di Ispica. Analisi strutturali condotte sul sistema Pozzallo-Ispica-Rosolini (Grasso et al., 1992; Catalano et al., 2007a) hanno evidenziato almeno due fasi deformative. Una prima fase, attribuibile al Messiniano-Pliocene medio, è stata caratterizzata da movimenti trascorrenti destri. Una seconda fase, attribuibile al Pleistocene medio, è stata contraddistinta da movimenti normali puri, in accordo con una estensione diretta WNW-ESE. Analisi morfostrutturali condotte lungo questo sistema (Bianca et al., 1999) hanno evidenziato che gli effetti della deformazione normale si sono protratti fino all'Olocene. Tale aspetto permette di definire l'intera struttura come probabile sorgente sismogenetica. A questo sistema potrebbe essere associato il terremoto di Noto del 1727 ($M_L = 5.4 - I_0 = VIII$) e quello minore del 1903 ($M_L = 4.5 - I_0 = VII$), (L. Decanini e G.F. Panza (A cura di), "Scenari di pericolosità sismica ad Augusta, Siracusa e Noto").

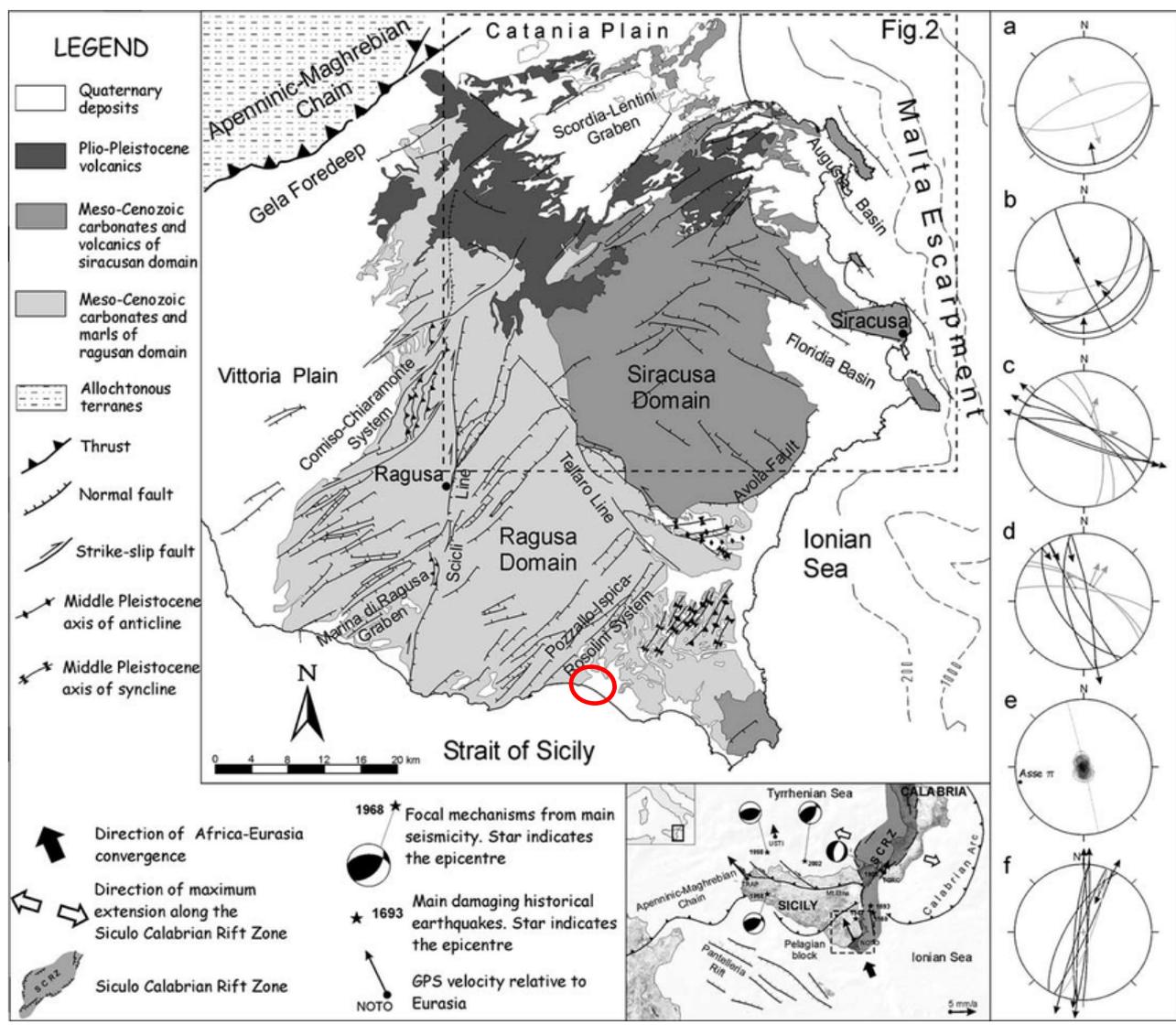


Fig.3 - Schema geologico-strutturale della Sicilia sud-orientale. Il riquadro mostra il fronte della Catena Appenninico-Maghrebide, le principali faglie quaternarie e la sismicità del Mediterraneo centrale. Gli stereoplots si riferiscono ai dati strutturali misurati lungo diversi lineamenti quaternari del Plateau Ibleo: a-b) Graben di Scordia-Lentini; c) Bacino di Augusta; d) Bacino di Florida; e) Sistemi a pieghe del margine sud-orientale; f) Linea di Scicli. Tratto da Romagnoli et. alii 2008.

CARATTERIZZAZIONE SISMOGENETICA LOCALE

Il territorio comunale di Pozzallo ricade nel settore geologico e geodinamico del plateau ibleo, che rappresenta la porzione emersa del Blocco Pelagiano, costituita da una potente successione carbonatica dislocata da faglie, caratterizzate da movimenti prevalentemente trascorrenti e normali e viene denominata secondo i più recenti studi sismologici effettuati, Area Sismica Iblea, (*L. Decanini e G.F. Panza (A cura di), "Scenari di pericolosità sismica ad Augusta, Siracusa e Noto"*) suddivisa in quattro settori in relazione alla distribuzione ed alla evoluzione temporale del rilascio di energia alla sorgente che caratterizza la sismicità ed il regime sismico a cui soggiace. Quindi ogni settore rappresenta un'area all'interno della quale si ritiene che i terremoti possano essere identificati da alcuni elementi sismogenetici comuni, pur consapevoli comunque che le schematizzazioni in tal senso sono sempre riduttive e devono essere opportunamente contestualizzate nell'interpretazione dello specifico evento sismico. Pertanto sulla base di dati sismologici, elementi geologico-strutturali e informazioni relative alla cinematica e alla tettonica attiva, questi quattro settori sono stati identificati come visibile nella figura sotto riportata.

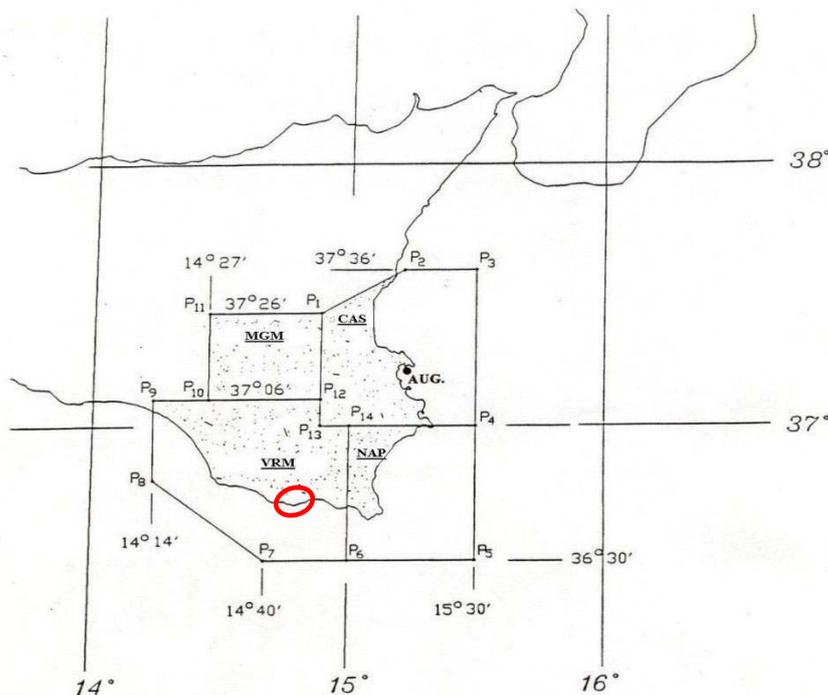


Fig. 4 - Divisione dell'area Sismica Iblea (ASI) in settori sismogenetici. Tratto da L. Decanini e G.F. Panza

Il territorio comunale di Pozzallo, secondo questa schematizzazione appartiene al settore sismogenetico VRM (Vittoria-Ragusa-Modica). L'identificazione dei quattro settori individuati all'interno dell'Area Iblea è basata fondamentalmente sul confronto di dati storici (distribuzione temporale e spaziale degli eventi, regime di rilascio di energia) con le informazioni geologiche e sismologiche disponibili. Dal punto di vista geologico-tettonico, si può considerare che l'ASI sia delimitata sul versante nord-occidentale dal fronte sepolto della Falda di Gela, a nord dall'apparato vulcanico dell'Etna, a oriente dalla Scarpata Ibleo-Maltese e a sud da un limite convenzionale sul prolungamento sommerso dell'Avampaese Ibleo nel Mare Pelagico (questa linea di confine meridionale è stata adottata sulla base dell'attività sismica rilevata nell'area). La definizione dell'area

sismica Iblea e la caratterizzazione delle strutture sismogenetiche è stata possibile con il supporto delle conoscenze sull'assetto tettonico-geologico-strutturale e sulla sismicità storica. All'interno dell'ASI sono state distinte due aree approssimativamente separate dal meridiano 14°53'E. Nella porzione occidentale risultano registrati un gran numero di eventi sismici di non elevata intensità con ipocentri piuttosto superficiali, mentre nella porzione orientale gli eventi sismici registrati risultano numericamente inferiori, ma di elevata intensità e maggiore profondità. In questo settore orientale dell'ASI sono avvenuti i tre eventi più disastrosi (1169, 1542, 1693). La fascia orientale dell'ASI è stata interpretata come un settore a crosta continentale collassata in cui sistemi di faglie normali sarebbero attribuibili a distensioni vincolate a movimenti differenziali sub-crostaiali associabili alla Scarpata Ibleo-Maltese. Tale struttura risulta compatibile con il regime sismico osservato che è caratterizzato da terremoti fortemente energetici con ipocentro nella parte più profonda della crosta che potrebbero avere interessato anche porzioni litosferiche. La Scarpata Ibleo-Maltese rappresenta senza dubbio la più importante struttura sismogenetica che si sviluppa, con il suo sistema di faglie prevalentemente distensive ed orientate NNW-SSE, dal Nord Africa fino alla zona etnea presentando evidenze di attività nel Pleistocene superiore - Olocene. Su scala regionale la Scarpata Ibleo-Maltese rappresenta l'espressione superficiale della transizione litosferica tra il Blocco Pelagiano ad occidente ed il Bacino Ionico ad Oriente. Il settore nord-occidentale dell'ASI, invece, risulta caratterizzato da numerosi eventi sismici di magnitudo medio-bassa attribuibili, probabilmente, a meccanismi distensivi superficiali rappresentanti l'effetto di un regime compressivo profondo. Nell'allineamento *Pozzallo-Ispica-Rosolini* è presente un sistema di faglie noto come zona delle **Faglie di Ispica**, la cui lunghezza è stata stimata in circa 20-25 Km con prevalenza di movimenti trascorrenti. Il sistema mostra evidenze di attività olocenica. A questo sistema potrebbe essere associato il terremoto di Noto del 1727 ($M_L = 5.4 - I_0 = VIII$) e quello minore del 1903 ($M_L = 4.5 - I_0 = VII$).

SISMICITA' STORICA

La storia sismica della Sicilia orientale annovera gli eventi a più alta intensità verificatisi nell'intera Italia meridionale quali quelli del 1169 e del 1693 questo ultimo raggiunse un'intensità MCS dell'XI grado ($M \sim 7,4$).

La sismicità storica del territorio di Pozzallo, strettamente correlata a quella dell'intera area iblea, è stata ricostruita ricorrendo alle Banche Dati dell'INGV e precisamente al Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani CPTI15 (Rovida et al 2019) e al Database Macrosismico Italiano (DBMI15, Rovida et al 2019).

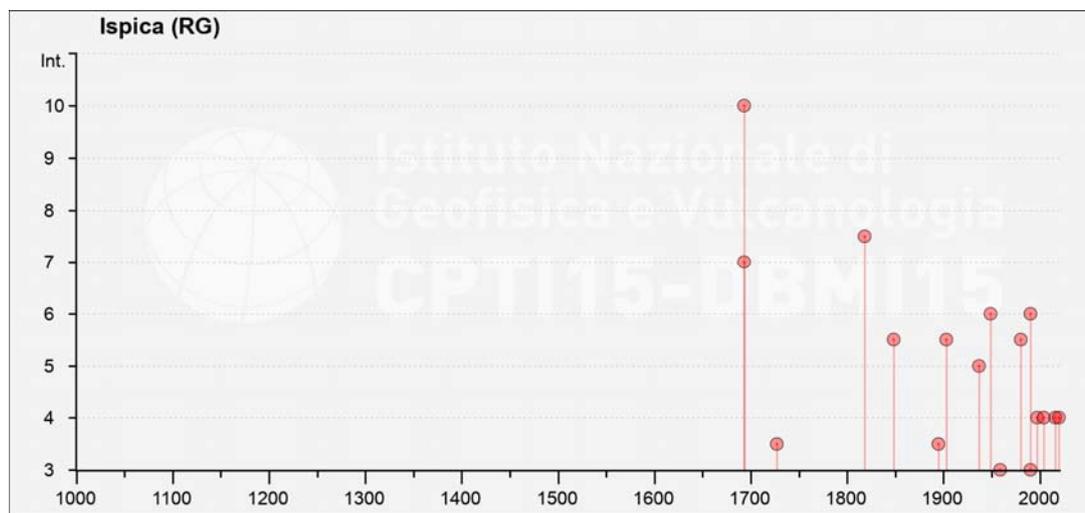
Il CPTI15 combina tutte le informazioni note su significativi terremoti italiani del periodo 1000–2017, bilanciando i dati strumentali e macrosismici; rappresenta una revisione ed un aggiornamento dei precedenti CPTI, nel quale è stata inserita una soglia energetica più bassa di Intensità massima/epicentrale 5 o magnitudo 4.0.

Per il sito oggetto della lottizzazione in progetto, pur appartenendo al territorio amministrativo di Pozzallo, città fondata solo nel 1829, si ritiene opportuno fare riferimento ai dati storici relativi alla Città di Ispica. Pertanto ai fini della ricostruzione della sismicità storica del sito oggetto di studio, si è fatto riferimento ai dati riconducibili al territorio di Ispica.

La storia sismica di Ispica, reperita nel "DBMI" - Database Macrosismico Italiano redatto dall'INGV e sinteticamente riassunta nella Tab.1, fornisce tra il 1693 e il 2020 numero 24 osservazioni con valori di Magnitudo M_w compresi tra 3,47 e 7,32, Intensità epicentrale I_0 (scala MCS) compresa tra 4 e 11 ed intensità al sito I_s (sempre in scala MCS) compresa tra 2 e 10.

Ispica

Placed	IT_67992
Coordinate (lat, long)	36.786, 14.910
Comune (ISTAT 2015)	Ispica
Provincia	Ragusa
Regione	Sicilia
Numero di eventi riportati	24

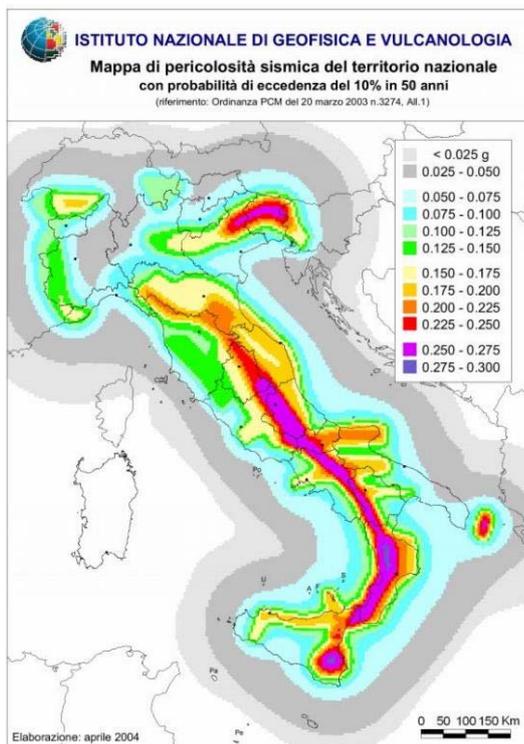


Effetti	In occasione del terremoto del							NMDP	Io	Mw
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale			
7	1693	01	09	21			Sicilia sud-orientale	30	8-9	6.07
10	1693	01	11	13	30		Sicilia sud-orientale	179	11	7.32
3-4	1727	01	07				Val di Noto	14	6-7	4.64
7-8	1818	03	01	02	45		Monti Iblei	24	7-8	5.57
5-6	1848	01	11	12			Golfo di Catania	41	7-8	5.51
3-4	1895	04	13	15	01		Monti Iblei ?	32	6-7	4.82
5-6	1903	02	10	08	04		Sicilia sud-orientale	9	5-6	4.32
NF	1903	07	13	08	19		Calatino	46	5	4.14
2	1905	09	08	01	43		Calabria centrale	895	10-11	6.95
NF	1908	12	10	06	20		Monti Peloritani	64	7	5.11
5	1937	03	06	01	56		Monti Iblei	15	5	4.49
6	1949	10	08	03	08		Sicilia sud-orientale	32	7	5.10
3	1959	12	23	09	29		Piana di Catania	108	6-7	5.11
2-3	1978	04	15	23	33	4	Golfo di Patti	330	8	6.03
5-6	1980	01	23	21			Monti Iblei	122	5-6	4.39
3	1990	10	29	08	16	1	Stretto di Sicilia	40		4.79
6	1990	12	13	00	24	2	Sicilia sud-orientale	304		5.61
4	1997	03	25	00	46	1	Ionio meridionale	22	4-5	4.49
NF	2004	05	05	13	39	4	Isole Eolie	641		5.42
4	2004	12	30	04	04	5	Monti Iblei	48	4	3.82
NF	2005	11	21	10	57	4	Sicilia centrale	255		4.56
NF	2011	10	09	08	28	2	Monti Iblei	26	4	3.47
4	2016	02	08	15	35	4	Monti Iblei	58	5-6	4.44
4	2020	12	22	20	27	2	Ragusano	25	5	4.52

Tab.1 - Storia Sismica di Ispica

ZONAZIONE SISMICA NAZIONALE

In seguito all'emanazione dell'O.P.C.M. 20/03/2003, n°3274, in cui si manifestava l'esigenza di una mappa di pericolosità sismica di riferimento per l'individuazione delle zone sismiche sul territorio nazionale, è stato redatto a cura dell'INGV (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia) un documento denominato "Redazione della mappa di pericolosità sismica" prevista dall'O.P.C.M. 20/03/2003, n°3274. Rapporto conclusivo per il Dipartimento della Protezione Civile" (INGV, Milano-Roma, aprile 2004, 65 pp. + 5 appendici), che rappresenta il punto di riferimento per le valutazioni di pericolosità sismica su tutto il territorio nazionale (figura seguente).

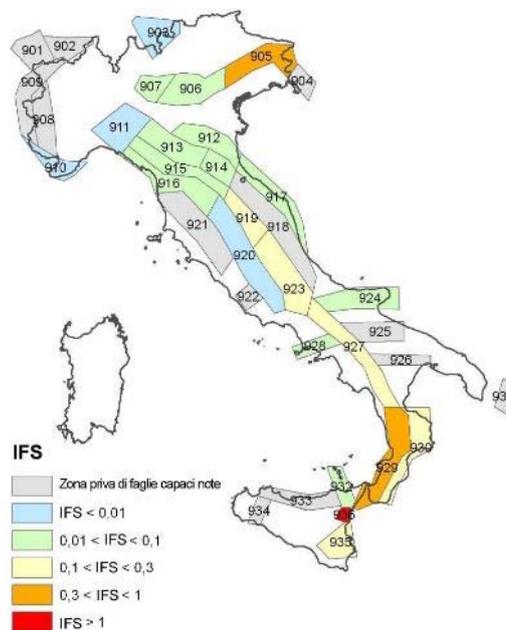


All'interno della ricerca eseguita per tale redazione, è stata elaborata una nuova zonazione sismogenetica, denominata ZS9 che divide tutto il territorio italiano in 36 zone. Tale zonizzazione è stata condotta tramite l'analisi cinematica degli elementi geologici (cenozoici e quaternari) coinvolti nella dinamica delle strutture litosferiche profonde e della crosta superficiale; essa, pur basandosi ampiamente sull'impianto generale e sul *background* informativo della precedente zonazione ZS4 (Scandone e Stucchi, 1996), rappresenta un suo sostanziale ripensamento, alla luce delle evidenze di tettonica attiva, delle valutazioni sul potenziale sismogenetico acquisite nei primi anni del decennio con i fondamentali contributi del *Database of Individual Seismogenic Sources* (DISS) (che, combinando dati geologici, storici e strumentali, censisce le sorgenti in grado di produrre terremoti di magnitudo 5.5 e superiore) e del Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (all'epoca della redazione della mappa CPTI2, ora arrivato alla versione CPTI15). Il confronto tra le

informazioni che hanno condotto alla costruzione del modello geodinamico e la sismicità osservata ha permesso di costruire la Carta delle Zone Sismogenetiche del territorio nazionale.

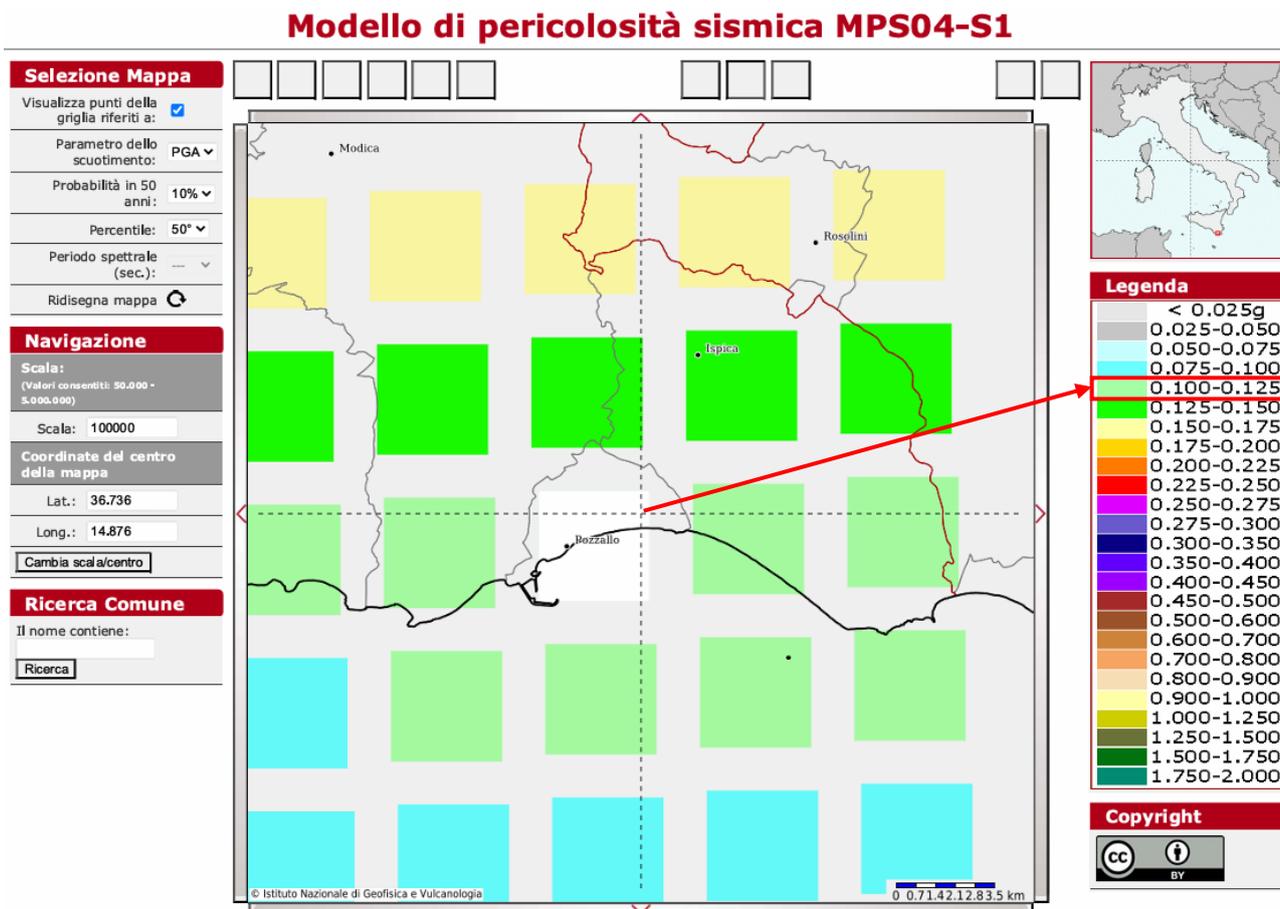
Ogni zonizzazione sismogenetica è caratterizzata da un definito modello cinematico il quale sfrutta una serie di relazioni di attenuazione stimate sulla base di misurazioni accelerometriche effettuate sia sul territorio nazionale che europeo.

Secondo la zonazione sismogenetica ZS9 (Meletti e Valensise, 2004), in Sicilia sud-orientale ricade la Zona Sismogenetica n°935 "Iblei". All'interno di questa ZS sono attesi eventi di elevata magnitudo, prevalentemente caratterizzati da meccanismi trascorrenti con una componente estensionale di entità variabile, con profondità ipocentrale media stimata compresa tra 12 e 20 Km. Il meccanismo di fagliazione responsabile dei terremoti che si sono verificati in questa zona è di tipo trascorrente.



PERICOLOSITA' SISMICA DI RIFERIMENTO

La distribuzione e la caratterizzazione delle zone sismogenetiche finora riconosciute e descritte in precedenza è stata tradotta in una Carta di Pericolosità Sismica, valida su tutto il territorio nazionale ed entrata in vigore con l'O.P.C.M. n°3519 del 28/04/2006. Nella carta, della quale la figura seguente rappresenta l'estratto per il comune di Pozzallo, sono riportati i valori di accelerazione orizzontale massima al suolo a_g con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, riferiti a suoli rigidi sub-pianeggianti di Categoria A.



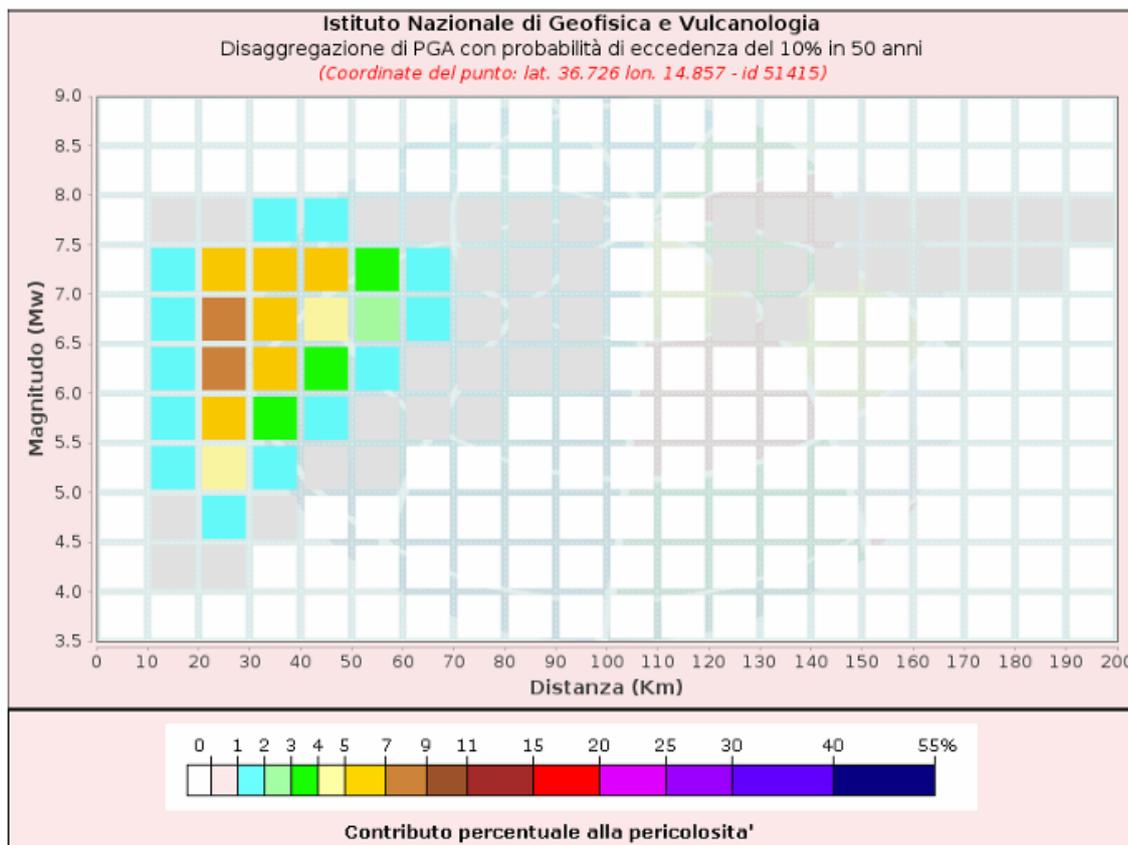
Pertanto, secondo l'O.P.C.M. n°3519 del 28/04/2006, una porzione del territorio di Pozzallo, ed in particolare l'area oggetto di studio, ricade nella fascia distinta da un valore di accelerazione sismica orizzontale a_g riferito a suoli rigidi sub-pianeggianti caratterizzati da $V_{s,30} > 800$ m/s compresa tra 0,100g e 0,125g (valori riferiti ad una probabilità di superamento del 10% in 50 anni – mappa 50° percentile), ovvero in Zona 3, come classifica la tabella riportata sotto, estratta dall'O.P.C.M. n°3519 stessa.

a) Ciascuna zona è individuata mediante valori di accelerazione massima del suolo a_g con probabilità di superamento del 10% in 50 anni, riferiti a suoli rigidi caratterizzati da $V_{S30} > 800$ m/s, secondo lo schema seguente:

zona	accelerazione con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni $[a_g]$	accelerazione orizzontale massima convenzionale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico $[a_g]$
1	$0,25 < a_g \leq 0,35 g$	0,35 g
2	$0,15 < a_g \leq 0,25 g$	0,25 g
3	$0,05 < a_g \leq 0,15 g$	0,15 g
4	$\leq 0,05 g$	0,05 g

Alla luce dell'aggiornamento della classificazione sismica del territorio della Regione Siciliana, predisposta dal Dipartimento regionale della protezione civile, in applicazione dei criteri dell'OPCM n°3519 del 28/04/2006, approvato con delibera di *Giunta regionale n.81 del 24 febbraio 2022*, il territorio di Pozzallo viene classificato in **Zona 2 (ag 0,1262)** mantenendo la categoria con rischio più elevato.

In ultimo, si riporta il calcolo della disaggregazione della pericolosità: questa ha lo scopo di individuare il maggior contributo alla pericolosità del sito in termini di magnitudo-distanza di un evento. I grafici riportati sotto sono stati desunti dalle Mappe Interattive di Pericolosità Sismica dell'INGV e sono relativi al punto della griglia definito nella figura precedente (Carta di Pericolosità Sismica dell'INGV).



Disaggregazione di PGA con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni (Coordinate del punto: lat. 36.726 lon. 14.857 - id 51415)											
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	8.5- 9.0
0-10	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
10-20	0.0000	0.2010	0.9090	1.5000	1.8900	1.8900	1.5400	1.0600	0.1570	0.0000	0.0000
20-30	0.0000	0.2170	1.8400	4.1900	6.5000	7.8200	7.5600	6.0100	0.9650	0.0000	0.0000
30-40	0.0000	0.0000	0.1900	1.5100	3.4800	5.4400	6.5700	6.3400	1.1300	0.0000	0.0000
40-50	0.0000	0.0000	0.0000	0.3070	1.5900	3.2500	4.7500	5.4200	1.0600	0.0000	0.0000
50-60	0.0000	0.0000	0.0000	0.0114	0.5080	1.5400	2.6900	3.5500	0.7540	0.0000	0.0000
60-70	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0750	0.4860	1.0400	1.5600	0.3540	0.0000	0.0000
70-80	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0038	0.1380	0.3930	0.6720	0.1630	0.0000	0.0000
80-90	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0304	0.1400	0.2750	0.0706	0.0000	0.0000
90-100	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0036	0.0321	0.0725	0.0196	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	0.0000
110-120	0.0000	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	0.0006	0.0082	0.0029	0.0000	0.0000
130-140	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0007	0.0247	0.0096	0.0000	0.0000
140-150	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0211	0.0098	0.0000	0.0000
150-160	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0142	0.0084	0.0000	0.0000
160-170	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0083	0.0067	0.0000	0.0000
170-180	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0036	0.0043	0.0000	0.0000
180-190	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0011	0.0023	0.0000	0.0000
190-200	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0008	0.0000	0.0000

Valori Medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
6.5	35.2	1.08

Dalla ricostruzione dell'INGV riportata sopra, considerando un tempo di ritorno $T_r = 475$ anni e una Categoria A di sottosuolo in condizioni sub-pianeggianti, si evidenzia che il maggior contributo alla pericolosità sismica locale è dato da eventi di entità M_w compresa tra 4,5 e 8,0 e relativamente vicini ($R =$ entro 10-70 km).

PERICOLOSITA' SISMICA DI BASE

Per quanto concerne, invece, la pericolosità sismica di base del sito di costruzione ai sensi delle NTC, la stessa è definita convenzionalmente in termini di accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido (categoria di sottosuolo A della Tabella 3.2.II NTC) con superficie topografica orizzontale (categoria topografica T_1 della Tabella 3.2.III NTC), nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente $S_e(T)$.

In particolare, nelle NTC i caratteri del moto sismico su sito di riferimento rigido orizzontale sono descritti dalla distribuzione sul territorio nazionale delle grandezze a_g = accelerazione massima al sito, F_0 = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale; e T^*_c = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale, sulla base delle quali sono compiutamente definite le relative forme spettrali.

I valori delle grandezze in parola sono riportati nell'Allegato B alle NTC per 10751 punti del reticolo di riferimento, in termini di andamento medio ed in funzione di un periodo di ritorno TR di 30, 50, 72, 101, 140, 201, 475, 975 e 2.475 anni. Per un qualunque punto del territorio nazionale non ricadente nei nodi del reticolo di riferimento, i valori dei parametri in argomento 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.

Nel caso specifico sono state determinate le coordinate geografiche (ED_{50}) del centro dell'area di stretto interesse progettuale (Lat.: 36.735592 e Long.: 14.886176) ed elaborate tramite il software "Aztec sisma 10", in questo modo si sono ottenute le forme spettrali previste dalle NTC definite in funzione dei tre parametri: a_g (accelerazione orizzontale massima del terreno), 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) che per il sito oggetto d'intervento ed in considerazione dell'opera (2 - *Opere ordinarie*) e della Classe d'uso (*Classe II*), presentano i seguenti valori:

<i>Stato Limite</i>	Tr	a_g	F_0	T^*_c
<i>Operatività (SLO)</i>	30	0.258	2.463	0.210
<i>Danno (SLD)</i>	50	0.351	2.539	0.248
<i>Salvag. Vita (SLV)</i>	475	1.274	2.401	0.441
<i>Collasso (SLC)</i>	975	1.888	2.394	0.493

Le suddette condizioni di pericolosità sismica di base del sito di interesse progettuale non corrispondono però in genere a quelle effettive essendo queste ultime influenzate sia dalla stratigrafia che dalla configurazione della superficie topografica. Infatti questi fattori concorrono a modificare l'azione sismica in superficie rispetto a quella attesa in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale, dando luogo alla così detta risposta sismica locale.

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi oppure, quando le condizioni locali lo consentono, ricorrere al così detto "approccio semplificato" che si basa sull'individuazione di Categorie di Sottosuolo di riferimento.

Per definire le Categorie di sottosuolo, il D.M. 17 gennaio 2018 prevede il calcolo del parametro $V_{s_{eq}}$, ovvero della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio V_s dei terreni posti al di sopra del substrato di riferimento ($V_{s_{30}}$ per depositi con profondità del substrato superiore a 30 m). La profondità del substrato è riferita al piano di posa delle fondazioni superficiali, alla testa dei pali per fondazioni indirette, al piano di imposta delle fondazioni per muri di sostegno di terrapieni o alla testa delle opere di sostegno di terreni naturali.

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

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.</i>
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.</i>
C	<i>Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.</i>
D	<i>Depositati di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.</i>
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.</i>

Dall'assetto sismo-stratigrafico desunto dalle indagini sismiche effettuate, è possibile constatare la presenza del *bedrock* geofisico (substrato di riferimento) a profondità superiore ai 30 metri. Per cui la velocità equivalente delle onde di taglio $V_{s_{eq}}$ è definita dal parametro $V_{s_{30}}$. Di conseguenza la categoria di sottosuolo per l'area in esame è così definita:

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..*

Si ricorda che qualunque tecnica di geofisica applicata ha un margine di errore intrinseco variabile in funzione del tipo di tecnica usata, di strumentazione utilizzata e di problematiche incontrate durante la fase di acquisizione. Infine, i profili di V_s ricavati con questa metodologia, come tutti i metodi indiretti, non presentano una soluzione univoca e quindi più modelli possono fornire curve sintetiche simili tra loro.

FASE DI DETTAGLIO
(B2)

B2a – Indagini integrative

(Elaborato di riferimento "Carta delle indagini")

Al fine di caratterizzare, sotto il profilo geotecnico e sismico, l'area oggetto di trasformazione urbanistica, ad integrazione delle indagini pregresse, è stata programmata una campagna di indagini in sito consistenti in:

- Due prospezioni sismiche del tipo MASW finalizzate alla ricostruzione 1D delle velocità di taglio e dei moduli elastici dei litotipi attraversati fino a 30 metri.
- Una prospezione sismica a rifrazione.
- Due misure del rumore sismico con la tecnica della sismica passiva per la valutazione della risposta sismica in termini di frequenza ed amplificazione del moto del suolo.
- Due sondaggi geognostici mediante perforazione a carotaggio continuo spinti fino a 15 metri di profondità.
- Numero 4 campioni indisturbati.
- Numero 4 prove di compressione ad espansione libera (ELL)
- Numero 4 prove di taglio diretto per la definizione della resistenza al taglio in condizioni drenate (bassa velocità).
- Numero 4 prove per la definizione delle caratteristiche fisiche (Contenuto d'acqua naturale $W\%$, peso di volume γ_a , analisi granulometrica per setacciatura, Limiti di Atterberg).

Si ritiene che le prospezioni geognostiche, geofisiche e geotecniche, in sito e in laboratorio, sopra descritte siano indispensabili perché, unitamente alle caratteristiche acquisite grazie al rilevamento di superficie, hanno consentito di rappresentare al meglio il modello geologico di riferimento. Nello specifico i profili sismici (MASW e Rifrazione) hanno consentito di ricostruire il modello 1D delle velocità di taglio e dei moduli elastici dei litotipi attraversati dalla radiazione sismica generata artificialmente fino a 30 metri di profondità dal piano campagna. Le misure di sismica passiva hanno consentito la valutazione della risposta sismica di sito in termini di frequenza e amplificazione del moto del suolo nell'intorno del volume significativo, permettendo al responsabile della modellazione strutturale di disporre dei parametri caratterizzanti l'interazione suolo-struttura.

Le prove di taglio diretto hanno consentito la definizione del parametro meccanico in condizioni drenate (Φ) delle marne delle Formazione Tellaro. Le prove di compressione ad espansione libera (ELL) hanno consentito di pervenire al parametro meccanico in condizioni non drenate (C_u). Infine è stato possibile definire le caratteristiche fisiche delle stesse marne (Contenuto d'acqua naturale $W\%$, peso di volume γ_a , analisi granulometrica per setacciatura, Limiti di Atterberg).

B2b – Cartografia di analisi

(Elaborati di riferimento "Carta Geologica" - "Carta Litotecnica" "Carta Geomorfologica" in scala 1:2000)

La cartografia di analisi elaborata alla scala 1:2000, è stata redatta ex novo e sulla base del rilevamento geologico, geomorfologico e litotecnico di dettaglio. Le informazioni relative alla geologia ed alla geomorfologia sono state tutte confermate in quanto le conoscenze acquisite in fase di studio geologico a supporto del P.R.G., conservano tutta la loro validità. Lo studio litotecnico ha consentito di differenziare una copertura da un substrato, come meglio evidenziato e descritto nei paragrafi successivi.

ASPETTI LITOTECNICI

(Elaborato di riferimento "Carta litotecnica")

Sulla scorta dello studio geologico, geomorfologico e idrogeologico, prima di giungere ad una parametrizzazione geotecnica dei litotipi investigati grazie alle indagini pregresse ed integrative, in ottemperanza alla circolare 20 giugno 2014, prot. n. 28807, si è proceduto alla distinzione delle Unità Litotecniche della copertura e del substrato.

COPERTURA

La copertura è rappresentata da una modesta coltre detrico-colluviale, rinvenuta, peraltro, solo in corrispondenza del sondaggio S2. Questa è costituita da detriti calcarei di diversa granulometria immersi in una matrice limoso-sabbiosa di colore marrone. Essendo distribuita in modo blando e discontinuo non è stato possibile cartografarla in quanto non compatibile con la scala della carta. Questa copertura può riconoscersi nella seguente definizione:

G) SEDIMENTI A GRANA MEDIO FINE

- **materiali coesivi**
 - **G2c – Sabbie limose e Limi sabbiosi** inglobanti frammenti arrotondati (punto G dell'allegato D della circolare 20 giugno 2014).

SUBSTRATO

Il substrato è rappresentato da un'alternanza di marne calcaree e marne argillose. Affiorano in tutta l'area di stretto interesse progettuale, risultano ricoperte dalle sabbie limose e limi sabbiosi che ne costituiscono la copertura. Si tratta prevalentemente di una successione in letteratura nota come alternanza calcareo-marnoso-argillosa che segue, in continuità di sedimentazione, la Formazione Ragusa. Questa presenta una struttura ascrivibile a:

A) SUCCESSIONI CARBONATICHE

- Distinzione in base al grado di suddivisione
- **A3: Poliedri giustapposti di volume medio oltre 0,01 mc** (punto A dell'allegato D della circolare 20 giugno 2014).

CARATTERIZZAZIONE E CONSIDERAZIONI LITOTECNICHE

(Elaborato di riferimento "Carta litotecnica")

Le indagini geognostiche, geotecniche e geofisiche eseguite nell'area di stretto interesse progettuale, integrate da risultati di indagini pregresse, allegate alla presente, ci permettono di caratterizzare il sito oggetto di studio sotto il profilo geotecnico.

Il litotipo affiorante è costituito dalle marne argillose della Formazione Tellaro. Trattasi di marne a frattura sub-concoide di colore giallastro con rari partimenti di colore grigio. Come detto in premessa sono state realizzate due perforazioni a carotaggio continuo fino a 15 metri dal piano campagna. In S2 è stata rinvenuta, alla profondità di 6 metri una falda acquifera che per la natura dell'incarico non è possibile monitorare, pertanto in fase di realizzazione bisognerà attenzionare il livello di tale falda segnalandone eventuali escursioni. Nel corso delle perforazioni sono stati prelevati 4 campioni indisturbati che sottoposti ad analisi e prove di laboratorio hanno restituito una serie di dati e misure utili per la parametrizzazione geotecnica. In modo particolare sono state eseguite le seguenti prove di laboratorio:

- n°4 determinazioni del contenuto d'acqua
- n°4 determinazioni del peso di volume
- n°4 determinazioni dei limiti di Atterberg
- n°4 analisi granulometriche e densimetriche
- n°4 prove ad espansione libera (ELL)
- n°4 prove di taglio diretto

Si riporta una sintesi dei risultati:

C.DA SCARO - POZZALLO (RG)											
S.G.M. S.R.L.											
S	C	Profondità (m)	Contenuto d'acqua %	Peso specifico	Peso di volume g/cm ³	Limiti di Atterberg	Analisi granulometrica	Taglio diretto	ELL	EDOMETRO	-
1	1	3,00 - 3,40	18,11	-	1,804	43,8% LL - 24,6% LP	37% Sa, 30% LI, 33% Ar	$\phi = 29^\circ$ C = 22 KPa	CU = 105KPa	-	-
1	2	6,00 - 6,40	20,97	-	1,945	45,8% LL - 22,6% LP	13,5% Sa, 43,5% LI, 43% Ar	$\phi = 32^\circ$ C = 47 KPa	CU = 99KPa	-	-
2	1	4,00 - 4,50	22,32	-	1,816	38,0% LL - 22,6% LP	29% Sa, 39,5% LI, 32,5% Ar	$\phi = 30^\circ$ C = 13 KPa	CU = 95KPa	-	-
2	2	7,00 - 7,50	19,05	-	1,930	38,2% LL - 21,4% LP	8,5% Gh, 15,5% Sa, 37% LI, 39% Ar	$\phi = 33^\circ$ C = 23 KPa	CU = 115KPa	-	-

In allegato i risultati delle prove sia tabulati che diagrammati con relative certificazioni.

Queste marne, affioranti in tutto il sito di interesse progettuale, sono state investigate sotto il profilo sismico grazie alle seguenti prospezioni:

- n° 1 sismica a rifrazione
- n° 2 sismica attiva di tipo MASW
- n° 2 sismica passiva per la valutazione della risposta sismica di sito (H/V)

Di seguito si riportano i Moduli elasto-dinamici derivanti dalle indagini geofisiche:

MODULI ELASTODINAMICI 1° SISMOSTRATO copertura	SIMBOLO	UNITA'	VALORI
<i>Velocità onde prime</i>	<i>VP</i>	<i>m/sec</i>	<i>386,01</i>
<i>Velocità onde seconde</i>	<i>VS</i>	<i>m/sec</i>	<i>206,33</i>
<i>Densità</i>	γ	<i>g/cm³</i>	<i>1,7</i>
<i>Modulo di Poisson</i>	σ	-	<i>0,30</i>
<i>Modulo di Taglio</i>	G_0	<i>Kg/cm²</i>	<i>781,45</i>
<i>Modulo di Young</i>	E_y	<i>Kg/cm²</i>	<i>199,24</i>

MODULI ELASTODINAMICI 2° SISMOSTRATO substrato	SIMBOLO	UNITA'	VALORI
<i>Velocità onde prime</i>	<i>VP</i>	<i>m/sec</i>	<i>729,34</i>
<i>Velocità onde seconde</i>	<i>VS</i>	<i>m/sec</i>	<i>389,85</i>
<i>Densità</i>	γ	<i>g/cm³</i>	<i>1,80</i>
<i>Modulo di Poisson</i>	σ	-	<i>0,30</i>
<i>Modulo di Taglio</i>	G_0	<i>Kg/cm²</i>	<i>2789,59</i>
<i>Modulo di Young</i>	E_y	<i>Kg/cm²</i>	<i>7251,29</i>

MODULI ELASTODINAMICI 3° SISMOSTRATO substrato	SIMBOLO	UNITA'	VALORI
<i>Velocità onde prime</i>	<i>VP</i>	<i>m/sec</i>	<i>1.247,15</i>
<i>Velocità onde seconde</i>	<i>VS</i>	<i>m/sec</i>	<i>531,25</i>
<i>Densità</i>	γ	<i>g/cm³</i>	<i>1,9</i>
<i>Modulo di Poisson</i>	σ	-	<i>0,30</i>
<i>Modulo di Taglio</i>	G_0	<i>Kg/cm²</i>	<i>5.467,94</i>
<i>Modulo di Young</i>	E_y	<i>Kg/cm²</i>	<i>14.216,66</i>

MODULI ELASTODINAMICI 4° SISMOSTRATO substrato	SIMBOLO	UNITA'	VALORI
<i>Velocità onde prime</i>	<i>VP</i>	<i>m/sec</i>	<i>1.310,12</i>
<i>Velocità onde seconde</i>	<i>VS</i>	<i>m/sec</i>	<i>629,36</i>
<i>Densità</i>	γ	<i>g/cm³</i>	<i>2,00</i>
<i>Modulo di Poisson</i>	σ	-	<i>0,35</i>
<i>Modulo di Taglio</i>	G_0	<i>Kg/cm²</i>	<i>8.077,96</i>
<i>Modulo di Young</i>	E_y	<i>Kg/cm²</i>	<i>21.810,57</i>

B2c – Cartografia di sintesi

(Elaborati di riferimento "Carta delle Prescrizioni ed indicazioni esecutive" in scala 1:2000)

PERICOLOSITA' GEOLOGICA

A questo punto, avendo acquisito le caratteristiche dei terreni investigati, al fine di valutarne la compatibilità con i futuri interventi edificatori, si è cercato di passare in rassegna tutti quegli elementi intrinsecamente legati alle pericolosità geologiche esistenti e potenziali in modo da poter fornire allo strutturista tutte quelle prescrizioni e/o soluzioni praticabili finalizzate ad una loro mitigazione. In modo particolare sono stati approfonditi i seguenti rischi potenziali:

Rischio sismico

L'assetto stratigrafico del comune di Pozzallo denota una certa variabilità spaziale. La risposta sismica locale risulta fortemente condizionata dal contesto tettonico-stratigrafico locale caratterizzato da un substrato sovrastato da una copertura diversificata a seconda dei vari ambienti deposizionali. Nel sito di stretto interesse progettuale è presente una copertura costituita da sabbie limose e limi sabbiosi di irrilevante spessore, presente in modo discontinuo e poco diffuso, pertanto non rappresenta alcun problema in quanto dovrà essere rimossa. Il substrato, costituito dalle marne della Formazione Tellaro, perforate fino a 15 metri dal piano campagna, sono state caratterizzate sotto il profilo geotecnico e pur presentando buoni parametri geotecnici, potrebbero essere sede di amplificazioni sismiche così come evidenziato dallo studio di MZS di I livello. Infatti l'area oggetto di studio rientra tra le zone definite: "Zone Stabili Suscettibili di Amplificazioni Locali". A tal proposito è stata eseguita una campagna geofisica, così come evidenziato in premessa, grazie alla quale si possono escludere amplificazioni locali.

