

	PROGETTISTA		COMMESSA	UNITÀ
			023116	00
	LOCALITÀ	MESSINA (ME)	SPC. BE-E-94000	
	PROGETTO	Adeguamento Impianto di Compressione Gas di Messina	Fg. 1 di 44	Rev. 0

ADEGUAMENTO IMPIANTO DI COMPRESSIONE GAS DI MESSINA
RELAZIONE GEOLOGICA
COMPATIBILITA' GEOMORFOLOGICA
RISPOSTA SISMICA LOCALE

BALDELLI PIERAMELIO
 2023.11.16 10:04:42
 OdGeologi Marche n. 206
 CN=BALDELLI PIERAMELIO
 C=IT
 2.5.4.4=BALDELLI
 2.5.4.42=PIERAMELIO
 RSA/2048 bits

0	Emissione	Baldelli	Leotta	Bettinardi	Apr.21
Rev.	Descrizione	Elaborato	Verificato	Approvato	Data

	PROGETTISTA		COMMESSA	UNITÀ
			023116	00
	LOCALITÀ	MESSINA (ME)	SPC. BE-E-94000	
	PROGETTO	Adeguamento Impianto di Compressione Gas di Messina	Fg. 2 di 44	Rev. 0

INDICE

1	GENERALITA'	3
1.1	Normativa di riferimento	4
1.2	Attività svolte	5
2	DESCRIZIONE DEL PROGETTO	6
3	GEOLOGIA	7
3.1	Inquadramento geologico	7
3.2	Inquadramento geomorfologico	9
3.3	Inquadramento idrogeologico	12
4	INDAGINE GEOGNOSTICA	13
4.1	Litostratigrafia	14
4.2	Superficie piezometrica	15
5	SISMICITA'	16
6	VINCOLO IDROGEOLOGICO	28
7	CONCLUSIONI	30

ALLEGATI

ALLEGATO 1: STRAGRAFIE SONDAGGI (indagine geognostica 1979)

ALLEGATO 2: CENTRO IDRO-GEOTECNICO REPORT SULLE INDAGINI
GEOGNOSTICHE E GEOFISICHE - Anno 2014

	PROGETTISTA		COMMESSA	UNITÀ
			023116	00
	LOCALITÀ	MESSINA (ME)		
	PROGETTO	Adeguamento Impianto di Compressione Gas di Messina	Fg. 3 di 44	Rev. 0
			SPC. BE-E-94000	

1 GENERALITA'

La presente relazione, redatta su incarico della Snam Rete Gas, riferisce sugli aspetti geologici elaborati in relazione al Decreto Ministeriale 17/01/2018 – Norme Tecniche per le Costruzioni – per definire le tipologie e le verifiche agli stati limiti del terreno di fondazione in relazione alle strutture da realizzare. Si forniscono inoltre il giudizio sulla compatibilità geomorfologica e la risposta sismica locale.

Questa relazione si basa sui risultati della indagine geognostica e dei rilievi eseguiti nel novembre 2014 ad integrazione delle indagini già effettuate di cui i risultati sono riportati nella relazione geologica del Luglio 1995 e nella relazione geotecnica sempre del Luglio 1995. I dati disponibili sono stati sufficienti per l'inquadramento geologico dell'area e per valutare la fattibilità geologica degli interventi. La progettazione esecutiva delle singole opere andrà effettuata sulla base di apposite indagini geognostiche finalizzate alla verifica delle assunzioni litostratigrafiche effettuate in questa fase.

In ottemperanza al Decreto 17 gennaio 2018 – Norme per le Costruzioni, si sono acquisiti i dati ed eseguite le elaborazioni soprattutto per quanto riguarda la caratterizzazione sismica e le verifiche agli stati limite prescritte in tale norma, riprendendo le verifiche ed i calcoli già prodotti nelle relazioni su indicate.

L'area in esame è situata sullo sperone orientale della Sicilia, in località Carbonaio presso Faro Superiore, lungo il promontorio che dà origine a Capo Peloro, la cui punta dista pochi chilometri dalla centrale.