A questo punto, così come previsto dalle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 17/01/2018), andranno fatte le verifiche di stabilità richieste.

Rischio Idrogeologico (PAI)

A livello generale, come già accennato, il sito oggetto di studio ricade in un'area caratterizzata da una condizione di ***stabilità geomorfologica generale***. Tali considerazioni sono confermate dagli elaborati cartografici derivanti dall'aggiornamento del Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (PAI). Secondo gli ultimi aggiornamenti l'area oggetto di studio non risulta interessata da Dissesti in atto o potenziali per cui non sussistono né livelli di Pericolosità né livelli di Rischio Geomorfologico (Vedi allegati - Carta dei Dissesti CTR 651070 – Carta della Pericolosità CTR 651070 – Carta del Rischio Geomorfologico CTR 651070 – approvate in Conferenza Operativa dell'Autorità di Bacino con delibera n.163 del 03/10/2023). Relativamente alla circolazione delle acque superficiali si può affermare che la rete idrografica superficiale sarebbe quasi inesistente se non si facesse riferimento ad un limitatissimo e poco esteso reticolo di rivoli da ruscellamento diffuso dove drenano le acque di ruscellamento durante i periodi di pioggia intensa e prolungata.

Lo studio geomorfologico e la caratterizzazione idrogeologica ci consentono di escludere allagamenti derivanti da acque zenitali. Tutto ciò risulta confermato dagli elaborati cartografici allegati allo strumento programmatico di difesa del suolo redatto dalla Regione Sicilia, secondo i quali, l'area di stretto interesse progettuale, non risulta suscettibile di alluvionamento. Il sito oggetto di studio interessa il **P.A.I.** difesa del suolo, nel bacino Idrografico dell'Area Territoriale compresa tra il T. di Modica e Capo Passero (084) e non ricade all'interno di *Siti di Attenzione* identificati nella Carta della Pericolosità Idraulica per Fenomeni di Esondazione N°13.

Vulnerabilità dell'acquifero

Per vulnerabilità di un acquifero si intende la facilità di penetrazione e diffusione di un inquinante nell'acquifero in funzione delle caratteristiche dei terreni e delle condizioni idrogeologiche del sottosuolo. A tale scopo è stato utilizzato il metodo *DRASTIC*, proposto da *Aller (1985)* ed integrato con la metodologia *SINTACS R5 (Civita, 2000)*. Tale metodo è stato concepito in modo da fornire una valutazione quantitativa del grado di vulnerabilità, e non qualitativa, nel senso che, attraverso gli indici numerici ottenuti, è possibile comparare la vulnerabilità tra aree diverse ma non quantificarla in senso assoluto come bassa o alta. Il valore dell'indice *DRASTIC*, per il litotipo oggetto di studio, è stato opportunamente trattato ottenendo il grado di vulnerabilità. Successivamente è stato normalizzato ed espresso in percentuale. Da qui si è ottenuto un grado di vulnerabilità basso. Quindi, nell'area in esame il grado di vulnerabilità della falda acquifera superficiale è da considerarsi **basso**, tuttavia ai fini della salvaguardia della stessa occorrerà smaltire le acque reflue di tipo domestico tramite opportuni impianti di depurazione, previo studio idrogeologico-ambientale.

Suscettività all'edificazione

La suscettività all'edificazione riassume i dati relativi alle caratteristiche geologiche del territorio, acquisite nel corso del presente studio, e fornisce le prescrizioni in ordine ai vincoli definiti dagli strumenti di settore di rango superiore e quindi sovraordinati agli strumenti urbanistici (P.R.G.). Gli strumenti di settore da recepire nel presente studio sono il P.A.I. e la MZS di I livello. La verifica nei confronti del PAI ha messo in evidenza che l'area oggetto di studio non risulta interessata da pericolosità e rischi di natura geomorfologica ed idraulica.

Per quanto riguarda la verifica relativa allo studio di MZS di I livello, invece, l'area di stretto interesse progettuale, si colloca all'interno di un'area perimetrata come "Zona Stabile Suscettibile di Amplificazione Locale" e risulta definita come COS: Substrato geologico ***Coesivo Sovraconsolidato Stratificato*** ascrivibile alla Formazione Tellaro. Tutto ciò è verificabile dall'esame della Carta delle MOPS (Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica) la quale viene recepita nel presente studio. In questa fase sono state opportunamente programmate ed eseguite delle prospezioni sismiche che hanno messo in evidenza la inesistenza di amplificazioni locali.

Tuttavia, sia per quanto riguarda la probabilità di amplificazione locale, che le problematiche legate alla natura coesiva e sovraconsolidata del substrato, si raccomanda quanto segue:

- valutare la risposta sismica di sito in termini di frequenza e amplificazione del moto del suolo nell'intorno del "volume significativo" in modo da permettere al responsabile della modellazione strutturale di disporre dei parametri caratterizzanti l'interazione suolo-struttura;
- procedere alla parametrizzazione geotecnica mediante prove in sito e di laboratorio in modo da permettere al responsabile della modellazione geotecnica di poter disporre delle caratteristiche fisiche e meccaniche di tutti i livelli geotecnici interessati nelle verifiche di stabilità richieste dal vigente Decreto Ministeriale e relativa circolare (D.M. 17/01/2018 e Circolare n.7 del C.S.LL.PP. del 21 gennaio 2019 - Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"» di cui al D.M. 17 gennaio 2018);
- regimentare in modo opportuno il deflusso delle acque di precipitazione e quelle di scarico al fine di evitare fenomeni erosivi al di sotto delle fondazioni.

CONCLUSIONI

Gli elementi più importanti scaturiti dal presente studio geologico, eseguito con rilievi, osservazioni di campagna, ricognizioni bibliografiche, recepimento di studi sovraordinati, raccolta di indagini pregresse nonché con la esecuzione di indagini geotecniche e geofisiche, per le quali si rimanda agli specifici capitoli, alle Carte di analisi e di sintesi, e agli allegati rapporti delle indagini, possono riassumersi come segue:

- lo studio **geomorfologico** ha evidenziato che l'area di stretto interesse progettuale, caratterizzata dall'alternanza calcareo-marnoso-argillosa, presenta una condizione di **stabilità morfologica generale**, favorita sia dalla topografia che dall'assenza di processi geomorfologici attivi (Frane, Ruscellamento diffuso, Esondazioni ecc..). Tali considerazioni sono confermate dalla pertinente cartografia tematica allegata al vigente "Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) - Area Territoriale tra il T. Modica e Capo Passero (084)" redatto dall'Assessorato Regionale Territorio e Ambiente ed approvato con D.P.R.S. n.535 del 20/09/2006. (Vedi allegati - Carte dei Dissesti e Carte della Pericolosità e del Rischio Geomorfológico).
- lo studio **idrogeologico** ha messo in evidenza come il deflusso delle acque superficiali e la circolazione delle acque sotterranee siano strettamente legati all'assetto stratigrafico-strutturale ed alle caratteristiche di permeabilità dei vari orizzonti litologici. Relativamente alla circolazione delle acque superficiali si può affermare che la rete idrografica superficiale sarebbe quasi inesistente se non si facesse riferimento ad un limitatissimo e poco esteso reticolo di rivoli da ruscellamento diffuso dove drenano le acque di ruscellamento durante i periodi di pioggia intensa e prolungata. Lo studio geomorfologico e la caratterizzazione idrogeologica ci consentono di escludere allagamenti derivanti da acque zenitali. Tutto ciò risulta confermato dagli elaborati cartografici allegati allo strumento programmatico di difesa del suolo redatto dalla Regione Sicilia, secondo i quali, l'area di stretto interesse progettuale, non risulta suscettibile di alluvionamento. Il sito oggetto di studio interessa il **P.A.I.** difesa del suolo, nel bacino Idrografico dell'Area Territoriale compresa tra il T. di Modica e Capo Passero (084) e non ricade all'interno di *Siti di Attenzione* identificati nella Carta della Pericolosità Idraulica per Fenomeni di Esondazione N°13.
- Lo studio **litotecnico** ha permesso di differenziare una "**copertura**" da un "**substrato**" in funzione delle proprietà fisico meccaniche e del diverso comportamento all' input sismico. La "**copertura**" è rappresentata da una modesta coltre detrico-colluviale, rinvenuta, peraltro, solo in corrispondenza del sondaggio S2. Questa è costituita da detriti calcarei di diversa granulometria immersi in una matrice limoso-sabbiosa di colore marrone. Essendo distribuita in modo blando e discontinuo non è stato possibile cartografarla in quanto non compatibile con la scala della carta. Questa copertura può riconoscersi nella seguente definizione: G) SEDIMENTI A GRANA MEDIO FINE - **materiale coesivi - G2c - Sabbie limose e Limi sabbiosi** inglobanti frammenti arrotondati (punto G

dell'allegato D della circolare 20 giugno 2014). Il "**substrato**" è rappresentato da un'alternanza di marne calcaree e marne argillose. Affiorano in tutta l'area di stretto interesse progettuale, risultano ricoperte dalle sabbie limose e limi sabbiosi che ne costituiscono la copertura. Si tratta prevalentemente di una successione nota come alternanza calcareo-marnoso-argillosa che segue, in continuità di sedimentazione, la Formazione Ragusa. Questa presenta una struttura ascrivibile a: B) SUCCESSIONI CARBONATICHE - Distinzione in base al grado di suddivisione - **A3: Poliedri giustapposti di volume medio oltre 0,01 mc** (punto A dell'allegato D della circolare 20 giugno 2014).

- lo studio delle **pericolosità geologiche** ha messo in evidenza le propensioni potenziali dell'assetto geologico, geomorfologico, idrogeologico, litotecnico e sismico. Dalle risultanze del presente studio l'unica pericolosità riscontrata è risultata la **vulnerabilità dell'acquifero** profondo, costituito dall'alternanza calcarenitico marnosa della Formazione Ragusa. Per vulnerabilità di un acquifero si intende la facilità di penetrazione e diffusione di un inquinante nell'acquifero in funzione delle caratteristiche dei terreni e delle condizioni idrogeologiche del sottosuolo. A tale scopo è stato utilizzato il metodo *DRASTIC*, proposto da *Aller (1985)* ed integrato con la metodologia *SINTACS R5 (Civita, 2000)*. Tale metodo è stato concepito in modo da fornire una valutazione quantitativa del grado di vulnerabilità, e non qualitativa, nel senso che, attraverso gli indici numerici ottenuti, è possibile comparare la vulnerabilità tra aree diverse ma non quantificarla in senso assoluto come bassa o alta. Il valore dell'indice *DRASTIC*, per il litotipo oggetto di studio, è stato opportunamente trattato ottenendo il grado di vulnerabilità. Successivamente è stato normalizzato ed espresso in percentuale. Da qui si è ottenuto un grado di vulnerabilità **basso**. Tuttavia ai fini della salvaguardia della stessa occorrerà smaltire le acque reflue di tipo domestico tramite opportuni impianti di depurazione, previo studio idrogeologico-ambientale.
- Lo studio relativo alla **suscettività all'edificazione** riassume i dati relativi alle caratteristiche geologiche del territorio, acquisite nel corso del presente studio, e fornisce le prescrizioni in ordine ai vincoli definiti dagli strumenti di settore di rango superiore e quindi sovraordinati agli strumenti urbanistici (P.R.G.). Gli strumenti di settore da recepire nel presente studio sono il P.A.I. e la MZS di I livello. La verifica nei confronti del PAI ha messo in evidenza che l'area oggetto di studio non risulta interessata da pericolosità e rischi di natura geomorfologica ed idraulica. Per quanto riguarda la verifica relativa allo studio di MZS di I livello, invece, l'area di stretto interesse progettuale, si colloca all'interno di un'area perimetrata come "**Zona Stabile Suscettibile di Amplificazione Locale**" e risulta definita come **COS**: Substrato geologico **Coesivo Sovraconsolidato Stratificato** ascrivibile alla Formazione Tellaro. Tutto ciò è verificabile dall'esame della Carta delle MOPS (Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica) la quale viene recepita nel presente studio. In questa fase sono state opportunamente programmate ed eseguite delle prospezioni sismiche che hanno messo in evidenza la inesistenza di amplificazioni locali. Tuttavia, sia per quanto riguarda la probabilità di

amplificazione locale, che le problematiche legate alla natura coesiva e sovraconsolidata del substrato, si raccomanda quanto segue:

- valutare la risposta sismica di sito in termini di frequenza e amplificazione del moto del suolo nell'intorno del "volume significativo" in modo da permettere al responsabile della modellazione strutturale di disporre dei parametri caratterizzanti l'interazione suolo-struttura;
- procedere alla parametrizzazione geotecnica mediante prove in sito e di laboratorio in modo da permettere al responsabile della modellazione geotecnica di poter disporre delle caratteristiche fisiche e meccaniche di tutti i livelli geotecnici interessati nelle verifiche di stabilità richieste dal vigente Decreto Ministeriale e relativa circolare (D.M. 17/01/2018 e Circolare n.7 del C.S.LL.PP. del 21 gennaio 2019 - Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"» di cui al D.M. 17 gennaio 2018);
- regimentare in modo opportuno il deflusso delle acque di precipitazione e quelle di scarico al fine di evitare fenomeni erosivi al di sotto delle fondazioni.

Marzo 2025

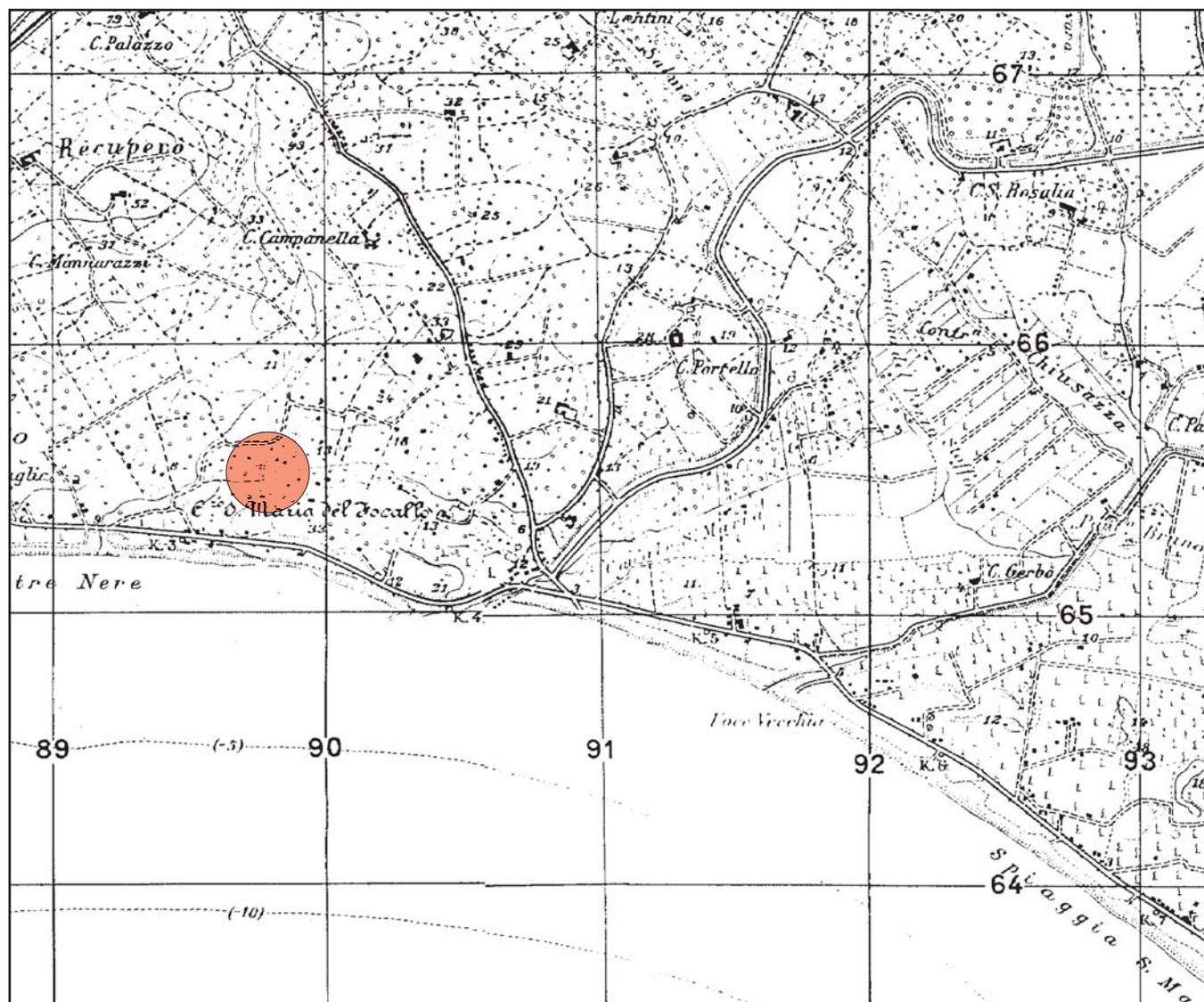
I GEOLOGI RELATORI

(Dott. Giuseppe Giudice)

(Dott. Paolo Mozzicato)

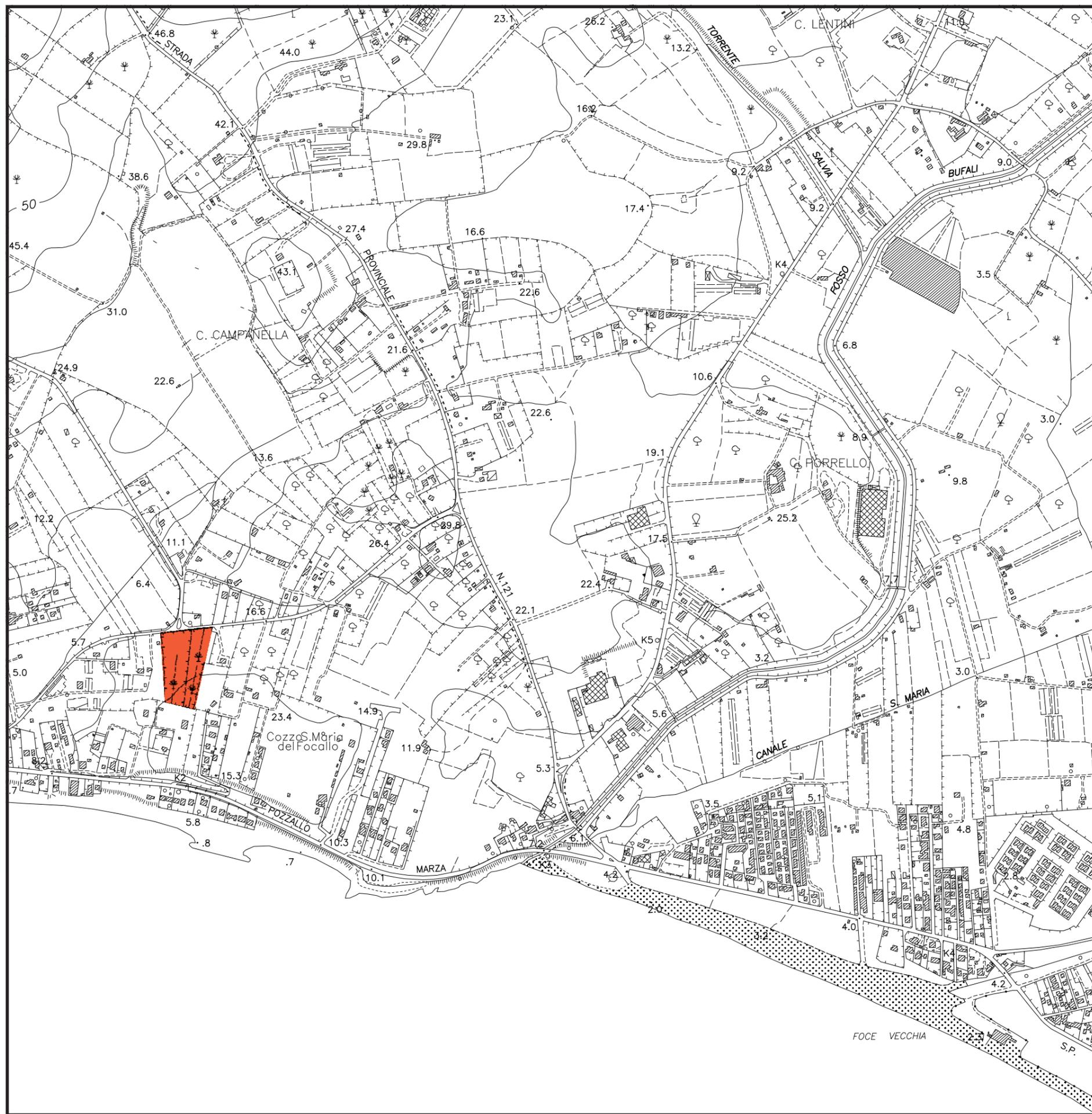
STRALCIO TOPOGRAFICO

scala 1:25.000



LEGENDA

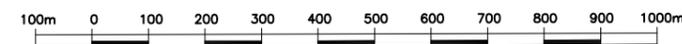
 UBICAZIONE DELL'AREA INTERESSATA AL PROGETTO

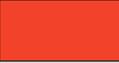


REGIONE  SICILIANA

ASSESSORATO REGIONALE DEL TERRITORIO E DELL'AMBIENTE
DIPARTIMENTO DELL'URBANISTICA
CARTA TECNICA REGIONALE

SEZIONE N. 651070
POZZALLO
Scala 1 : 10000

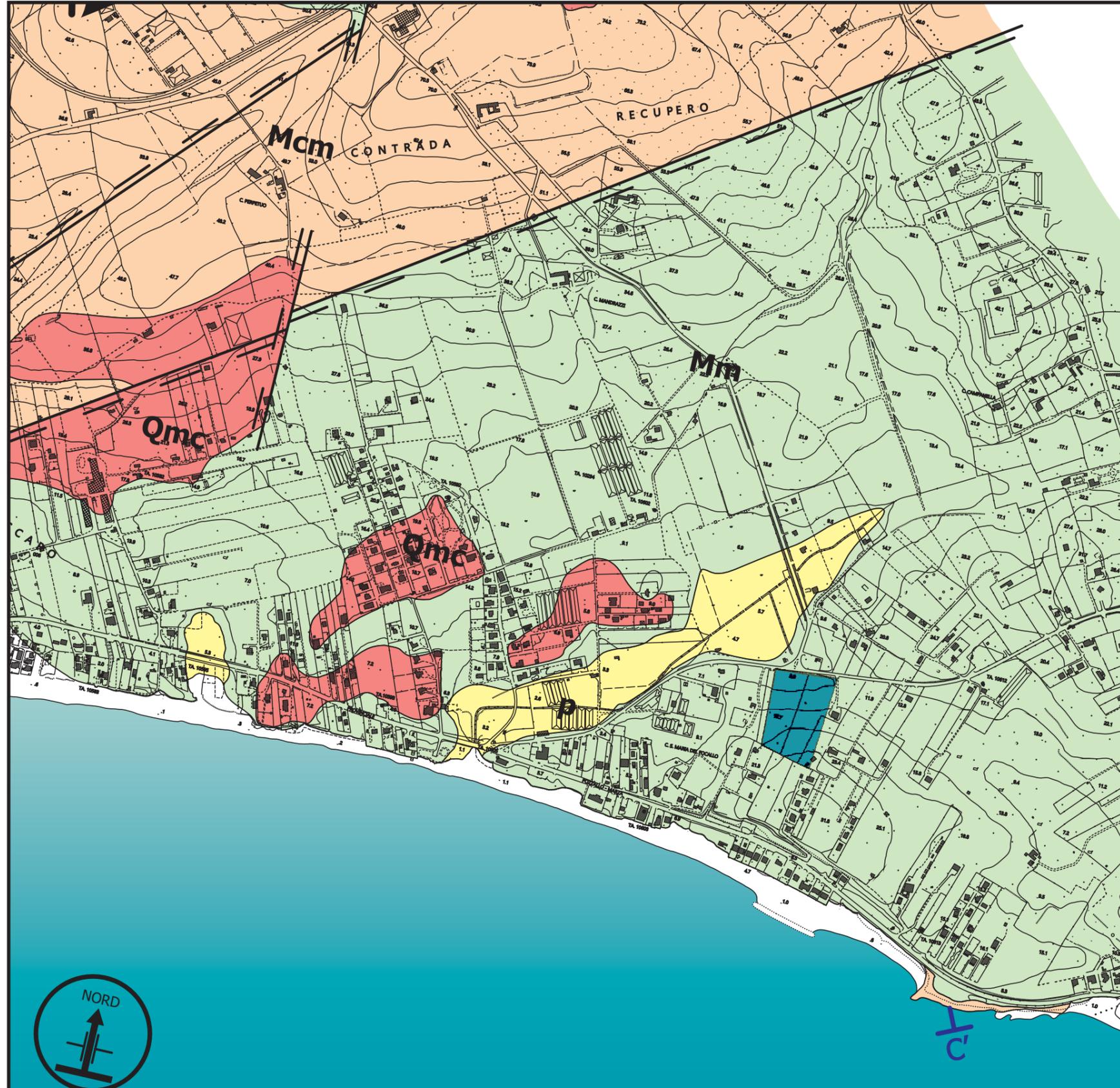


 Area interessata al progetto

CARTA GEOLOGICA

SCALA 1:10.000

LEGENDA



a s p

a. Alluvioni recenti e attuali. Sono costituite quasi esclusivamente da ciottoli calcarei subarrotondati e subvoidali immersi in una matrice siltitico-sabbiosa. Le dimensioni dei ciottoli variano da pochi cm a 35-40 cm, ed hanno una struttura caotica ed in alcuni casi orientata secondo la direzione della paleocorrente. Lo spessore è variabile e si va dai 30 cm per le alluvioni attuali fino ai 5 m per quelle recenti.
s. Spiagge attuali. Si tratta di sabbie fini, gialle, a prevalente composizione quarzosa e in minor misura carbonatica.
p. Depositi palustri recenti. Sono costituiti da sabbie fini e limi bruni.
 OLOCENE

Qmc



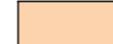
Calcareni, marne limo-sabbiose, e conglomerati poligenici in prevalenza calcarei. La frazione costituita dalle marne limo-sabbiose contiene grumi calcarei bianchi e farinosi. Lo spessore varia da pochi centimetri fino a circa 5 metri.
 PLEISTOCENE MEDIO

Mm



Formazione Tellaro. Marne gialle e grigio-azzurre con stratificazione in genere poco evidente. Lo spessore massimo in affioramento è di circa 50 metri. La parte apicale è costituita da marne e calcari marnosi contenenti una microfauna riferibile al Messiniano inferiore.
 SERRAVALLIANO-MESSINIANO INFERIORE

Mcm



Formazione Ragusa: Mb. Irminio. Comprende strati di calcareniti spesse mediamente da 30 a 60 cm in alternanza con strati calcareo marnosi di uguale spessore. Lo spessore massimo in affioramento è di circa 60 m, in C.da Recupero.
 BURDIGALIANO SUPERIORE – LANGHIANO INFERIORE

Mc



Formazione Ragusa: Mb. Irminio. Costituisce l'intervallo inferiore di questo membro ed è costituito da calcareniti bianco grigiastre di media durezza, in banchi di spessore variabile talvolta fino a 5 metri, separati da sottili livelli marnoso-sabbiosi. Lo spessore massimo in affioramento non supera i 25 m.
 AQUITANIANO – BURDIGALIANO INFERIORE



Limiti stratigrafici (a tratto ove presunti)



Faglie (i tratti sulla parte ribassata)



Tracce dei profili geologici



Strati Suborizzontali



2 - 5°

Direzione ed inclinazione degli strati



Area d' interesse progettuale

CARTA GEOMORFOLOGICA

SCALA 1:10.000



LEGENDA

Forme strutturali

Faglie (trattino sulla parte ribassata)



Orlo di scarpata di faglia ($h > 5 \text{ mt.}$)



Forme di accumulo e relativi depositi

Frane di crollo



Frane di smottamento



Cono di detrito



Forme fluviali e di versante dovute al dilavamento

Area a forme calanchive



Area soggetta ad allagamenti



Forme, processi e depositi marini

Linea di costa in arretramento



Linea di costa in avanzamento



Costa bassa rocciosa



Linea di riva in spiaggia sabbiosa



Forme, processi e depositi carsici

Grotte carsiche



Cono carsico



Forme e depositi eolici

Dune costiere



Forme dovute all'azione antropica

Discarica



Rilevato artificiale



Scavo artificiale



Canali



Scarpata di origine antropica



Scarpata antropica interessata da caduta di detriti



Barriere frangiflutto



Andamento della linea di costa

Linea di costa nel 1966



Rilievi effettuati nel maggio 1980



Rilievi effettuati nel maggio 1999



Area d'interesse progettuale



CARTA IDROGEOLOGICA

SCALA 1:10.000

LEGENDA



Terreni ad alta permeabilità: falda libera superficiale in calcareniti e sabbie. L'acquifero è costituito da sabbie grossolane, calcareniti, conglomerati e ghiaie poligeniche che in gran parte dell'area rilevata poggiano sulle marne della Formazione Tellaro. I terreni sono interessati in alcune zone da colture irrigue e da serre con uso di prodotti agricoli potenzialmente inquinanti. L'acquifero è caratterizzato da una permeabilità compresa tra 10^2 e 10^3 cm/s. La falda friatica si attesta a circa mt. 4 dal p.c.. Il versamento di sostanze inquinanti sul terreno, o trasportate dai corsi d'acqua che attraversano le alluvioni, determinerà un inquinamento rilevante, in proporzione alla permeabilità verticale; l'inquinante raggiungerà la falda in qualche giorno dato che la piezometrica è quasi affiorante e si diffonderà rapidamente. **VULNERABILITA' ELEVATA.**



Terreni con permeabilità da elevata a media: falda libera in materiale alluvionale. L'acquifero è costituito da ciottoli immersi in una matrice siltoso-sabbiosa. Le alluvioni sono in gran parte a diretto contatto sia con le marne della Formazione Tellaro che con i calcari della Formazione Ragusa. L'acquifero è caratterizzato da una permeabilità compresa tra 10^2 e 10^4 cm/s. Anche in questo caso il versamento di sostanze inquinanti sul terreno determinerà un inquinamento quasi immediato della falda superficiale. **VULNERABILITA' ELEVATA.**



Terreni con permeabilità da media a bassa: falda libera profonda nei calcari della Formazione Ragusa. L'acquifero è costituito da una successione di depositi carbonatici e calcarenitici-marnosi. La permeabilità è favorita in alcuni livelli dai fenomeni carsici mentre è ridotta, in altri, per la presenza di livelli calcareo-marnosi; alcuni orizzonti prettamente calcarenitici presentano una moderata permeabilità dell'ordine di 10^2 cm/s. Le condizioni di vulnerabilità della falda, nei tratti in cui l'acquifero carbonatico è direttamente affiorante, si presentano in due situazioni nettamente distinte a secondo che si considerano le zone di altopiano o il fondo delle incisioni fluviali e ciò per la notevole differenza di distanza tra la superficie del suolo ed il livello piezometrico nei due casi. **VULNERABILITA' MEDIA.**



Terreni con permeabilità da bassa a molto bassa: zone a vulnerabilità bassa. Si tratta di aree ove affiorano le marne della Formazione Tellaro (Mm), e depositi palustri. Questi terreni presentano una bassa permeabilità compresa tra 10^4 e 10^6 cm/s. Affiorano diffusamente nel "graben" di dimensioni maggiore. Presentano un basso grado di vulnerabilità; l'eventuale inquinante potrà interessare solo le acque superficiali che le attraversano. **VULNERABILITA' BASSA.**



Ubicazione pozzi



Ubicazione pozzi comunali



Esistenza di un'area di protezione dei pozzi comunali



Linee isopiezometriche della falda libera superficiale



Linee isopiezometriche della falda profonda



Direzione di flusso della falda profonda



Limite bacino idrografico



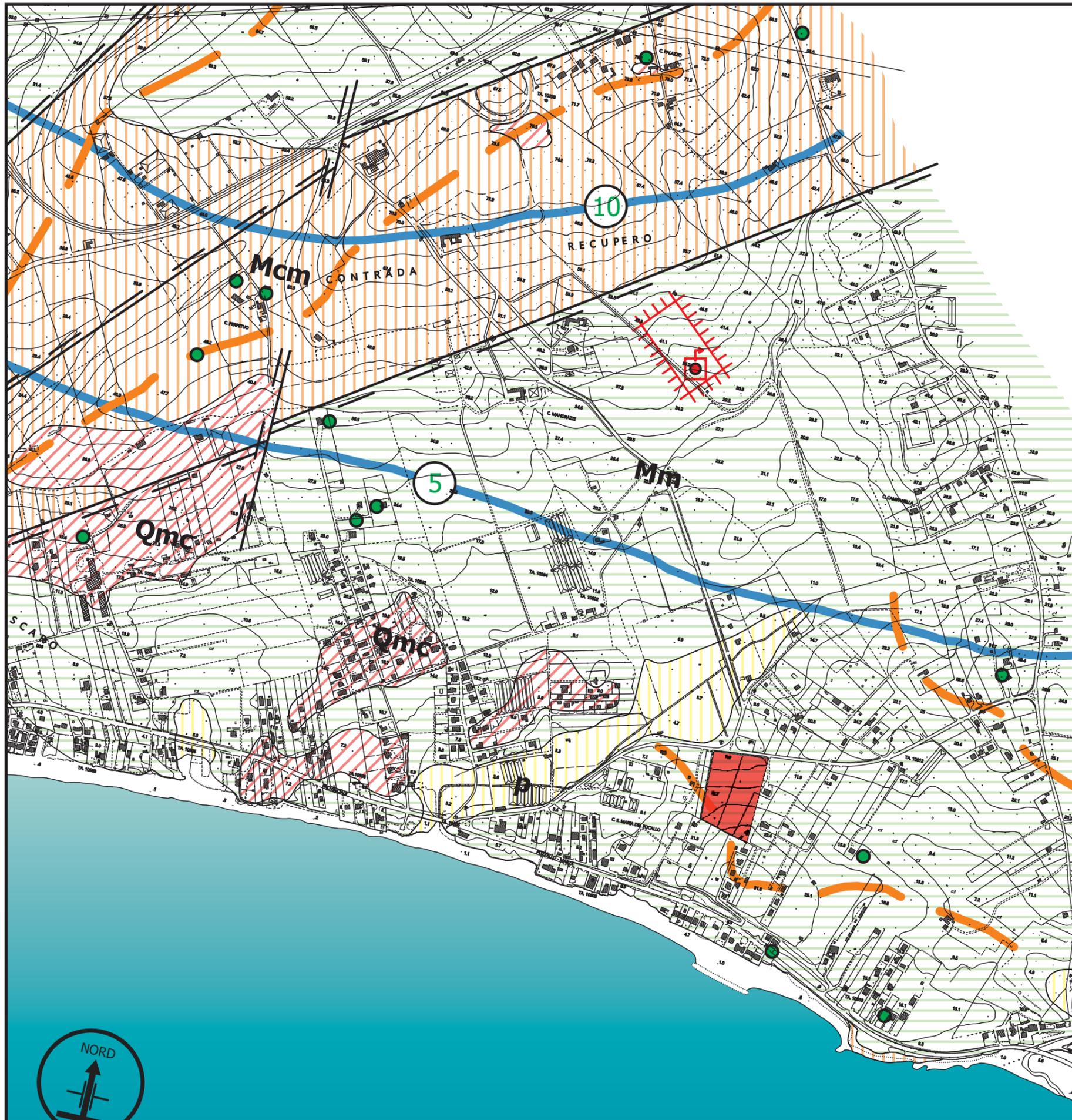
Limiti stratigrafici (a tratto ove presunti)



Faglie (i tratti sulla parte ribassata)



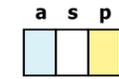
Area d'interesse progettuale



CARTA GEOLOGICA

SCALA 1:2.000

LEGENDA



a. Alluvioni recenti e attuali. Sono costituite quasi esclusivamente da ciottoli calcarei subarrotondati e subvoidali immersi in una matrice siltitico-sabbiosa. Le dimensioni dei ciottoli variano da pochi cm a 35-40 cm, ed hanno una struttura caotica ed in alcuni casi orientata secondo la direzione della paleocorrente. Lo spessore è variabile e si va dai 30 cm per le alluvioni attuali fino ai 5 m per quelle recenti.

s. Spiagge attuali. Si tratta di sabbie fini, gialle, a prevalente composizione quarzosa e in minor misura carbonatica.

p. Depositi palustri recenti. Sono costituiti da sabbie fini e limi bruni.

OLOCENE



Qmc
Calcareniti, marne limo-sabbiose, e conglomerati poligenici in prevalenza calcarei. La frazione costituita dalle marne limo-sabbiose contiene grumi calcarei bianchi e farinosi. Lo spessore varia da pochi centimetri fino a circa 5 metri.

PLEISTOCENE MEDIO



Mm
Formazione Tellaro. Marne gialle e grigio-azzurre con stratificazione in genere poco evidente. Lo spessore massimo in affioramento è di circa 50 metri. La parte apicale è costituita da marne e calcari marnosi contenenti una microfauna riferibile al Messiniano inferiore.

SERRAVALLIANO-MESSINIANO INFERIORE



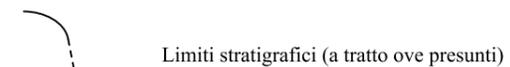
Mcm
Formazione Ragusa: Mb. Irminio. Comprende strati di calcareniti spesse mediamente da 30 a 60 cm in alternanza con strati calcareo marnosi di uguale spessore. Lo spessore massimo in affioramento è di circa 60 m, in C.da Recupero.

BURDIGALIANO SUPERIORE – LANGHIANO INFERIORE



Mc
Formazione Ragusa: Mb. Irminio. Costituisce l'intervallo inferiore di questo membro ed è costituito da calcareniti bianco grigiastre di media durezza, in banchi di spessore variabile talvolta fino a 5 metri, separati da sottili livelli marnoso-sabbiosi. Lo spessore massimo in affioramento non supera i 25 m.

AQUITANIANO – BURDIGALIANO INFERIORE



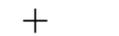
Limiti stratigrafici (a tratto ove presunti)



Faglie (i tratti sulla parte ribassata)



Tracce dei profili geologici



Strati Suborizzontali

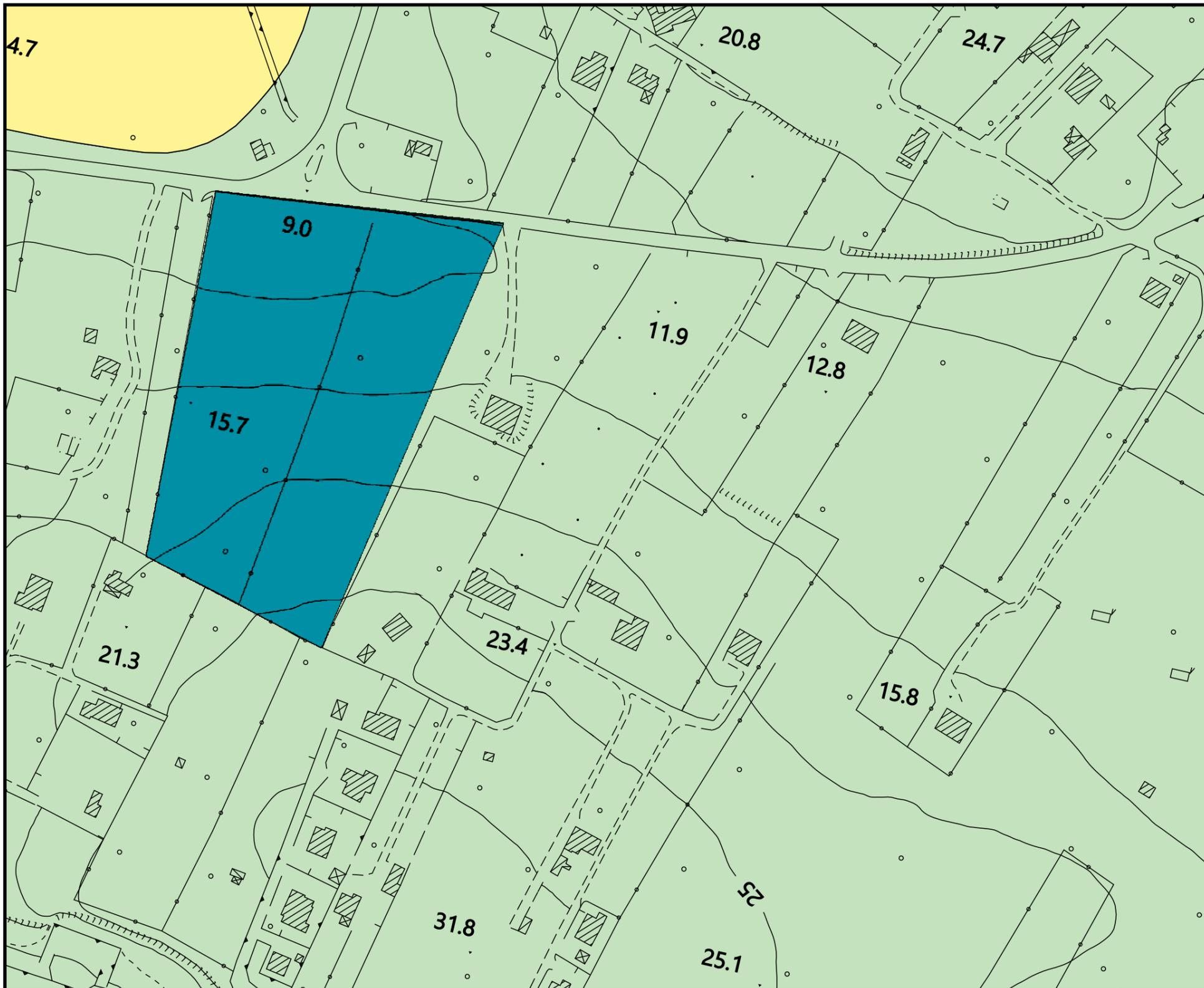


2 - 5°

Direzione ed inclinazione degli strati

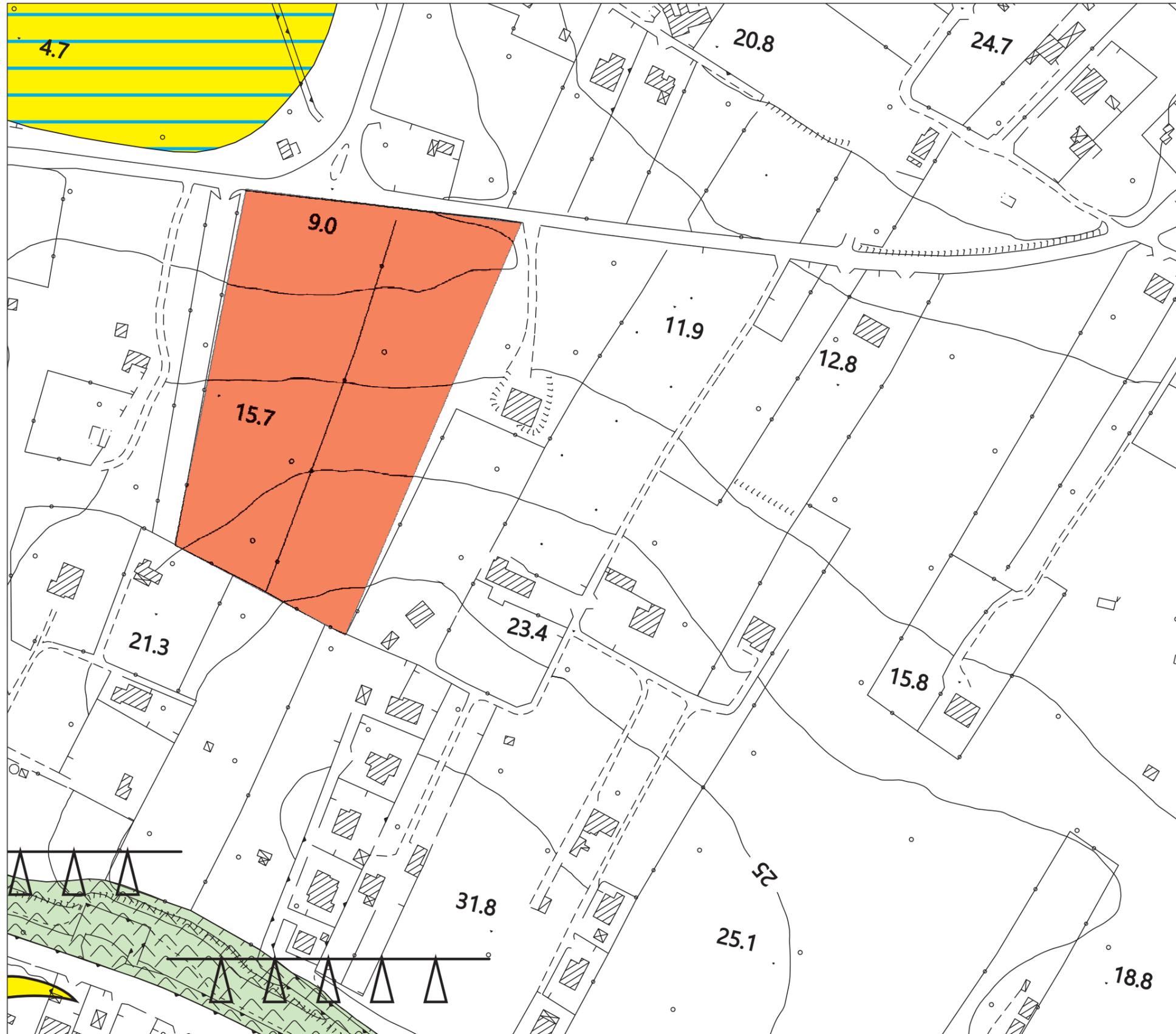


Area d' interesse progettuale



CARTA GEOMORFOLOGICA

SCALA 1:2.000



LEGENDA

Forme strutturali

- Faglie (trattino sulla parte ribassata)
- Orlo di scarpata di faglia ($h > 5 \text{ mt.}$)

Forme di accumulo e relativi depositi

- Frane di crollo
- Frane di smottamento
- Cono di detrito

Forme fluviali e di versante dovute al dilavamento

- Area a forme calanchive
- Area soggetta ad allagamenti

Forme, processi e depositi marini

- Linea di costa in arretramento
- Linea di costa in avanzamento
- Costa bassa rocciosa
- Linea di riva in spiaggia sabbiosa

Forme, processi e depositi carsici

- Grotte carsiche
- Cono carsico

Forme e depositi eolici

- Dune costiere

Forme dovute all'azione antropica

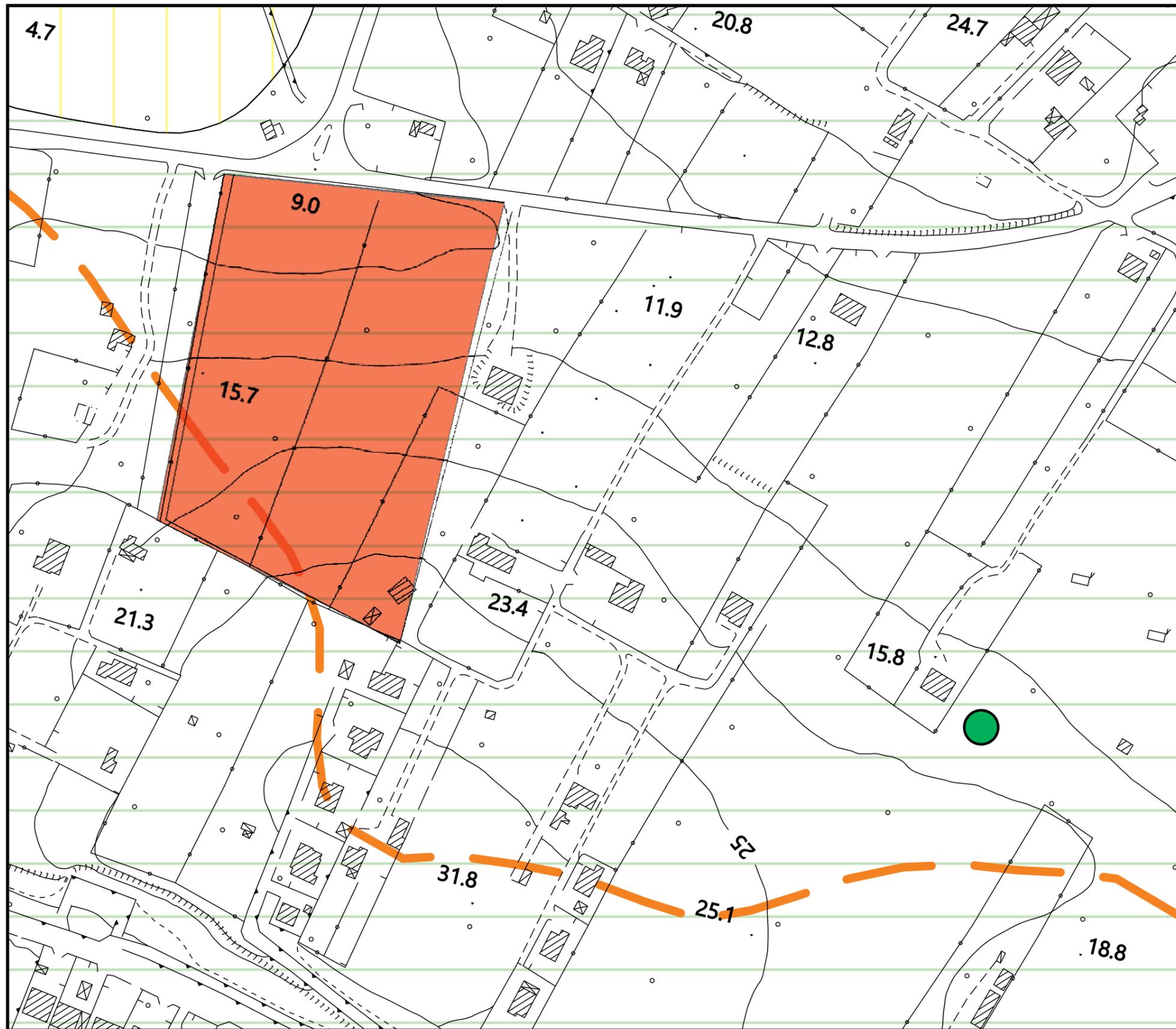
- Discarica
- Rilevato artificiale
- Scavo artificiale
- Canali
- Scarpata di origine antropica
- Scarpata antropica interessata da caduta di detriti
- Barriere frangiflutto

Andamento della linea di costa

- Linea di costa nel 1966
- Rilievi effettuati nel maggio 1980
- Rilievi effettuati nel maggio 1999
- Area d'interesse progettuale

CARTA IDROGEOLOGICA

SCALA 1:2.000



LEGENDA



Terreni ad alta permeabilità: falda libera superficiale in calcareniti e sabbie.
L'acquifero è costituito da sabbie grossolane, calcareniti, conglomerati e ghiaie poligeniche che in gran parte dell'area rilevata poggiano sulle marne della Formazione Tellaro. I terreni sono interessati in alcune zone da colture irrigue e da serre con uso di prodotti agricoli potenzialmente inquinanti. L'acquifero è caratterizzato da una permeabilità compresa tra 10^2 e 10^3 cm/s. La falda friatica si attesta a circa mt. 4 dal p.c.. Il versamento di sostanze inquinanti sul terreno, o trasportate dai corsi d'acqua che attraversano le alluvioni, determinerà un inquinamento rilevante, in proporzione alla permeabilità verticale; l'inquinante raggiungerà la falda in qualche giorno dato che la piezometrica è quasi affiorante e si diffonderà rapidamente. **VULNERABILITA' ELEVATA.**



Terreni con permeabilità da elevata a media: falda libera in materiale alluvionale.
L'acquifero è costituito da ciottoli immersi in una matrice siltoso-sabbiosa. Le alluvioni sono in gran parte a diretto contatto sia con le marne della Formazione Tellaro che con i calcari della Formazione Ragusa. L'acquifero è caratterizzato da una permeabilità compresa tra 10^2 e 10^4 cm/s. Anche in questo caso il versamento di sostanze inquinanti sul terreno determinerà un inquinamento quasi immediato della falda superficiale. **VULNERABILITA' ELEVATA.**



Terreni con permeabilità da media a bassa: falda libera profonda nei calcari della Formazione Ragusa. L'acquifero è costituito da una successione di depositi carbonatici e calcarenitici-marnosi. La permeabilità è favorita in alcuni livelli dai fenomeni carsici mentre è ridotta, in altri, per la presenza di livelli calcareo-marnosi; alcuni orizzonti prettamente calcarenitici presentano una moderata permeabilità dell'ordine di 10^4 cm/s. Le condizioni di vulnerabilità della falda, nei tratti in cui l'acquifero carbonatico è direttamente affiorante, si presentano in due situazioni nettamente distinte a secondo che si considerano le zone di altopiano o il fondo delle incisioni fluviali e ciò per la notevole differenza di distanza tra la superficie del suolo ed il livello piezometrico nei due casi. **VULNERABILITA' MEDIA.**



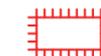
Terreni con permeabilità da bassa a molto bassa: zone a vulnerabilità bassa. Si tratta di aree ove affiorano le marne della Formazione Tellaro (Mm), e depositi palustri. Questi terreni presentano una bassa permeabilità compresa tra 10^4 e 10^6 cm/s. Affiorano diffusamente nel "graben" di dimensioni maggiore. Presentano un basso grado di vulnerabilità; l'eventuale inquinante potrà interessare solo le acque superficiali che le attraversano. **VULNERABILITA' BASSA.**



Ubicazione pozzi



Ubicazione pozzi comunali



Esistenza di un'area di protezione dei pozzi comunali



Linee isopiezometriche della falda libera superficiale



Linee isopiezometriche della falda profonda



Direzione di flusso della falda profonda



Limite bacino idrografico



Limiti stratigrafici (a tratto ove presunti)



Faglie (i tratti sulla parte ribassata)



Area d'interesse progettuale

CARTA DELLE PRESCRIZIONI ED INDICAZIONI ESECUTIVE

SCALA 1:2000



CLASSE 1: SUSCETTIVITA' D'USO NON CONDIZIONATA

L'area oggetto di studio non risulta interessata da *Pericolosità geologiche*. Tuttavia si è proceduto con gli opportuni approfondimenti relativi alla vulnerabilità della falda. In particolare la metodologia che utilizza il metodo DRASTIC, ha messo in evidenza un **basso** grado di vulnerabilità della falda acquifera profonda, presente nei calcari della Formazione Ragusa e confinata sotto le marne argillose della Formazione Tellaro. Tuttavia ai fini della salvaguardia della stessa occorrerà smaltire le acque reflue di tipo domestico tramite opportuni impianti di depurazione, previo studio idrologico-ambientale. Gli strumenti di settore da recepire nel presente studio sono il PAI e la MZS di 1° livello. La verifica nei confronti del PAI ha messo in evidenza che l'area oggetto di studio non risulta interessata da pericolosità e rischi di natura geomorfologica e idraulica. Tuttavia si consiglia di regimentare in modo opportuno il deflusso delle acque di precipitazione e quelle di scarico al fine di evitare fenomeni erosivi. Per quanto riguarda la verifica relativa allo studio di MZS di 1° livello, invece, l'area di stretto interesse progettuale, si colloca all'interno di un'area di perimetrata come «Zona Stabile Suscettibile di Amplificazione Locale» e risulta definita COS: Substrato geologico **Coesivo Sovraconsolidato Stratificato** acrivibile alla Formazione Tellaro. Pertanto, sia per quanto riguarda la probabilità di amplificazione locale, che le problematiche legate alla natura coesiva e sovraconsolidata del substrato, si raccomanda quanto segue:

- 1) valutare la risposta sismica di sito in termini di frequenza e amplificazione del moto del suolo nell'intorno del volume significativo in modo da permettere al responsabile della modellazione strutturale di disporre dei parametri caratterizzanti l'interazione suolo-struttura;
- 2) procedere alla parametrizzazione geotecnica mediante prove in sito e di laboratorio in modo da permettere al responsabile della modellazione geotecnica di poter disporre delle caratteristiche fisiche e meccaniche di tutti i livelli geotecnici interessati nelle verifiche richieste dal vigente Decreto Ministeriale e relativa Circolare (D.M. 17/01/2018 e Circolare n.7 del C.S.LL.PP. del 21 gennaio 2019 - Istruzioni per l'applicazione dell'aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni)

2002

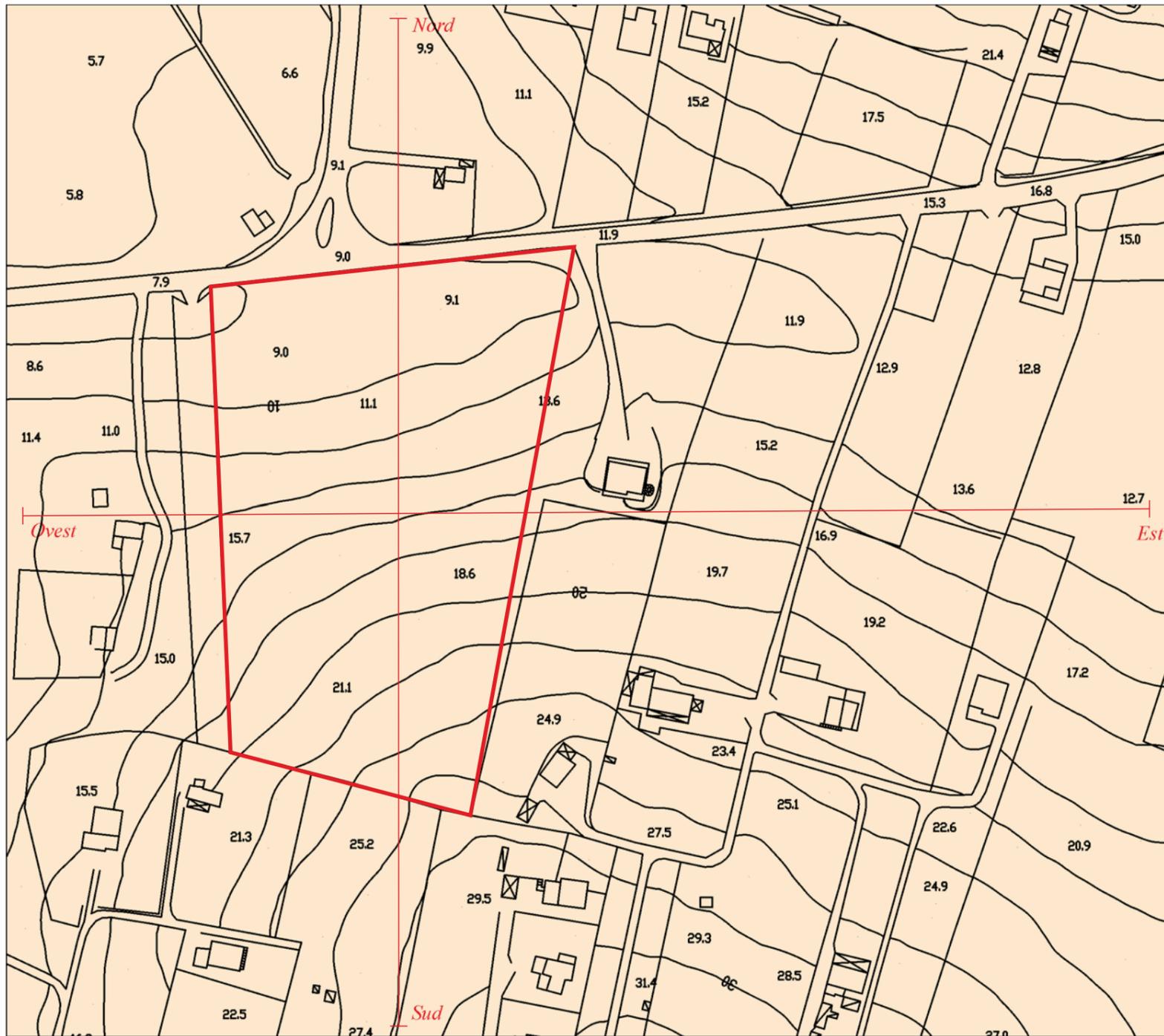
ZONA 2 - MZSI
COS:ZONA SUSCETTIBILE DI AMPLIFICAZIONE LOCALE



GRADO DI VULNERABILITA' SINTACS E INDICE DRASTIC
- basso
- ID 98

CARTA LITOTECNICA

SCALA 1:2000



Legenda



Area d'interesse progettuale

COPERTURA

E' rappresentata da una modesta coltre detritico-colluviale, rinvenuta solo in corrispondenza del sondaggio S2. Questa è costituita da detriti calcarei di diversa granulometria immersi in una matrice limoso-sabbiosa di colore marrone. Essendo distribuita in modo blando e discontinuo non è stato possibile cartografarla in quanto non compatibile con la scala della carta. Questa copertura, secondo l'allegato D della circolare 20/06/2014 protocollo n.28807, può riconoscersi nel punto G2c e cioè: sabbie limose e limi sabbiosi inglobanti frammenti arrotondati. Non sono state caratterizzate geotecnicamente in quanto se ne impone la rimozione.

SUBSTRATO

E' rappresentato da un'alternanza di marne calcaree e marne argillose. Affiorano in tutta l'area di stretto interesse progettuale, risultano ricoperte dalle sabbie limose e limi sabbiosi che ne costituiscono la copertura. Si tratta prevalentemente di una successione in letteratura nota come alternanza calcareo-marnoso-argillosa, che segue, in continuità di sedimentazione, la Formazione Ragusa. Questa presenta una struttura ascrivibile a: A) Successioni carbonatiche - A3: Poliedri giustapposti di volume medio oltre 0,01 mc. (punto A dell'allegato D della circolare 20/06/2014 protocollo n.28807). Le indagini sismiche, sia di tipo MASW che H/V, ne hanno consentito la caratterizzazione sismodinamica, mentre le prove geotecniche di laboratorio hanno restituito i seguenti parametri geotecnici:

Peso di volume apparente - S1C1/S2C1	$\gamma_a = 1,804 - 1,816 \text{ t/mc}$
Coesione non drenata - S1C1/S2C1	$C_u = 105 - 95 \text{ KPA}$
Limiti di Atterberg - S1C1 - S2C1	LL 43,8 - 38,0% LP 24,6 - 22,6%
Angolo di resistenza al taglio - S1C1/S2C1	$\phi = 29^\circ - 30^\circ$
Contenuto d'acqua - S1C1/S2C1	$W\% = (Mpa) = 18,11 - 22,32$

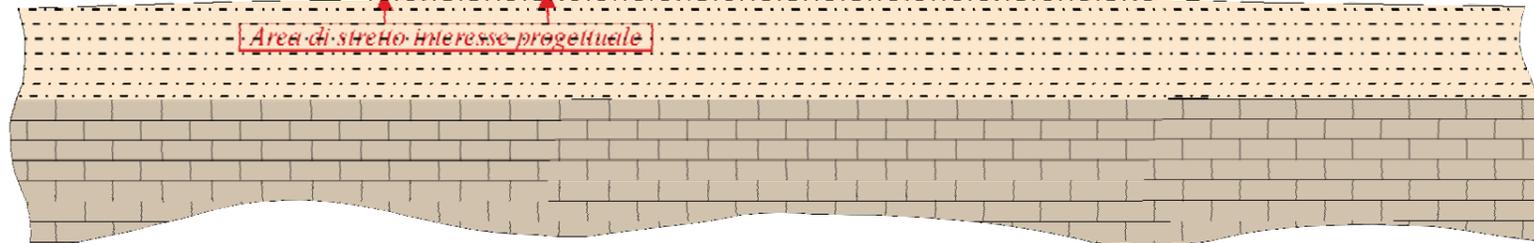
Peso di volume apparente - S2C1/S2C2	$\gamma_a = 1,945 - 1,930 \text{ t/mc}$
Coesione non drenata - S2C1/S2C2	$C_u = 99 - 115 \text{ KPA}$
Limiti di Atterberg - S2C1 - S2C2	LL 45,8 - 38,2% LP 22,6 - 21,4%
Angolo di resistenza al taglio - S2C1/S2C2	$\phi = 32^\circ - 33^\circ$
Contenuto d'acqua - S2C1/S2C2	$W\% = (Mpa) = 20,97 - 19,05$



Traccia del profilo litotecnico

20 m.s.l.m
10 m.s.l.m
0 m.s.l.m
-10 m.s.l.m
-20 m.s.l.m
-30 m.s.l.m
-40 m.s.l.m
-50 m.s.l.m

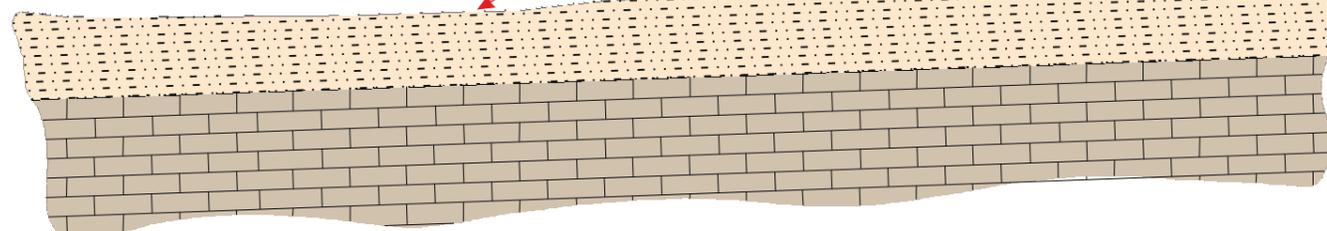
Ovest



Est

30 m.s.l.m
20 m.s.l.m
10 m.s.l.m
0 m.s.l.m
-10 m.s.l.m
-20 m.s.l.m
-30 m.s.l.m
-40 m.s.l.m
-50 m.s.l.m

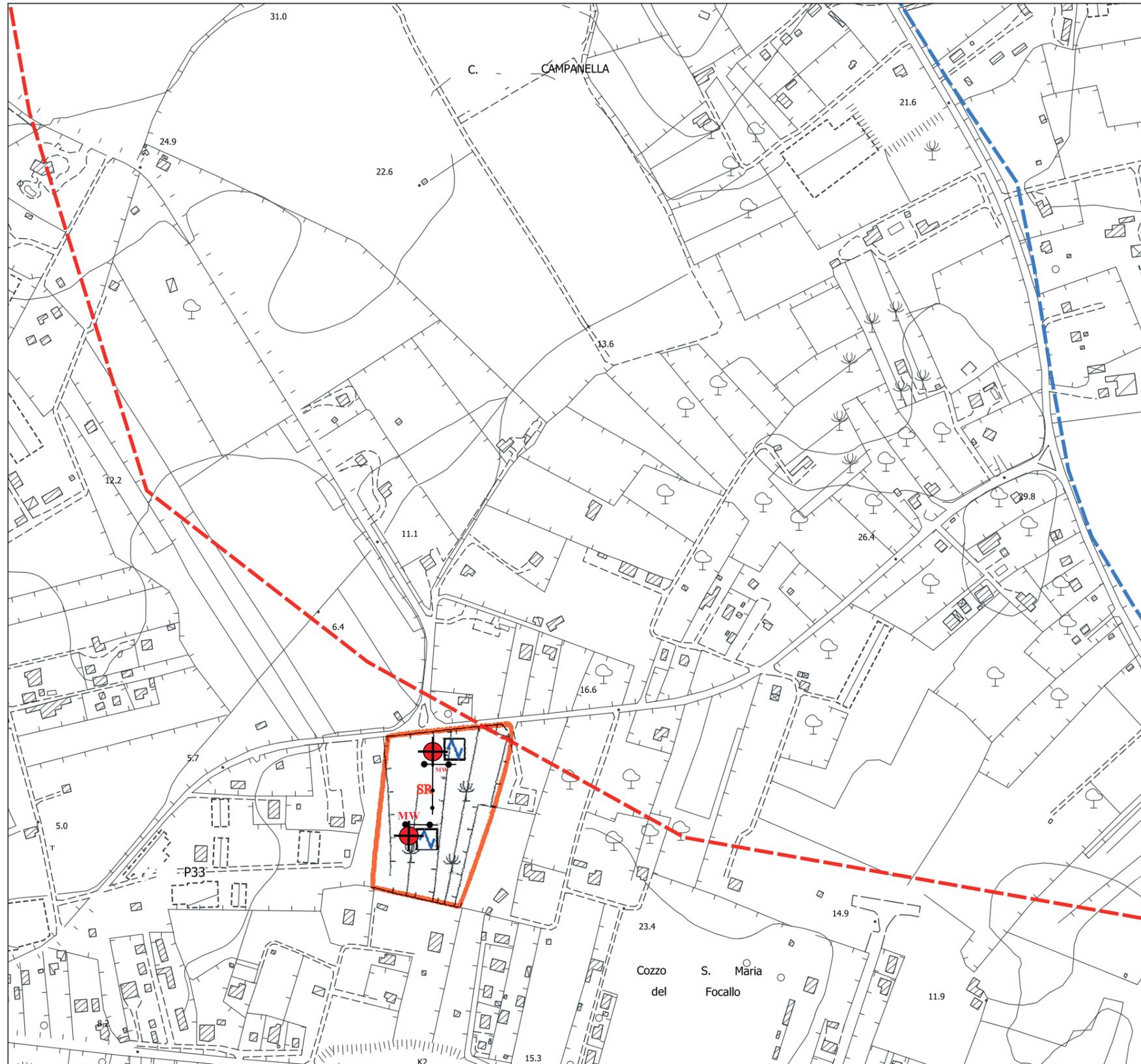
Nord



Sud

Carta delle indagini

Scala 1:5.000

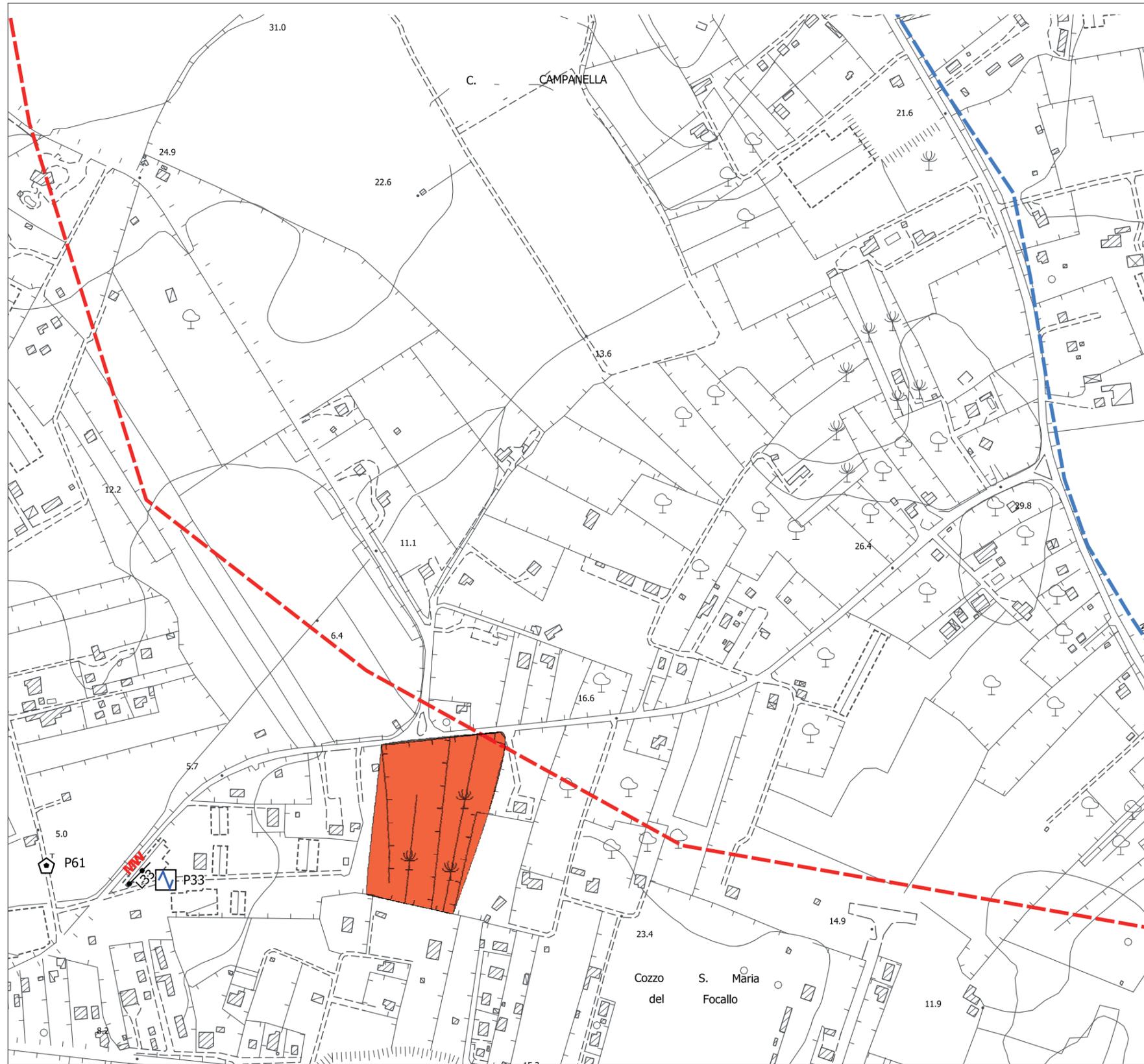


STUDIO DI COMPATIBILITA' GEOMORFOLOGICA, A SENSI DELLA CIRCOLARE 3/DRA (A.R.T.A) PROTOCOLLO 28807/14 A SUPPORTO DEL RILASCIO DEL NULLA OSTA DEL GENIO CIVILE DI RAGUSA AVENTE PER OGGETTO : RICHIESTA DI PARERE RIGUARDANTE IL PIANO DI PER LA REALIZZAZIONE LOTTIZZAZIONE DI UNA STRUTTURA RICETTIVA IN AREA CT SOTTOZONA Ct1 DEL P.R.G.

LEGENDA

-  Limite dell'area oggetto di studio.
-  MASW
-  Sondaggio a carotaggio continuo che intercetta il substrato
-  Misura microtremore a stazione singola
-  Profilo sismico a rifrazione

CARTA DELLE INDAGINI PREGRESSE



Attuazione dell'articolo 11 della legge 24 giugno 2009, n. 77

MICROZONAZIONE SISMICA Carta delle indagini

Scala 1:5.000

Regione Sicilia

Comune di Pozzallo

<p>Regione</p>  <p>Regione Siciliana - Presidenza Dipartimento della Protezione Civile</p>  <p>PO FESR SICILIA 2014-2020 ASSE 5 - O.T. 5 - Azione 5.3.2</p>	<p>Mandatario: Dr. Geol. Matteo Collareda</p> <p>Mandanti MS: Dr. Geol. Francesco Fazio Dr. Geol. Paolo Mozzicato Dr. Geol. Pietro Spadaro Dr. ssa Geol. Claudia Tomassoli Dr. Geol. Fabio Tortorici S.G.M. s.r.l.</p> <p>Mandanti CLE: Dr. Ing. Federico Berton D-recta s.r.l. Studio Associato Pro.Terr.A</p>	<p>Data Dicembre 2020</p> <p>Integrazioni: Giugno 2021</p> <p>Collaboratori: Dr.ssa Geol. Laura Guerra</p>
---	---	--

Legenda

-  Stazione microtremore a stazione singola
-  Masw
-  Stratigrafia zona MS (Teorica)
-  Area interessata al progetto

REPUBBLICA ITALIANA



Regione Siciliana
Assessorato Territorio e Ambiente

DIPARTIMENTO TERRITORIO E AMBIENTE
Servizio 4 "ASSETTO DEL TERRITORIO E DIFESA DEL SUOLO"

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

(ART.1 D.L. 180/99 CONVERTITO CON MODIFICHE CON LA L.287/99 E ss.mm.ii.)

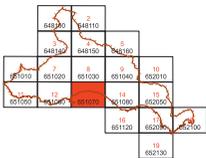
Area territoriale tra il T. di Modica e Capo Passero (084)



CARTA DEI DISSESTI N° 13

COMUNI DI
MODICA - POZZALLO - ISPICA

Scala 1:10.000



Anno 2005

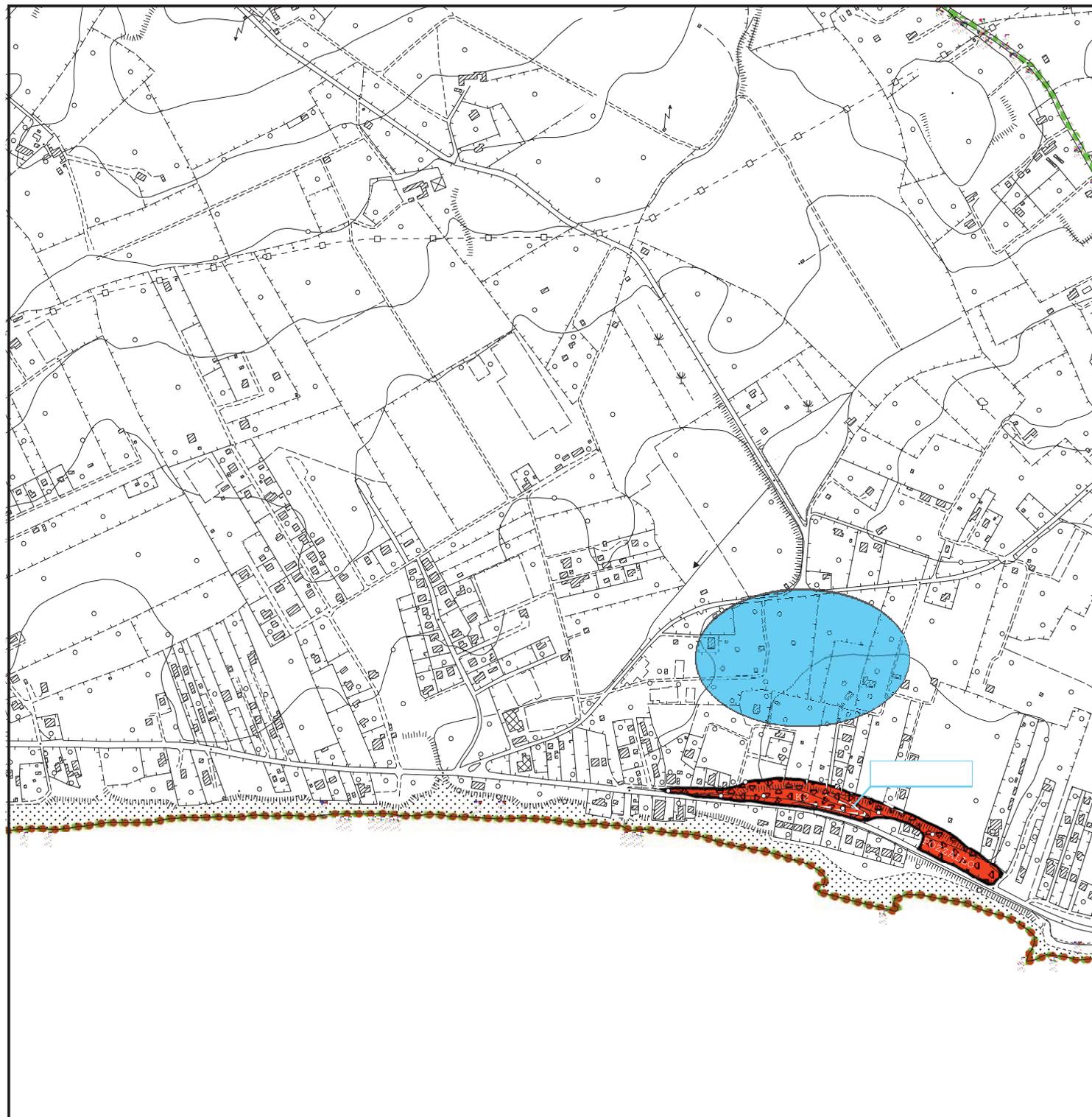
LEGENDA

FENOMENI FRANOSI

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

STATO DI ATTIVITA'

- Attivo
- Inattivo
- Quiescente
- Stabilizzato artificialmente o naturalmente
- Area interessata al progetto
- Limite area territoriale
- Limite comunale



REPUBBLICA ITALIANA



Regione Siciliana
Assessorato Territorio e Ambiente
DIPARTIMENTO TERRITORIO E AMBIENTE
Servizio 4 "ASSETTO DEL TERRITORIO E DIFESA DEL SUOLO"

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

(ART.1 D.L. 180/98 CONVERTITO CON MODIFICHE CON LA L.267/99 E ss.mm.ii.)

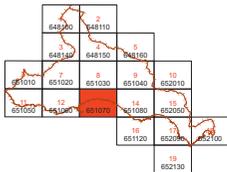
Area territoriale tra il T. di Modica
e Capo Passero (084)



CARTA DELLA PERICOLOSITA' IDRAUCA PER FENOMENI DI ESONDAZIONE N° 13

COMUNI DI:
MODICA - POZZALLO - ISPICA

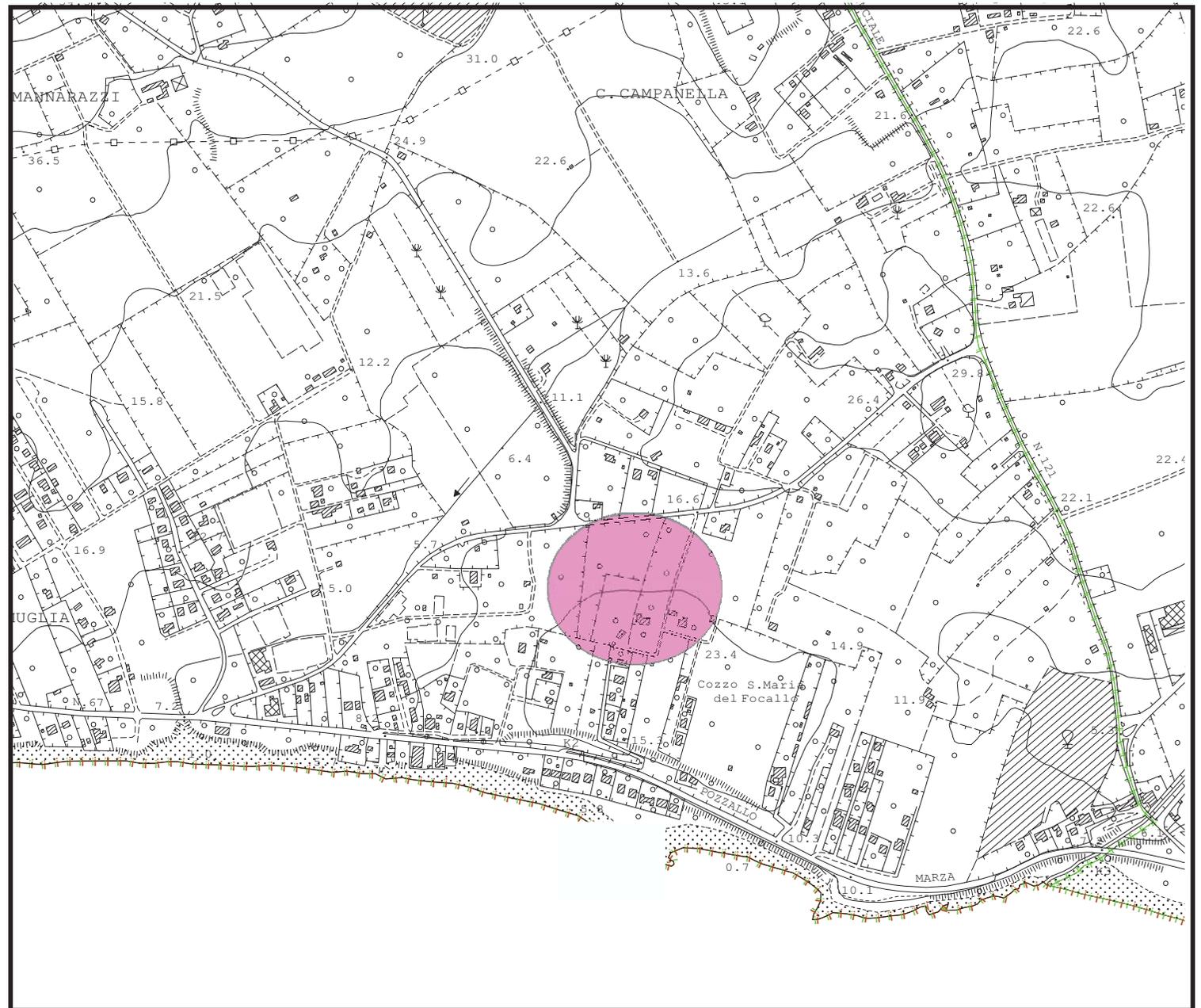
Scala 1:10.000



Anno 2005

LEGENDA

-  P1 Pericolosità moderata
-  P2 Pericolosità media
-  P3 Pericolosità elevata
-  Sito d'attenzione
-  Area interessata al progetto





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

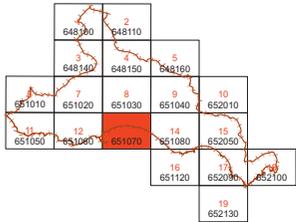
(ART.1 D.L. 150/98 CONVERTITO CON MODIFICHE CON LA L.267/98 e ss.mm.ii.)

Area territoriale tra il T. di Modica
e Capo Passero (084)



CARTA DELLA PERICOLOSITA' E DEL RISCHIO GEOMORFOLOGICO N° 13

COMUNI DI:
MODICA - POZZALLO - ISPICA



Anno 2005

LEGENDA

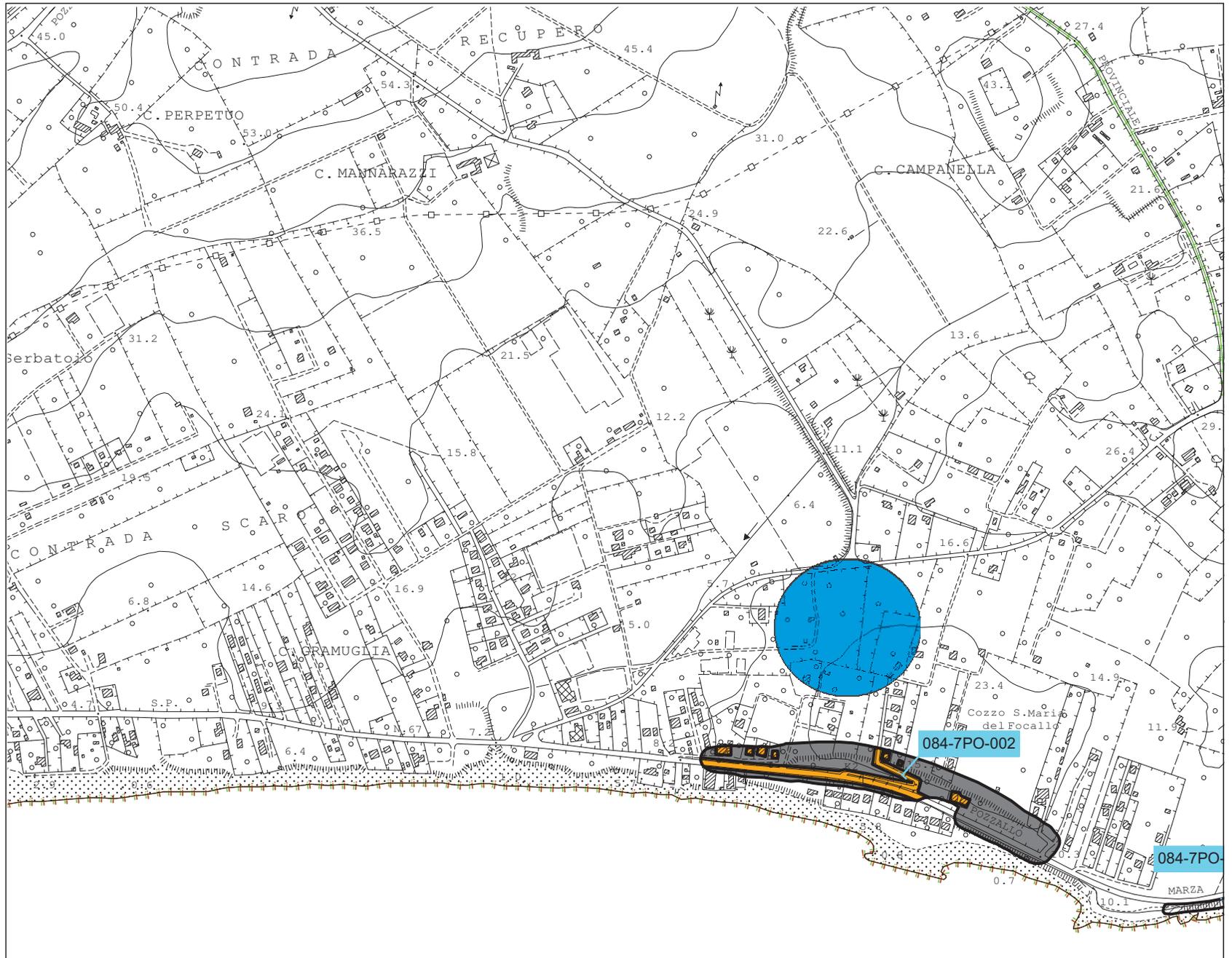
LIVELLI DI PERICOLOSITA'

- P0 basso
- P1 moderato
- P2 medio
- P3 elevato
- P4 molto elevato

LIVELLI DI RISCHIO

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

Limite area interessata al progetto



Carta delle MOPS (Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica) Microzonazione Sismica MS livello1

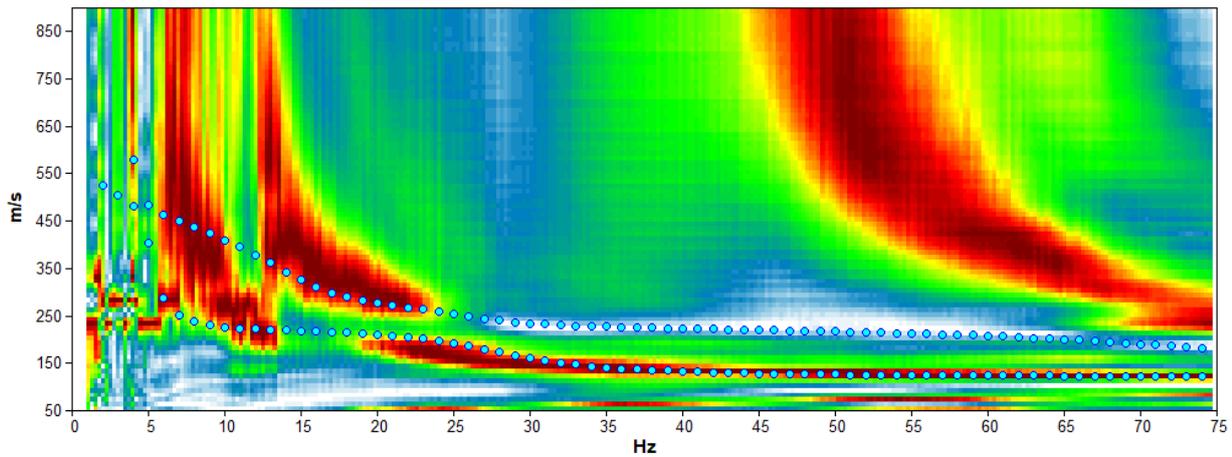


MS Livello 1

- Zona di Att. per instab. di versante quiesc.
- Zona di Att. per instab. di versante inatt.
- Zona di Att. per instab. di versante non def.
- Zona di Att. per liquef. tipo 1
- Zona di Att. per liquef. tipo 2
- Zona 1
- Zona 2
- Zona 3
- Zona 4
- Zona 5
- Zona 6
- Zona 7
- Zona 8
- Zona 9
- Zona 10
- Zona 11
- Zona 12
- Zona 13
- Zona 14
- Zona 15
- Zona 16
- Zona 17-99

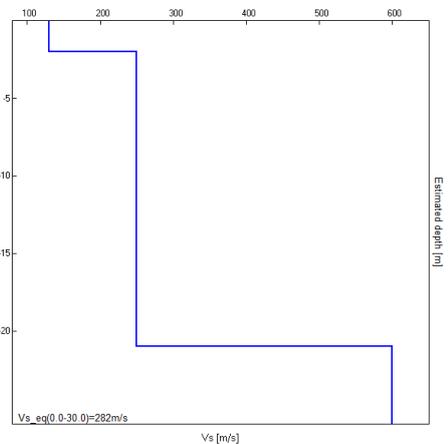
Misura sismica MASW L33 – Comune di Pozzallo (RG)	
Coordinate in WGS 84 – 33N	
Inizio Linea	Fine Linea
Latitudine: 4065289	Latitudine: 4065312
Longitudine: 489442	Longitudine: 489465
Start recording: 19/05/20 00:00:00 End recording: 19/05/20 00:00:02	
Trace length: 0h00'02". Sampling rate: 1000 Hz	
Array geometry (x): 0.0 3.0 6.0 9.0 12.0 15.0 18.0 21.0 24.0 27.0 30.0 33.0 m.	

MODELLED RAYLEIGH WAVE PHASE VELOCITY DISPERSION CURVE

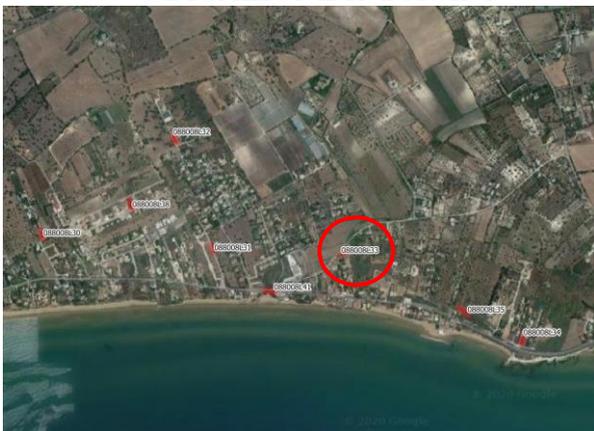


Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]
2.00	2.00	130
21.00	19.00	250
inf.	inf.	600

Vs_30 (0.0-30.0)=282m/s



UBICAZIONE INDAGINI



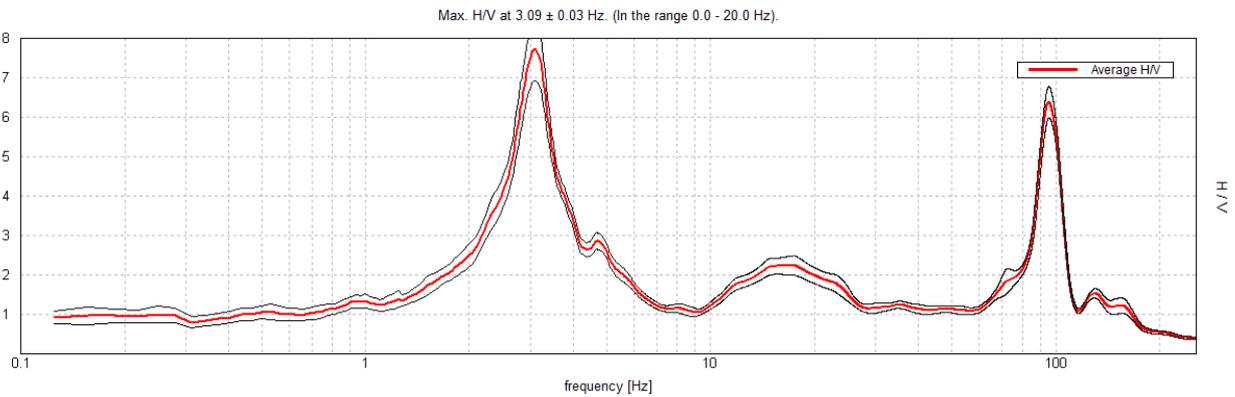
REPORT FOTOGRAFICO



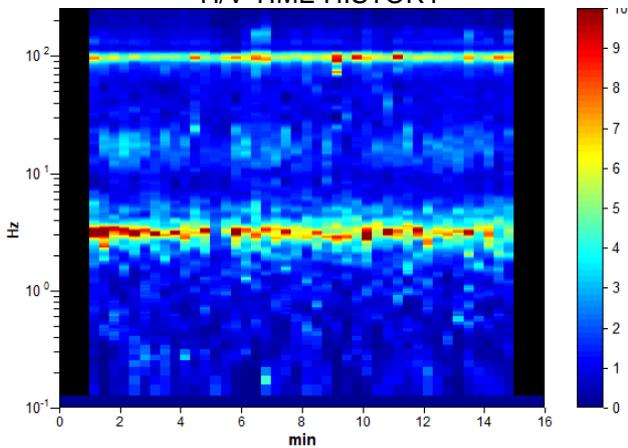
POZZALLO, P33

Instrument: TEP-0124/01-10
 Data format: 16 bit
 Full scale [mV]: 51
 Start recording: 19/05/2020 12:06:38 End recording: 19/05/2020 12:22:38
 Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST; UP DOWN; north south; east west; up down;
 Y+ Y- ; X+ X- ; Z+ Z-
 GPS data not available
 Trace length: 0h16'00". Analyzed 88% trace (manual window selection)
 Sampling rate: 512 Hz
 Window size: 20 s
 Smoothing type: Triangular window
 Smoothing: 10%

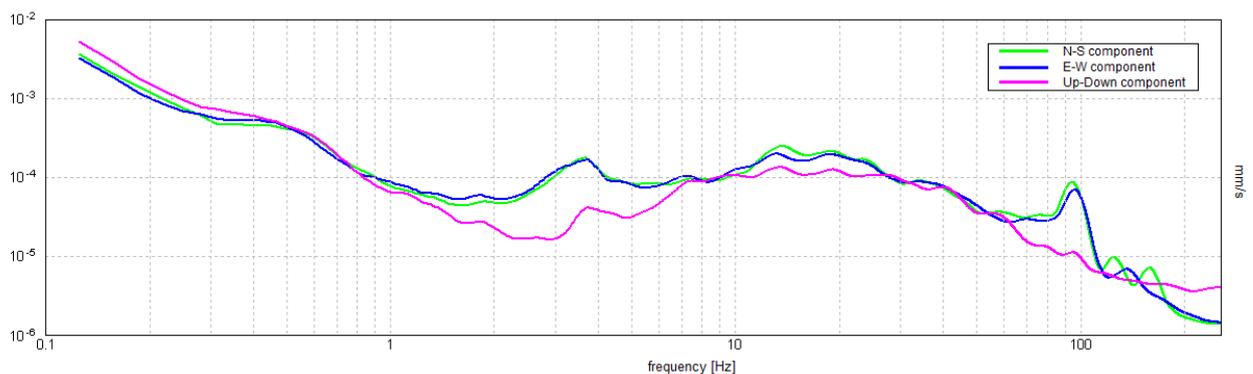
HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO



H/V TIME HISTORY



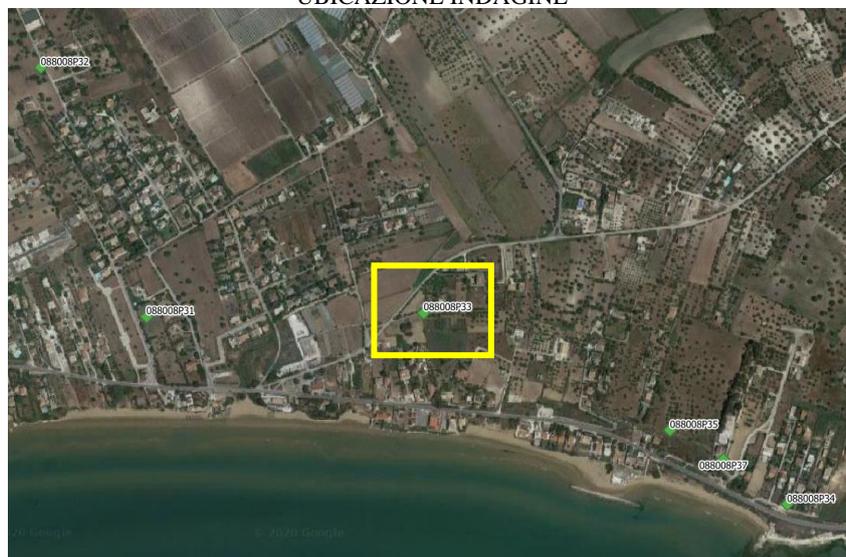
SINGLE COMPONENT SPECTRA



[According to the SESAME, 2005 guidelines. Please read carefully the *Grilla* manual before interpreting the following tables.]