Le coordinate del sito di riferimento sono:

SISTEMA **WGS84** *Latitudine:* 38,273207° *Longitudine:* 15,587907°
SISTEMA **ED50** *Latitudine:* 38,274248° *Longitudine:* 15,588719°

Per una immediata localizzazione del sito oggetto dello studio si rimanda alla corografia a scala 1:10.000 riportata in Figura 10.

	PROGETTISTA		COMMESSA	UNITÀ
			023116	00
	LOCALITÀ	MESSINA (ME)		
	PROGETTO	Adeguamento Impianto di Compressione Gas di Messina	Fg. 4 di 44	Rev. 0

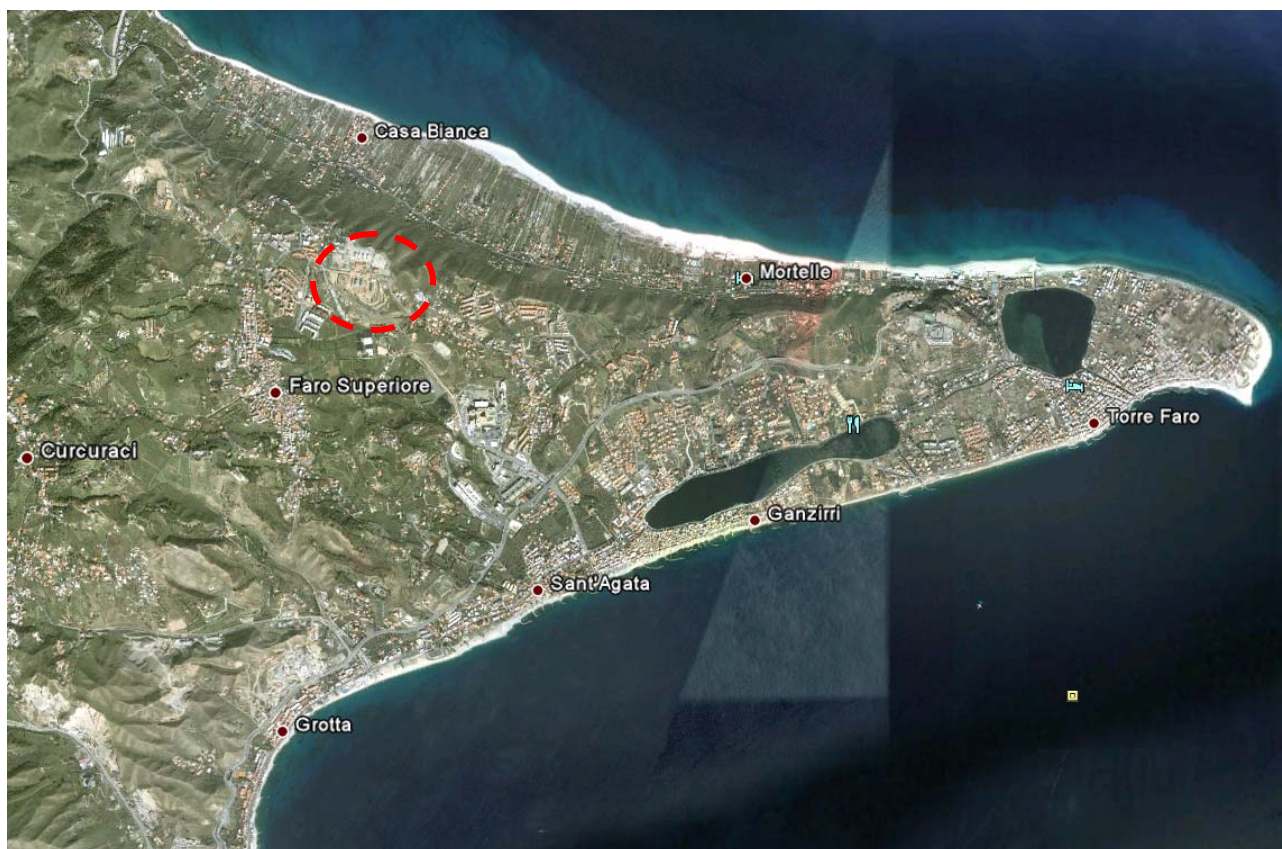


Figura 1 – corografia della zona di interesse. Su base Google Earth

1.1 Normativa di riferimento

Per la programmazione delle indagini geognostiche si è fatto riferimento alla seguente normativa, da utilizzare anche nella progettazione degli interventi:

- Decreto del Ministro dei LL.PP. del 11/3/1988 - Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.
- Circolare del Ministro dei LL.PP. n. 30483 del 24/9/1988 - Istruzioni riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.
- Circolare 9 gennaio 1996 n. 218/24/3 - Legge 2 febbraio 1974, n. 64. Decreto del Ministro dei Lavori Pubblici 11 marzo 1988. Istruzioni applicative per la redazione della relazione geologica e della relazione geotecnica.

	PROGETTISTA		COMMESSA	UNITÀ
			023116	00
	LOCALITÀ	MESSINA (ME)		
	PROGETTO	Adeguamento Impianto di Compressione Gas di Messina	Fg. 5 di 44	Rev. 0

- Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri 20 marzo 2003, n. 3274 (e successive modifiche ed integrazioni) - Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per la costruzione in zona sismica.
- Decreto del Presidente della Repubblica n. 380 del 6/6/2001 (e successive modifiche ed integrazioni) - Testo Unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia.
- Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri 20 marzo 2003, n. 3274 (e successive modifiche ed integrazioni) - Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per la costruzione in zona sismica.
- Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti di concerto con il Ministero dell'Interno ed il Dipartimento della Protezione Civile del 17/01/2018 - Norme Tecniche per le costruzioni.

Si sono inoltre considerati:

UNI EN 1997 – 1 Progettazione geotecnica, Parte 1: regole generali
UNI EN 1997 – 2 Progettazione geotecnica, Parte 2: indagini e prove nel sottosuolo
UNI EN ISO 22476 - 2 Prove in sito, Parte 2: prova di penetrazione dinamica

1.2 Attività svolte

L'impianto oggetto del progetto di adeguamento è già stato oggetto di indagini geognostiche e di rilievi geologici in occasione degli interventi eseguiti in passato.

La relazione è stata dunque redatta sulla base dei dati disponibili, aggiornando le elaborazioni in considerazione della nuova normativa che nel frattempo è entrata in vigore.

Si sono acquisiti i dati disponibili per il sito attraverso una ricerca bibliografica e della documentazione disponibile presso l'archivio Snam Rete Gas e presso il nostro.

I dati così acquisiti sono stati oggetto di elaborazione che hanno consentito di definire il quadro geologico, geomorfologico, idrogeologico e sismico e di valutare la fattibilità geologica di quanto in progetto, nonché le tematiche da affrontare in fase progettuale.

	PROGETTISTA		COMMESSA	UNITÀ
			023116	00
	LOCALITÀ	MESSINA (ME)		
	PROGETTO	Adeguamento Impianto di Compressione Gas di Messina	Fg. 6 di 44	Rev. 0
SPC. BE-E-94000				

2 DESCRIZIONE DEL PROGETTO

Il progetto si inserisce nelle opere di adeguamento dell'Impianto di compressione gas di Messina che riguardano la sostituzione di una unità di compressione a gas (TC-4) con due elettrocompressori (ELCO) di taglia 12 MW e l'adeguamento di parte del piping di centrale e la realizzazione di nuovi fabbricati.

Completano il progetto la realizzazione di opere accessorie consistenti nella realizzazione di un nuovo allaccio in Alta Tensione e relativo elettrodotto interrato, di una nuova sottostazione utente e di un nuovo collegamento interrato in media tensione con l'impianto di compressione gas. Queste opere non sono considerate per questo lavoro in quanto oggetto di un'apposita relazione redatta direttamente dai tecnici incaricati da TERNA.