Max. H/V at 3.09 ± 0.03 Hz (in the range 0.0 - 20.0 Hz).					
Criteria for a reliable H/V curve					
[All 3 should be fulfilled]					
$f_0 > 10 / L_w$		3.09 > 0.50		OK	
$n_c(f_0) > 200$		2598.8 > 200		OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$		Exceeded 0 out of 150 times		OK	
Criteria for a clear H/V peak					
[At least 5 out of 6 should be fulfilled]					
Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$		2.406 Hz		OK	
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$		3.844 Hz		OK	
$A_0 > 2$		7.72 > 2		OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$		$ 0.00909 < 0.05$		OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$		0.02812 < 0.15469		OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$		0.7965 < 1.58		OK	
L_w	window length				
n_w	number of windows used in the analysis				
$n_c = L_w n_w f_0$	number of significant cycles				
f	current frequency				
f_0	H/V peak frequency				
σ_f	standard deviation of H/V peak frequency				
$\varepsilon(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$				
A_0	H/V peak amplitude at frequency f_0				
$A_{H/V}(f)$	H/V curve amplitude at frequency f				
f^-	frequency between $f_0/4$ and f_0 for which $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$				
f^+	frequency between f_0 and $4f_0$ for which $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$				
$\sigma_A(f)$	standard deviation of $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ is the factor by which the mean $A_{H/V}(f)$ curve should be multiplied or divided				
$\sigma_{\log H/V}(f)$	standard deviation of $\log A_{H/V}(f)$ curve				
$\theta(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$				
Threshold values for σ_f and $\sigma_A(f_0)$					
Freq. range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	0.25 f_0	0.2 f_0	0.15 f_0	0.10 f_0	0.05 f_0
$\theta(f_0)$ for $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

UBICAZIONE INDAGINE



RELAZIONE GEOFISICA

STUDIO DI COMPATIBILITA' GEOMORFOLOGICA, AI SENSI DELLA CIRCOLARE 3/DRA(A.R.T.A.) AI FINI DEL RILASCIO DEL NULLA OSTA DEL GENIO CIVILE DI RAGUSA RELATIVAMENTE AL PIANO DI LOTTIZZAZIONE IN UN'AREA SITA IN C.DA SCARO, IN AREA CT SOTTOZONA CT1 DEL P.R.G. IN CATASTO AL FOGLIO 9 P.LLE 93-95-222-674-675-676-482-88-89-90 196-199-479-926-380-86. DEL COMUNE DI POZZALLO.



1.0	PREMESSA	3
2.0	SISMICA A RIFRAZIONE	3
2.1	Attrezzatura e tecniche operative.	8
2.2	Dati generali	9
2.3	Schema geometrico di acquisizione e geometria dei geofoni	10
2.4	Altri parametri geotecnici	17
2.5	Risultati	20
3.0	PROVA MASW	20
3.1	Strumentazione per eseguire le prove MASW	20
3.2	INDAGINE MASW POSTAZIONE N°1	22
3.3	Tracce	23
3.4	Analisi spettrale	24
3.5	Risultati	29
3.6	INDAGINE MASW POSTAZIONE N°2	30
3.6	Tracce	31
3.7	Analisi spettrale	32
3.8	Risultati	37
4.0	INDAGINE HVSR	38
4.1	Strumentazione per eseguire le prove HVSR	39
4.2	INDAGINE HVSR POSTAZIONE N°1	40
4.3	Tracce in input	41
4.4	Finestre selezionate	42
4.5	Rapporto spettrale H/V	44
4.6	Verifiche SESAME:	45
4.7	INDAGINE HVSR POSTAZIONE N°2	46
4.8	Tracce in input	47
4.9	Finestre selezionate	48
4.10	Rapporto spettrale H/V	50
4.11	Verifiche SESAME:	51
5.0	DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA	52

1.0 PREMESSA

Su incarico conferito dalla Ditta "BELLA SICILIA s.r.l.", con sede in Modica in via Strada Statale 115, i sottoscritti, Geol. Dott. Paolo Mozzicato iscritto all'albo dei geologi di Sicilia al n. 2128 e Geol. Dott. Giuseppe Giudice iscritto all'albo dei geologi di Sicilia al n. 2192, hanno eseguito prospezione geofisica propedeutica allo studio di compatibilità geomorfologica, ai sensi della circolare 3/DRA (A.R.T.A.) protocollo 28807/14 ai fini del rilascio del nulla osta del Genio Civile di Ragusa avente per oggetto: *“Richiesta di parere riguardante il Piano di lottizzazione per la realizzazione di una struttura ricettiva da realizzare nel Comune di Pozzallo.”*

L'indagine è stata mirata alla definizione delle caratteristiche fisico-dinamiche dei terreni, alla ricostruzione stratigrafica del sito e alla classificazione del sottosuolo di fondazione secondo le Norme Tecniche per le Costruzioni del 2018.

Inoltre, per una valutazione degli effetti sismici locali, sono state ricavate le frequenze fondamentali di vibrazione del sottosuolo mediante la tecnica di indagine sismica passiva HVSr.

A tal fine sono state effettuate le seguenti indagini:

- 1) N.1 profilo sismico a rifrazione in onde P;
- 2) N.2 profilo sismico con tecnica MASW
- 3) N.2 misura HVSr

2.0 SISMICA A RIFRAZIONE

Le indagini di sismica a rifrazione consentono di interpretare la stratigrafia del sottosuolo attraverso il principio fisico del fenomeno della rifrazione totale di un'onda sismica che incide su una discontinuità, individuata fra due corpi aventi proprietà meccaniche diverse (orizzonte rifrattorio). La condizione fondamentale per eseguire studi di sismica a rifrazione è quella per cui la successione di strati da investigare sia caratterizzata da velocità sismiche crescenti all'aumentare della profondità. In questo modo si possono valutare fino a 4 o 5 orizzonti rifrattori differenti.

Le prove si basano sulla misura dei tempi di percorso delle onde elastiche per le quali, ipotizzando le superfici di discontinuità estese rispetto alla lunghezza d'onda λ , comunque, con deboli curvature, i fronti d'onda sono rappresentati mediante i relativi raggi sismici. L'analisi si avvale, poi, del principio di Fermat e della legge di Snell.

Il principio di Fermat stabilisce che il raggio sismico percorre la distanza tra sorgente e rilevatore seguendo il percorso per cui il tempo di tragitto è minimo. Per tale principio, dato un piano che separa due mezzi con caratteristiche elastiche diverse, il raggio sismico è quello che si estende lungo un piano perpendicolare alla discontinuità contenente sia la sorgente che il ricevitore.

La legge di Snell è una formula che descrive le modalità di rifrazione di un raggio sismico nella transizione tra due mezzi caratterizzati da diversa velocità di propagazione delle onde o, equivalentemente, da diversi indici di rifrazione. L'angolo formato tra la superficie di discontinuità e il raggio sismico è chiamato angolo di incidenza θ_i mentre quello formato tra il raggio rifratto e la superficie normale è detto angolo di rifrazione θ_r . La formulazione matematica è:

$$v_2 \sin \theta_i = v_1 \sin \theta_r$$

Dove v_1 e v_2 sono le velocità dei due mezzi separati dalla superficie di discontinuità.

Per $v_1 > v_2$ si ha che $\theta_i > \theta_r$ e la sismica a rifrazione non è attuabile poiché il raggio rifratto andrebbe ad inclinarsi verso il basso. Per $v_1 < v_2$ si ha che $\theta_i < \theta_r$ ed esiste un angolo limite di incidenza per cui $\theta_r = 90^\circ$ ed il raggio rifratto viaggia parallelamente alla superficie di discontinuità. L'espressione che definisce l'angolo limite è:

$$\theta_i = \arcsin(v_1 / v_2)$$

Il modo più semplice per analizzare i dati di rifrazione è quello di costruire un diagramma tempi-distanze in cui l'origine del sistema di riferimento è posto in corrispondenza della sorgente di generazione delle onde elastiche. In ascissa sono rappresentate le posizioni dei geofoni ed in ordinata i tempi dei primi arrivi. Ai geofoni più vicini alla sorgente giungono per primi gli impulsi che hanno seguito il percorso diretto in un tempo T dato dalla relazione

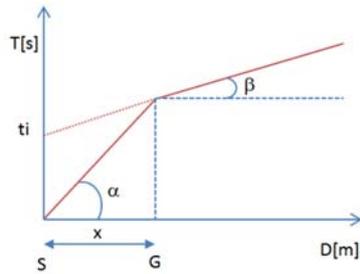
$$T = x_i / V_1$$

dove x_i è la distanza tra il punto di energizzazione e il punto di rilevazione.

L'equazione precedente rappresenta una retta che passa per l'origine degli assi tempi-distanze e il suo coefficiente angolare consente di calcolare la velocità V_1 del primo mezzo come

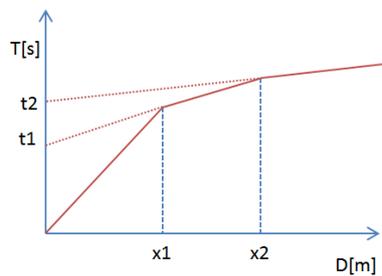
$$V_1 = 1 / \tan \alpha$$

I tempi di arrivo dei raggi rifratti, nel diagramma tempi-distanze, si dispongono secondo una retta che avrà pendenza minore di quella delle onde dirette.



La curva tempi-distanze tende ad avere un andamento regolare secondo una spezzata i cui vertici sono i chiamati *punti di ginocchio* e rappresentano, fisicamente, la condizione in cui si verifica l'arrivo contemporaneo delle onde dirette e rifratte. Per ciascuno di segmenti individuati si determina, dunque, il tempo di ritardo t_i che rappresenta la differenza tra il tempo che il raggio sismico impiega a percorrere un tratto alla velocità propria dello strato in cui si trasmette ed il tempo che impiegherebbe a viaggiare lungo la componente orizzontale di quel tratto alla massima velocità raggiunta in tutto il percorso di rifrazione.

Graficamente il tempo di ritardo è dato dall'intersezione della retta che comprende un segmento della curva tempi-distanze con l'asse dei tempi.

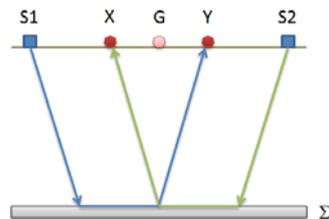


Infine, dalla conoscenza dei tempi t_i è possibile ricavare gli spessori dei rifrattori mediante la relazione:

$$h_{(i-1)} = \frac{V_{(i-1)}V_i}{2\sqrt{V_i^2 - V_{(i-1)}^2}} \left(t_i - \frac{2h_1\sqrt{V_i^2 - V_1^2}}{V_1V_i} - \dots - \frac{2h_{(i-2)}\sqrt{V_i^2 - V_{(i-2)}^2}}{V_1V_{(i-2)}} \right)$$

In situazioni morfologiche complesse può essere utilizzato come metodo di elaborazione il Metodo Reciproco Generalizzato (Generalized Reciprocal Method) discusso da Palmer nel 1980.

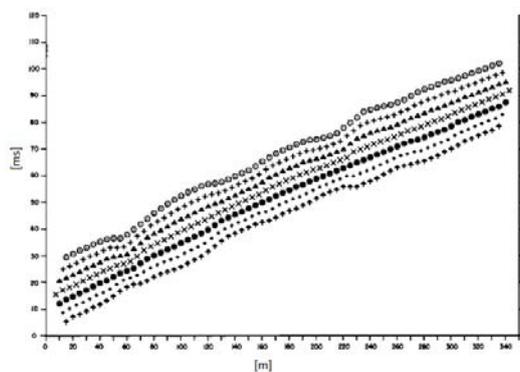
Il metodo è basato sulla ricerca di una distanza intergeofonica virtuale XY tale che i raggi sismici che partono da punti di energizzazione simmetrici rispetto allo stendimento, arrivino al geofono posto in posizione X e a quello posto in posizione Y provenendo da un medesimo punto del rifrattore.



Il primo passo operativo è quello di costruire un diagramma tempi-distanze individuando nei sismogrammi ottenuti dai dati di campagna i primi arrivi delle onde sismiche. Per determinare la distanza XY ottimale è necessario considerare più punti di energizzazione tanto agli estremi quanto all'interno dello stendimento. Ciò permette di individuare con maggiore accuratezza i tempi relativi ad un medesimo rifrattore utili a caratterizzare le dromocrone, fondamentali all'interpretazione. Nelle interpretazioni multi strato, la generazione delle dromocrone può sfruttare tecniche di phantoming per sopperire alla mancanza dei dati per alcuni rifrattori.

Dalla costruzione delle dromocrone è possibile determinare *la funzione velocità* secondo l'equazione

$$T_v = \frac{T_{S_1Y} - T_{S_2X} + T_{S_1S_2}}{2}$$



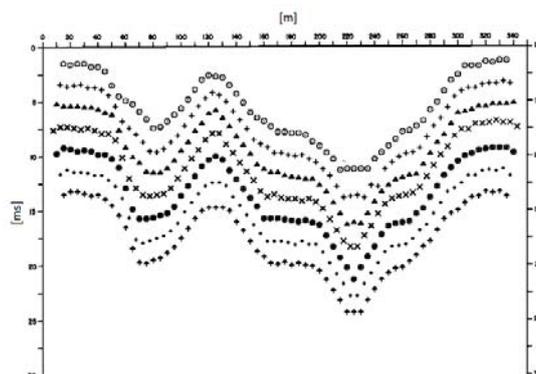
dove T_{S_1Y} e T_{S_2X} sono i tempi di percorrenza dei raggi sismici per giungere, rispettivamente, dalla sorgente S_1 ad X e dalla sorgente S_2 ad Y mentre $T_{S_1S_2}$ è il tempo di tragitto tra i due punti di scoppio S_1 ed S_2 , esternamente simmetrici rispetto allo stendimento. T_V è il tempo calcolato su un geofono G posto tra X ed Y , non necessariamente coincidente con la posizione di un geofono dello stendimento.

Il calcolo della funzione T_V viene eseguito per ogni valore di XY compreso tra zero e metà dello stendimento con variazione pari alla distanza reale tra i geofoni dello stendimento. La migliore retta di regressione delle funzioni velocità ottenute, permette di determinare l' XY ottimo e la velocità del rifrattore che è ricavata dal coefficiente angolare.

Per mezzo della **funzione tempo-profondità** è possibile trovare la profondità del rifrattore espressa in unità di tempo. L'espressione di tale funzione è:

$$T_G = \frac{T_{S_1Y} + T_{S_2X} - \left(T_{S_1S_2} + \frac{XY}{V_n} \right)}{2}$$

Dove V_n è la velocità del rifrattore.



Analogamente a quanto avviene per la funzione velocità si determinano diverse funzioni tempo-profondità per l'insieme dei valori XY di studio. Tra le funzioni trovate, quella che presenta la maggiore articolazione compete al valore di XY ottimo.

Infine, è possibile determinare lo spessore del rifrattore in corrispondenza delle posizioni dei geofoni G mediante la relazione:

$$h = T_G \sqrt{\frac{V_n XY}{2T_G}}$$

h rappresenta la profondità minima dal geofono G dunque la morfologia del rifrattore è definita dall'involuppo delle semicirconferenze di raggio h.

Uno dei principali vantaggi del G.R.M. è che il fattore di conversione della profondità è relativamente insensibile alle inclinazioni fino a circa 20°

2.1 Attrezzatura e tecniche operative.

Per l'indagine è stata utilizzata le seguenti attrezzature:

- Sismografo PASI GEA24
- 12 geofoni a verticali con frequenza di 10 Hz
- Un piattello in alluminio;
- Un martello di 8 Kg
- Un geofono trigger



	Lunghezza (m)	Distanza Geofonica (m)
Profilo sismico	55	5

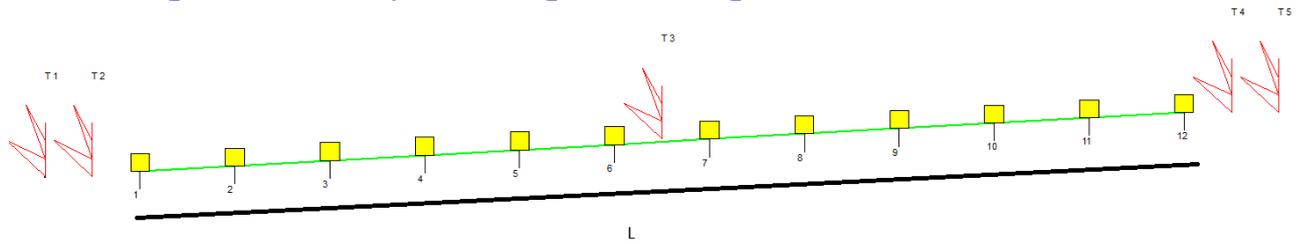
2.2 Dati generali

Latitudine 36.733872752732935

Longitudine 14.885598832878477



2.3 Schema geometrico di acquisizione e geometria dei geofoni



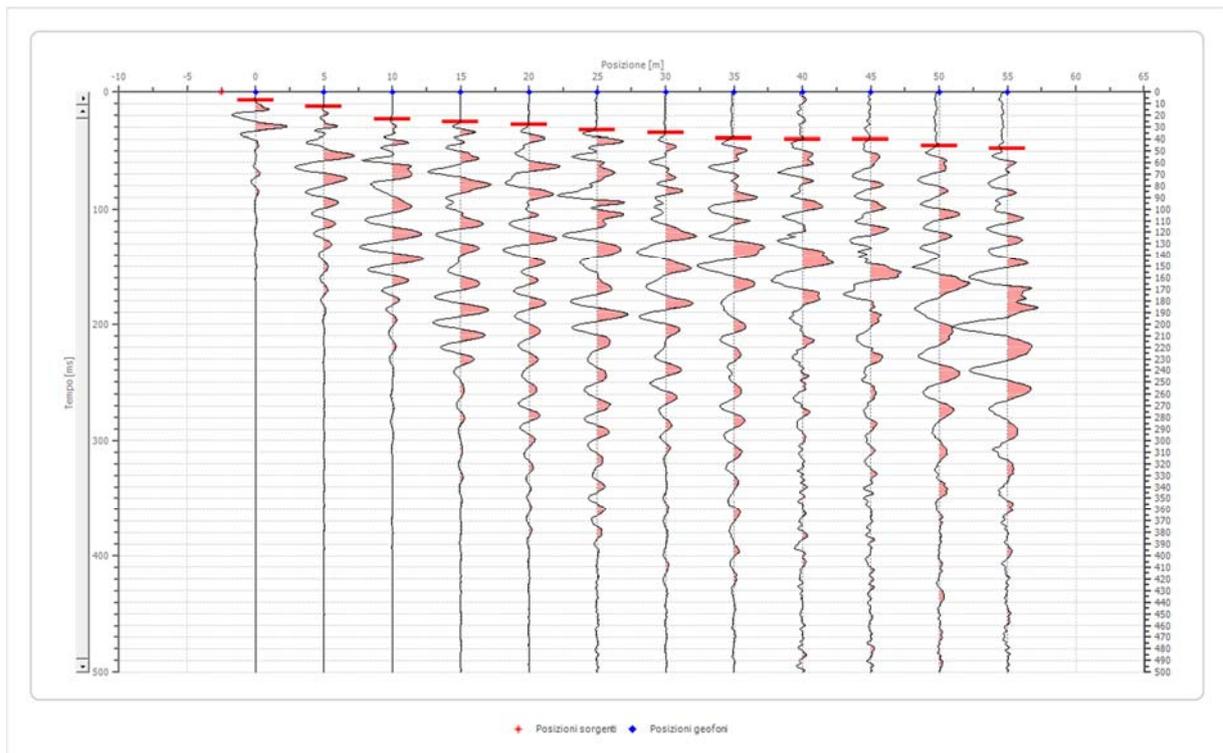
Geofoni
 Battuta
 L = Lunghezza Totale

	Posizione X [m]	Posizione Z [m]
1	0.0	0.4
2	5.0	0.4
3	10.0	0.7
4	15.0	1.1
5	20.0	1.4
6	25.0	1.8
7	30.0	2.1
8	35.0	2.5
9	40.0	2.8
10	45.0	3.2
11	50.0	3.5
12	55.0	3.9

Dati battute

Battuta 1

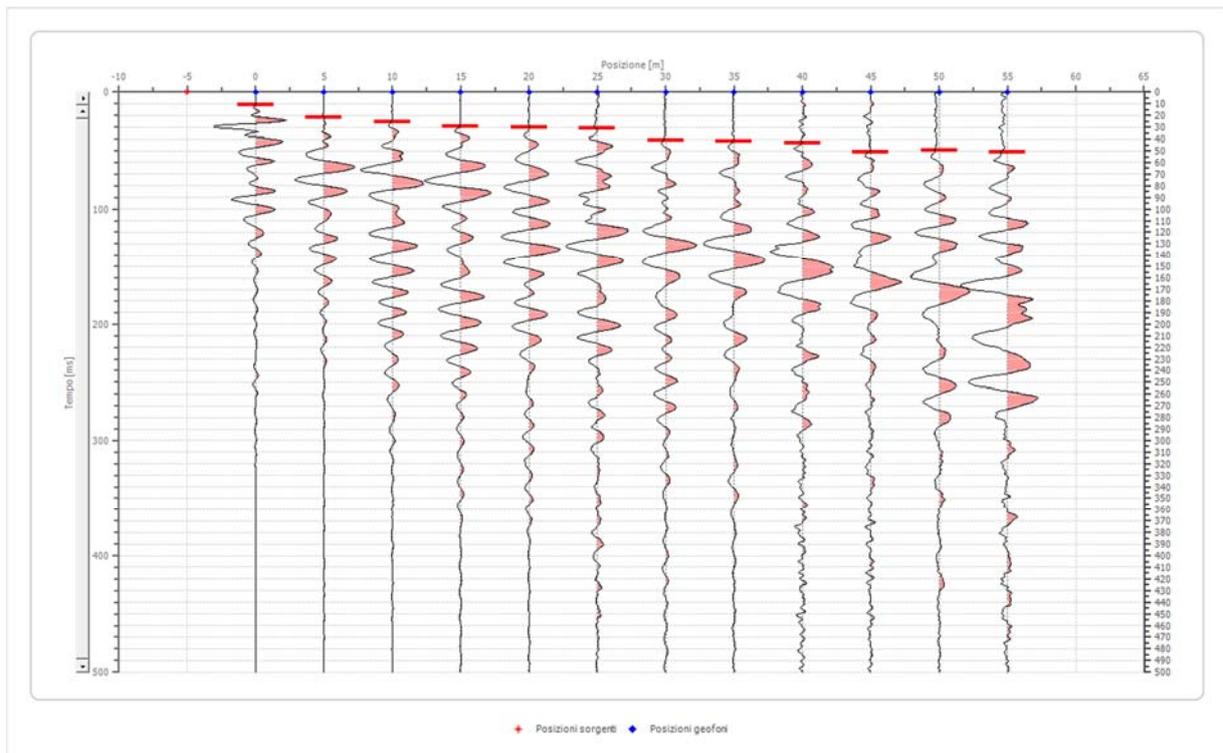
Posizione sorgente X -2.5 [m]
 Posizione sorgente Z 0 [m]



Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	6.9691
5.0	12.3895
10.0	23.2303
15.0	25.5533
20.0	27.8764
25.0	32.5224
30.0	34.8454
35.0	39.4915
40.0	40.2659
45.0	40.2659
50.0	45.6863
55.0	48.0093

Battuta 2

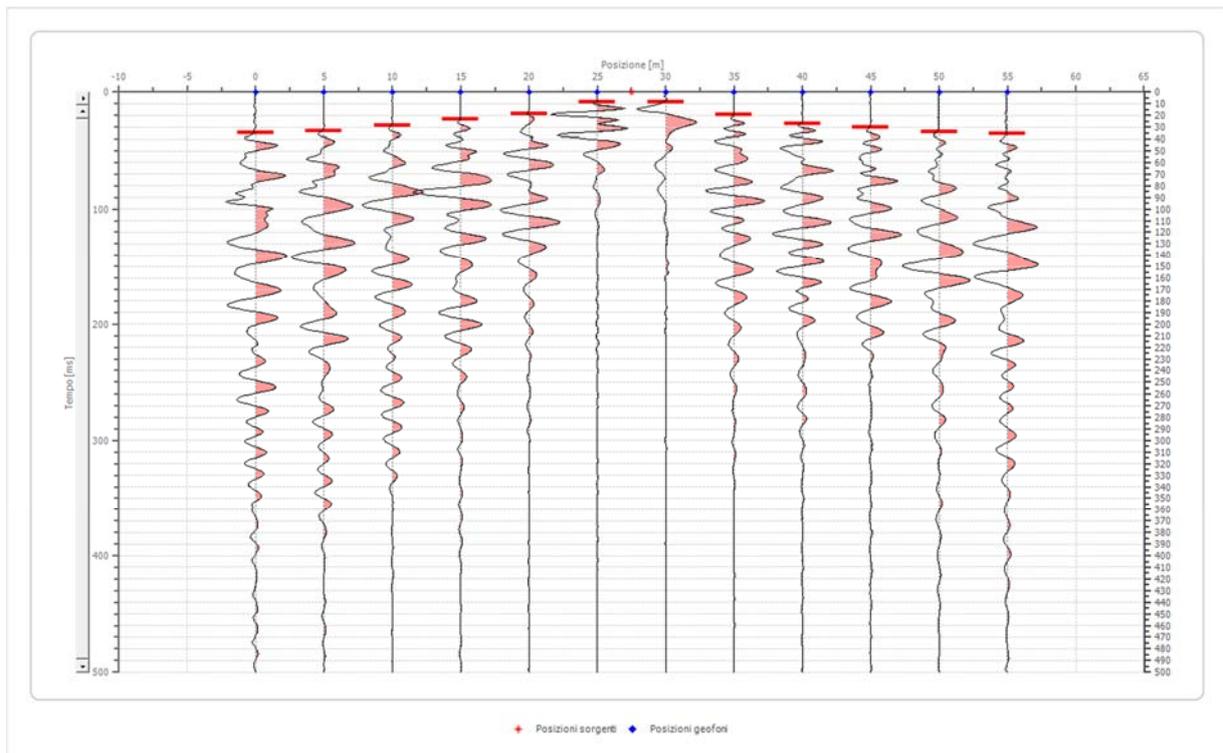
Posizione sorgente X -5 [m]
 Posizione sorgente Z 0 [m]



Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	10.8408
5.0	21.6816
10.0	25.5533
15.0	29.4250
20.0	30.1994
25.0	30.9737
30.0	41.0402
35.0	41.8145
40.0	43.3632
45.0	51.1067
50.0	49.5580
55.0	51.1067

Battuta 3

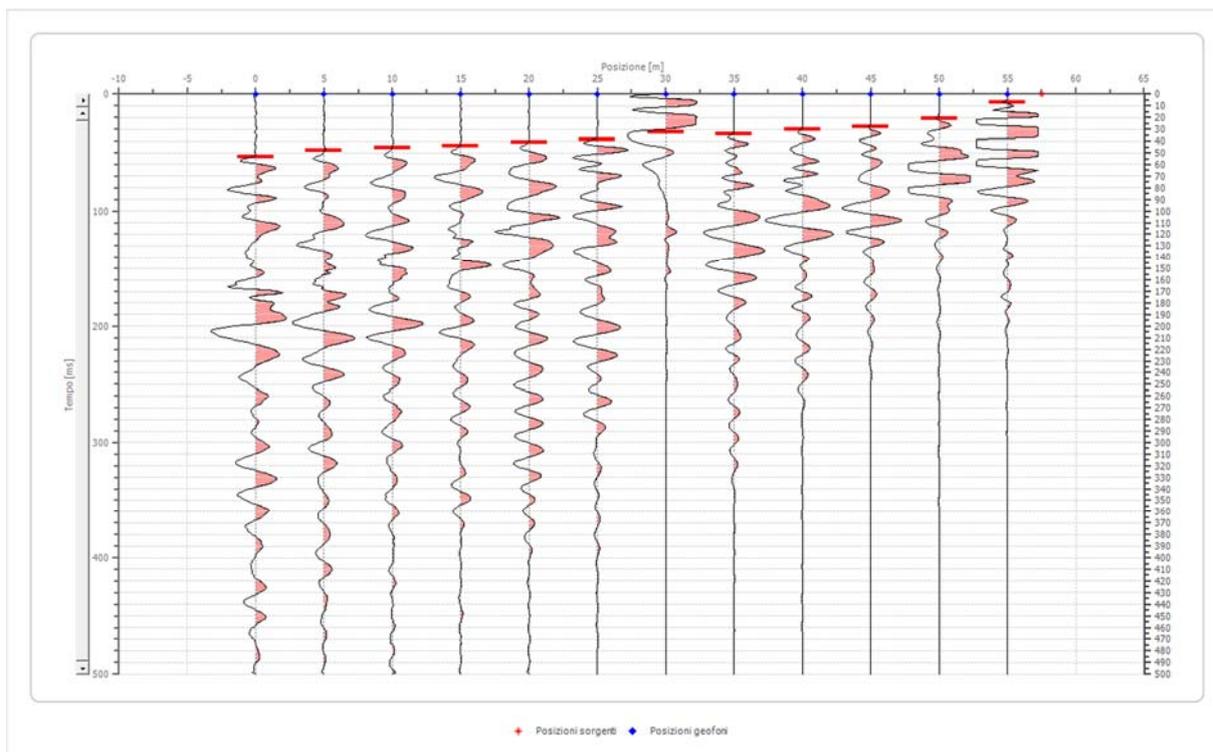
Posizione sorgente X 27.5 [m]
 Posizione sorgente Z 0 [m]



Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	34.8454
5.0	33.2968
10.0	28.6507
15.0	23.2303
20.0	18.5842
25.0	8.5178
30.0	8.5178
35.0	19.3586
40.0	27.1020
45.0	30.1994
50.0	34.0711
55.0	35.6198

Battuta 4

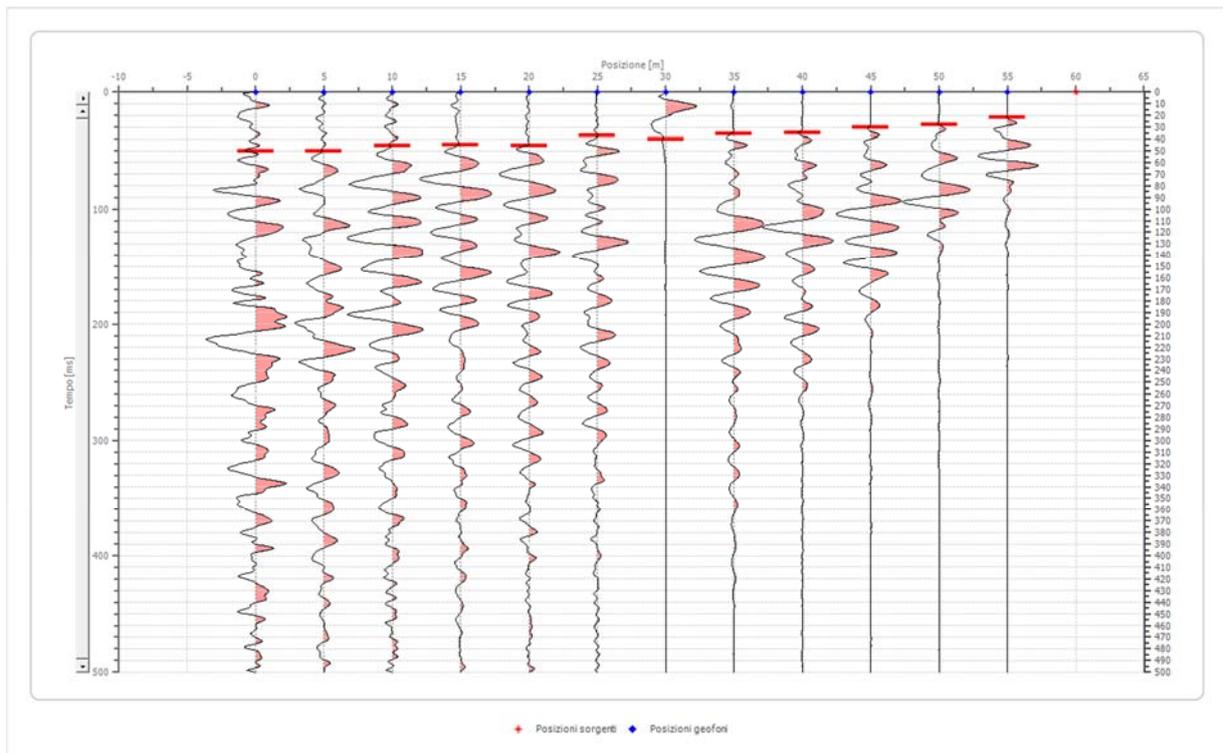
Posizione sorgente X 57.5 [m]
 Posizione sorgente Z 0 [m]



Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	53.4297
5.0	48.0093
10.0	45.6862
15.0	44.1376
20.0	41.0402
25.0	38.7172
30.0	32.5224
35.0	34.0711
40.0	30.1994
45.0	27.8764
50.0	20.9073
55.0	6.9691

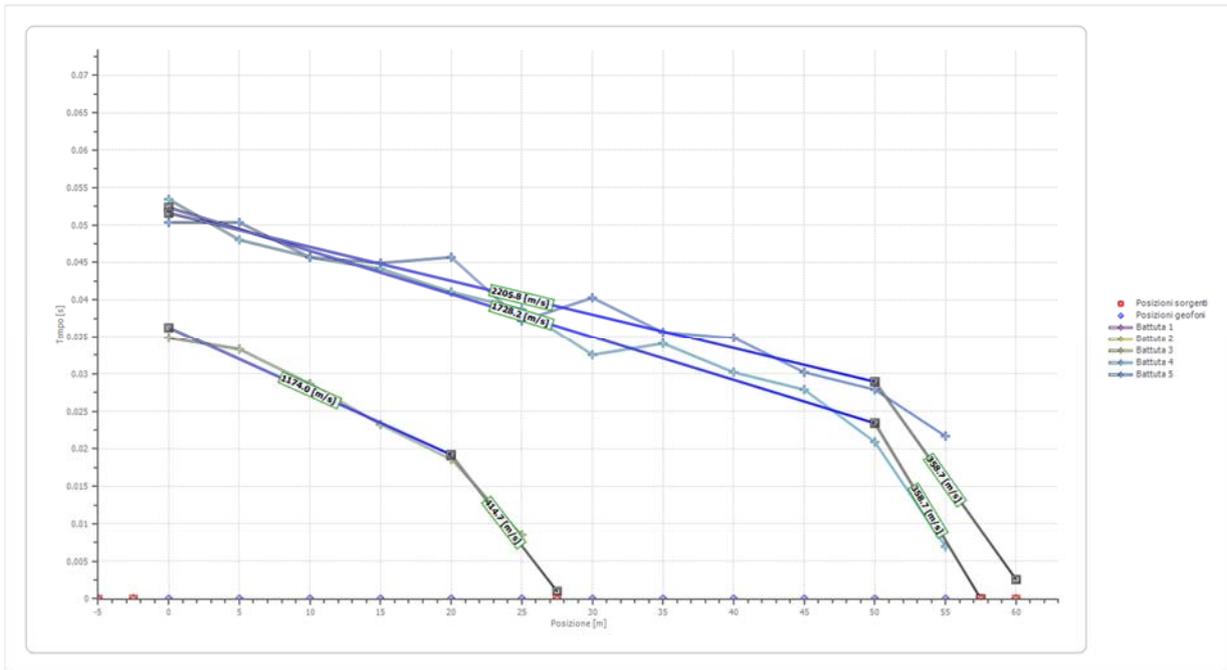
Battuta 5

Posizione sorgente X 60 [m]
 Posizione sorgente Z 0 [m]

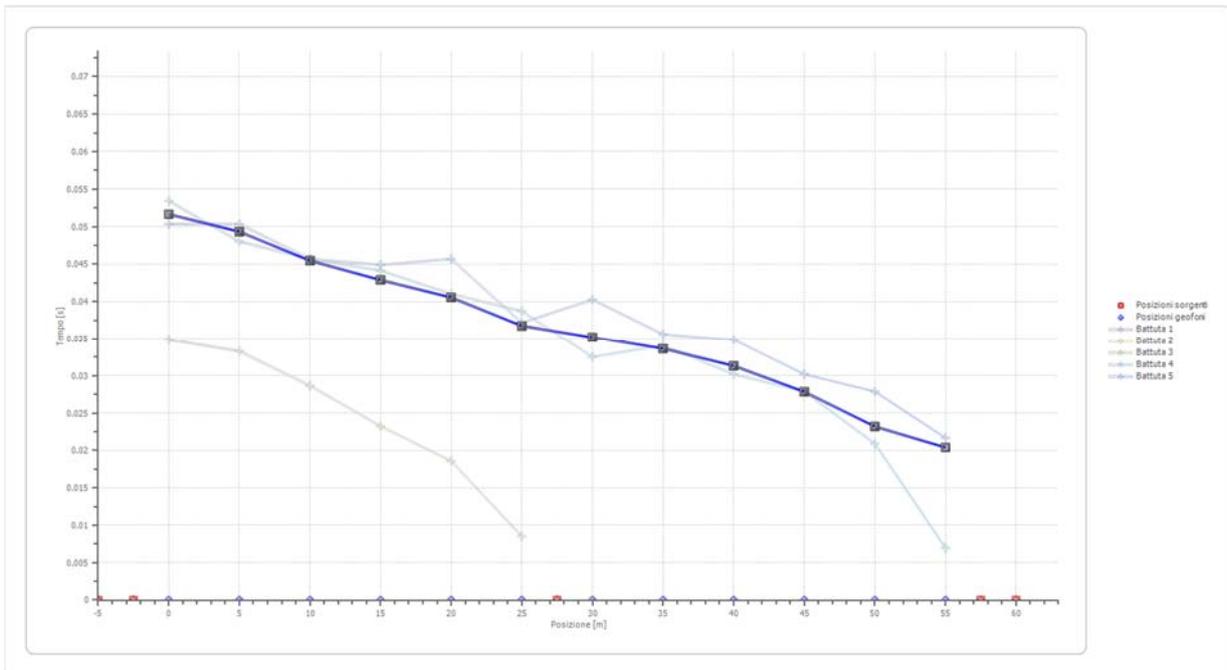


Posizione geofono [m]	Tempo [ms]
0.0	50.3323
5.0	50.3323
10.0	45.6862
15.0	44.9119
20.0	45.6862
25.0	37.1685
30.0	40.2658
35.0	35.6198
40.0	34.8454
45.0	30.1994
50.0	27.8764
55.0	21.6816

Dromocrone



Dromocrone traslate



Interpretazione col metodo G.R.M.

XY: 0

	Strato n. 1	Strato n. 2
G= 0.0 [m]	3.6	3.6
G= 5.0 [m]	3.7	3.7
G= 10.0 [m]	3.8	3.8
G= 15.0 [m]	3.9	5.2
G= 20.0 [m]	3.7	6.6
G= 25.0 [m]	3.5	3.5
G= 30.0 [m]	4.5	13.7
G= 35.0 [m]	4.4	4.4
G= 40.0 [m]	4.6	4.7
G= 45.0 [m]	4.7	21.6
G= 50.0 [m]	4.2	19.2
G= 55.0 [m]	4.0	16.4
Velocità [m/sec]	427.0	1716.3
Descrizione		

2.4 Altri parametri geotecnici

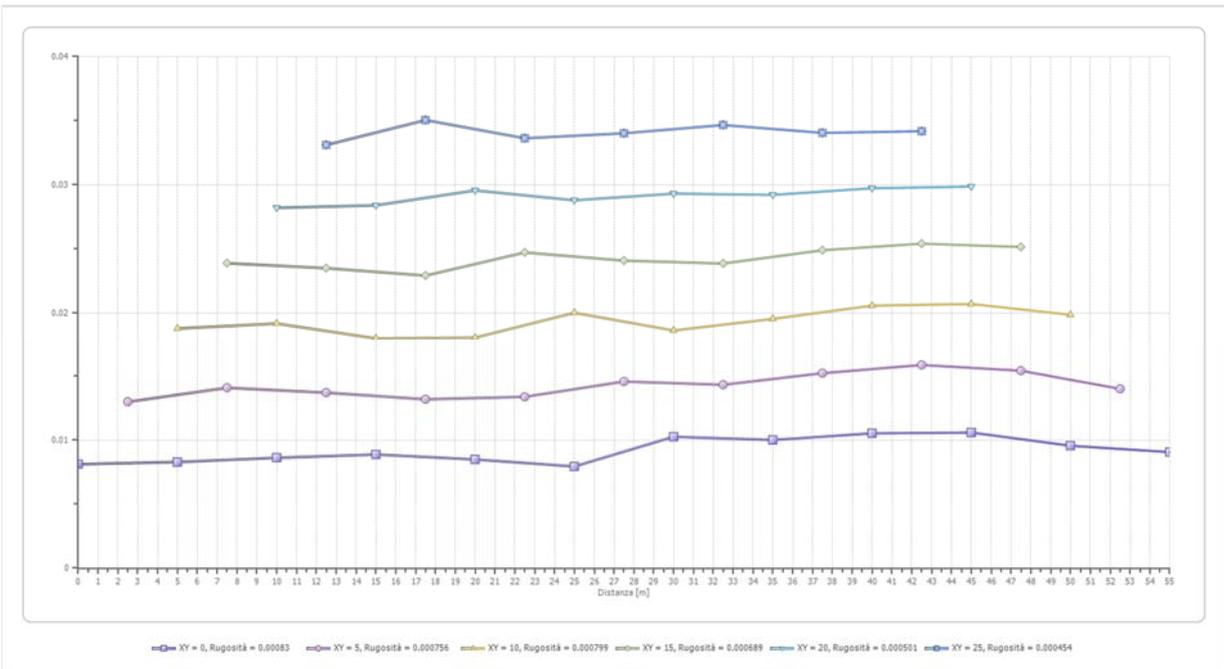
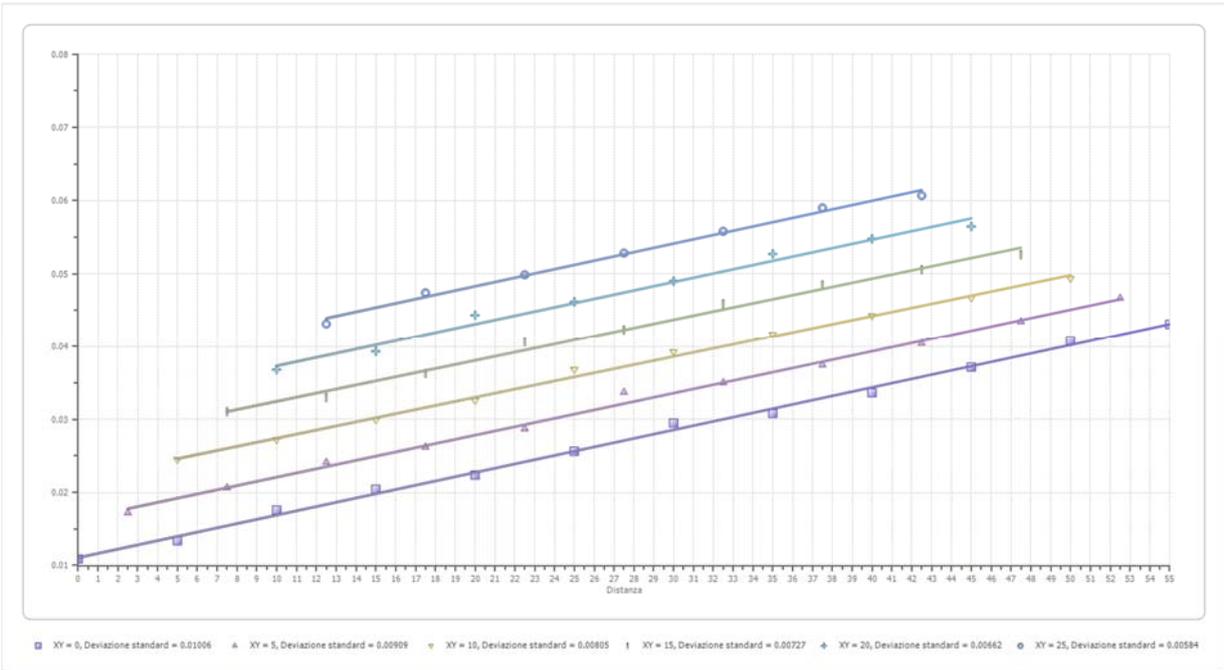
	Strato n. 1	Strato n. 2
Coefficiente Poisson	0.35	0.35
Densità [kg/m ³]	1800.00	1900.00
Vp [m/s]	426.98	1716.31
Vs [m/s]	205.11	824.49
G0 [MPa]	75.73	1291.59
Ed [Mpa]	328.16	5596.90
M0 [MPa]	252.43	4305.30
Ey [Mpa]	204.47	3487.30

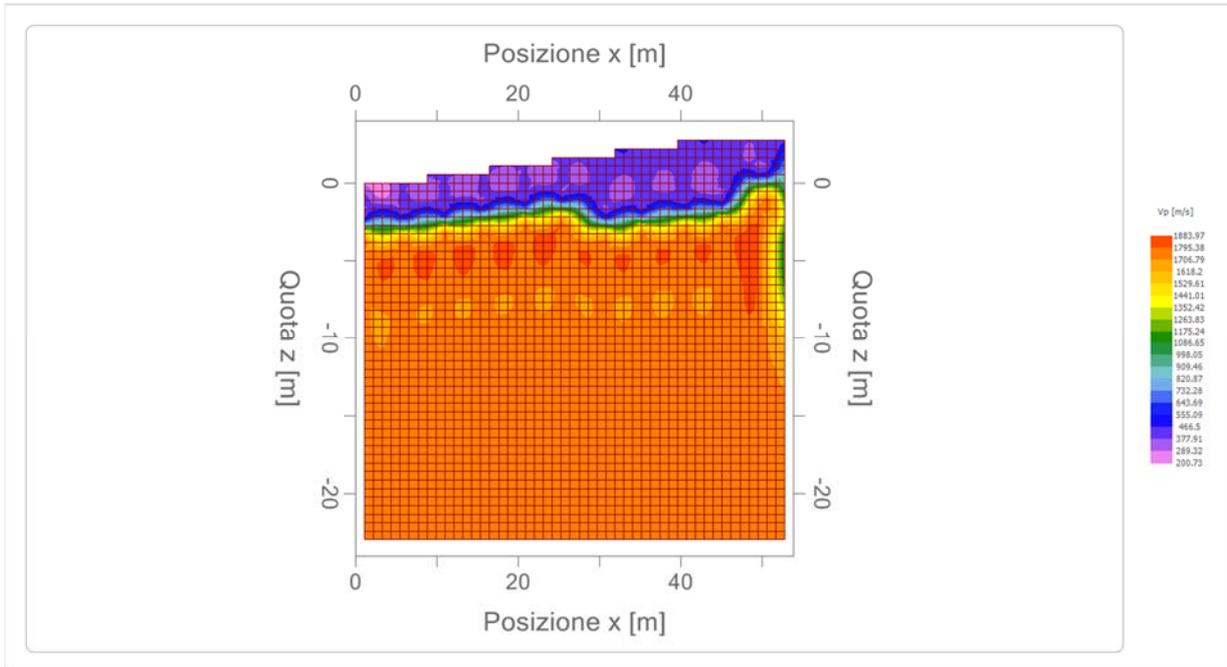
G0: Modulo di deformazione al taglio;

Ed: Modulo edometrico;

M0: Modulo di compressibilità volumetrica;

Ey: Modulo di Young;





2.5 Risultati

L'elaborazione dei dati ha permesso di ricostruire il sottosuolo secondo 2 "Sismostrati" così caratterizzati:

- 1) Il primo sismostrato (è profondo mediamente da 4.0 fino a 5.0 mt dal p.c.) ha velocità V_p di 426m/s
- 2) Il substrato rifrattore ha velocità V_p 1716 m/s

3.0 PROVA MASW

La prova MASW (Multi-Channel Analysis of Surface Waves) è un'indagine **geofisica** in grado di rilevare la **velocità di propagazione** delle onde di superficie nel suolo mediante misurazioni svolte a livello del piano campagna.

Per l'esecuzione della prova MASW, viene generato un **segnale sismico** (onda elastica) facendo cadere una **massa battente** su una **piastra** poggiata sul suolo oppure adoperando un cosiddetto **fucile sismico** che utilizza l'**esplosione** di una **cartuccia** a salve per generare il segnale sismico.

Il segnale generato tramite la **massa battente** o il **fucile sismico** viene rilevato da appositi ricevitori, ovvero da **geofoni** (solitamente almeno 12) disposti in linea retta a spaziature prestabilite. Tutti i geofoni sono collegati ad una **centralina** alla quale inviano il **segnale** rilevato.

La centralina converte il segnale **analogico** in segnale **digitale**, lo amplifica e lo filtra eliminando eventuali **rumori di fondo**.

Il metodo MASW viene detto "attivo" perché le onde superficiali sono prodotte da una sorgente impulsiva disposta a piano campagna e vengono registrate da uno stendimento lineare composto da numerosi ricevitori posti a breve distanza (distanza intergeofonica).

3.1 Strumentazione per eseguire le prove MASW

Per eseguire la prova MASW in sito occorre la strumentazione di seguito elencata: ·

- Sismografo PASI GEA24
- N°12 geofoni 4,5 Hz
- Un piattello in alluminio;
- Un martello di 8 Kg
- Un geofono trigger



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.

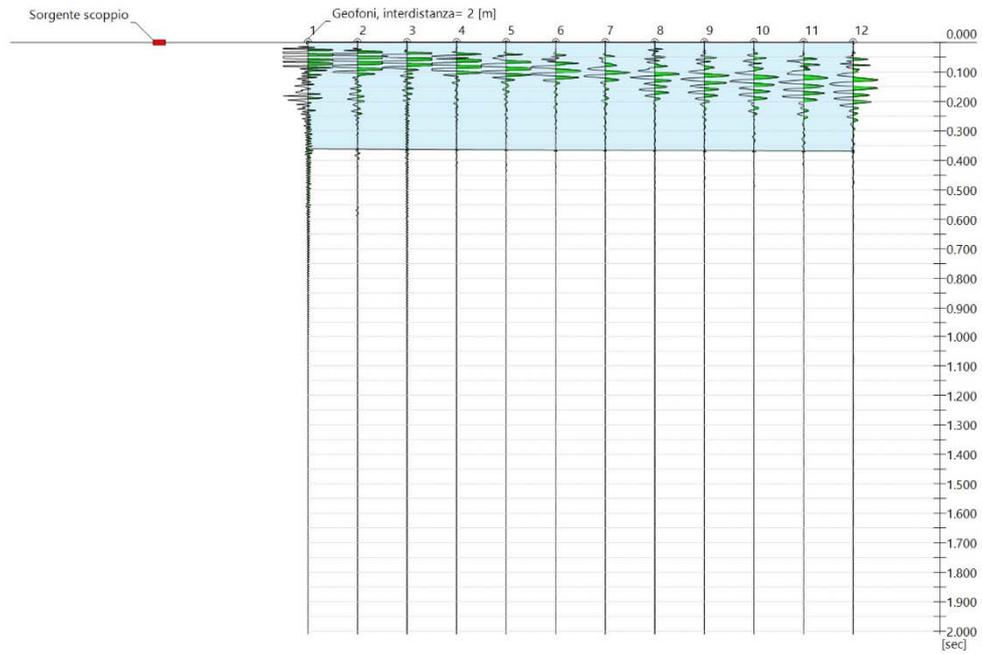
3.2 INDAGINE MASW POSTAZIONE N°1

Latitudine	36.7337
Longitudine	14.8853



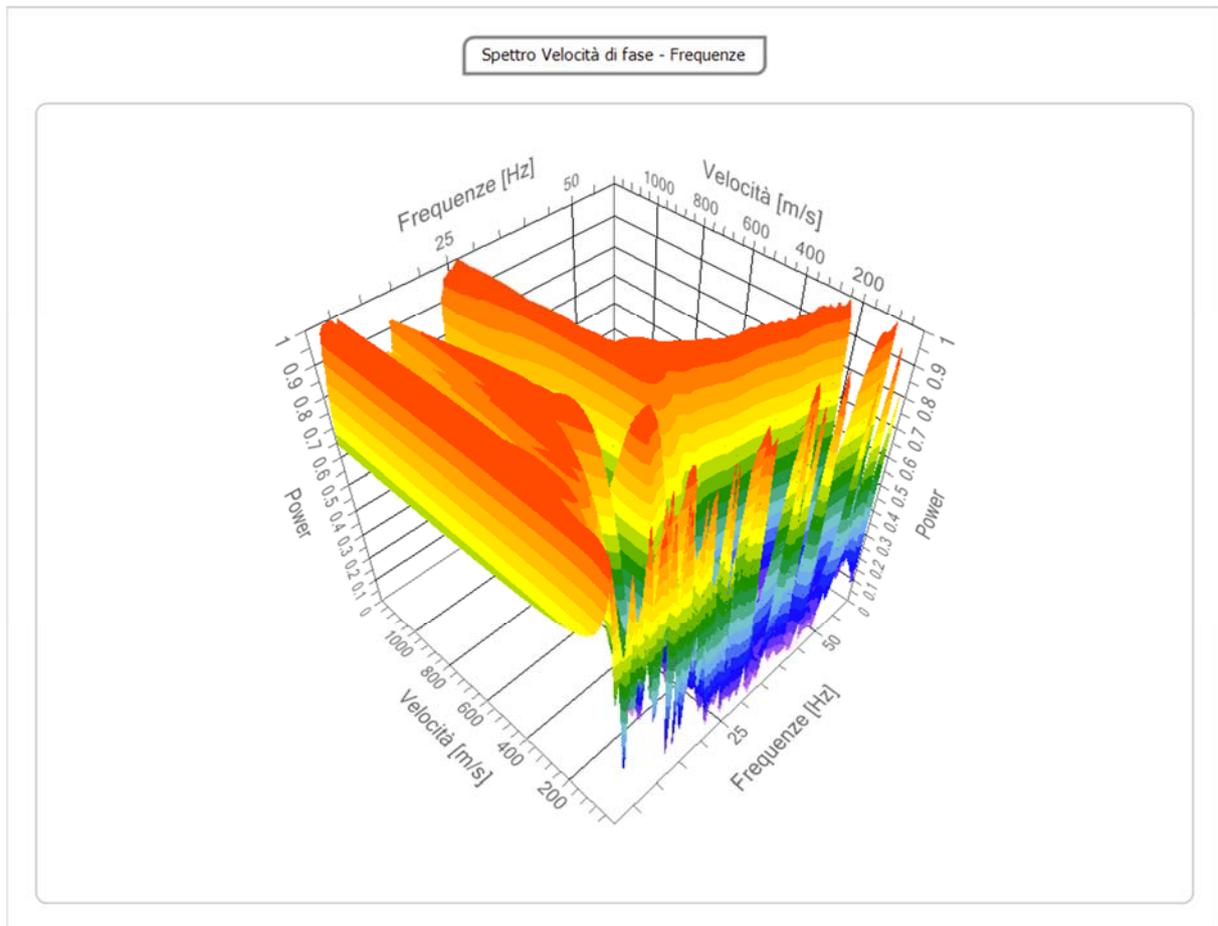
3.3 Tracce

N. geofoni	12
Durata acquisizione [msec]	2010.0
Interdistanza geofoni [m]	2.0
Periodo di campionamento [msec]	0.25



3.4 Analisi spettrale

Frequenza minima di elaborazione [Hz]	1
Frequenza massima di elaborazione [Hz]	60
Velocità minima di elaborazione [m/sec]	1
Velocità massima di elaborazione [m/sec]	1200
Intervallo velocità [m/sec]	1

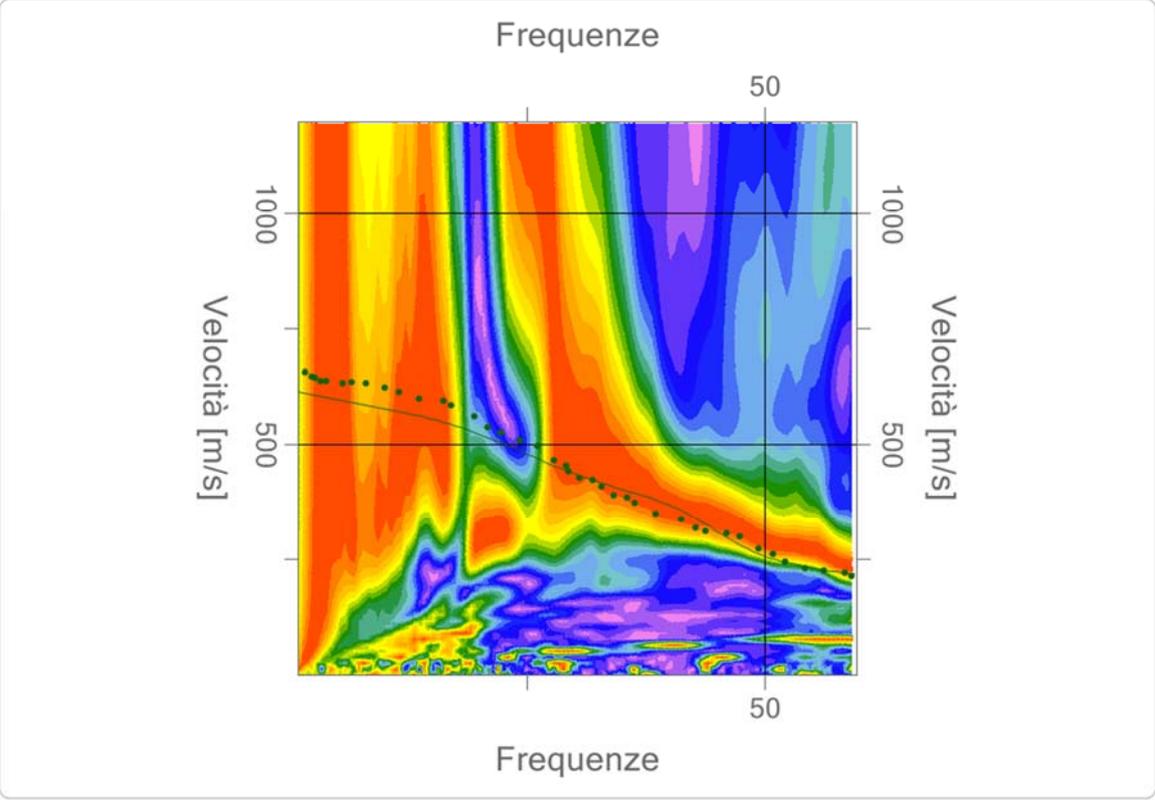


Curva di dispersione

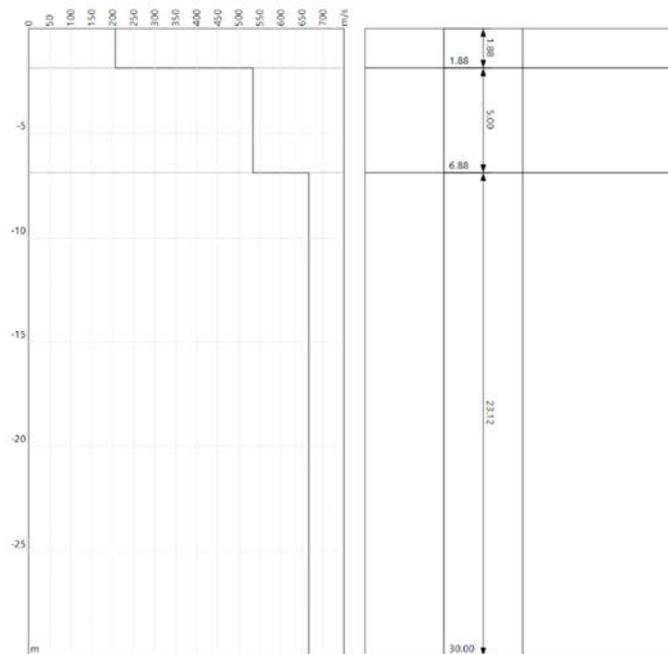
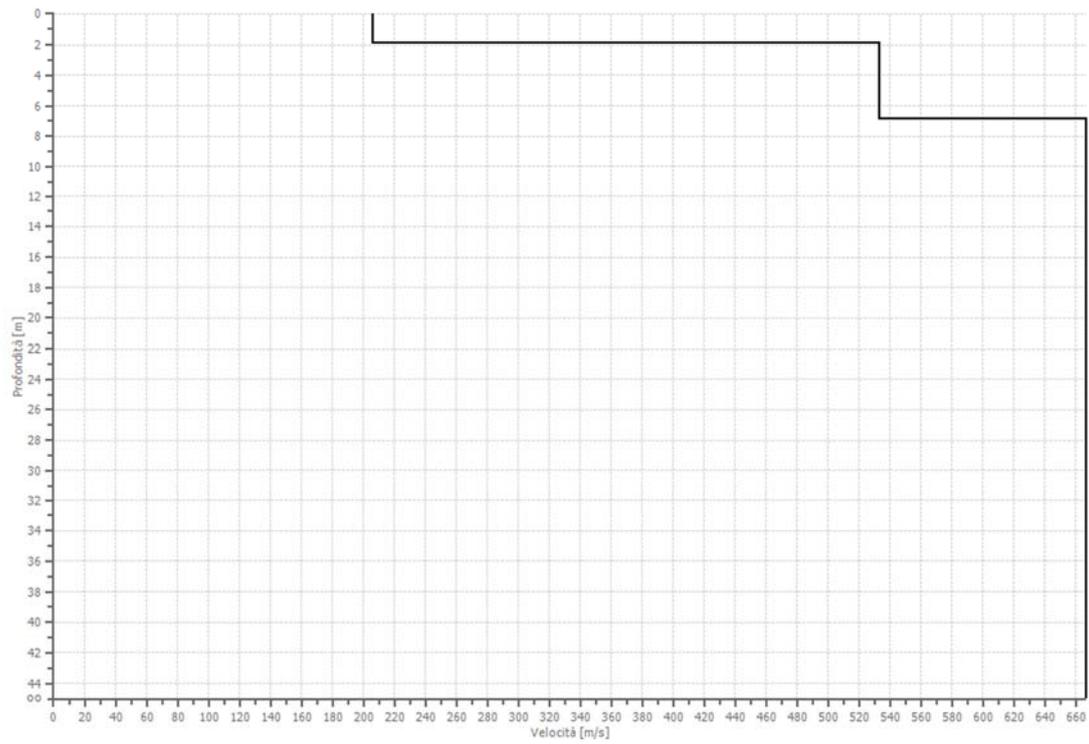
n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	4.0	637.6	0
2	5.7	633.8	0
3	6.6	635.7	0
4	8.1	631.9	0
5	10.1	622.3	0
6	11.6	614.7	0
7	13.7	599.5	0
8	16.2	593.8	0
9	17.1	586.2	0
10	19.5	561.4	0
11	20.9	538.6	0

12	22.3	525.3	0
13	24.3	508.1	0
14	26.1	496.7	0
15	27.9	466.3	0
16	29.1	454.9	0
17	29.4	443.4	0
18	30.6	428.2	0
19	31.9	422.5	0
20	32.9	409.2	0
21	34.1	390.2	0
22	35.5	384.4	0
23	36.3	373.0	0
24	38.5	350.2	0
25	41.2	336.9	0
26	42.7	317.8	0
27	43.8	312.1	0
28	46.0	306.4	0
29	47.4	300.7	0
30	49.4	274.1	0
31	50.9	262.6	0
32	52.1	245.5	0
33	54.3	230.3	0
34	56.2	226.5	0
35	58.4	220.8	0
36	59.2	213.2	0
37	3.3	637.6	0
38	2.7	645.2	0
39	2.5	647.1	0
40	1.8	656.6	0

Inversione



Profilo di velocità



3.5 Risultati

Profondità piano di posa [m]	0.00
Vs,eq [m/sec] (H=30.00 m)	564.17
Categoria del suolo	B

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

Altri parametri geotecnici

n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Vp [m/s]	Densità [kg/m ³]	Coefficiente Poisson	G0 [MPa]	Ed [MPa]	M0 [MPa]	Ey [MPa]	NSPT	Qc [kPa]
1	1.88	1.88	206.33	386.01	1800.00	0.30	76.63	268.21	166.04	199.24	N/A	889.44
2	6.88	5.00	533.31	997.73	1900.00	0.30	540.39	1891.37	1170.85	1405.01	N/A	N/A
3	oo	oo	666.63	1247.15	2000.00	0.30	888.79	3110.76	1925.71	2310.85	0	N/A

G0: Modulo di deformazione al taglio;

Ed: Modulo edometrico;

M0: Modulo di compressibilità volumetrica;

Ey: Modulo di Young;

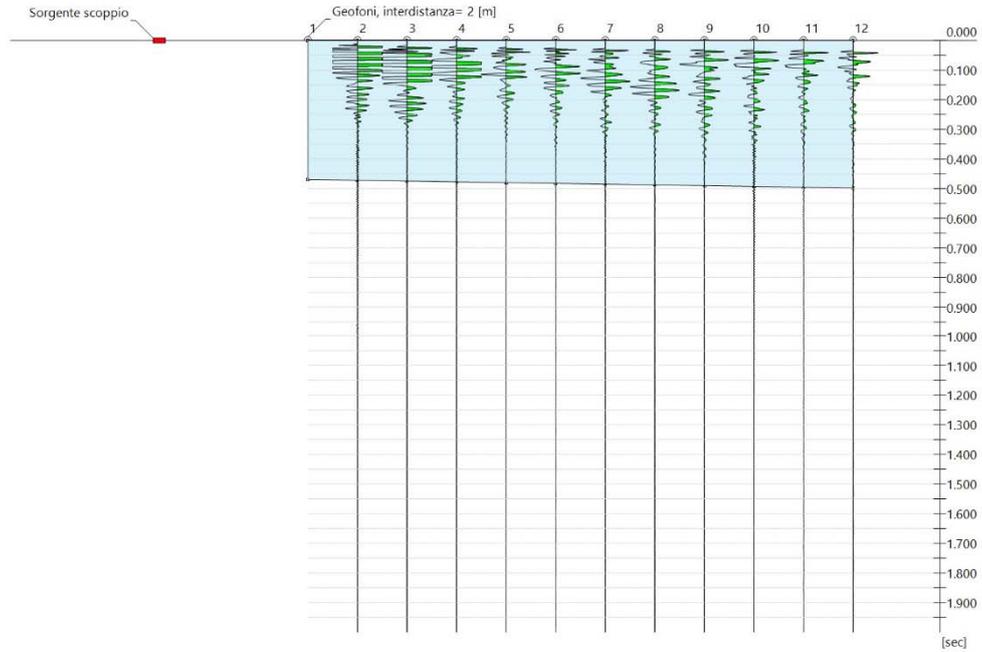
3.6 INDAGINE MASW POSTAZIONE N°2

Latitudine | 36.7345
Longitudine | 14.8855



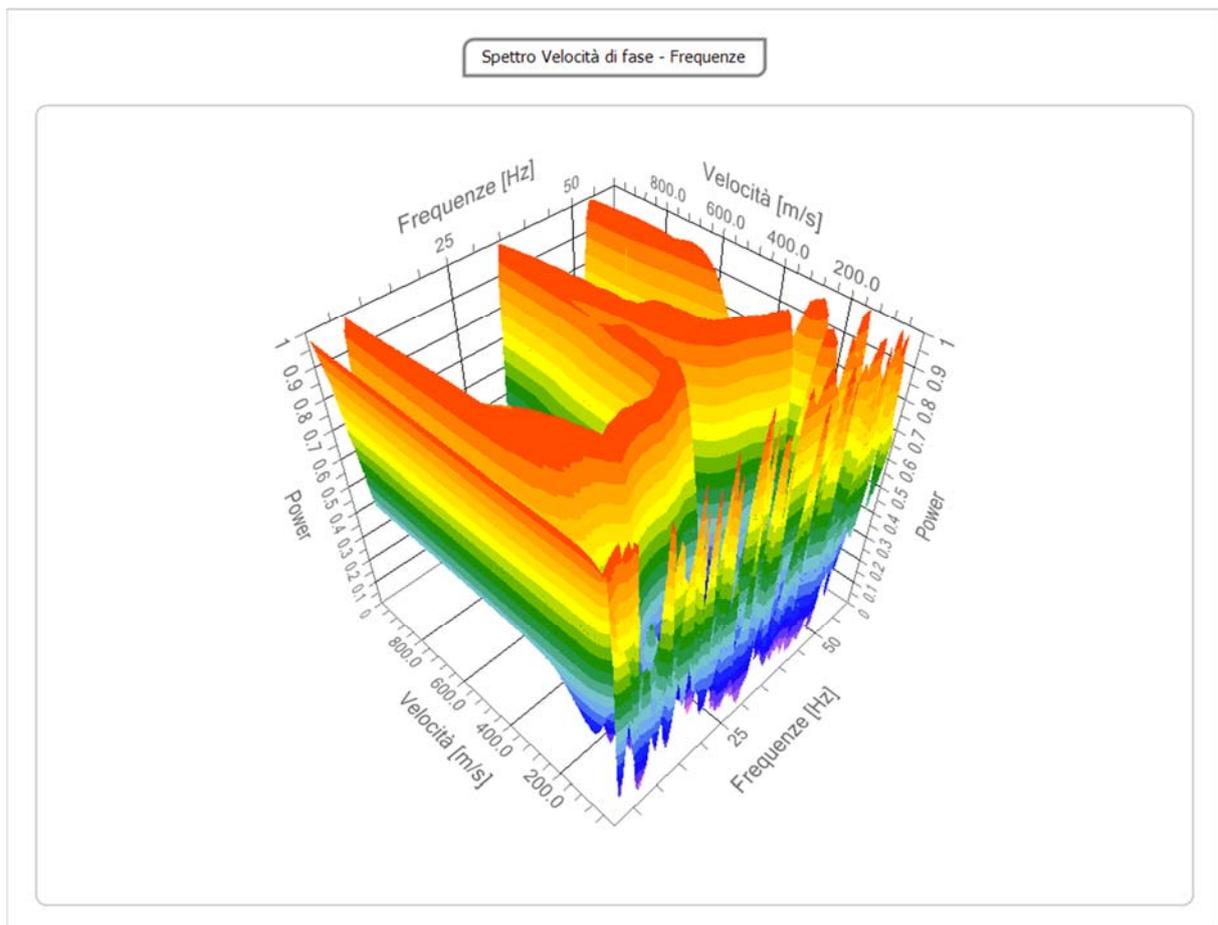
3.6 Tracce

N. geofoni	12
Durata acquisizione [msec]	2000.0
Interdistanza geofoni [m]	2.0
Periodo di campionamento [msec]	0.25



3.7 Analisi spettrale

Frequenza minima di elaborazione [Hz]	1
Frequenza massima di elaborazione [Hz]	60
Velocità minima di elaborazione [m/sec]	1
Velocità massima di elaborazione [m/sec]	1000
Intervallo velocità [m/sec]	1

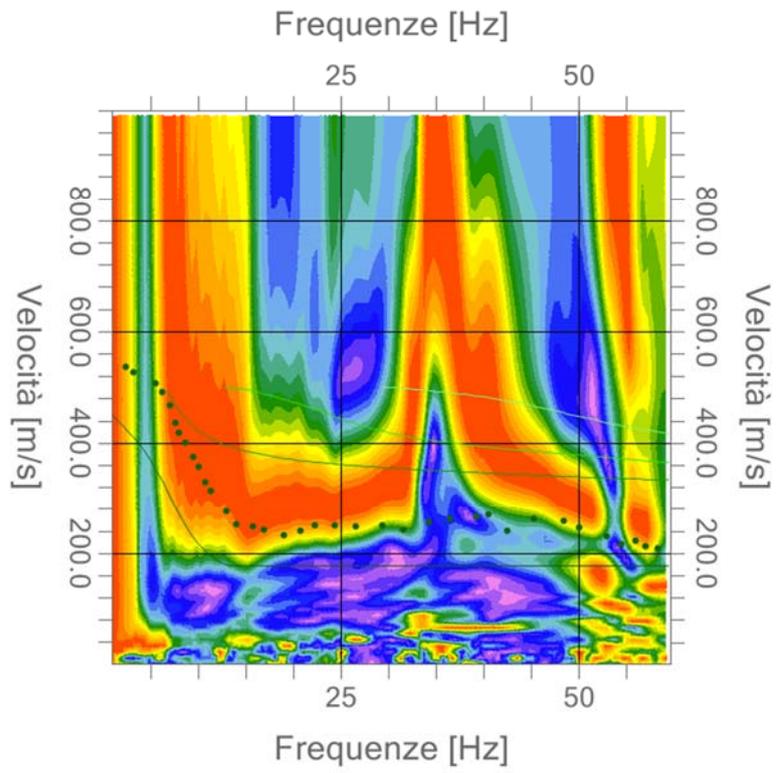


Curva di dispersione

n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	58.3	209.3	0
2	57.0	212.5	0
3	55.9	222.0	0
4	54.5	217.2	0
5	52.9	229.9	0
6	50.1	245.8	0
7	48.5	256.9	0
8	45.3	261.6	0
9	42.5	239.4	0
10	40.5	269.6	0
11	39.2	264.8	0

12	36.5	261.6	0
13	34.2	255.3	0
14	31.6	242.6	0
15	29.4	249.0	0
16	26.6	247.4	0
17	24.3	250.5	0
18	22.3	250.5	0
19	20.8	239.4	0
20	19.0	233.1	0
21	17.0	242.6	0
22	15.7	247.4	0
23	14.0	252.1	0
24	13.0	275.9	0
25	11.4	312.4	0
26	10.8	328.2	0
27	10.1	356.8	0
28	9.5	374.2	0
29	8.7	399.6	0
30	8.0	418.6	0
31	7.6	436.1	0
32	7.0	467.8	0
33	6.2	491.6	0
34	5.5	507.4	0
35	3.3	526.5	0
36	2.4	537.6	0

Spettro Velocità di fase - Frequenze

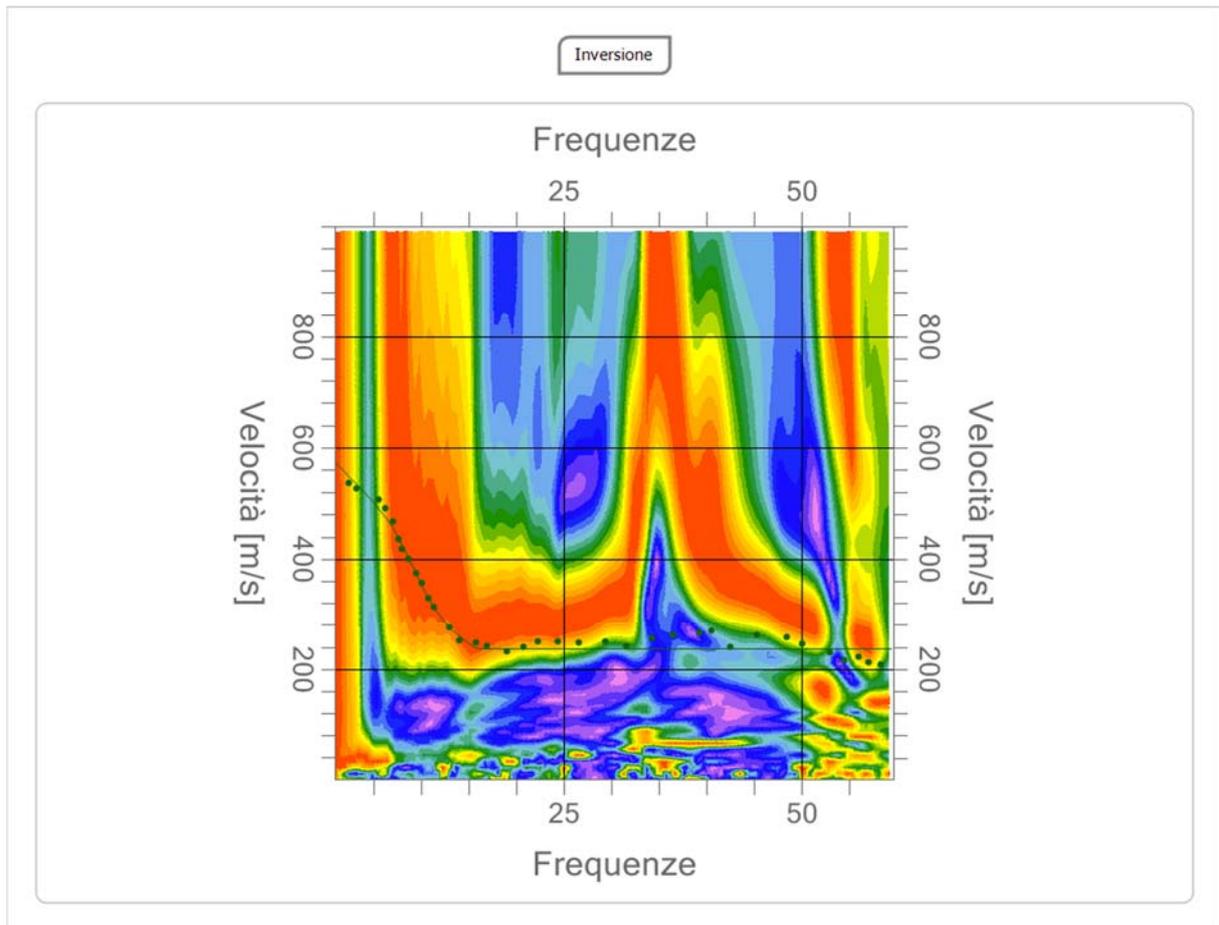


Inversione

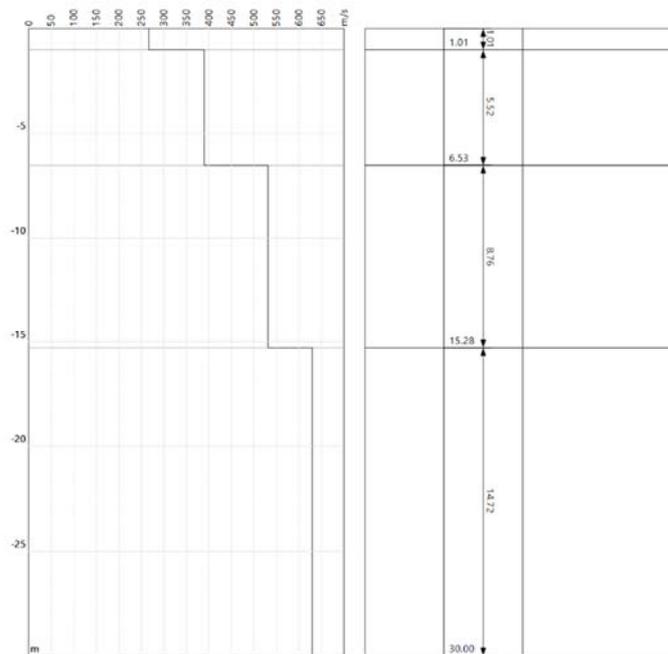
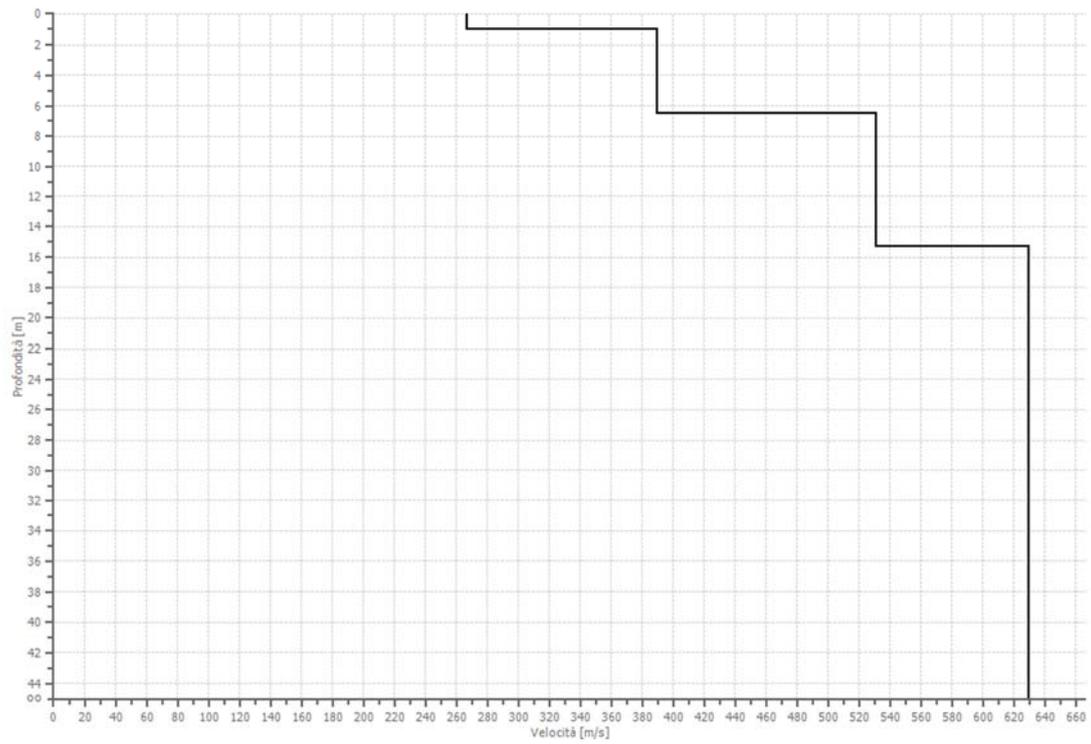
n.	Descrizione	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso unità volume [kg/mc]	Coefficiente Poisson	Falda	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1		1.01	1.01	17000.0	0.30	No	498.7	266.6
2		6.53	5.52	1800.0	0.30	Si	729.3	389.8
3		15.28	8.76	1900.0	0.30	No	993.9	531.2
4		oo	oo	2000.0	0.35	No	1310.1	629.4

Percentuale di errore 0.217 %

Fattore di disadattamento della soluzione 0.058



Profilo di velocità



3.8 Risultati

Profondità piano di posa [m]	0.00
Vs,eq [m/sec] (H=30.00 m)	518.91
Categoria del suolo	B

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

Altri parametri geotecnici

n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Vp [m/s]	Densità [kg/m ³]	Coefficiente Poisson	G0 [MPa]	Ed [MPa]	M0 [MPa]	Ey [MPa]	NSPT	Qc [kPa]
1	1.01	1.01	266.55	498.67	17000.00	0.30	120.785	4227.48	2617.01	3140.42	N/A	3220.94
2	6.53	5.52	389.85	729.34	1800.00	0.30	273.57	957.49	592.73	711.28	N/A	N/A
3	15.28	8.76	531.25	993.88	1900.00	0.30	536.23	1876.80	1161.83	1394.20	N/A	N/A
4	oo	oo	629.36	1310.12	2000.00	0.35	792.19	3432.84	2376.58	2138.92	0	N/A

G0: Modulo di deformazione al taglio;

Ed: Modulo edometrico;

M0: Modulo di compressibilità volumetrica;

Ey: Modulo di Young;

4.0 INDAGINE 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_{s30} 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 lisciamiento 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 Vs30.

A titolo d'esempio viene citato il seguente abaco che consente di fare una stima approssimativa degli spessori della coltre in funzione delle frequenze di vibrazione di sito

f_0 (Hz)	H (m)
<1	>100
1-2	50-100
2-3	30-50
3-5	20-30
5-8	10-20
8-20	5-10
>20	<5

4.1 Strumentazione per eseguire le prove HVSR

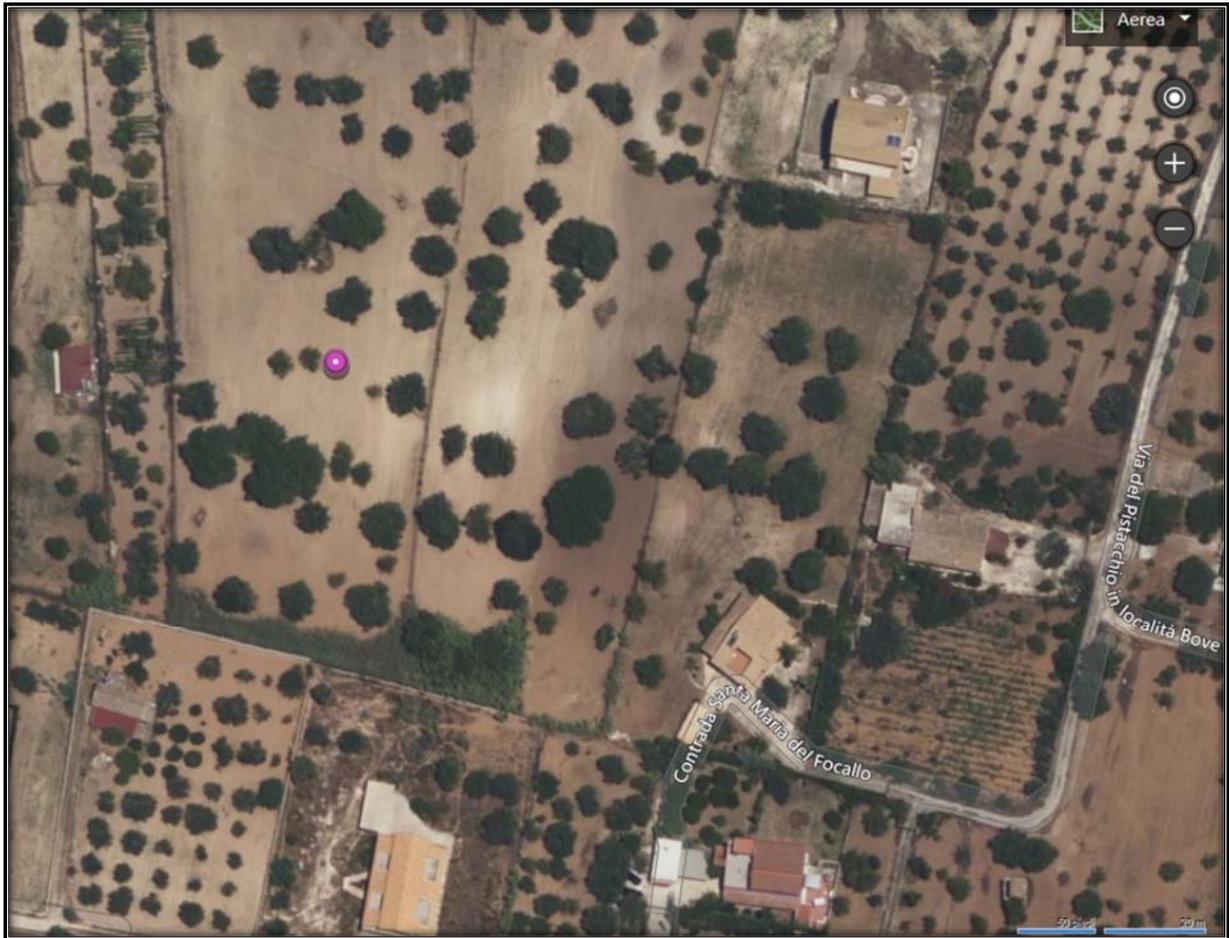
Per eseguire la prova HVSR in sito occorre la strumentazione di seguito elencata:

PASI GEA24 3DLG-2



4.2 INDAGINE HVSR POSTAZIONE N°1

Latitudine | 36.7336
Longitudine | 14.8852

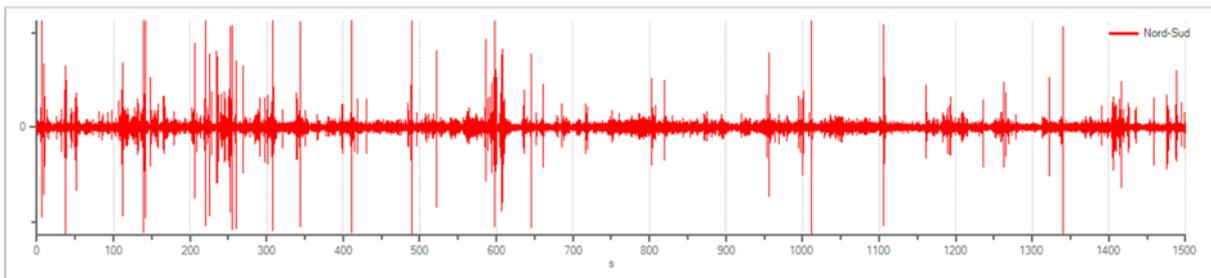


4.3 Tracce in input

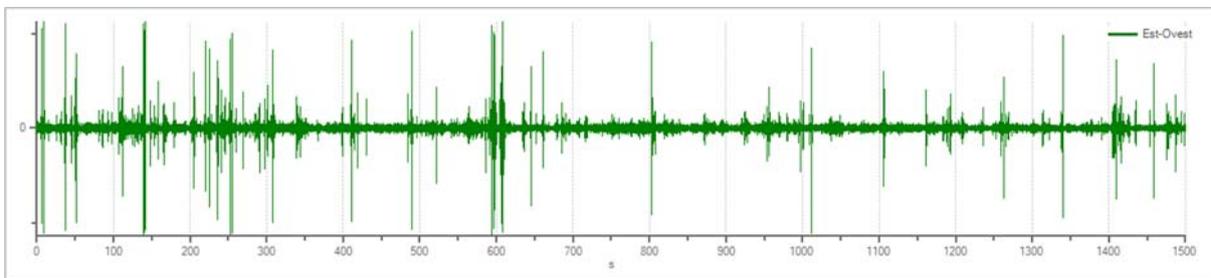
Dati riepilogativi:

Numero tracce:	3
Durata registrazione:	1500 s
Frequenza di campionamento:	250.00 Hz
Numero campioni:	375000
Direzioni tracce:	Nord-Sud; Est-Ovest; Verticale.
Condizione meteo:	Sereno; Vento (brezza)
Tipo di superficie :	Terreno naturale
Disturbi:	Rari

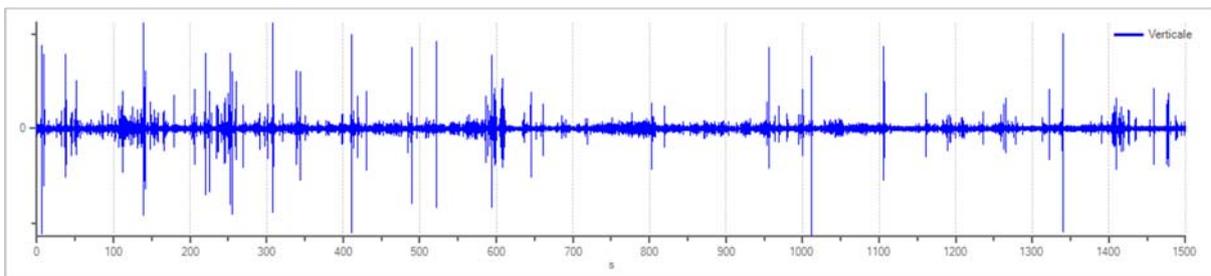
Grafici tracce:



Traccia in direzione Nord-Sud



Traccia in direzione Est-Ovest



Traccia in direzione Verticale

4.4 Finestre selezionate

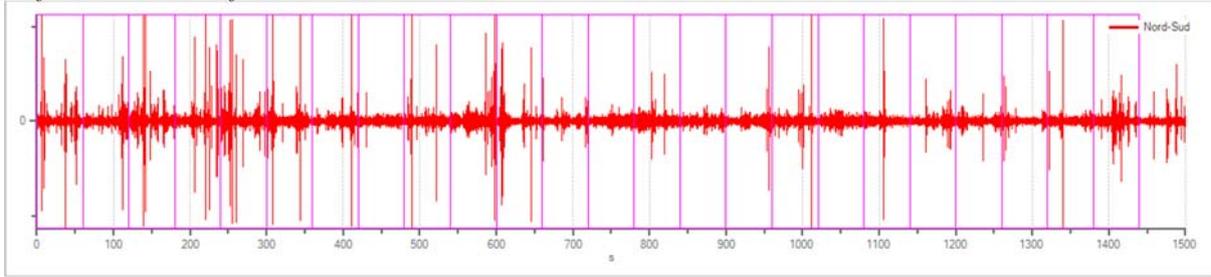
Dati riepilogativi:

Numero totale finestre selezionate:	24
Numero finestre incluse nel calcolo:	24
Dimensione temporale finestre:	60.000 s
Tipo di lisciamento:	Konno & Ohmachi
Percentuale di lisciamento:	10.00 %
Coefficiente di banda:	30.00

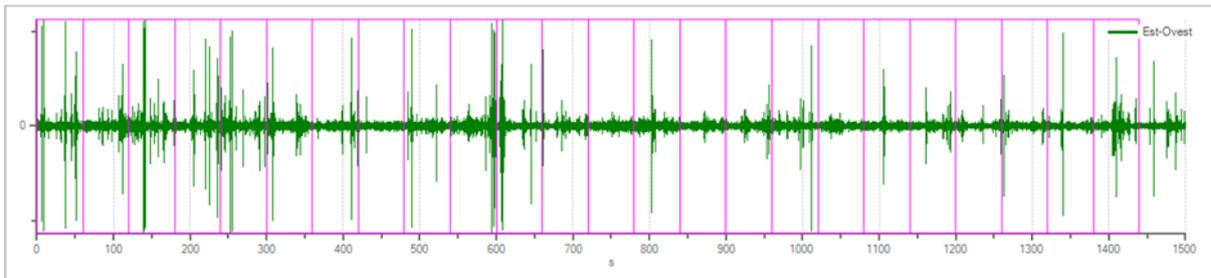
Tabella finestre:

Numero finestra	Istante iniziale	Istante finale	Selezione
1	0	60	Inclusa
2	60	120	Inclusa
3	120	180	Inclusa
4	180	240	Inclusa
5	240	300	Inclusa
6	300	360	Inclusa
7	360	420	Inclusa
8	420	480	Inclusa
9	480	540	Inclusa
10	540	600	Inclusa
11	600	660	Inclusa
12	660	720	Inclusa
13	720	780	Inclusa
14	780	840	Inclusa
15	840	900	Inclusa
16	900	960	Inclusa
17	960	1020	Inclusa
18	1020	1080	Inclusa
19	1080	1140	Inclusa
20	1140	1200	Inclusa
21	1200	1260	Inclusa
22	1260	1320	Inclusa
23	1320	1380	Inclusa
24	1380	1440	Inclusa

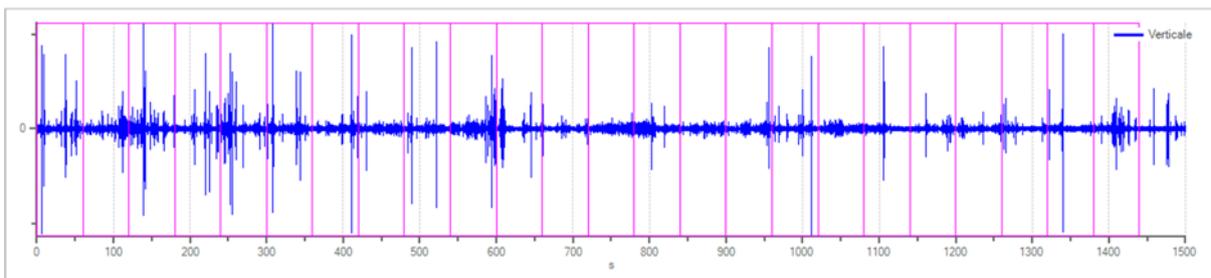
Grafici tracce con finestre selezionate:



Traccia e finestre selezionate in direzione Nord-Sud

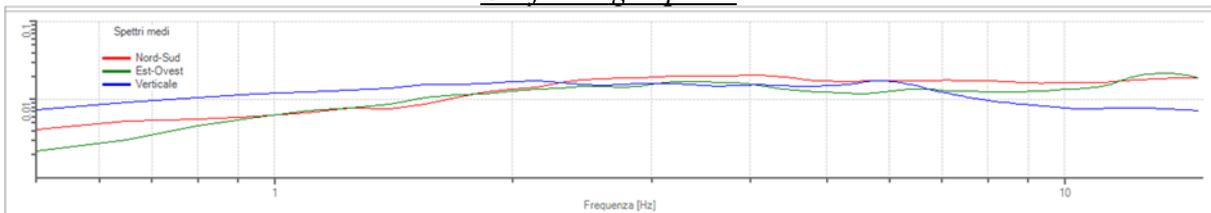


Traccia e finestre selezionate in direzione Est-Ovest

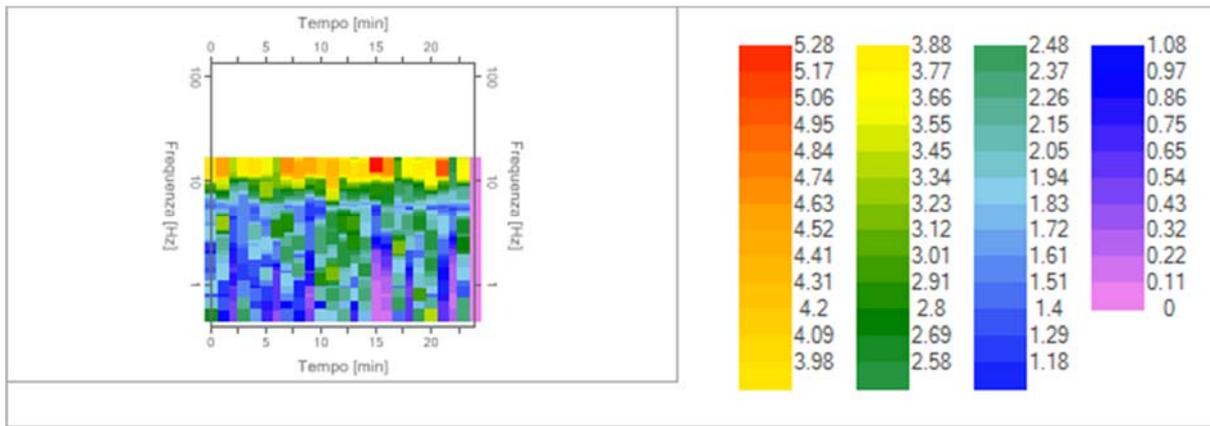


Traccia e finestre selezionate in direzione Verticale

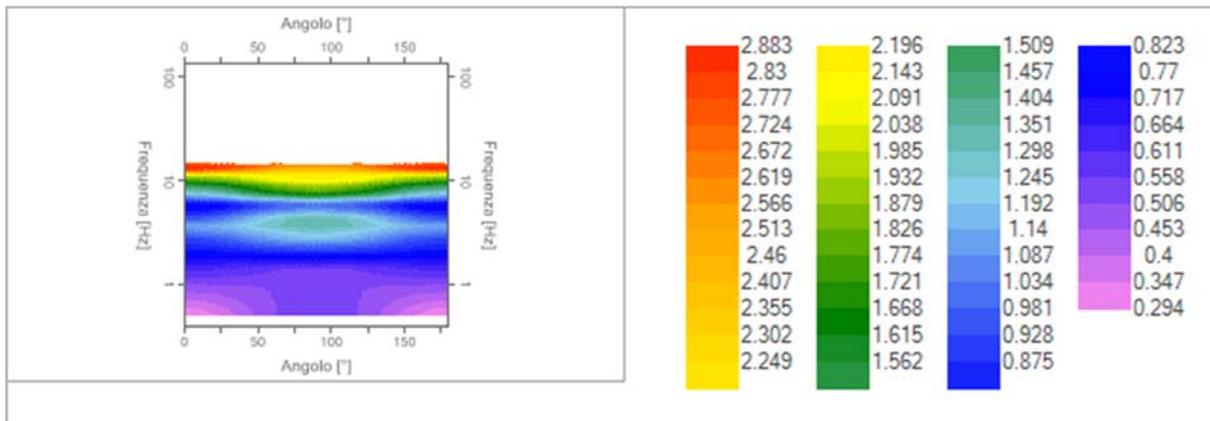
Grafici degli spettri



Spettri medi nelle tre direzioni



Mappa della stazionarietà degli spettri



Mappa della direzionalità degli spettri

4.5 Rapporto spettrale H/V

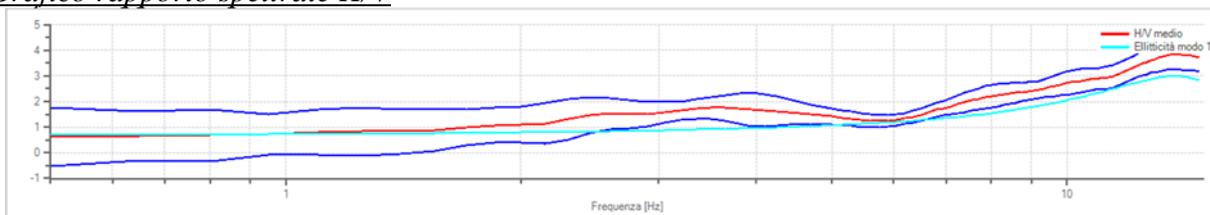
Dati riepilogativi:

Frequenza massima: 15.00 Hz
 Frequenza minima: 0.50 Hz
 Passo frequenze: 0.15 Hz
 Tipo lisciamento:: Konno & Ohmachi
 Percentuale di lisciamento: 10.00 %
 Tipo di somma direzionale: Media geometrica

Risultati:

Frequenza del picco del rapporto H/V: 13.70 Hz ±0.16 Hz

Grafico rapporto spettrale H/V



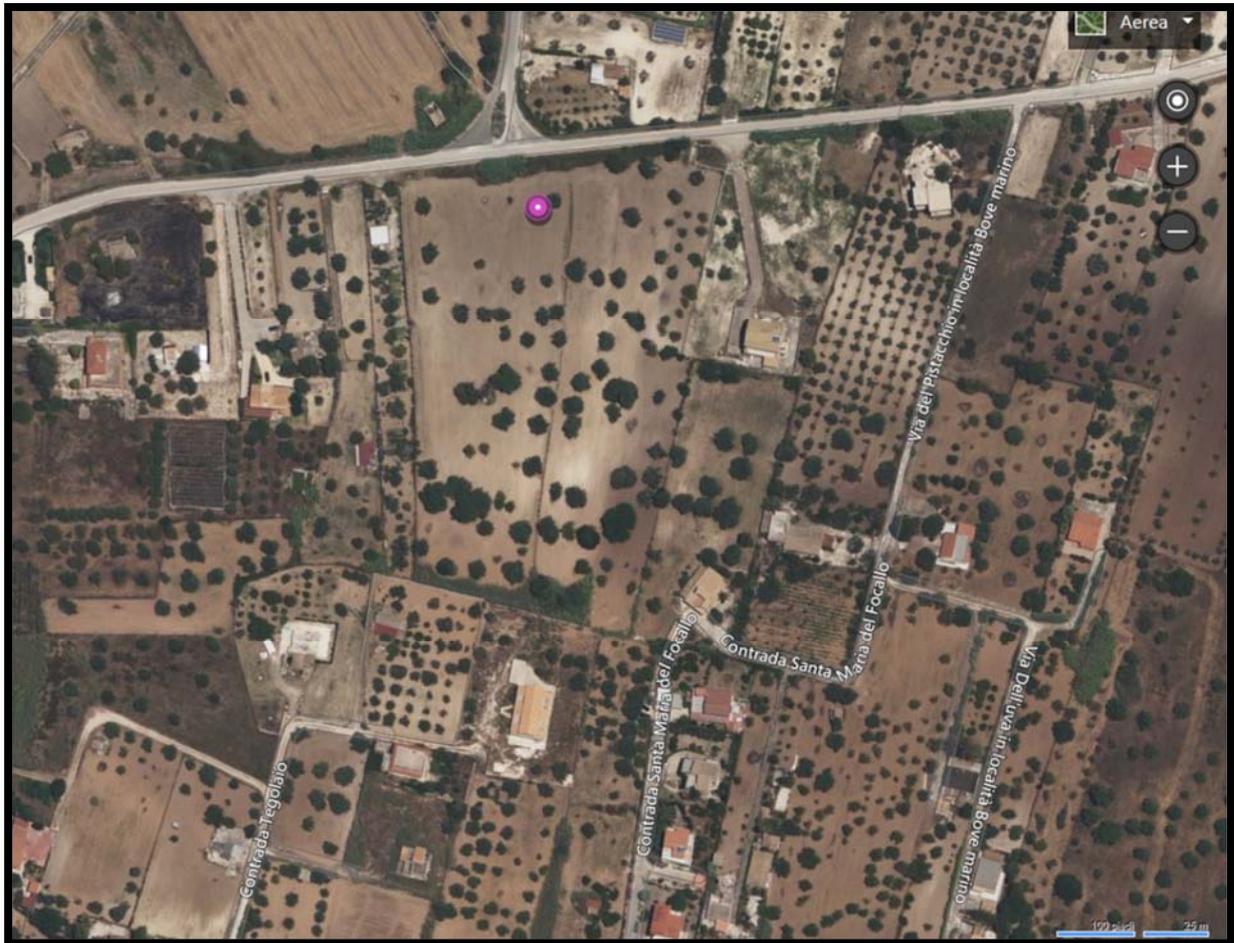
Rapporto spettrale H/V e suo intervallo di fiducia

4.6 Verifiche SESAME:

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

4.7 INDAGINE HVSR POSTAZIONE N°2

Latitudine | 36.7345
Longitudine | 14.8855

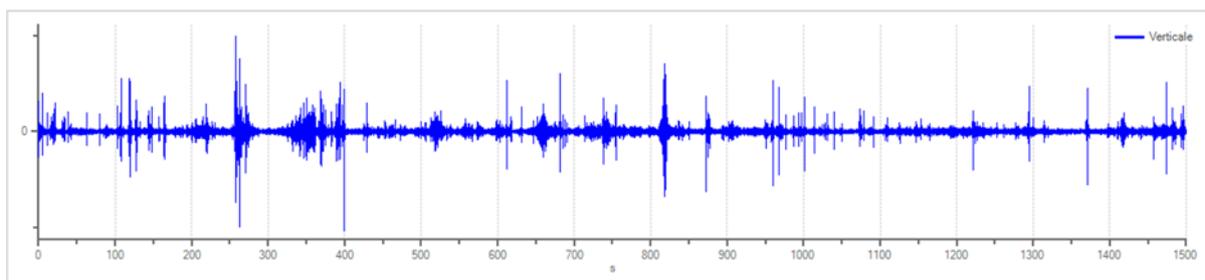
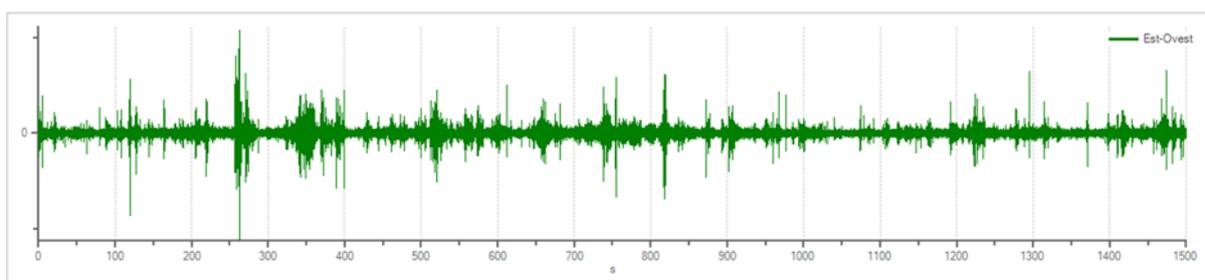
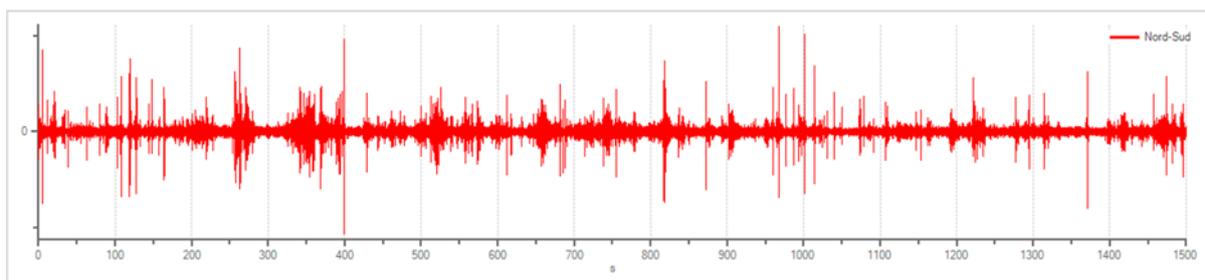


4.8 Tracce in input

Dati riepilogativi:

Numero tracce:	3
Durata registrazione:	1500 s
Frequenza di campionamento:	250.00 Hz
Numero campioni:	375000
Direzioni tracce:	Nord-Sud; Est-Ovest; Verticale.
Condizione meteo:	Sereno; Vento (brezza)
Tipo di superficie :	Terreno naturale
Disturbi:	Rari

Grafici tracce:



4.9 Finestre selezionate

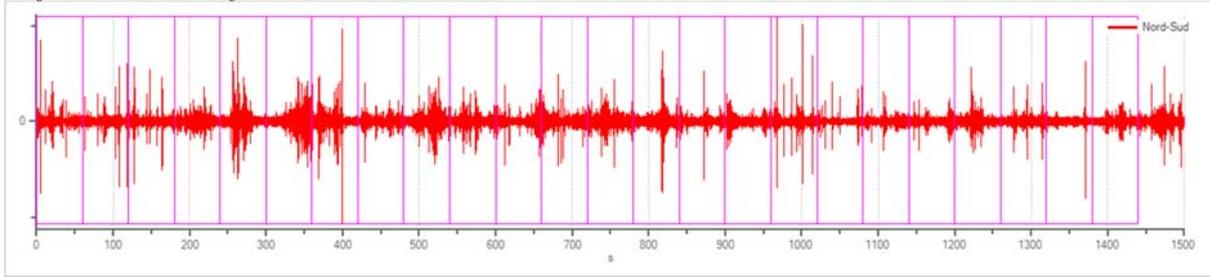
Dati riepilogativi:

Numero totale finestre selezionate: 24
Numero finestre incluse nel calcolo: 24
Dimensione temporale finestre: 60.000 s
Tipo di lisciamiento: Konno & Ohmachi
Percentuale di lisciamiento: 10.00 %
Coefficiente di banda: 30.00

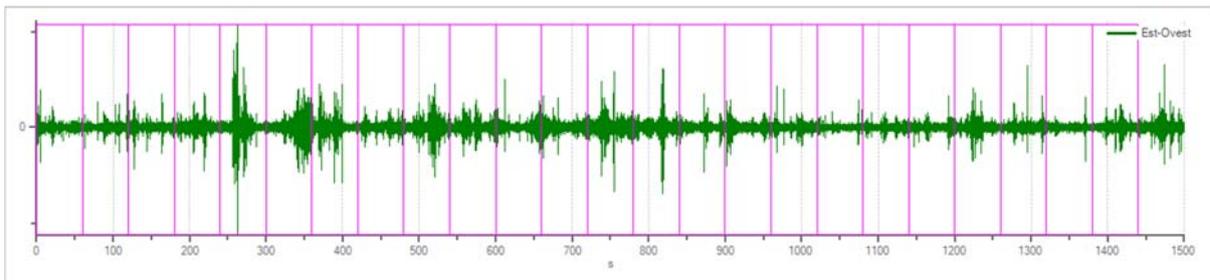
Tabella finestre:

Numero finestra	Istante iniziale	Istante finale	Selezione
1	0	60	Inclusa
2	60	120	Inclusa
3	120	180	Inclusa
4	180	240	Inclusa
5	240	300	Inclusa
6	300	360	Inclusa
7	360	420	Inclusa
8	420	480	Inclusa
9	480	540	Inclusa
10	540	600	Inclusa
11	600	660	Inclusa
12	660	720	Inclusa
13	720	780	Inclusa
14	780	840	Inclusa
15	840	900	Inclusa
16	900	960	Inclusa
17	960	1020	Inclusa
18	1020	1080	Inclusa
19	1080	1140	Inclusa
20	1140	1200	Inclusa
21	1200	1260	Inclusa
22	1260	1320	Inclusa
23	1320	1380	Inclusa
24	1380	1440	Inclusa

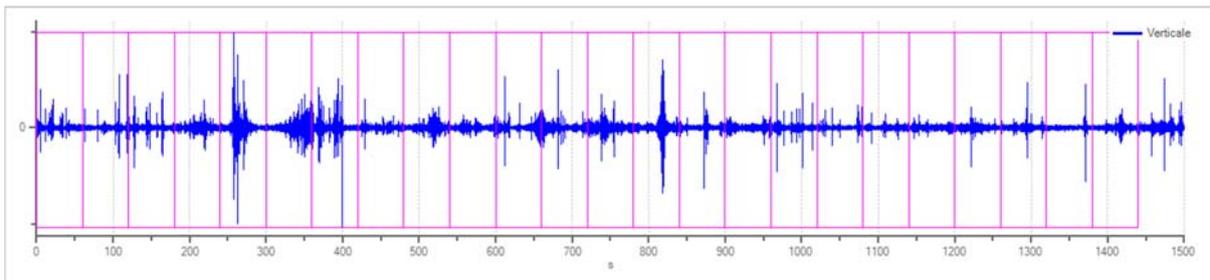
Grafici tracce con finestre selezionate:



Traccia e finestre selezionate in direzione Nord-Sud

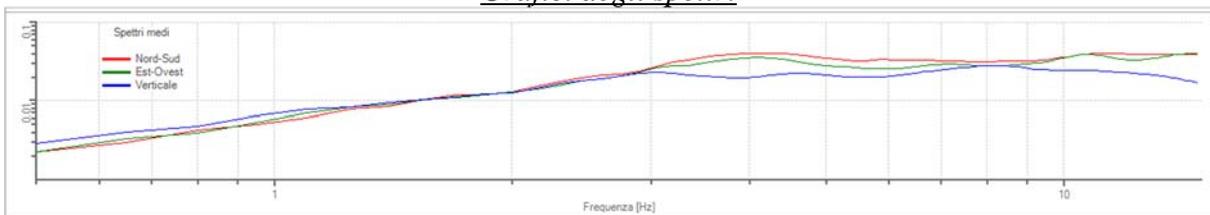


Traccia e finestre selezionate in direzione Est-Ovest

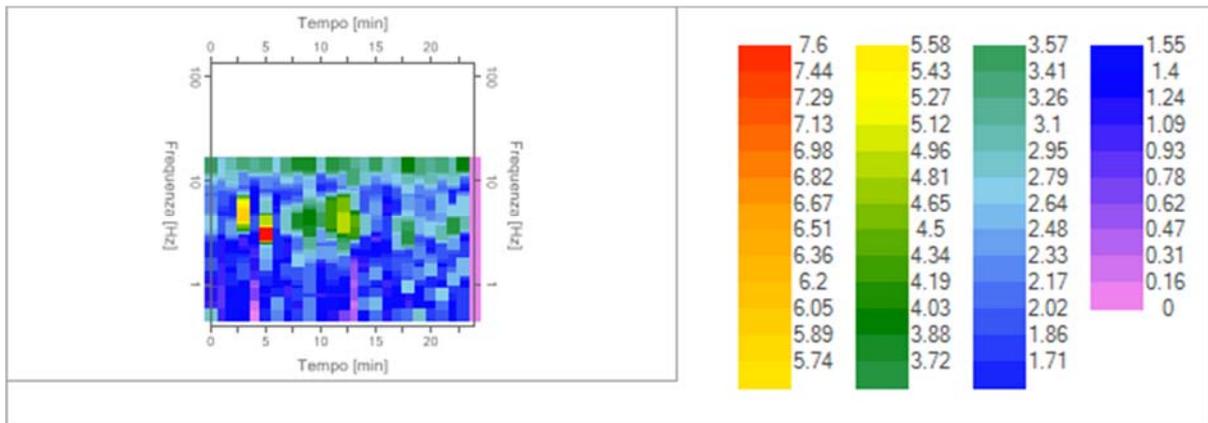


Traccia e finestre selezionate in direzione Verticale

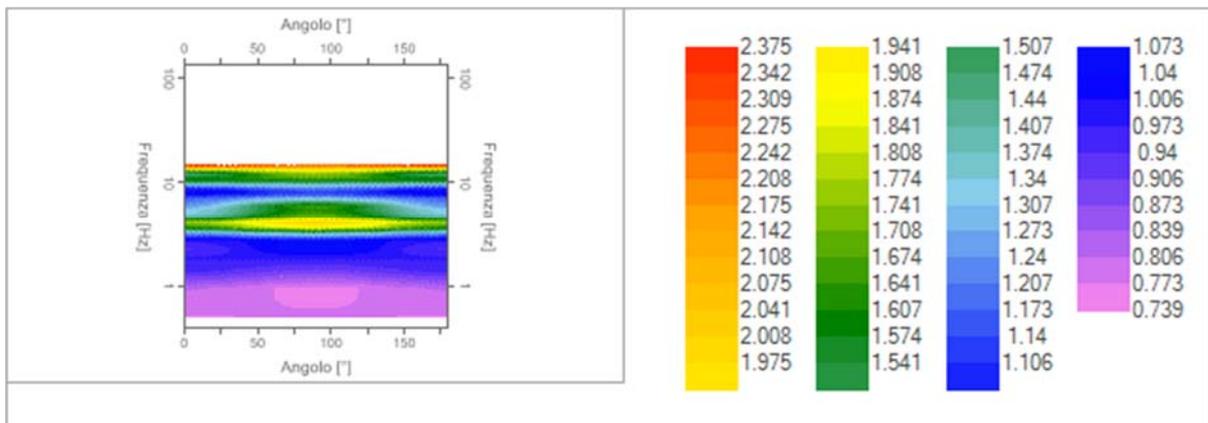
Grafici degli spettri



Spettri medi nelle tre direzioni



Mappa della stazionarietà degli spettri



Mappa della direzionalità degli spettri

4.10 Rapporto spettrale H/V

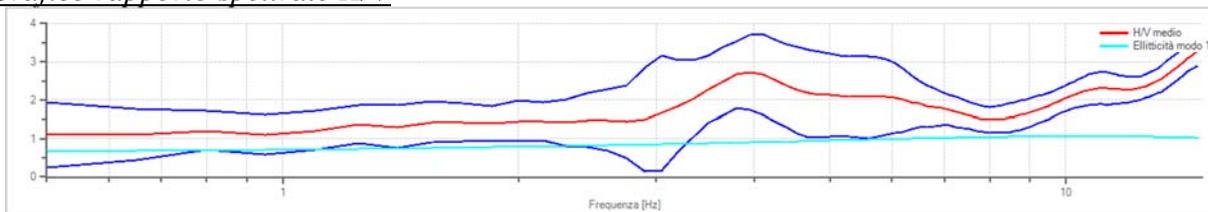
Dati riepilogativi:

Frequenza massima: 15.00 Hz
 Frequenza minima: 0.50 Hz
 Passo frequenze: 0.15 Hz
 Tipo lisciamento: Konno & Ohmachi
 Percentuale di lisciamento: 10.00 %
 Tipo di somma direzionale: Media geometrica

Risultati:

Frequenza del picco del rapporto H/V: 14.75 Hz \pm 0.11 Hz

Grafico rapporto spettrale H/V



Rapporto spettrale H/V e suo intervallo di fiducia

4.11 Verifiche SESAME:

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

5.0 DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



Foto sismica rifrazione



Foto sismica Masw postazione n°1



Foto sismica Masw postazione n°2



Foto sismica HVSr postazione n°1



Foto sismica HVSr postazione n°2

COMMITTENTE - PURCHASER

Bella Sicilia Srl

TIPO DOCUMENTO - DOCUMENT TYPE

INDAGINI GEOGNOSTICHE

LOCALITA' - LOCATION

POZZALLO

OGGETTO - SUBJECT

STUDIO DI COMPATIBILITA' GEOMORFOLOGICA, A SENSI DELLA CIRCOLARE 3/DRA (A.R.T.A) PROTOCOLLO28807/14 A SUPPORTO DEL RILASCIO DEL NULLA OSTA DEL GENIO CIVILE DI RAGUSA AVENTE PER OGGETTO: RICHIESTA DI PARERE RIGUARDANTE IL PIANO DI PER LA REALIZZAZIONE LOTTIZZAZIONE DI UNA STRUTTURA RICETTIVA IN AREA CT SOTTOZONA C11 DEL P.R.G.



DATA INDAGINE - SURVEY DATE

14 Febbraio 2025

DATA FINE REPORT - REPORT END DATE

25 Febbraio 2025

DATA CONSEGNA REPORT - REPORT DELIVERY

25 Febbraio 2025



SGQ N° 072A
 Membro degli Accordi di Mutuo
 Riconoscimento EA, IAF e ILAC



						N° VERBALE ACCETTAZIONE	
						19/25	
	EMISSIONE - ISSUE	25/02/2025	Dott. Geol. Corrado Zocco	Dott. Geol. Corrado Zocco	Dott. Geol. Giuseppe Giudice	SCALA - SCALE	PAGINA - SHEET
	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	DATA DATE	DIRETTORE DI LABORATORIO	DIRETTORE CANTIERE	DIRETTORE DEI LAVORI	N.A.	0/07
IL PRESENTE DOCUMENTO E' PROPRIETA' S.G.M. A TERMINE DI LEGGE OGNI DIRITTO E' RISERVATO THIS DOCUMENT IS THE PROPERTY OF S.G.M. ALL RIGHTS ARE RESERVED ACCORDING TO LAW					SOSTITUISCE IL - REPLACES		
					SOSTITUITO DA - REPLACES		

Premessa

Su incarico di Bella Sicilia Srl è stata eseguita una indagine geognostica a supporto dello STUDIO DI COMPATIBILITA' GEOMORFOLOGICA, A SENSI DELLA CIRCOLARE 3/DRA (A.R.T.A) PROTOCOLLO28807/14 A SUPPORTO DEL RILASCIO DEL NULLA OSTA DEL GENIO CIVILE DI RAGUSA AVENTE PER OGGETTO: RICHIESTA DI PARERE RIGUARDANTE IL PIANO DI PER LA REALIZZAZIONE LOTTIZZAZIONE DI UNA STRUTTURA RICETTIVA IN AREA CT SOTTOZONA Ct1 DEL P.R.G. - POZZALLO

L'ubicazione, la denominazione, il numero, la profondità e le modalità tecnico-esecutive delle indagini sono stati indicati dal Geol. Giuseppe Giudice.

L'indagine geognostica è stata così distinta:

Modellazione Litostratigrafica

n. 2 Sondaggi a carotaggio continuo

Modellazione Geotecnica in sito

n. 4 Campioni indisturbati Q1

Modellazione geotecnica in laboratorio

n° 4 determinazioni del peso di volume

n° 4 contenuti d'acqua

n° 4 analisi granulometriche

n° 4 limiti di Atterberg

n° 4 prove di taglio diretto CD

n° 4 prove ELL

1. MODALITÀ TECNICO ESECUTIVE

1.1 Sondaggi a carotaggio continuo

Sono stati eseguiti n. 2 sondaggi a carotaggio continuo della profondità di 35,00 metri cad.

Sondaggio	Profondità (m.)
S.1	15,00
S.2	15,00

Per l'esecuzione dei sondaggi è stata utilizzata una sonda oleodinamica Massenza MI4 assemblata su cingoli, con le seguenti caratteristiche:

- coppia massima 600 Kgm
- velocità di rotazione 145:540 rpm
- tiro/spinta 3000 Kg
- rotopercussione con martello Eurodrill



La perforazione è stata eseguita con l'ausilio di carotieri semplice con diametro 101 mm, con l'ausilio di fluido di circolazione.

Si è sempre provveduto a rivestire il foro per evitare restringimenti o franamenti; dove lo si è ritenuto necessario, la tubazione di rivestimento 127 mm ha seguito la perforazione fino a profondità tale da scongiurare tali eventualità.



Le carote estratte sono state riposte in apposite cassette catalogatrici in PVC, con scomparti divisori e coperchio incernierato, con l'indicazione della denominazione del sondaggio, del numero della cassetta.

Sono state utilizzate n. 6 cassette catalogatrici.

Sono stati prelevati n. 4 campioni indisturbati Q1 mediante campionatore Shelby.

E' stato installato un tubo piezometrico in corrispondenza del Sondaggio n.2.

La successione litostratigrafica riscontrata nel corso dei sondaggi è riportata schematicamente in allegato.

1.2 Analisi e Prove di laboratorio

Sul campione prelevato sono state eseguite analisi e prove dal laboratorio Geotecnico Gi.Ga.Lab "SETTORE TERRE" - D.P.R. 246/93 – Min. STC 349/99, al fine di caratterizzare geotecnicamente i campioni prelevati.

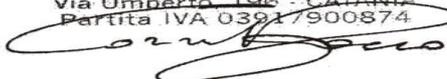
I risultati ottenuti sono riportati nelle schede di laboratorio allegate in coda alla relazione.

Catania li 25.02.2025

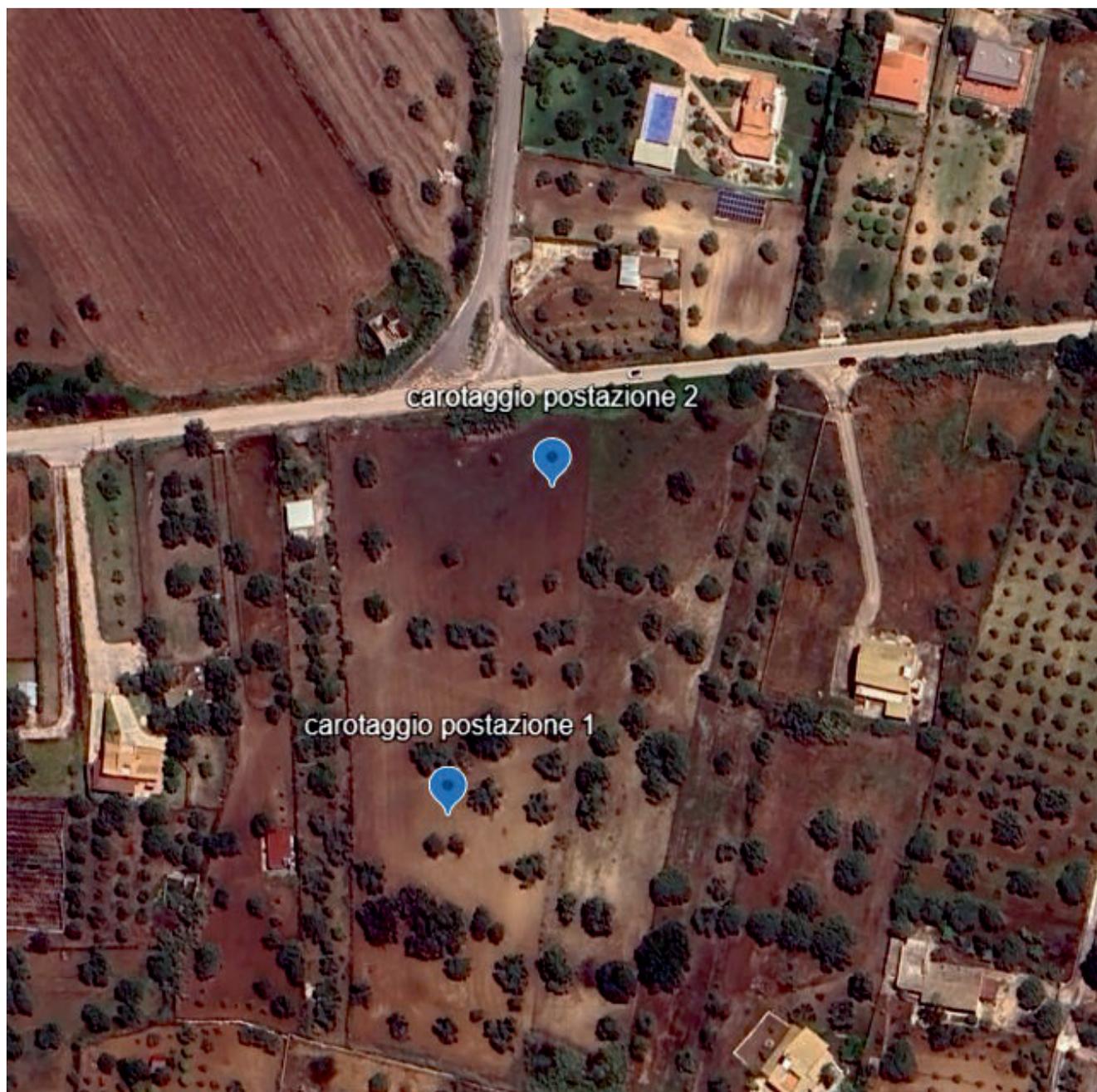
S.G.M. Società Geognostica Mediterranea s.r.l.

Geol. Corrado Zocco

S.G.M. s.r.l.
SOCIETA' GEOGNOSTICA MEDITERRANEA
Via Umberto 196 - CATANIA
Partita IVA 03917900874



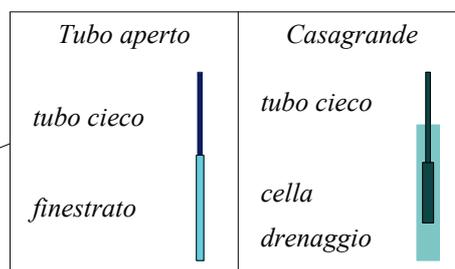
PLANIMETRIA INDAGINI



LEGENDA STRATIGRAFIA

Ø mm	R v	A r	Pz s	metri batt.	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	Preli. % 0 --- 100	S.P.T.		RQD % 0 --- 100	prof. m	DESCRIZIONE
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15

- 1) Diametro del foro / Tipo di carotiere
- 2) Rivestimento
- 3) Profondità dell'acqua (rinvenimento e stabilizzazione)
- 4) Piezometri
- 5) Scala metrica con limiti delle battute (>)
- 6) Simbolo litologico
- 7) Campioni (numero, tipo, profondità testa e scarpa)
- 8) Resistenza alla punta (kg/cm²)
- 9) Vane test (kg/cm²)
- 10) Percentuale di prelievo (1-10, 11-20, ..., 91-100 %)
- 11) Prova S.P.T.
- 12) Valore di N_{spt}
- 13) Percentuale R.Q.D. (1-10, 11-20, ..., 91-100 %)
- 14) Profondità della base dello strato (m)
- 15) Descrizione della litologia dello strato



She = Shelby
Den = Denison
Ost = Osterberg
Maz = Mazier
Crp = Craps
nk3 = NK3
Ind = Indisturbato
Dis = Disturbato
SDi = Semi disturbato
SPT = SPT

Riferimento: Bella Sicilia srl	Sondaggio: 1
Località: Pozzallo - RG	Quota:
Impresa esecutrice: S.G.M. Società Geognostica Mediterranea srl	Data: 14/02/2025
Coordinate:	Redattore: Dott. Geol. Corrado Zocco
Perforazione: Trivella Massenza MI4 - Perforazione a carotaggio continuo	

ø mm	R v	A r	S	Pz	metri batt.	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	Prel. % 0 --- 100	S.P.T.		RQD % 0 --- 100	prof. m	DESCRIZIONE		
											S.P.T.	N					
															0.5	Terreno colluviale a granulometria limosa di colore giallastro Sigla di rif: El	
					1											Limi debolmente sabbiosi di colore giallastro Sigla di rif: Ls	
					2												
					3		1) Ind < 3,00 3,40									2.5	Marne di colore giallastro a struttura sub-concoide con rari partimenti di colore grigio Sigla di rif: M
					4												
					5												
					6		2) Ind < 6,00 6,40										
					7												
					8												
					9												
					10												
					11												
					12												
					13												
					14												
					15										15.0		

N. 3 Casette catalogatrici

SGM S.r.l.
Società geognostica mediterranea
Via Umberto, 196
Catania
Tel: 095/854989

Verbale di Accettazione n. 19/25 del 14/02/2025
Certificato di prova n. 30/25 del 15/02/2025

S.G.M. S.r.l.
Direttore di Laboratorio
(Dott. Geol. Corrado Zocco)
S.G.M. s.r.l.
SOCIETÀ GEOGNOSTICA MEDITERRANEA
Via Umberto, 196 - CATANIA
Partita IVA 03917900874

Corrado Zocco



Postazione sondaggio



Cassetta catalogatrice n. 1 - Prof. da 0.00 a 5.00 m



Cassetta catalogatrice n. 2 - Prof. da 5.00 a 10.00 m



Cassetta catalogatrice n. 3 - Prof. da 10.00 a 15.00 m

Riferimento: Bella Sicilia srl	Sondaggio: 2
Località: Pozzallo - RG	Quota:
Impresa esecutrice: S.G.M. Società Geognostica Mediterranea srl	Data: 14/02/2025
Coordinate:	Redattore: Dott. Geol. Corrado Zocco
Perforazione: Trivella Massenza M14 - Perforazione a carotaggio continuo	

Ø mm	R v	A r	Pz	metri batt.	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	Prel. % 0 --- 100	S.P.T.		RQD % 0 --- 100	prof. m	DESCRIZIONE
										S.P.T.	N			
				0.6										Terreno colluviale a granulometria sabbiosa limosa di colore marrone con sparsi elementi litici Sigla di rif: Ts
				2.0										Terreno colluviale: limi sabbiosi di colore marrone Sigla di rif: Ls
				2.0										Marne di colore giallastro a struttura sub-concoide con rari partimenti di colore grigio Sigla di rif: M
				4.50										1) Ind < 4,00 4,50
				7.50										2) Ind < 7,00 7,50
				11.8										Marne di colore giallastro a struttura sub-concoide con partimenti di colore grigio Sigla di rif: M
				13.5										Argille debolmente marnose di colore grigio a frattura sub-concoide Sigla di rif: Am
				15.0										

N. 3 Cassette catalogatrici



Postazione sondaggio



Cassetta catalogatrice n. 1 - Prof. da 0.00 a 5.00 m



Cassetta catalogatrice n. 2 - Prof. da 5.00 a 10.00 m



Cassetta catalogatrice n. 3 - Prof. da 10.00 a 15.00 m

PIANO DI LOTTIZZAZIONE - C.DA SCARO - POZZALLO (RG)



FEBBRAIO 2025

COMMITTENTE

S.G.M. S.R.L.

IL DIRETTORE DI LABORATORIO

Dott. Giuseppe Astuti



*Presidenza del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici
Servizio Tecnico Centrale
Laboratorio concessionato per prove geotecniche sulle terre
D.P.R. n. 380/2001*

RELAZIONE TECNICA

Su incarico della ditta S.G.M. s.r.l., (V.A 14/25 del 12/02/25) sono state eseguite delle prove geotecniche di laboratorio, secondo le modalità previste dalle norme ASTM, su n° 4 campioni prelevati nel corso delle indagini geognostiche relative al progetto di “Piano di lottizzazione – C.da Scaro - Pozzallo (RG)”.

Il programma di prove richiesto prevedeva l’esecuzione di analisi di laboratorio per la determinazione delle caratteristiche fisiche, granulometriche, di consistenza e di taglio; in particolare sono state effettuate le seguenti prove:

- n° 4 determinazioni del contenuto d’acqua;
- n° 4 determinazioni del peso di volume;
- n° 4 determinazioni dei limiti di Atterberg;
- n° 4 analisi granulometriche e densimetriche;
- n° 4 prove di espansione laterale libera;
- n° 4 prove di taglio diretto.

I risultati delle prove sono stati tabulati e diagrammati negli allegati da n° 1 a n° 48 (Certificati dal n° 10266/25 al n° 10289/25).

Pedara, li 24/02/2025

Il Direttore di laboratorio
Dott. Giuseppe Astuti



DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO D'ACQUA

Norme di riferimento ASTM D 2216-10

V. A. 14/25 del 12/02/25 - Certificato n° 10266/25 del 24/02/25 (foglio 1 di 1)

Dati del committente

Committente	S.G.M. s.r.l.			
Località	C.da Scaro - Pozzallo (RG)			
Sondaggio	1	Campione	1	Profondità (mt) 3,00 - 3,40

Descrizione visiva del campione

Marna argillosa giallastra, non plastica, molto consistente

Prove eseguite

Contenuto d'acqua	<input checked="" type="checkbox"/>	Penetrazione CBR	
Limiti liquido e plastico	<input checked="" type="checkbox"/>	ELL	<input checked="" type="checkbox"/>
Limite di ritiro		Taglio diretto	<input checked="" type="checkbox"/>
Analisi granulometrica	<input checked="" type="checkbox"/>	Taglio residuo	
Areometria	<input checked="" type="checkbox"/>	Triassiale UU	
Peso specifico		Triassiale CU	
Peso di volume	<input checked="" type="checkbox"/>	Triassiale CD	
Calcimetria		Prova edometrica	
Contenuto sostanze organiche		Prova di permeabilità	
Compattazione Proctor		Prove di rigonfiamento	

w	Contenuto in acqua	18,11	%
---	--------------------	-------	---

Il Direttore di Laboratorio
Dott. Giuseppe Astuti



Il Tecnico di Laboratorio
Dott. Antonio Borzi



DETERMINAZIONE DELLA MASSA VOLUMICA DEI GRANULI SOLIDI

Norme di riferimento ASTM D 2974-87, BS 1377 - 90

V. A. 14/25 del 12/02/25 - Certificato n° 10267/25 del 24/02/25 (foglio 1 di 1)

Dati del committente

Committente	S.G.M. s.r.l.				
Località	C.da Scaro - Pozzallo (RG)				
Sondaggio	1	Campione	1	Profondità (mt)	3,00 - 3,40

m	Massa del provino in condizioni di umidità naturale	72,16	g
V	Volume della fustella	40,00	cm ³
ρ	Massa volumica in condizioni di umidità naturale	1,804	Mg/m ³
w	Contenuto in acqua	18,11	%
ρ_d	Massa volumica secca	1,527	Mg/m ³

Il Direttore di Laboratorio
Dott. Giuseppe Astuti



Il Tecnico di Laboratorio
Dott. Antonio Borzi



CARATTERISTICHE DI CONSISTENZA

Norme di riferimento ASTM D 4318 - 10

V. A. 14/25 del 12/02/25 - Certificato n° 10268/25 del 24/02/25 (foglio 1 di 1)

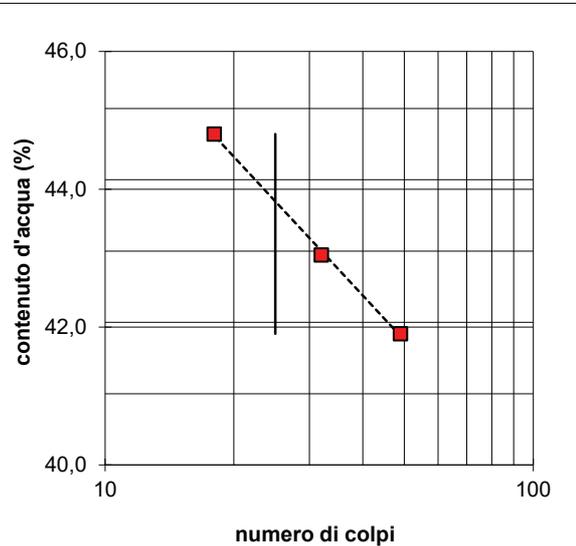
Dati del committente

Committente	S.G.M. s.r.l.		
Località	C.da Scaro - Pozzallo (RG)		
Sondaggio	1	Campione	1
Profondità (m)	3,00 - 3,40		

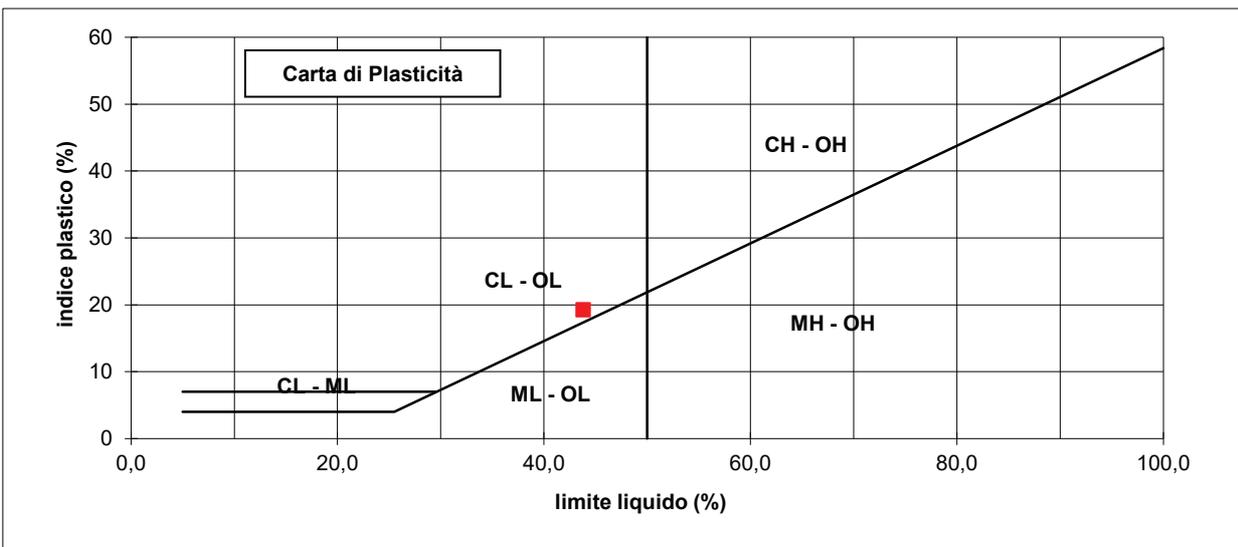
Limite Liquido	%	43,8		
Numero tara		A1	A2	A3
Numero dei colpi		49	32	18
P. umido + tara	g	33,58	33,13	30,19
P. secco + tara	g	25,79	25,33	22,65
Peso tara	g	7,20	7,21	5,82
Peso umido	g	26,38	25,92	24,37
Peso secco	g	18,59	18,12	16,83
Contenuto d'acqua	%	41,90	43,05	44,80

Limite Plastico	%	24,6		
Numero tara		1	2	3
P. umido + tara	g	14,23	14,12	13,92
P. secco + tara	g	12,84	12,59	12,39
Peso tara	g	7,17	6,32	6,24
Peso umido	g	7,06	7,80	7,68
Peso secco	g	5,67	6,27	6,15
Contenuto d'acqua	%	24,51	24,40	24,88

Contenuto d'acqua	%	18,11		
Numero tara		1	2	3
P. umido + tara	g	27,75	28,95	23,25
P. secco + tara	g	24,62	25,56	20,83
Peso tara	g	7,26	7,11	7,33
Peso umido	g	20,49	21,84	15,92
Peso secco	g	17,36	18,45	13,50
Contenuto d'acqua	%	18,03	18,37	17,93



Indice plastico	19
Consistenza	1,34
Liquidità	-0,34
Fluidità	6,68
Tenacità	2,88



Il Direttore di Laboratorio
Dott. Giuseppe Astuti



Il Tecnico di Laboratorio
Dott. Antonio Borzi



ANALISI GRANULOMETRICA

Norme di riferimento ASTM D 421-93, D 422-90, D 1140-97, D 2217-93
V. A. 14/25 del 12/02/25 - Certificato n° 10267/25 del 24/02/25 (foglio 1 di 2)

Dati del committente

Committente	S.G.M. s.r.l.				
Località	C.da Scaro - Pozzallo (RG)				
Sondaggio	1	Campione	1	Profondità (mt)	3,00 - 3,40

Analisi con vagli

Setaccio	diametro (mm)	peso grani (g)	trattenuto (%)	passante (%)	diametro grani (mm)
3"	75,000				
2"	50,000				
1,5"	37,500				
1"	25,000				
3/4"	19,000				
3/8"	9,500	0,00	0,00	100,0	9,5000
4	4,750	0,22	0,11	99,9	4,7500
10	2,000	1,09	0,66	99,3	2,0000
20	0,850	2,50	1,91	98,1	0,8500
40	0,425	5,53	4,67	95,3	0,4250
60	0,250	16,96	13,15	86,9	0,2500
140	0,106	37,41	31,86	68,1	0,1060
200	0,075	10,98	37,35	62,7	0,0750
	< 0,075	125,31	62,66	passante al 200	
Somma (g)		200,00			
Peso iniziale (g)		200,00			
Perdita (g)		0,00			

Analisi con densimetro

correzioni

dispersivo	Cd	-4,30
menisco	Cm	0,80
temperatura	intercetta	-3,50
temperatura	pendenza	0,25

caratteristiche fisiche

peso campione secco	g	40,00
massa volumica dei grani	g/cm ³	2,700

taratura densimetro

intercetta	16,317
pendenza	-0,274

Coefficiente di uniformità (D60/D10)	N.A.
--------------------------------------	------

Analisi con densimetro

Data	Ora	Tempo	Temperatura	Letture	Letture	Correzione temperatura	Diametro grani	Percentuale parziale	Somma
---	---	min	°C	R	R'		mm	%	%
14-feb	9,00	1,30	18,00	26,00	26,8	1,00	0,03619	93,31	58,5
		2,00	18,00	25,50	26,3	1,00	0,02940	91,32	57,2
		3,00	18,00	24,75	25,55	1,00	0,02427	88,35	55,4
		5,00	18,00	23,25	24,05	1,00	0,01921	82,39	51,6
		10,00	18,00	22,00	22,8	1,00	0,01382	77,43	48,5
		15,00	18,00	21,25	22,05	1,00	0,01140	74,45	46,6
		30,00	18,00	20,00	20,8	1,00	0,00820	69,49	43,5
		45,00	18,00	19,75	20,55	1,00	0,00671	68,49	42,9
		60,00	18,00	19,25	20,05	1,00	0,00585	66,51	41,7
		90	18,00	18,50	19,3	1,00	0,00482	63,53	39,8
		120	18,00	17,75	18,55	1,00	0,00421	60,55	37,9
		240	18,00	17,00	17,8	1,00	0,00301	57,57	36,1
		420	18,00	16,50	17,3	1,00	0,00229	55,59	34,8
		600	18,00	15,75	16,55	1,00	0,00193	52,61	33,0
		1440	18,00	14,50	15,3	1,00	0,00126	47,65	29,9

Il Direttore di Laboratorio
Dott. Giuseppe Astuti



Il Tecnico di Laboratorio
Dott. Antonio Borzi



ANALISI GRANULOMETRICA

Norme di rif. ASTM D 421-93, D 422-90, D 1140-97, D 2217-93 - V. A. 14/25 del 12/02/25 - Certificato n° 10269/25 del 24/02/25 (foglio 2 di 2)

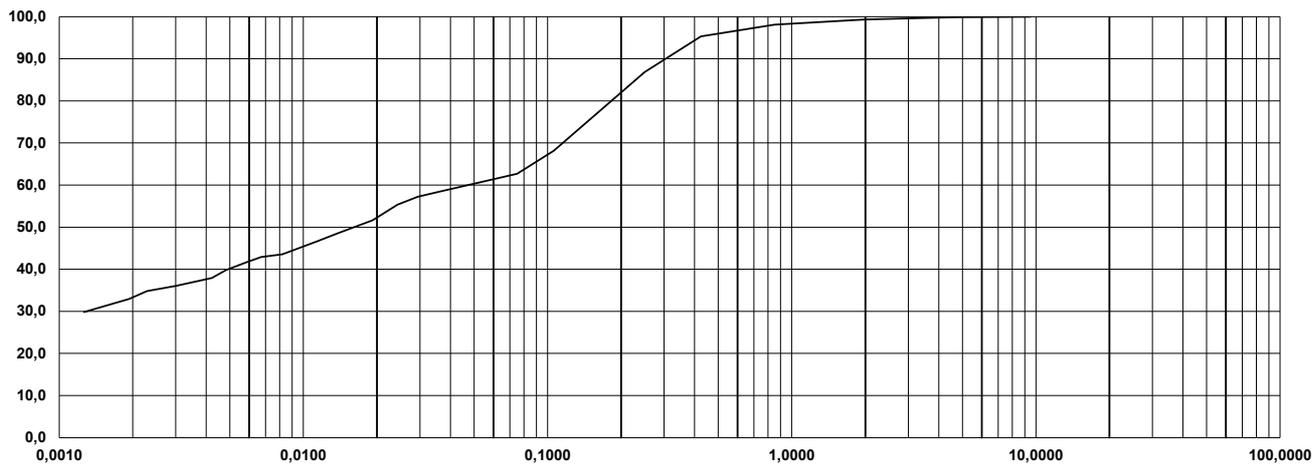


Dati del committente

Committente	S.G.M. s.r.l.				
Località	C. da Scaro - Pozzallo (RG)				
Sondaggio	1	Campione	1	Profondità (mt)	3,00 - 3,40

Argilla	Limo			Sabbia			Ghiaia			Ciottoli
	Fine	Medio	Grosso	Fine	Media	Grossa	Fine	Media	Grossa	

Diagramma



*Il Direttore di Laboratorio
Dott. Giuseppe Astuti*

*Il Tecnico di Laboratorio
Dott. Antonio Borzi*

All. 5

PROVA ESPANSIONE LATERALE LIBERA (ELL)

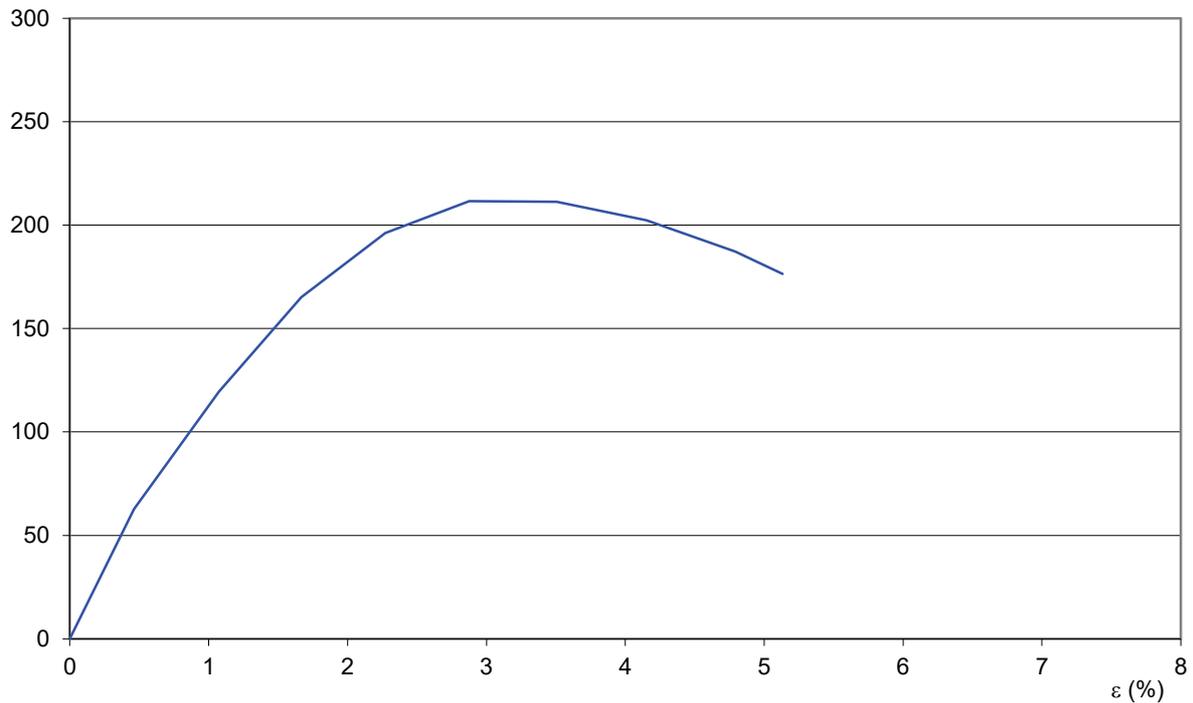
Norme di riferimento ASTM D 2166-00

V. A. 14/25 del 12/02/25 - Certificato n° 10270/25 del 24/02/25 (foglio 23 di 2)

Dati del committente

Committente	S.G.M. s.r.l.				
Località	C.da Scaro - Pozzallo (RG)				
Sondaggio	1	Campione	1	Profondità (mt)	3,00 - 3,40

S (KPa)



Deformazione assiale a rottura (%)	2,88
Tensione di compressione a rottura (KPa)	211,64
Velocità di deformazione (mm/min)	1

Il Direttore di Laboratorio
Dott. Giuseppe Astuti



Il Tecnico di Laboratorio
Dott. Antonio Borzi



PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Norme di riferimento ASTM D 3080-04

V. A. 14/25 del 12/02/25 - Certificato n° 10271/25 del 24/02/25 (foglio 1 di 5)

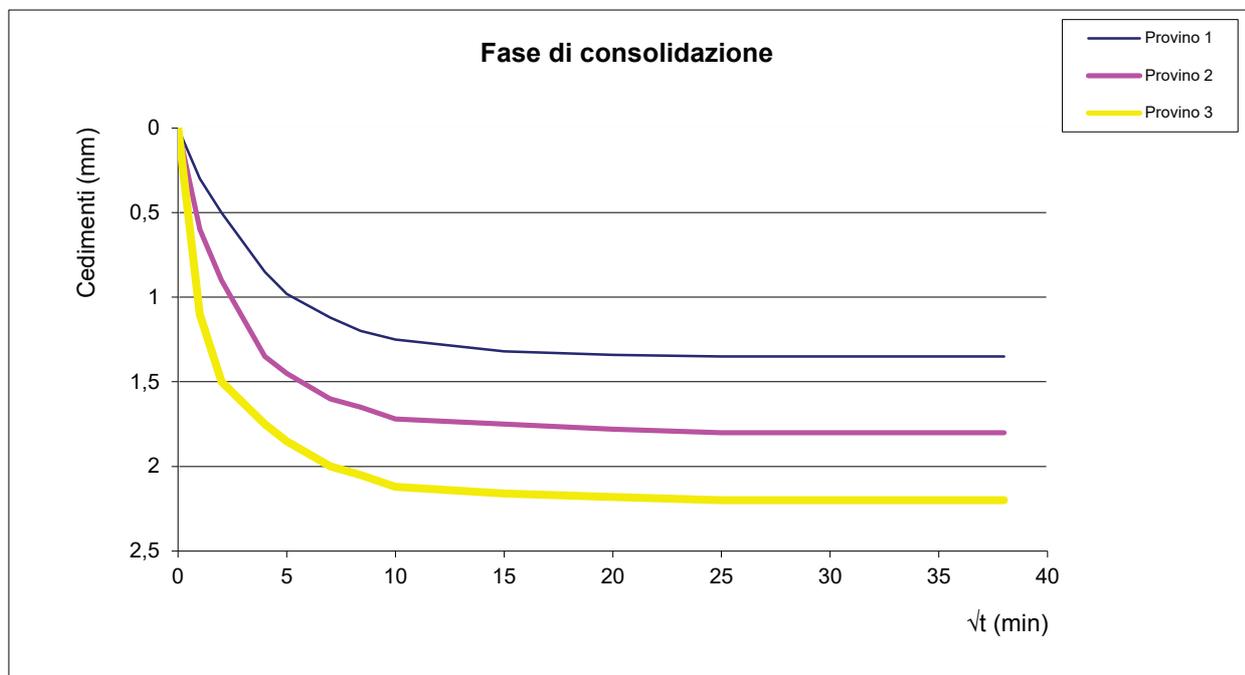
Dati del committente

Committente	S.G.M. s.r.l.				
Località	C.da Scaro - Pozzallo (RG)				
Sondaggio	1	Campione	1	Profondità (mt)	3,00 - 3,40

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE		Provino n. 1	Provino n. 2	Provino n. 3	
Altezza	H_0	20	20	20	mm
Lato	L	60	60	60	mm
Sezione	A	3600	3600	3600	mm ²

CARATTERISTICHE FISICHE INIZIALI		Provino n. 1	Provino n. 2	Provino n. 3	
Contenuto in acqua	W_0	18,06	17,98	18,19	%
Massa volumica umida	ρ	1,806	1,812	1,802	g/cm ³
Massa volumica secca	ρ_d	1,530	1,536	1,525	g/cm ³
Indice dei vuoti	e_0	0,765	0,758	0,771	
Grado di saturazione	Sr_0	64	64	64	%
Massa vol. dei grani (non determinato)	ρ_s	2,700	2,700	2,700	g/cm ³

METODO DI PREPARAZIONE DEI PROVINI		MODALITA' DI PROVA		
Ricompattati*	NO	Velocità di deformazione	0,002	mm/min
Parz. ricostituiti	NO	Tensione normale provino n. 1	100	KPa
Indisturbati	SI	Tensione normale provino n. 2	200	KPa
		Tensione normale provino n. 3	300	KPa



Il Direttore di Laboratorio
Dott. Giuseppe Astuti



Il Tecnico di Laboratorio
Dott. Antonio Borzi



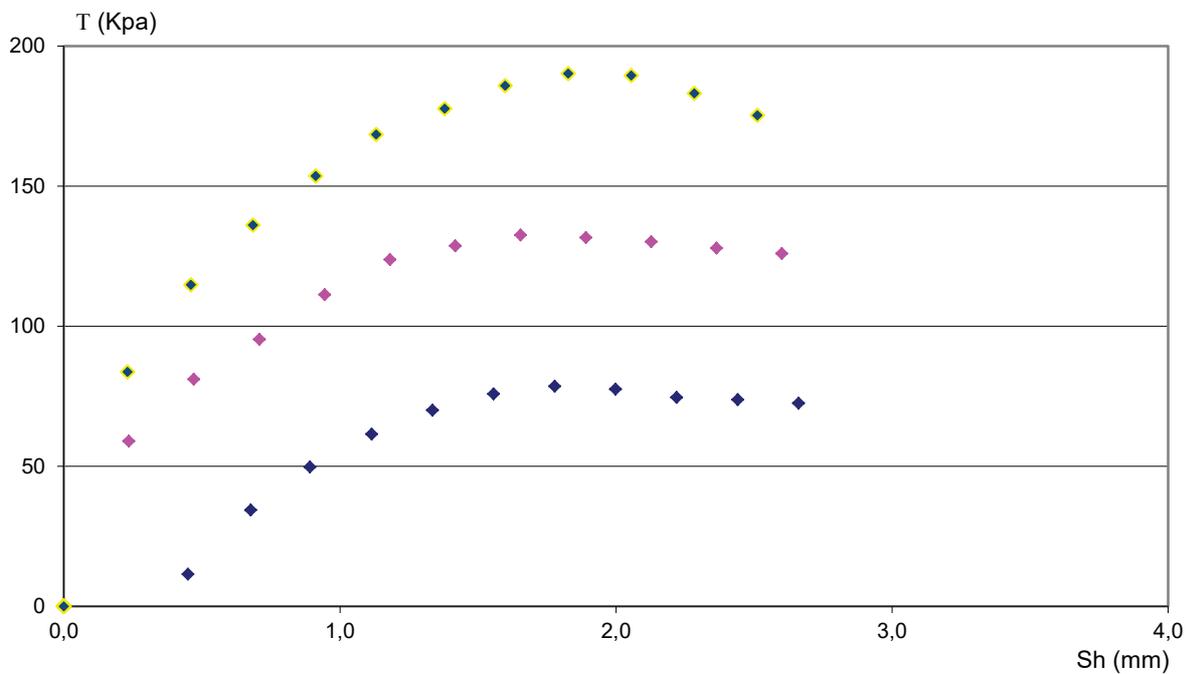
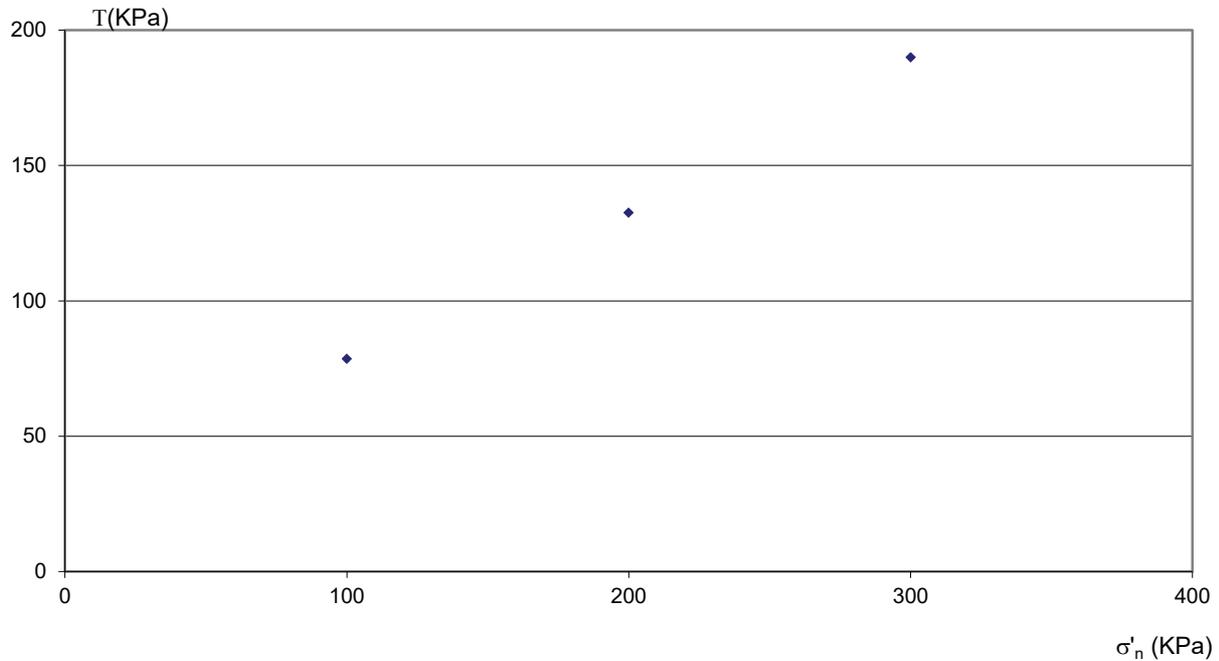
PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Norme di riferimento ASTM D 3080-04

V. A. 14/25 del 12/02/25 - Certificato n° 10271/25 del 24/02/25 (foglio 5 di 5)

Dati del committente

Committente	S.G.M. s.r.l.				
Località	C.da Scaro - Pozzallo (RG)				
Sondaggio	1	Campione	1	Profondità (mt)	3,00 - 3,40



Il Direttore di Laboratorio
Dott. Giuseppe Astuti



Il Tecnico di Laboratorio
Dott. Antonio Borzi



DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO D'ACQUA

Norme di riferimento ASTM D 2216-10

V. A. 14/25 del 12/02/25 - Certificato n° 10272/25 del 24/02/25 (foglio 1 di 1)

Dati del committente

Committente	S.G.M. s.r.l.			
Località	C.da Scaro - Pozzallo (RG)			
Sondaggio	1	Campione	2	Profondità (mt)
				6,00 - 6,40

Descrizione visiva del campione

Marna argillosa giallastra, non plastica, molto consistente

Prove eseguite

Contenuto d'acqua	<input checked="" type="checkbox"/>	Penetrazione CBR	
Limiti liquido e plastico	<input checked="" type="checkbox"/>	ELL	<input checked="" type="checkbox"/>
Limite di ritiro		Taglio diretto	<input checked="" type="checkbox"/>
Analisi granulometrica	<input checked="" type="checkbox"/>	Taglio residuo	
Areometria	<input checked="" type="checkbox"/>	Triassiale UU	
Peso specifico		Triassiale CU	
Peso di volume	<input checked="" type="checkbox"/>	Triassiale CD	
Calcimetria		Prova edometrica	
Contenuto sostanze organiche		Prova di permeabilità	
Compattazione Proctor		Prove di rigonfiamento	

w	Contenuto in acqua	20,97	%
---	--------------------	-------	---

Il Direttore di Laboratorio
Dott. Giuseppe Astuti



Il Tecnico di Laboratorio
Dott. Antonio Borzi



DETERMINAZIONE DELLA MASSA VOLUMICA DEI GRANULI SOLIDI

Norme di riferimento ASTM D 2974-87, BS 1377 - 90

V. A. 14/25 del 12/02/25 - Certificato n° 10273/25 del 24/02/25 (foglio 1 di 1)

Dati del committente

Committente	S.G.M. s.r.l.				
Località	C.da Scaro - Pozzallo (RG)				
Sondaggio	1	Campione	2	Profondità (mt)	6,00 - 6,40

m	Massa del provino in condizioni di umidità naturale	77,79	g
V	Volume della fustella	40,00	cm ³
ρ	Massa volumica in condizioni di umidità naturale	1,945	Mg/m ³
w	Contenuto in acqua	20,97	%
ρ_d	Massa volumica secca	1,608	Mg/m ³

Il Direttore di Laboratorio
Dott. Giuseppe Astuti



Il Tecnico di Laboratorio
Dott. Antonio Borzi



CARATTERISTICHE DI CONSISTENZA

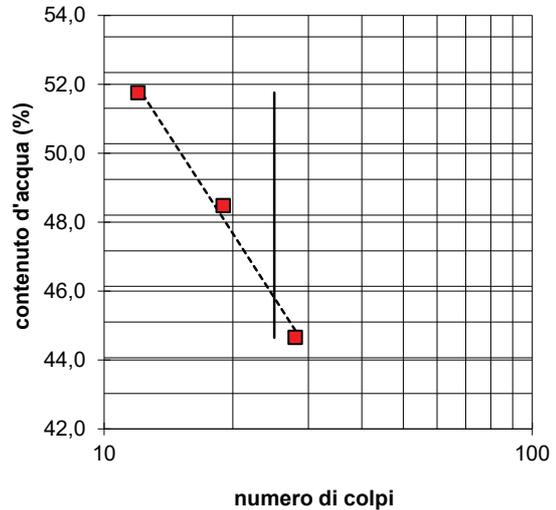
Norme di riferimento ASTM D 4318 - 10

V. A. 14/25 del 12/02/25 - Certificato n° 10274/25 del 24/02/25 (foglio 1 di 1)

Dati del committente

Committente	S.G.M. s.r.l.		
Località	C.da Scaro - Pozzallo (RG)		
Sondaggio	1	Campione	2
		Profondità (m)	6,00 - 6,40

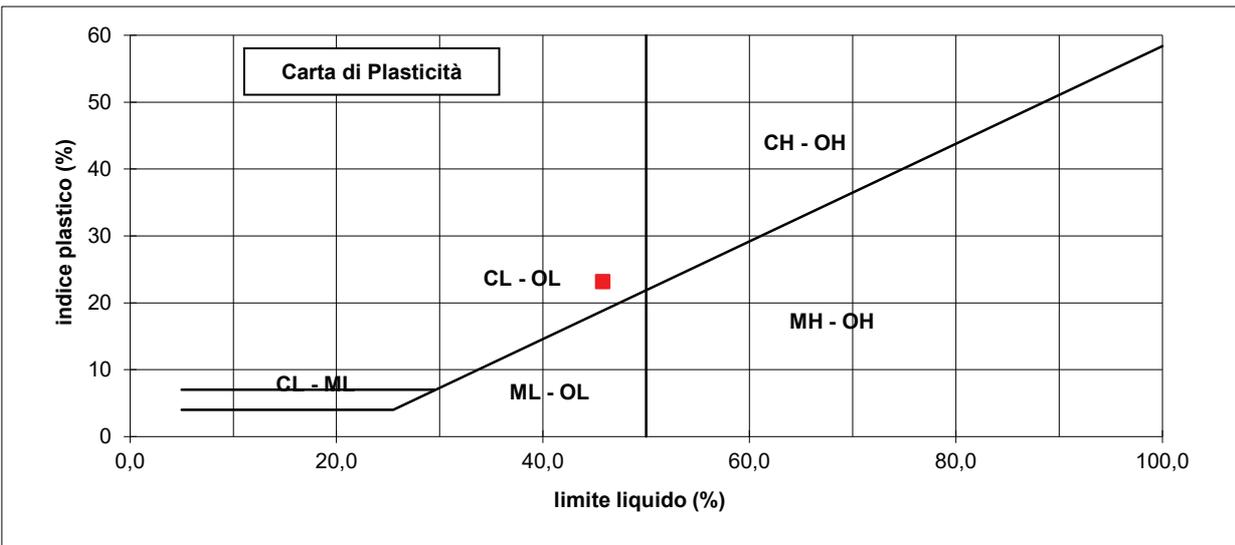
Limite Liquido	%			45,8
Numero tara		A1	A2	A3
Numero dei colpi		28	19	12
P. umido + tara	g	36,16	29,58	40,66
P. secco + tara	g	27,14	22,10	29,19
Peso tara	g	6,94	6,67	7,03
Peso umido	g	29,22	22,91	33,63
Peso secco	g	20,20	15,43	22,16
Contenuto d'acqua	%	44,65	48,48	51,76



Limite Plastico	%			22,6
Numero tara		1	2	3
P. umido + tara	g	11,87	13,26	13,51
P. secco + tara	g	11,01	11,99	12,19
Peso tara	g	7,21	6,41	6,33
Peso umido	g	4,66	6,85	7,18
Peso secco	g	3,80	5,58	5,86
Contenuto d'acqua	%	22,63	22,76	22,53

Indice plastico	23
Consistenza	1,07
Liquidità	-0,07
Fluidità	19,22
Tenacità	1,21

Contenuto d'acqua	%			20,97
Numero tara		1	2	3
P. umido + tara	g	39,17	27,20	41,09
P. secco + tara	g	33,62	23,61	35,15
Peso tara	g	6,98	6,53	6,93
Peso umido	g	32,19	20,67	34,16
Peso secco	g	26,64	17,08	28,22
Contenuto d'acqua	%	20,83	21,02	21,05



Il Direttore di Laboratorio
Dott. Giuseppe Astuti



Il Tecnico di Laboratorio
Dott. Antonio Borzi



ANALISI GRANULOMETRICA

Norme di riferimento ASTM D 421-93, D 422-90, D 1140-97, D 2217-93
V. A. 14/25 del 12/02/25 - Certificato n° 10275/25 del 24/02/25 (foglio 1 di 2)

Dati del committente

Committente	S.G.M. s.r.l.				
Località	C.da Scaro - Pozzallo (RG)				
Sondaggio	1	Campione	2	Profondità (mt)	6,00 - 6,40

Analisi con vagli

Setaccio	diametro (mm)	peso grani (g)	trattenuto (%)	passante (%)	diametro grani (mm)
3"	75,000				
2"	50,000				
1,5"	37,500				
1"	25,000				
3/4"	19,000				
3/8"	9,500				
4	4,750	0,00	0,00	100,0	4,7500
10	2,000	1,94	0,97	99,0	2,0000
20	0,850	2,46	2,20	97,8	0,8500
40	0,425	2,25	3,33	96,7	0,4250
60	0,250	4,98	5,82	94,2	0,2500
140	0,106	11,51	11,57	88,4	0,1060
200	0,075	4,22	13,68	86,3	0,0750
	< 0,075	172,64	86,32	passante al 200	
Somma (g)		200,00			
Peso iniziale (g)		200,00			
Perdita (g)		0,00			

Analisi con densimetro

correzioni

dispersivo	Cd	-4,30
menisco	Cm	0,80
temperatura	intercetta	-3,50
temperatura	pendenza	0,25

caratteristiche fisiche

peso campione secco	g	40,00
massa volumica dei grani	g/cm ³	2,700

taratura densimetro

intercetta	16,317
pendenza	-0,274

Coefficiente di uniformità (D60/D10)	N.A.
--------------------------------------	------

Analisi con densimetro

Data	Ora	Tempo	Temperatura	Letture	Letture	Correzione temperatura	Diametro grani	Percentuale parziale	Somma
---	---	min	°C	R	R'		mm	%	%
14-feb	9,00	1,30	18,00	27,00	27,8	1,00	0,03564	97,28	84,0
		2,00	18,00	26,50	27,3	1,00	0,02896	95,29	82,3
		3,00	18,00	26,00	26,8	1,00	0,02382	93,31	80,5
		5,00	18,00	25,25	26,05	1,00	0,01866	90,33	78,0
		10,00	18,00	24,50	25,3	1,00	0,01334	87,35	75,4
		15,00	18,00	24,00	24,8	1,00	0,01098	85,37	73,7
		30,00	18,00	23,00	23,8	1,00	0,00787	81,40	70,3
		45,00	18,00	22,00	22,8	1,00	0,00652	77,43	66,8
		60,00	18,00	21,25	22,05	1,00	0,00570	74,45	64,3
		90	18,00	20,00	20,8	1,00	0,00473	69,49	60,0
		120	18,00	19,25	20,05	1,00	0,00414	66,51	57,4
		240	18,00	17,75	18,55	1,00	0,00298	60,55	52,3
		420	18,00	16,00	16,8	1,00	0,00230	53,60	46,3
		600	18,00	15,00	15,8	1,00	0,00195	49,63	42,8
		1440	18,00	13,50	14,3	1,00	0,00128	43,68	37,7

Il Direttore di Laboratorio
Dott. Giuseppe Astuti



Il Tecnico di Laboratorio
Dott. Antonio Borzi



ANALISI GRANULOMETRICA

Norme di rif. ASTM D 421-93, D 422-90, D 1140-97, D 2217-93 - V. A. 14/25 del 12/02/25 - Certificato n° 10275/25 del 24/02/25 (foglio 2 di 2)

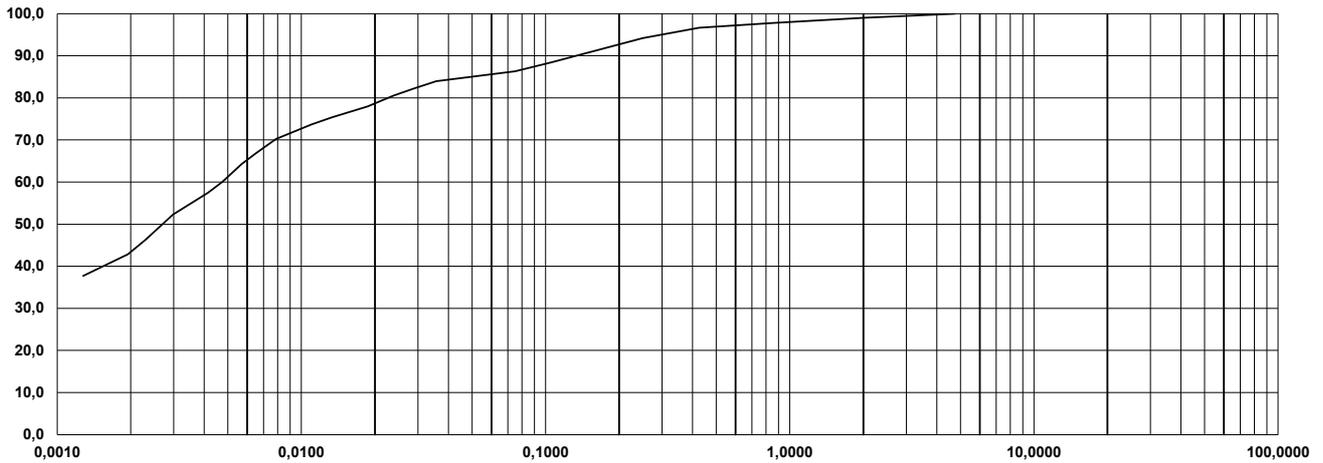


Dati del committente

Committente	S.G.M. s.r.l.				
Località	C. da Scaro - Pozzallo (RG)				
Sondaggio	1	Campione	2	Profondità (mt)	6,00 - 6,40

Argilla	Limo			Sabbia			Ghiaia			Ciottoli
	Fine	Medio	Grosso	Fine	Media	Grossa	Fine	Media	Grossa	

Diagramma



Il Direttore di Laboratorio
Dott. Giuseppe Astuti

Il Tecnico di Laboratorio
Dott. Antonio Borzi

All. 17

PROVA ESPANSIONE LATERALE LIBERA (ELL)

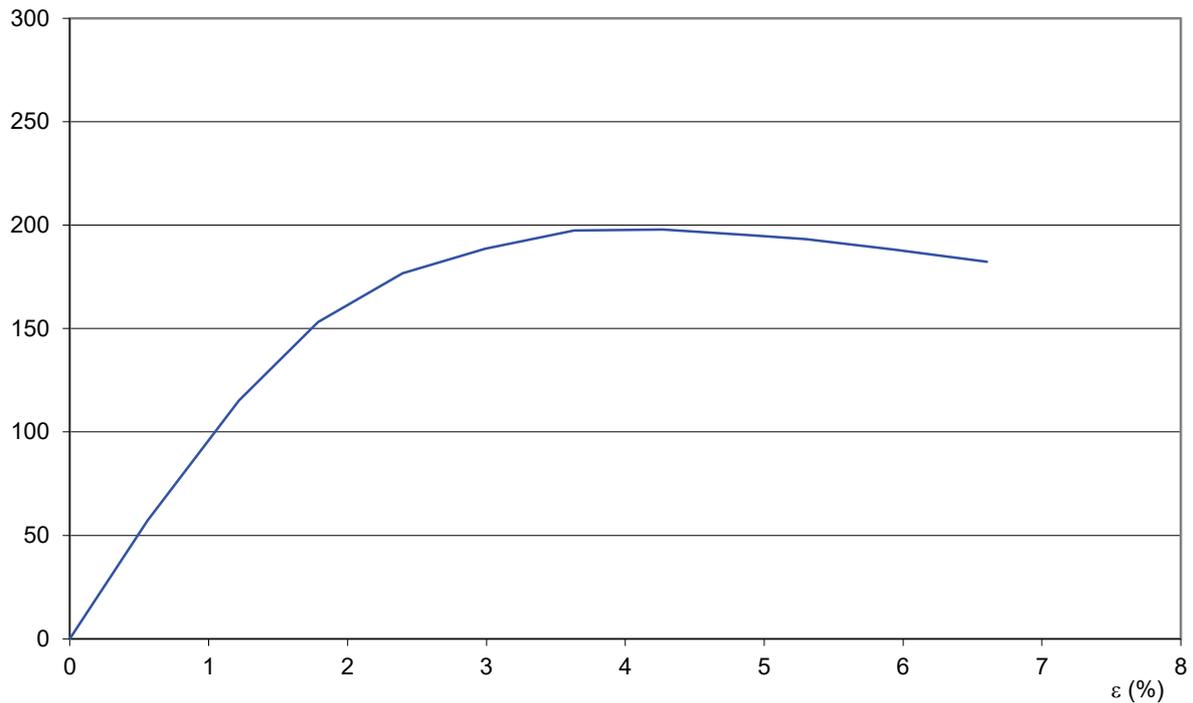
Norme di riferimento ASTM D 2166-00

V. A. 14/25 del 12/02/25 - Certificato n° 10276/25 del 24/02/25 (foglio 2 di 2)

Dati del committente

Committente	S.G.M. s.r.l.				
Località	C.da Scaro - Pozzallo (RG)				
Sondaggio	1	Campione	2	Profondità (mt)	6,00 - 6,40

S (KPa)



Deformazione assiale a rottura (%)	4,27
Tensione di compressione a rottura (KPa)	197,79
Velocità di deformazione (mm/min)	1

Il Direttore di Laboratorio
Dott. Giuseppe Astuti



Il Tecnico di Laboratorio
Dott. Antonio Borzi



PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Norme di riferimento ASTM D 3080-04

V. A. 14/25 del 12/02/25 - Certificato n° 10277/25 del 24/02/25 (foglio 1 di 5)

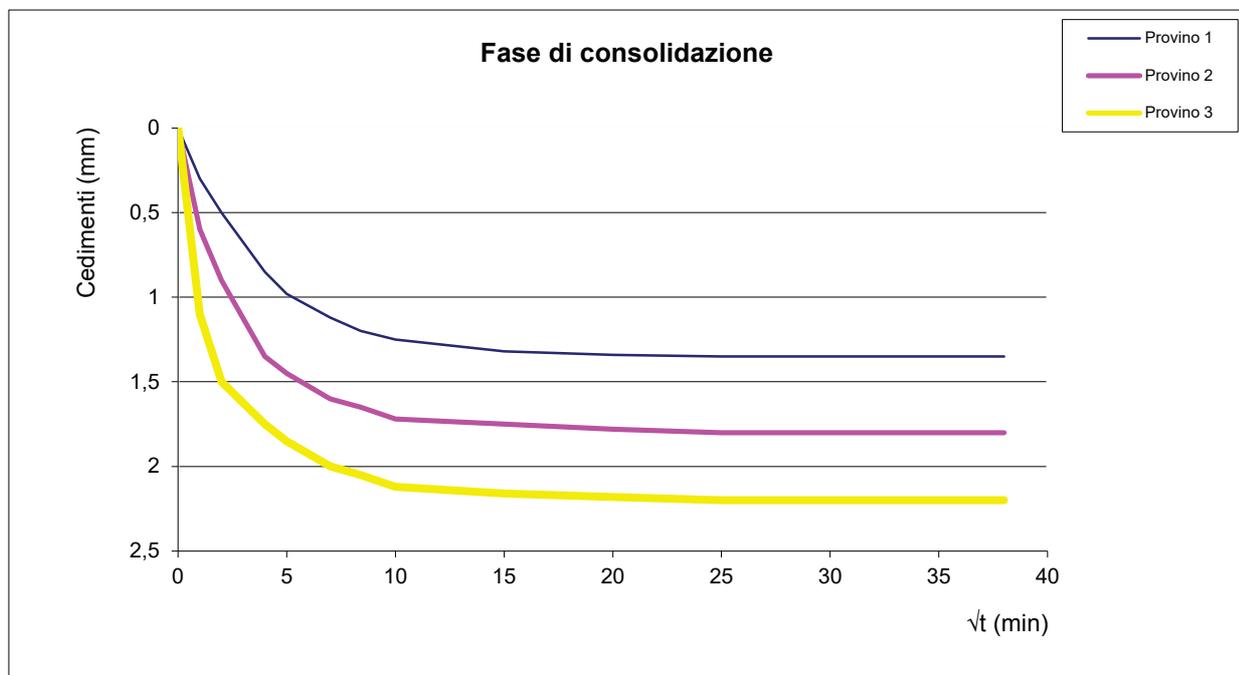
Dati del committente

Committente	S.G.M. s.r.l.				
Località	C.da Scaro - Pozzallo (RG)				
Sondaggio	1	Campione	2	Profondità (mt)	6,00 - 6,40

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE		Provino n. 1	Provino n. 2	Provino n. 3	
Altezza	H_0	20	20	20	mm
Lato	L	60	60	60	mm
Sezione	A	3600	3600	3600	mm ²

CARATTERISTICHE FISICHE INIZIALI		Provino n. 1	Provino n. 2	Provino n. 3	
Contenuto in acqua	W_0	20,95	21,13	20,98	%
Massa volumica umida	ρ	1,958	1,952	1,945	g/cm ³
Massa volumica secca	ρ_d	1,619	1,611	1,608	g/cm ³
Indice dei vuoti	e_0	0,668	0,675	0,679	
Grado di saturazione	Sr_0	85	84	83	%
Massa vol. dei grani (non determinato)	ρ_s	2,700	2,700	2,700	g/cm ³

METODO DI PREPARAZIONE DEI PROVINI		MODALITA' DI PROVA		
Ricompattati*	NO	Velocità di deformazione	0,002	mm/min
Parz. ricostituiti	NO	Tensione normale provino n. 1	100	KPa
Indisturbati	SI	Tensione normale provino n. 2	200	KPa
		Tensione normale provino n. 3	300	KPa



Il Direttore di Laboratorio
Dott. Giuseppe Astuti



Il Tecnico di Laboratorio
Dott. Antonio Borzi



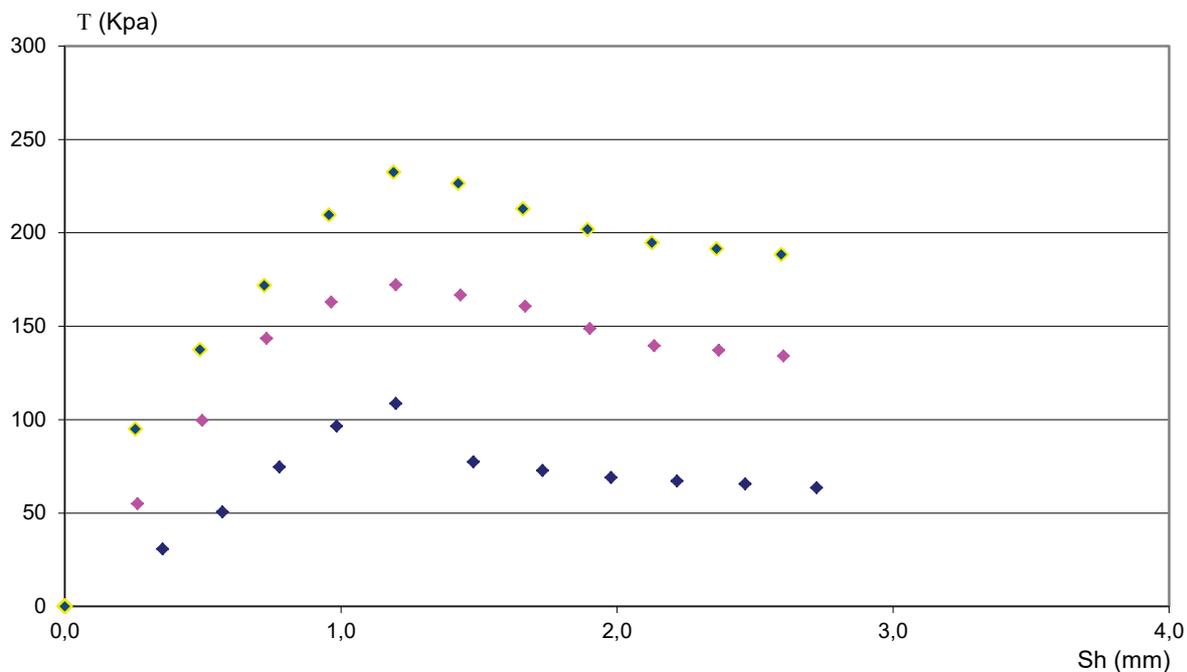
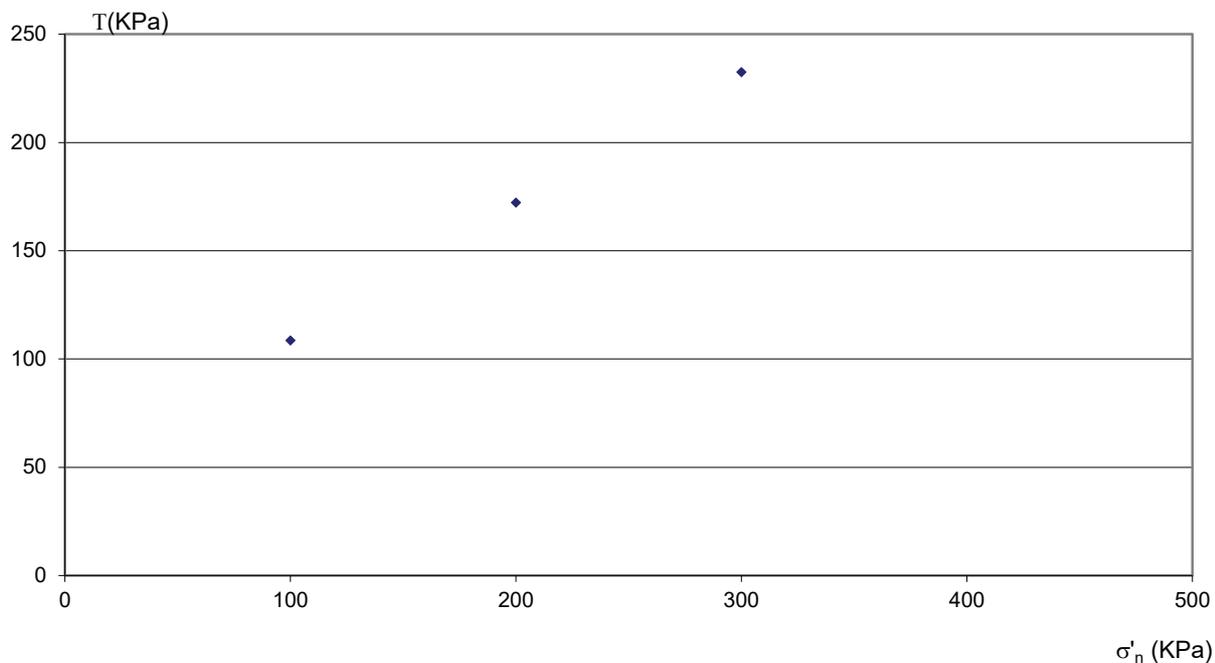
PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Norme di riferimento ASTM D 3080-04

V. A. 14/25 del 12/02/25 - Certificato n° 10277/25 del 24/02/25 (foglio 5 di 5)

Dati del committente

Committente	S.G.M. s.r.l.				
Località	C.da Scaro - Pozzallo (RG)				
Sondaggio	1	Campione	2	Profondità (mt)	6,00 - 6,40



Il Direttore di Laboratorio
Dott. Giuseppe Astuti

Il Tecnico di Laboratorio
Dott. Antonio Borzi




DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO D'ACQUA

Norme di riferimento ASTM D 2216-10

V. A. 14/25 del 12/02/25 - Certificato n° 10278/25 del 24/02/25 (foglio 1 di 1)

Dati del committente

Committente	S.G.M. s.r.l.				
Località	C.da Scaro - Pozzallo (RG)				
Sondaggio	2	Campione	1	Profondità (mt)	4,00 - 4,50

Descrizione visiva del campione

Marna argillosa marroncina, non plastica, consistente

Prove eseguite

Contenuto d'acqua	<input checked="" type="checkbox"/>	Penetrazione CBR	
Limiti liquido e plastico	<input checked="" type="checkbox"/>	ELL	<input checked="" type="checkbox"/>
Limite di ritiro		Taglio diretto	<input checked="" type="checkbox"/>
Analisi granulometrica	<input checked="" type="checkbox"/>	Taglio residuo	
Areometria	<input checked="" type="checkbox"/>	Triassiale UU	
Peso specifico		Triassiale CU	
Peso di volume	<input checked="" type="checkbox"/>	Triassiale CD	
Calcimetria		Prova edometrica	
Contenuto sostanze organiche		Prova di permeabilità	
Compattazione Proctor		Prove di rigonfiamento	

w	Contenuto in acqua	22,32	%
---	--------------------	-------	---

Il Direttore di Laboratorio
Dott. Giuseppe Astuti



Il Tecnico di Laboratorio
Dott. Antonio Borzi



DETERMINAZIONE DELLA MASSA VOLUMICA DEI GRANULI SOLIDI

Norme di riferimento ASTM D 2974-87, BS 1377 - 90

V. A. 14/25 del 12/02/25 - Certificato n° 10279/25 del 24/02/25 (foglio 1 di 1)

Dati del committente

Committente	S.G.M. s.r.l.				
Località	C.da Scaro - Pozzallo (RG)				
Sondaggio	2	Campione	1	Profondità (mt)	4,00 - 4,50

m	Massa del provino in condizioni di umidità naturale	72,65	g
V	Volume della fustella	40,00	cm ³
ρ	Massa volumica in condizioni di umidità naturale	1,816	Mg/m ³
w	Contenuto in acqua	22,32	%
ρ_d	Massa volumica secca	1,485	Mg/m ³

Il Direttore di Laboratorio
Dott. Giuseppe Astuti



Il Tecnico di Laboratorio
Dott. Antonio Borzi



CARATTERISTICHE DI CONSISTENZA

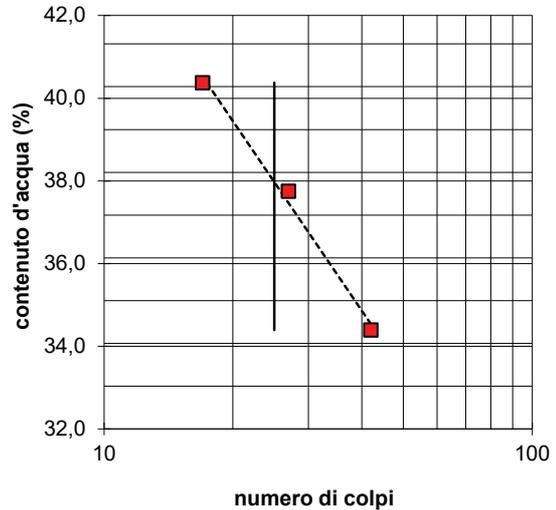
Norme di riferimento ASTM D 4318 - 10

V. A. 14/25 del 12/02/25 - Certificato n° 10280/25 del 24/02/25 (foglio 1 di 1)

Dati del committente

Committente	S.G.M. s.r.l.		
Località	C.da Scaro - Pozzallo (RG)		
Sondaggio	2	Campione	1
		Profondità (m)	4,00 - 4,50

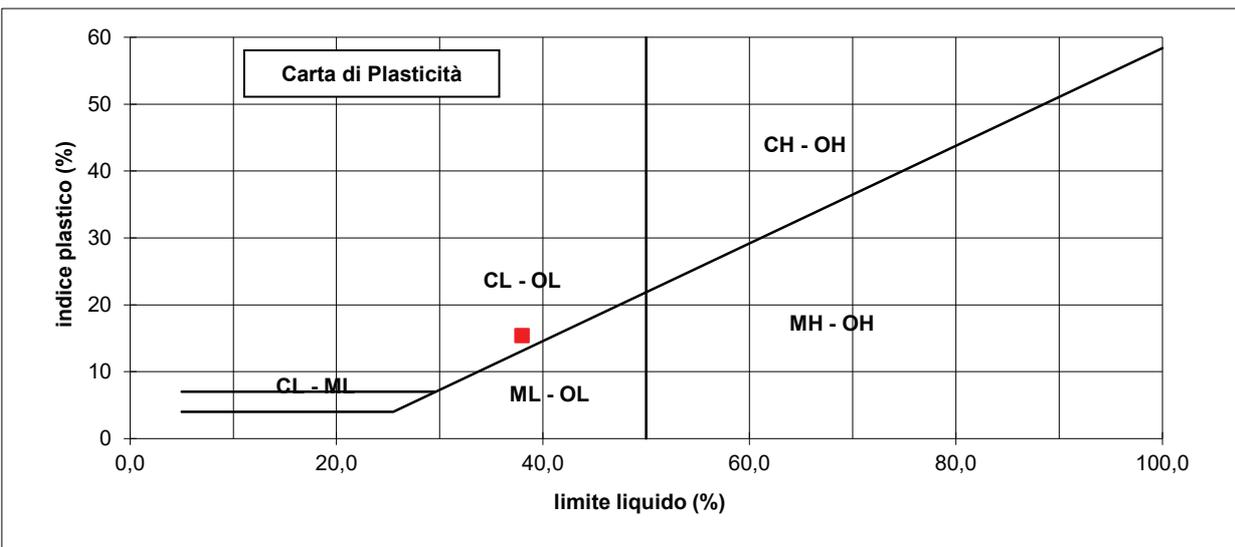
Limite Liquido	%	38,0		
Numero tara		A1	A2	A3
Numero dei colpi		42	27	17
P. umido + tara	g	30,23	30,54	28,11
P. secco + tara	g	24,28	23,96	22,07
Peso tara	g	6,98	6,53	7,11
Peso umido	g	23,25	24,01	21,00
Peso secco	g	17,30	17,43	14,96
Contenuto d'acqua	%	34,39	37,75	40,37



Limite Plastico	%	22,6		
Numero tara		1	2	3
P. umido + tara	g	12,49	12,36	12,96
P. secco + tara	g	11,50	11,22	11,72
Peso tara	g	7,19	6,18	6,14
Peso umido	g	5,30	6,18	6,82
Peso secco	g	4,31	5,04	5,58
Contenuto d'acqua	%	22,97	22,62	22,22

Indice plastico	15
Consistenza	1,02
Liquidità	-0,02
Fluidità	15,21
Tenacità	1,01

Contenuto d'acqua	%	22,32		
Numero tara		1	2	3
P. umido + tara	g	59,05	30,86	40,63
P. secco + tara	g	49,48	26,45	34,62
Peso tara	g	7,05	6,65	7,46
Peso umido	g	52,00	24,21	33,17
Peso secco	g	42,43	19,80	27,16
Contenuto d'acqua	%	22,55	22,27	22,13



Il Direttore di Laboratorio
Dott. Giuseppe Astuti



Il Tecnico di Laboratorio
Dott. Antonio Borzi



ANALISI GRANULOMETRICA

Norme di riferimento ASTM D 421-93, D 422-90, D 1140-97, D 2217-93
V. A. 14/25 del 12/02/25 - Certificato n° 10281/25 del 24/02/25 (foglio 1 di 2)

Dati del committente

Committente	S.G.M. s.r.l.				
Località	C.da Scaro - Pozzallo (RG)				
Sondaggio	2	Campione	1	Profondità (mt)	4,00 - 4,50

Analisi con vagli

Setaccio	diametro (mm)	peso grani (g)	trattenuto (%)	passante (%)	diametro grani (mm)
3"	75,000				
2"	50,000				
1,5"	37,500				
1"	25,000				
3/4"	19,000	0,00	0,00	100,0	19,0000
3/8"	9,500	9,46	4,73	95,3	9,5000
4	4,750	11,68	10,57	89,4	4,7500
10	2,000	5,11	13,13	86,9	2,0000
20	0,850	2,52	14,39	85,6	0,8500
40	0,425	2,60	15,69	84,3	0,4250
60	0,250	4,60	17,99	82,0	0,2500
140	0,106	17,10	26,54	73,5	0,1060
200	0,075	5,22	29,15	70,9	0,0750
	< 0,075	141,71	70,86	passante al 200	
Somma (g)		200,00			
Peso iniziale (g)		200,00			
Perdita (g)		0,00			

Analisi con densimetro

correzioni

dispersivo	Cd	-4,30
menisco	Cm	0,80
temperatura	intercetta	-3,50
temperatura	pendenza	0,25

caratteristiche fisiche

peso campione secco	g	40,00
massa volumica dei grani	g/cm ³	2,700

taratura densimetro

intercetta	16,317
pendenza	-0,274

Coefficiente di uniformità (D60/D10)	N.A.
--------------------------------------	------

Analisi con densimetro

Data	Ora	Tempo	Temperatura	Letture	Letture	Correzione temperatura	Diametro grani	Percentuale parziale	Somma
---	---	min	°C	R	R'		mm	%	%
14-feb	9,00	1,30	18,00	25,50	26,3	1,00	0,03647	91,32	64,7
		2,00	18,00	25,25	26,05	1,00	0,02951	90,33	64,0
		3,00	18,00	24,50	25,3	1,00	0,02436	87,35	61,9
		5,00	18,00	23,50	24,3	1,00	0,01915	83,38	59,1
		10,00	18,00	22,50	23,3	1,00	0,01373	79,41	56,3
		15,00	18,00	21,75	22,55	1,00	0,01132	76,43	54,2
		30,00	18,00	21,00	21,8	1,00	0,00809	73,46	52,0
		45,00	18,00	20,00	20,8	1,00	0,00669	69,49	49,2
		60,00	18,00	19,75	20,55	1,00	0,00581	68,49	48,5
		90	18,00	18,75	19,55	1,00	0,00481	64,52	45,7
		120	18,00	18,00	18,8	1,00	0,00420	61,54	43,6
		240	18,00	16,50	17,3	1,00	0,00303	55,59	39,4
		420	18,00	15,00	15,8	1,00	0,00233	49,63	35,2
		600	18,00	14,00	14,8	1,00	0,00197	45,66	32,4
		1440	18,00	12,75	13,55	1,00	0,00129	40,70	28,8

Il Direttore di Laboratorio
Dott. Giuseppe Astuti



Il Tecnico di Laboratorio
Dott. Antonio Borzi



ANALISI GRANULOMETRICA

Norme di rif. ASTM D 421-93, D 422-90, D 1140-97, D 2217-93 - V. A. 14/25 del 12/02/25 - Certificato n° 10281/25 del 24/02/25 (foglio 2 di 2)

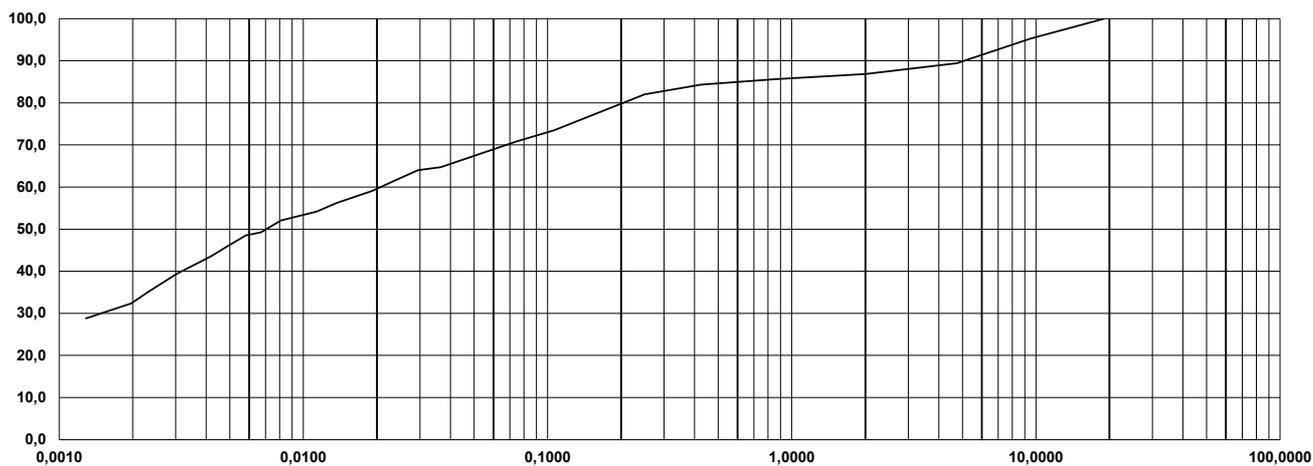


Dati del committente

Committente	S.G.M. s.r.l.				
Località	C. da Scaro - Pozzallo (RG)				
Sondaggio	2	Campione	1	Profondità (mt)	4,00 - 4,50

Argilla	Limo			Sabbia			Ghiaia			Ciottoli
	Fine	Medio	Grosso	Fine	Media	Grossa	Fine	Media	Grossa	

Diagramma



Il Direttore di Laboratorio
Dott. Giuseppe Astuti

Il Tecnico di Laboratorio
Dott. Antonio Borzi

All. 29

PROVA ESPANSIONE LATERALE LIBERA (ELL)

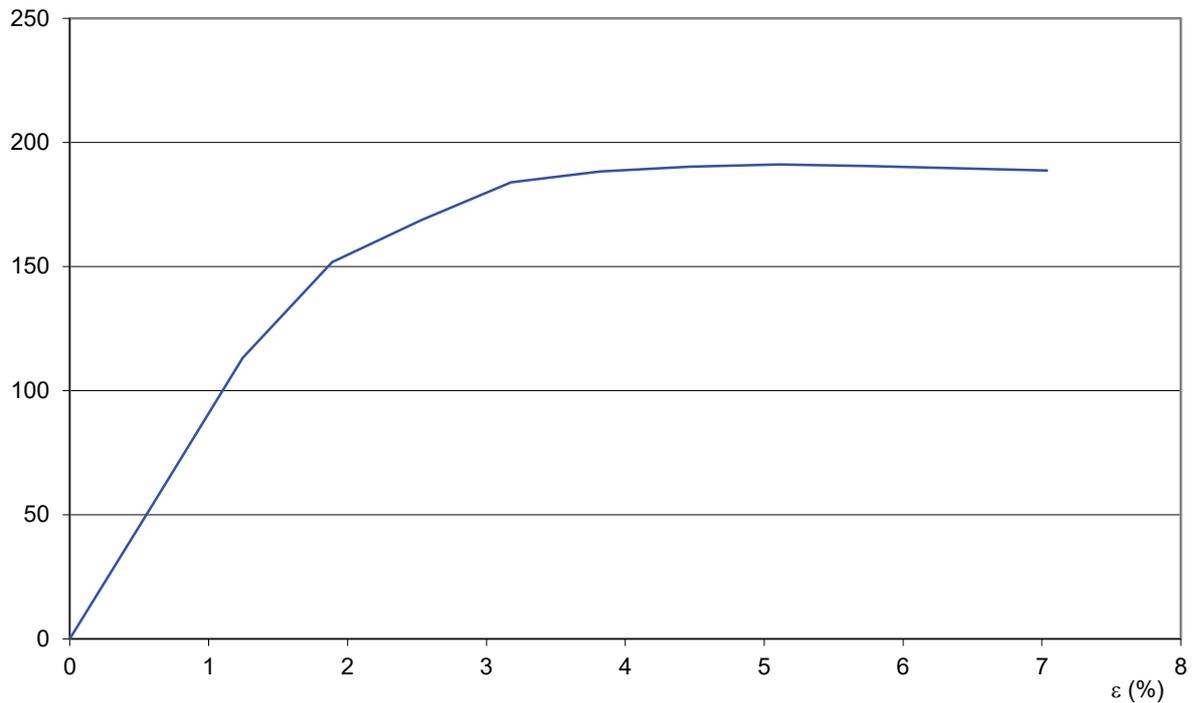
Norme di riferimento ASTM D 2166-00

V. A. 14/25 del 12/02/25 - Certificato n° 10282/25 del 24/02/25 (foglio 2 di 2)

Dati del committente

Committente	S.G.M. s.r.l.				
Località	C.da Scaro - Pozzallo (RG)				
Sondaggio	2	Campione	1	Profondità (mt)	4,00 - 4,50

S (KPa)



Deformazione assiale a rottura (%)	5,11
Tensione di compressione a rottura (KPa)	191,13
Velocità di deformazione (mm/min)	1

Il Direttore di Laboratorio
Dott. Giuseppe Astuti



Il Tecnico di Laboratorio
Dott. Antonio Borzi



PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Norme di riferimento ASTM D 3080-04

V. A. 14/25 del 12/02/25 - Certificato n° 10283/25 del 24/02/25 (foglio 1 di 5)

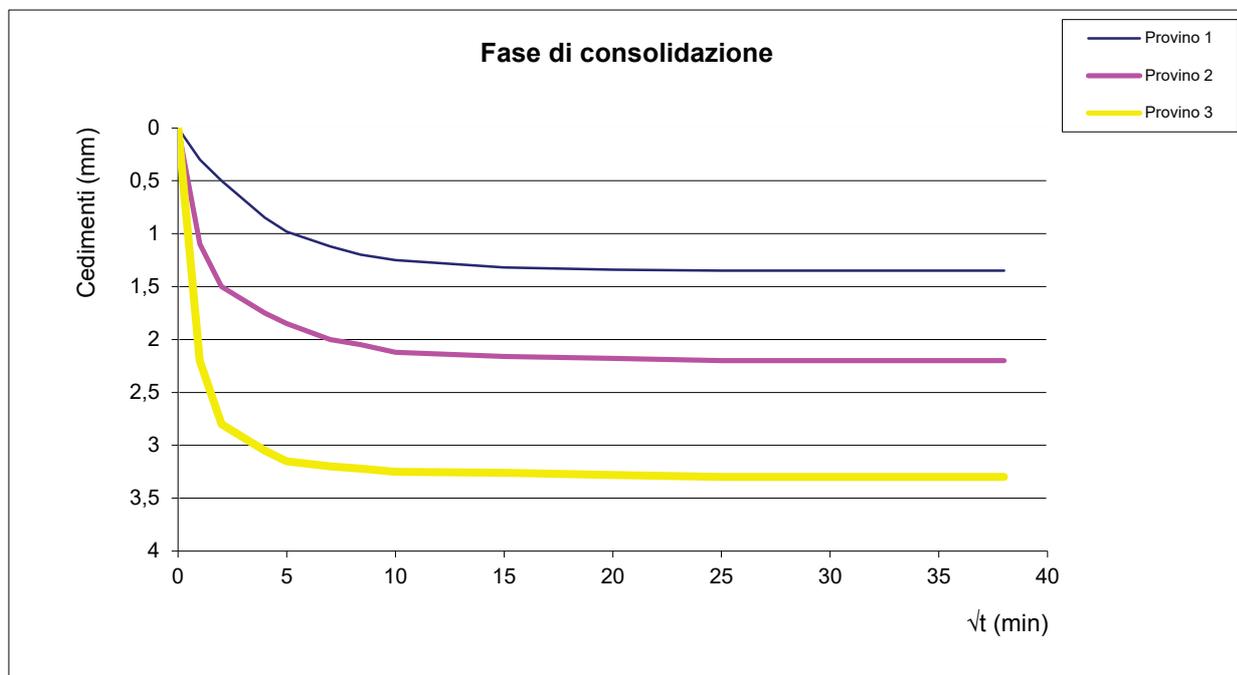
Dati del committente

Committente	S.G.M. s.r.l.				
Località	C.da Scaro - Pozzallo (RG)				
Sondaggio	2	Campione	1	Profondità (mt)	4,00 - 4,50

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE		Provino n. 1	Provino n. 2	Provino n. 3	
Altezza	H_0	20	20	20	mm
Lato	L	60	60	60	mm
Sezione	A	3600	3600	3600	mm ²

CARATTERISTICHE FISICHE INIZIALI		Provino n. 1	Provino n. 2	Provino n. 3	
Contenuto in acqua	W_0	22,34	22,16	22,25	%
Massa volumica umida	ρ	1,805	1,826	1,815	g/cm ³
Massa volumica secca	ρ_d	1,475	1,495	1,485	g/cm ³
Indice dei vuoti	e_0	0,830	0,806	0,819	
Grado di saturazione	Sr_0	73	74	73	%
Massa vol. dei grani (non determinato)	ρ_s	2,700	2,700	2,700	g/cm ³

METODO DI PREPARAZIONE DEI PROVINI		MODALITA' DI PROVA		
Ricompattati*	NO	Velocità di deformazione	0,002	mm/min
Parz. ricostituiti	NO	Tensione normale provino n. 1	100	KPa
Indisturbati	SI	Tensione normale provino n. 2	200	KPa
		Tensione normale provino n. 3	300	KPa



Il Direttore di Laboratorio
Dott. Giuseppe Astuti



Il Tecnico di Laboratorio
Dott. Antonio Borzi



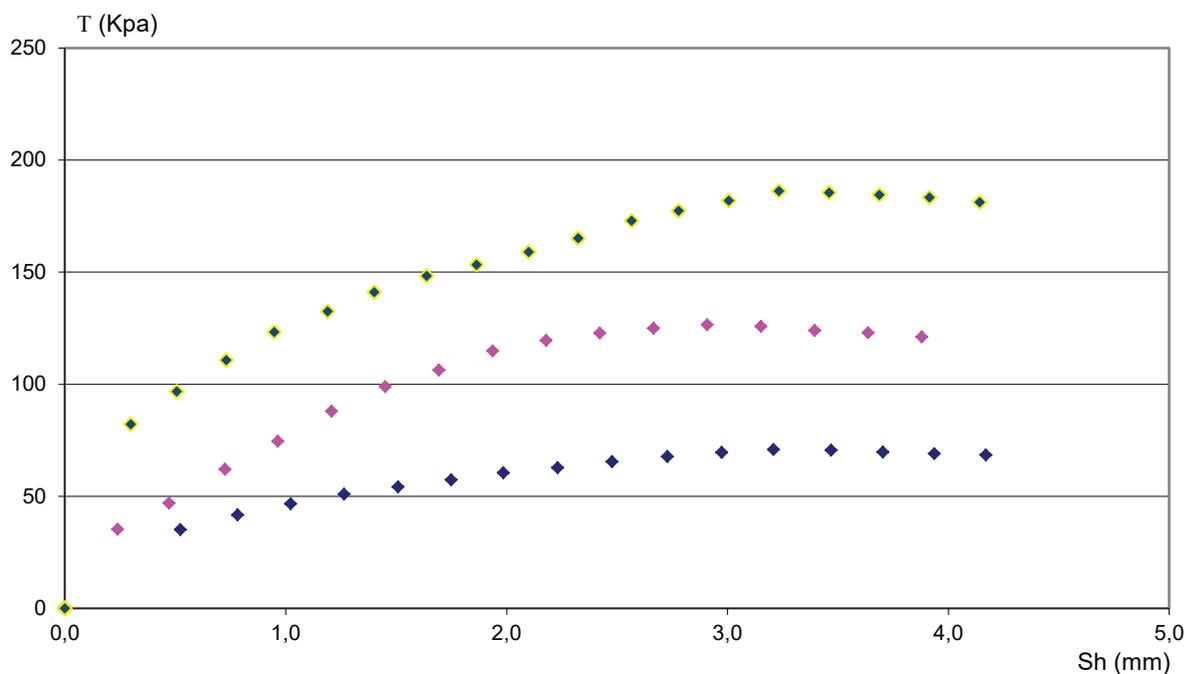
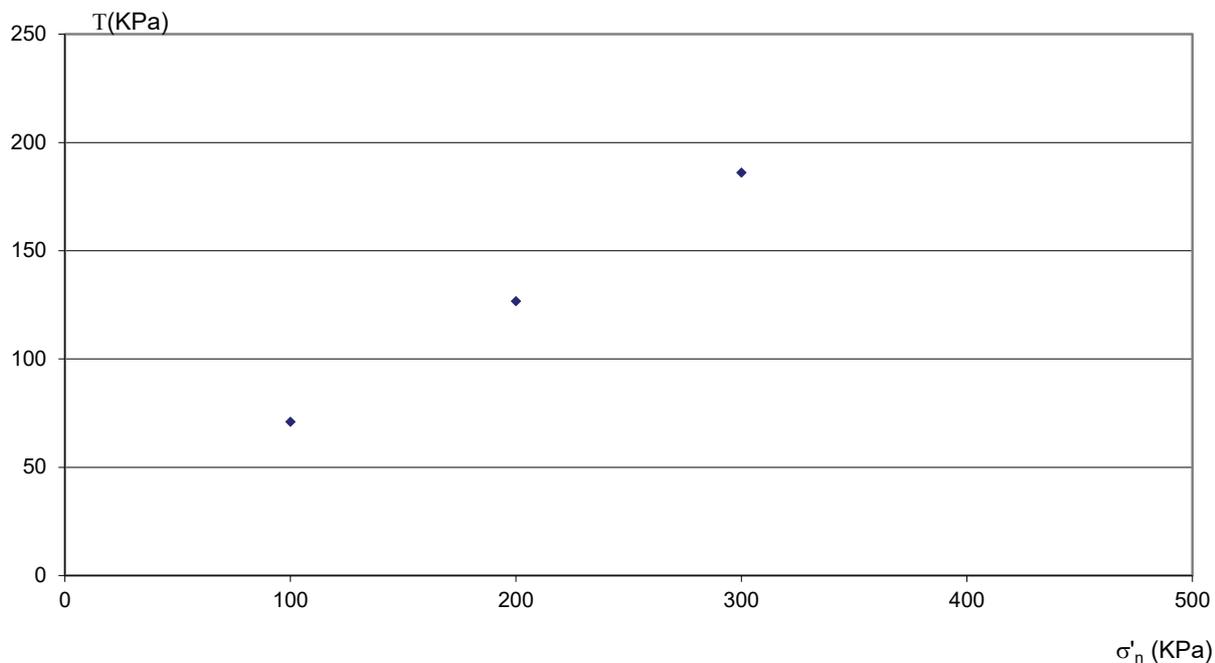
PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Norme di riferimento ASTM D 3080-04

V. A. 14/25 del 12/02/25 - Certificato n° 10283/25 del 24/02/25 (foglio 5 di 5)

Dati del committente

Committente	S.G.M. s.r.l.				
Località	C.da Scaro - Pozzallo (RG)				
Sondaggio	2	Campione	1	Profondità (mt)	4,00 - 4,50



Il Direttore di Laboratorio
Dott. Giuseppe Astuti

Il Tecnico di Laboratorio
Dott. Antonio Borzi




DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO D'ACQUA

Norme di riferimento ASTM D 2216-10

V. A. 14/25 del 12/02/25 - Certificato n° 10284/25 del 24/02/25 (foglio 1 di 1)

Dati del committente

Committente	S.G.M. s.r.l.				
Località	C.da Scaro - Pozzallo (RG)				
Sondaggio	2	Campione	2	Profondità (mt)	7,00 - 7,50

Descrizione visiva del campione

Marna argillosa marroncina, non plastica, consistente

Prove eseguite

Contenuto d'acqua	<input checked="" type="checkbox"/>	Penetrazione CBR	<input type="checkbox"/>
Limiti liquido e plastico	<input checked="" type="checkbox"/>	ELL	<input checked="" type="checkbox"/>
Limite di ritiro	<input type="checkbox"/>	Taglio diretto	<input checked="" type="checkbox"/>
Analisi granulometrica	<input checked="" type="checkbox"/>	Taglio residuo	<input type="checkbox"/>
Areometria	<input checked="" type="checkbox"/>	Triassiale UU	<input type="checkbox"/>
Peso specifico	<input type="checkbox"/>	Triassiale CU	<input type="checkbox"/>
Peso di volume	<input checked="" type="checkbox"/>	Triassiale CD	<input type="checkbox"/>
Calcimetria	<input type="checkbox"/>	Prova edometrica	<input type="checkbox"/>
Contenuto sostanze organiche	<input type="checkbox"/>	Prova di permeabilità	<input type="checkbox"/>
Compattazione Proctor	<input type="checkbox"/>	Prove di rigonfiamento	<input type="checkbox"/>

w	Contenuto in acqua	19,05	%
---	--------------------	-------	---

Il Direttore di Laboratorio
Dott. Giuseppe Astuti



Il Tecnico di Laboratorio
Dott. Antonio Borzi



DETERMINAZIONE DELLA MASSA VOLUMICA DEI GRANULI SOLIDI

Norme di riferimento ASTM D 2974-87, BS 1377 - 90

V. A. 14/25 del 12/02/25 - Certificato n° 10285/25 del 24/02/25 (foglio 1 di 1)

Dati del committente

Committente	S.G.M. s.r.l.				
Località	C.da Scaro - Pozzallo (RG)				
Sondaggio	2	Campione	2	Profondità (mt)	7,00 - 7,50

m	Massa del provino in condizioni di umidità naturale	77,19	g
V	Volume della fustella	40,00	cm ³
ρ	Massa volumica in condizioni di umidità naturale	1,930	Mg/m ³
w	Contenuto in acqua	19,05	%
ρ_d	Massa volumica secca	1,621	Mg/m ³

Il Direttore di Laboratorio
Dott. Giuseppe Astuti



Il Tecnico di Laboratorio
Dott. Antonio Borzi



CARATTERISTICHE DI CONSISTENZA

Norme di riferimento ASTM D 4318 - 10

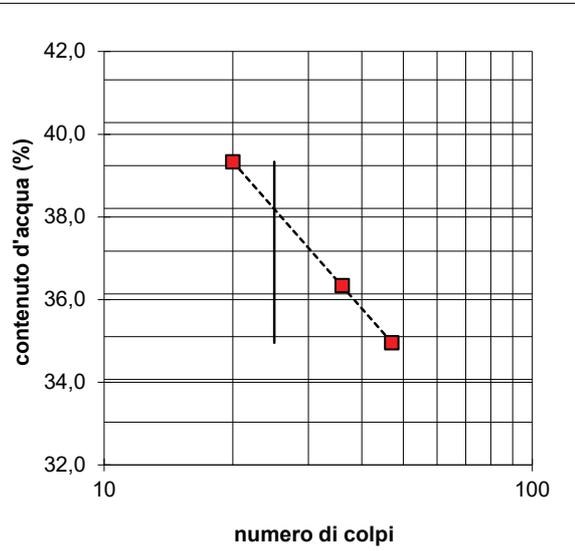
V. A. 14/25 del 12/02/25 - Certificato n° 10286/25 del 24/02/25 (foglio 1 di 1)

Dati del committente

Committente	S.G.M. s.r.l.		
Località	C.da Scaro - Pozzallo (RG)		
Sondaggio	2	Campione	2
		Profondità (m)	7,00 - 7,50

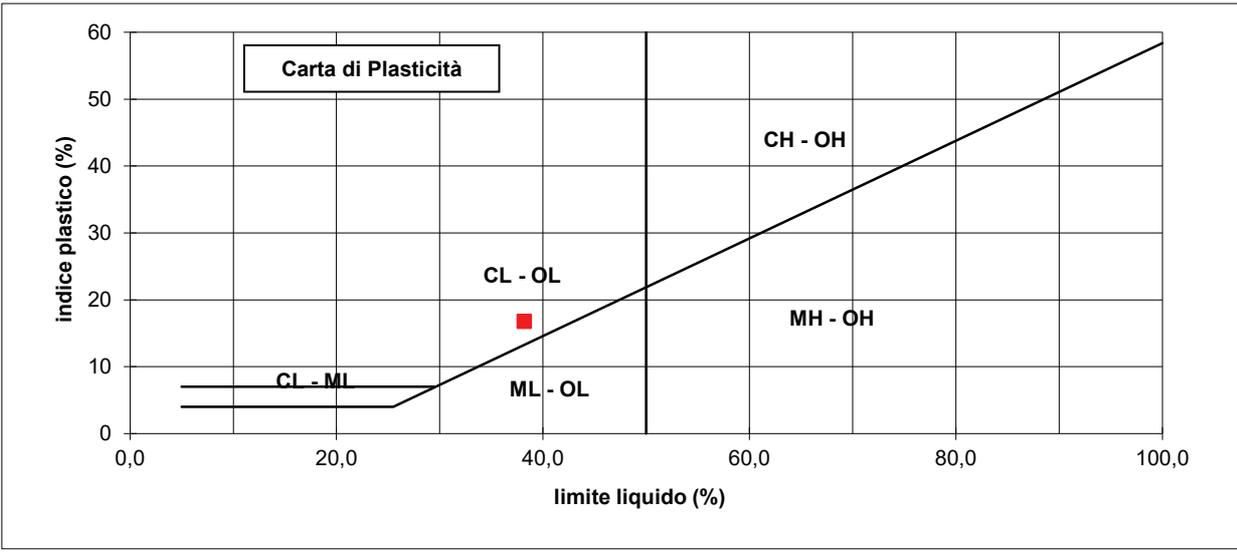
Limite Liquido	%	38,2		
Numero tara		A1	A2	A3
Numero dei colpi		47	36	20
P. umido + tara	g	36,10	37,29	32,91
P. secco + tara	g	28,64	29,10	25,61
Peso tara	g	7,30	6,56	7,05
Peso umido	g	28,80	30,73	25,86
Peso secco	g	21,34	22,54	18,56
Contenuto d'acqua	%	34,96	36,34	39,33

Limite Plastico	%	21,4		
Numero tara		1	2	3
P. umido + tara	g	12,00	12,92	13,22
P. secco + tara	g	11,05	11,75	12,14
Peso tara	g	6,61	6,25	7,15
Peso umido	g	5,39	6,67	6,07
Peso secco	g	4,44	5,50	4,99
Contenuto d'acqua	%	21,40	21,27	21,64



Contenuto d'acqua	%	19,05		
Numero tara		1	2	3
P. umido + tara	g	47,47	42,58	41,69
P. secco + tara	g	41,00	36,88	36,25
Peso tara	g	7,12	7,26	7,33
Peso umido	g	40,35	35,32	34,36
Peso secco	g	33,88	29,62	28,92
Contenuto d'acqua	%	19,10	19,24	18,81

Indice plastico	17
Consistenza	1,14
Liquidità	-0,14
Fluidità	11,78
Tenacità	1,42



Il Direttore di Laboratorio
Dott. Giuseppe Astuti



Il Tecnico di Laboratorio
Dott. Antonio Borzi



ANALISI GRANULOMETRICA

Norme di riferimento ASTM D 421-93, D 422-90, D 1140-97, D 2217-93
V. A. 14/25 del 12/02/25 - Certificato n° 10287/25 del 24/02/25 (foglio 1 di 2)

Dati del committente

Committente	S.G.M. s.r.l.				
Località	C.da Scaro - Pozzallo (RG)				
Sondaggio	2	Campione	2	Profondità (mt)	7,00 - 7,50

Analisi con vagli

Setaccio	diametro (mm)	peso grani (g)	trattenuto (%)	passante (%)	diametro grani (mm)
3"	75,000				
2"	50,000				
1,5"	37,500				
1"	25,000				
3/4"	19,000	0,00	0,00	100,0	19,0000
3/8"	9,500	7,91	3,96	96,0	9,5000
4	4,750	4,95	6,43	93,6	4,7500
10	2,000	4,09	8,48	91,5	2,0000
20	0,850	3,58	10,27	89,7	0,8500
40	0,425	2,99	11,76	88,2	0,4250
60	0,250	9,34	16,43	83,6	0,2500
140	0,106	11,16	22,01	78,0	0,1060
200	0,075	4,15	24,09	75,9	0,0750
	< 0,075	151,83	75,92	passante al 200	
Somma (g)		200,00			
Peso iniziale (g)		200,00			
Perdita (g)		0,00			

Analisi con densimetro

correzioni

dispersivo	Cd	-4,30
menisco	Cm	0,80
temperatura	intercetta	-3,50
temperatura	pendenza	0,25

caratteristiche fisiche

peso campione secco	g	40,00
massa volumica dei grani	g/cm ³	2,700

taratura densimetro

intercetta	16,317
pendenza	-0,274

Coefficiente di uniformità (D60/D10)	N.A.
--------------------------------------	------

Analisi con densimetro

Data	Ora	Tempo	Temperatura	Letture	Letture	Correzione temperatura	Diametro grani	Percentuale parziale	Somma
---	---	min	°C	R	R'		mm	%	%
14-feb	9,00	1,30	18,00	26,75	27,55	1,00	0,03578	96,29	73,1
		2,00	18,00	26,25	27,05	1,00	0,02907	94,30	71,6
		3,00	18,00	25,75	26,55	1,00	0,02392	92,32	70,1
		5,00	18,00	24,75	25,55	1,00	0,01880	88,35	67,1
		10,00	18,00	24,00	24,8	1,00	0,01344	85,37	64,8
		15,00	18,00	23,25	24,05	1,00	0,01109	82,39	62,5
		30,00	18,00	22,00	22,8	1,00	0,00798	77,43	58,8
		45,00	18,00	21,00	21,8	1,00	0,00660	73,46	55,8
		60,00	18,00	20,50	21,3	1,00	0,00576	71,47	54,3
		90	18,00	19,75	20,55	1,00	0,00475	68,49	52,0
		120	18,00	19,00	19,8	1,00	0,00415	65,51	49,7
		240	18,00	17,75	18,55	1,00	0,00298	60,55	46,0
		420	18,00	16,50	17,3	1,00	0,00229	55,59	42,2
		600	18,00	15,50	16,3	1,00	0,00194	51,62	39,2
		1440	18,00	14,25	15,05	1,00	0,00127	46,65	35,4

Il Direttore di Laboratorio
Dott. Giuseppe Astuti



Il Tecnico di Laboratorio
Dott. Antonio Borzi



ANALISI GRANULOMETRICA

Norme di rif. ASTM D 421-93, D 422-90, D 1140-97, D 2217-93 - V. A. 14/25 del 12/02/25 - Certificato n° 10287/25 del 24/02/25 (foglio 2 di 2)

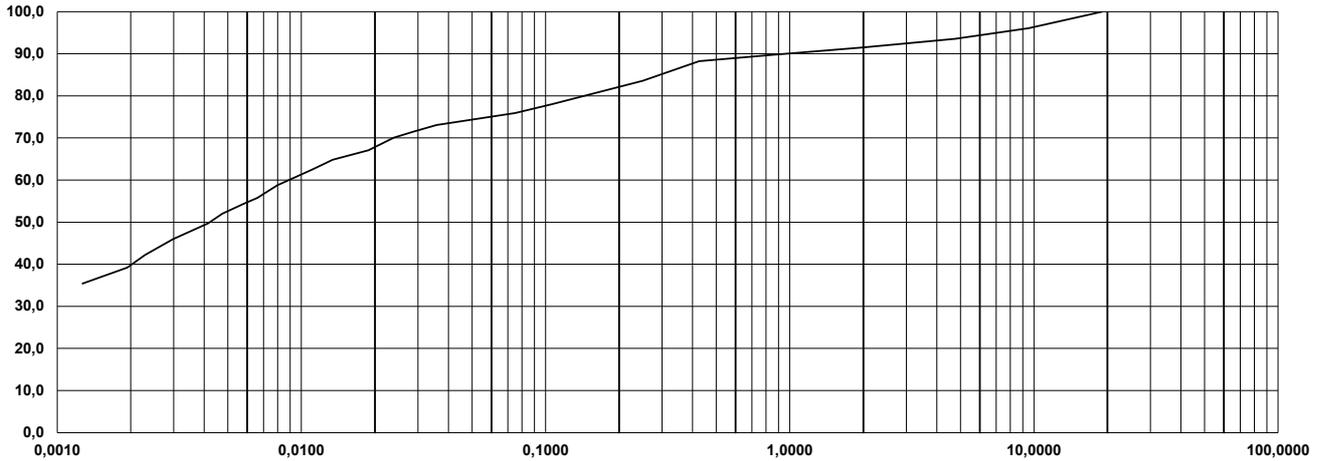


Dati del committente

Committente	S.G.M. s.r.l.				
Località	C. da Scaro - Pozzallo (RG)				
Sondaggio	2	Campione	2	Profondità (mt)	7,00 - 7,50

Argilla	Limo			Sabbia			Ghiaia			Ciottoli
	Fine	Medio	Grosso	Fine	Media	Grossa	Fine	Media	Grossa	

Diagramma



*Il Direttore di Laboratorio
Dott. Giuseppe Astuti*

*Il Tecnico di Laboratorio
Dott. Antonio Borzi*

All. 41

PROVA ESPANSIONE LATERALE LIBERA (ELL)

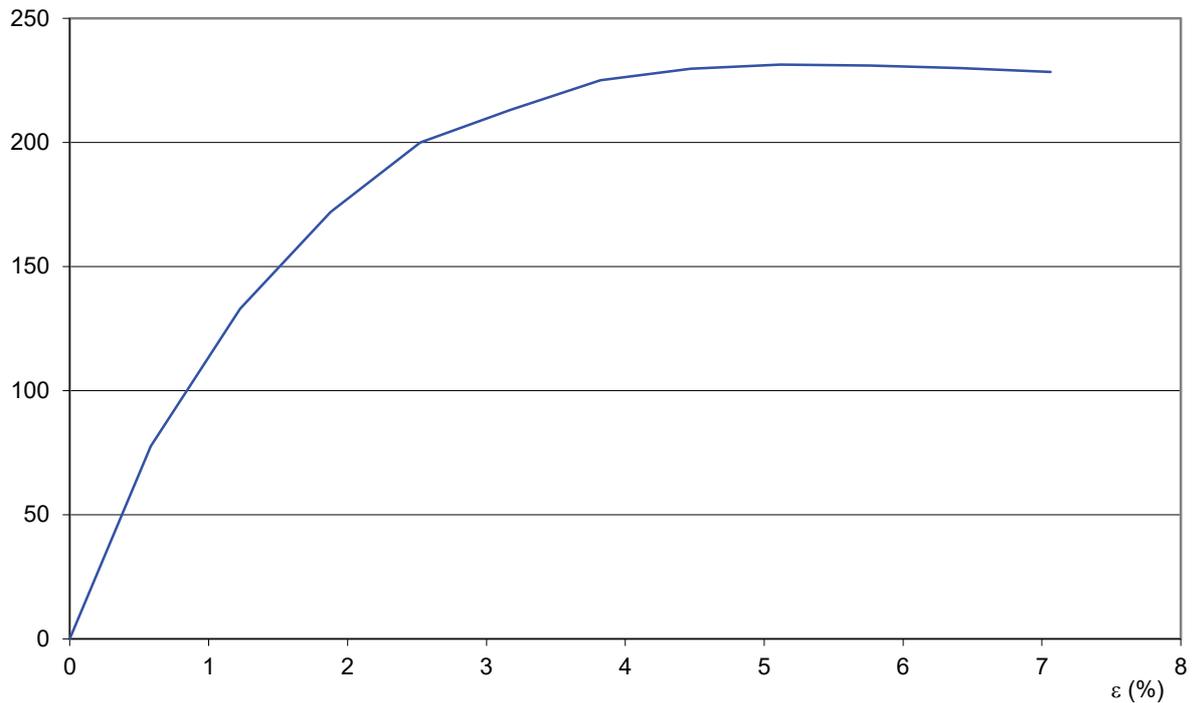
Norme di riferimento ASTM D 2166-00

V. A. 14/25 del 12/02/25 - Certificato n° 10288/25 del 24/02/25 (foglio 2 di 2)

Dati del committente

Committente	S.G.M. s.r.l.				
Località	C.da Scaro - Pozzallo (RG)				
Sondaggio	2	Campione	2	Profondità (mt)	7,00 - 7,50

S (KPa)



Deformazione assiale a rottura (%)	5,12
Tensione di compressione a rottura (KPa)	231,37
Velocità di deformazione (mm/min)	1

Il Direttore di Laboratorio
Dott. Giuseppe Astuti



Il Tecnico di Laboratorio
Dott. Antonio Borzi



PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Norme di riferimento ASTM D 3080-04

V. A. 14/25 del 12/02/25 - Certificato n° 10289/25 del 24/02/25 (foglio 1 di 5)

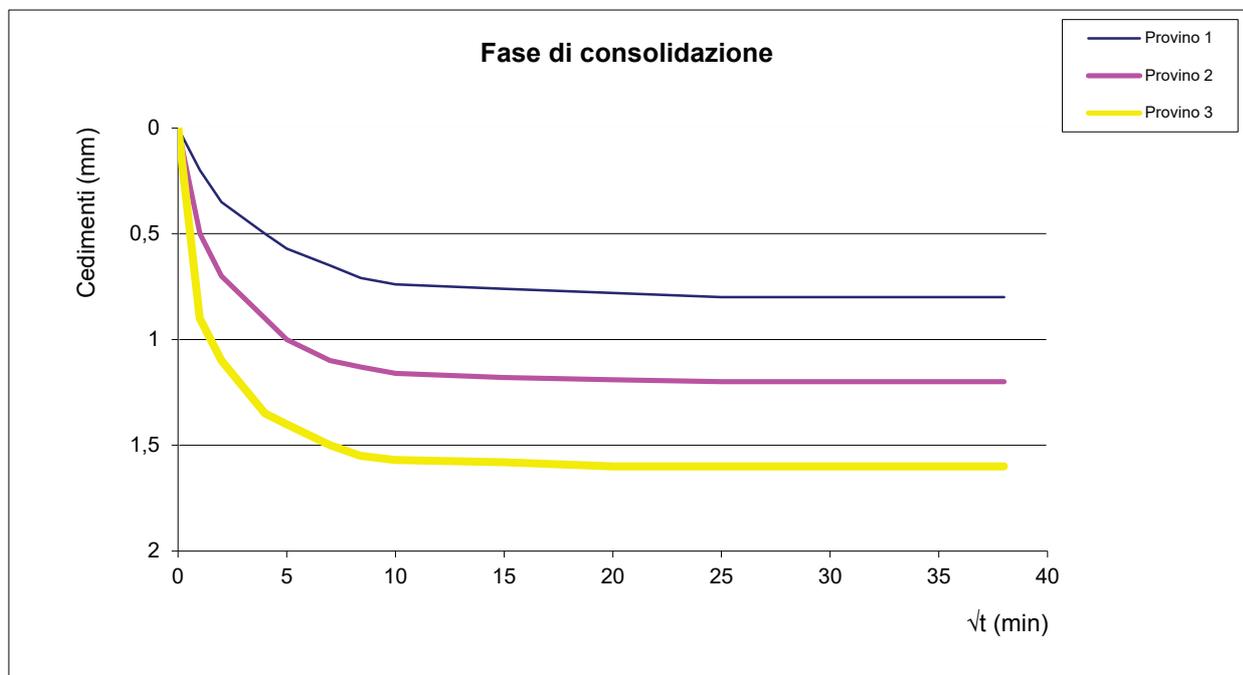
Dati del committente

Committente	S.G.M. s.r.l.				
Località	C.da Scaro - Pozzallo (RG)				
Sondaggio	2	Campione	2	Profondità (mt)	7,00 - 7,50

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE		Provino n. 1	Provino n. 2	Provino n. 3	
Altezza	H_0	20	20	20	mm
Lato	L	60	60	60	mm
Sezione	A	3600	3600	3600	mm ²

CARATTERISTICHE FISICHE INIZIALI		Provino n. 1	Provino n. 2	Provino n. 3	
Contenuto in acqua	W_0	19,02	18,96	19,15	%
Massa volumica umida	ρ	1,926	1,938	1,911	g/cm ³
Massa volumica secca	ρ_d	1,618	1,629	1,604	g/cm ³
Indice dei vuoti	e_0	0,669	0,657	0,683	
Grado di saturazione	Sr_0	77	78	76	%
Massa vol. dei grani (non determinato)	ρ_s	2,700	2,700	2,700	g/cm ³

METODO DI PREPARAZIONE DEI PROVINI		MODALITA' DI PROVA		
Ricompattati*	NO	Velocità di deformazione	0,002	mm/min
Parz. ricostituiti	NO	Tensione normale provino n. 1	100	KPa
Indisturbati	SI	Tensione normale provino n. 2	200	KPa
		Tensione normale provino n. 3	300	KPa



Il Direttore di Laboratorio
Dott. Giuseppe Astuti



Il Tecnico di Laboratorio
Dott. Antonio Borzi



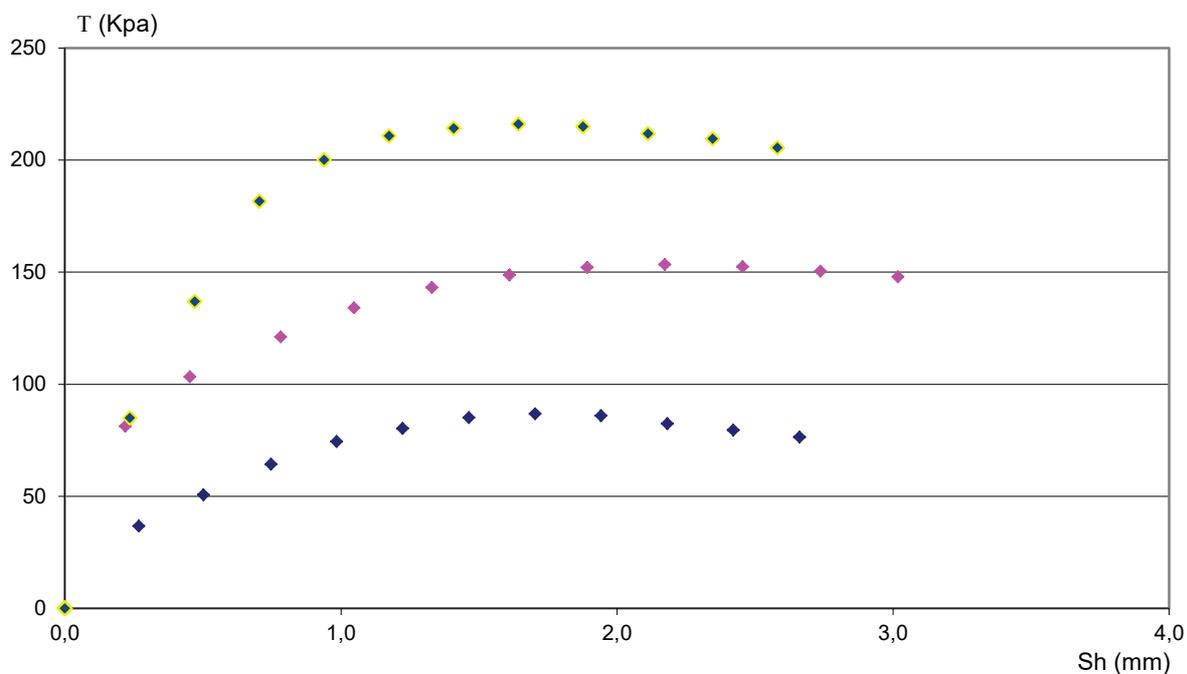
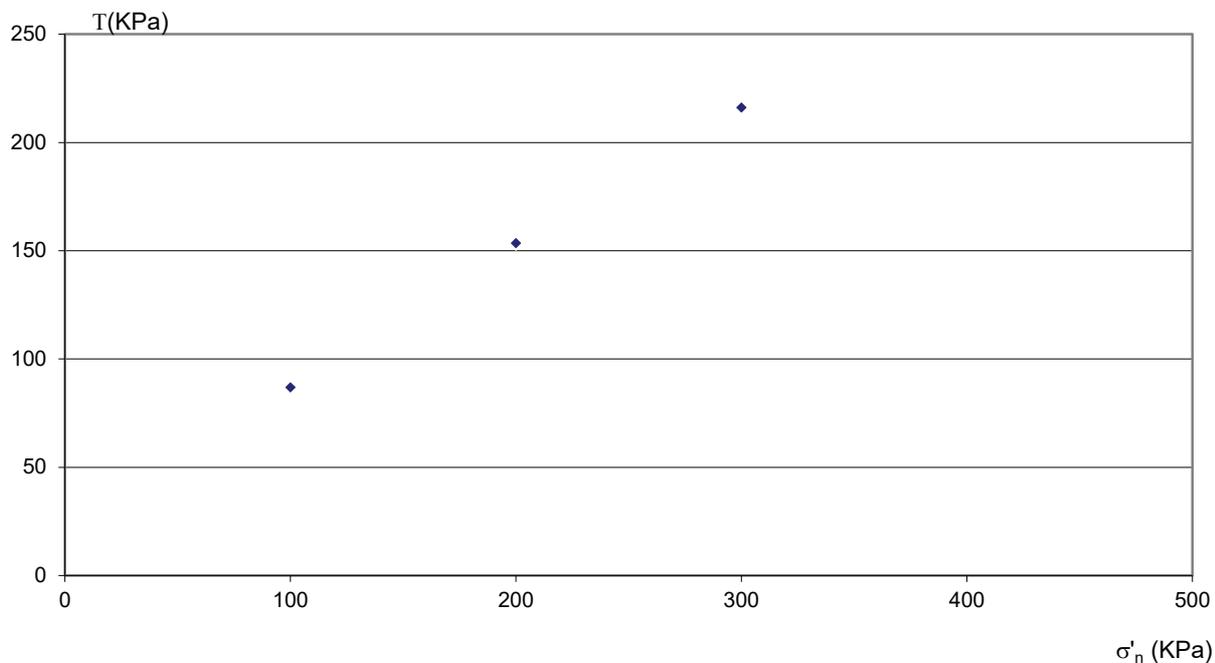
PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Norme di riferimento ASTM D 3080-04

V. A. 14/25 del 12/02/25 - Certificato n° 10289/25 del 24/02/25 (foglio 5 di 5)

Dati del committente

Committente	S.G.M. s.r.l.				
Località	C.da Scaro - Pozzallo (RG)				
Sondaggio	2	Campione	2	Profondità (mt)	7,00 - 7,50



Il Direttore di Laboratorio
Dott. Giuseppe Astuti

Il Tecnico di Laboratorio
Dott. Antonio Borzi