Nel dettaglio le opere previste nella centrale sono di seguito riassunte:

- Realizzazione di un nuovo fabbricato ELCO per le nuove unità elettriche denominate EC-6 ed EC-7
- Realizzazione di un nuovo fabbricato denominato Sottostazione Elco per i quadri elettrici asserviti alle nuove unità di compressione elettriche
- Realizzazione di un nuovo fabbricato di media Tensione per il nuovo quadro elettrico di interfaccia con il nuovo allaccio di media tensione
- Realizzazione di un nuovo fabbricato Aria strumenti e deposito bombole
- Realizzazione di un nuovo fabbricato archivio
- Realizzazione di un nuovo fabbricato deposito fusti olio
- Sostituzione degli attuatori a gas con attuatori pneumatici per le unità esistenti TC-3/4/5
- Installazione di un package di produzione aria strumenti e relativo serbatoio di accumulo
- Smontaggio dell'unità TC-4 e relative apparecchiature e sistemazione dell'area con demolizione opere interrate come fondazioni, percorsi cavi e tubazioni
- Adeguamento piping di centrale e realizzazione nuove tubazioni e nuovi percorsi cavi elettrici/strumentazione/protezione catodica

Al fine di minimizzare i tempi di fermata della centrale, le opere sopra esposte saranno realizzate in 5 fasi di costruzione di seguito sintetizzate:

- FASE 0: predisposizione nuove linee di processo (collettori di aspirazione/ mandata/ riciclo/ vent) e linee ausiliarie
- FASE 1: esecuzione tie-ins per interconnessione nuove linee predisposte in FASE 0 con il piping esistente di centrale ed esecuzione tie-ins per disconnessione TC-4
- FASE 2: smontaggio unità di compressione TC-4 e bonifica area
- FASE 3: realizzazione nuovi fabbricati, installazione unità di compressione ELCO e relativi ausiliari, installazione package di produzione aria strumenti
- FASE 4: Esecuzione tie-ins interconnessione nuove unità ELCO al piping di centrale, commissioning nuove unità di compressione.

	PROGETTISTA		COMMESSA	UNITÀ
			023116	00
	LOCALITÀ	MESSINA (ME)	SPC. BE-E-94000	
	PROGETTO	Adeguamento Impianto di Compressione Gas di Messina	Fg. 7 di 44	Rev. 0

3 GEOLOGIA

3.1 Inquadramento geologico

L'area in esame è situata sullo sperone orientale dell'isola di Sicilia, in località Carbonaio presso Faro Superiore, a pochi chilometri da Capo Peloro.

La zona si colloca, in un contesto più generale, a ridosso della catena dei Monti Peloritani che, insieme all'Aspromonte, fa parte del complesso sistema geologico-strutturale denominato Arco Calabro-Peloritano.

Questo si estende, praticamente senza soluzione di continuità, dalla Campania alla Sicilia, costituendo il prolungamento settentrionale della Catena Maghrebide e quello meridionale della Catena Appenninica.

Esso deriva da un impilamento di falde di ricoprimento, la cui messa in posto è avvenuta durante la tetto-genesi Alpina (Cretace sup. – Miocene).

Litologicamente, la Catena Peloritana è costituita da un'ossatura premesozoica cristallina, dislocata in più scaglie e da una copertura sedimentaria mesozoica e terziaria, formata da serie flyschoidi alloctone e da terreni neogenici postorogenici.

L'evoluzione geodinamica dell'Arco Calabro-Peloritano comprende diverse dislocazioni superficiali, probabilmente ereditate da strutture antiche, che lo segmentano in più blocchi, separati da depressioni dove si sono accumulate serie neogeniche e quaternarie.

L'intensa attività tettonica plio-pleistocenica perdura tutt'ora ed ha portato al generalizzato sollevamento dell'area. I sedimenti pleistocenici si possono trovare anche a 1000 m di quota, come si può osservare in Calabria.

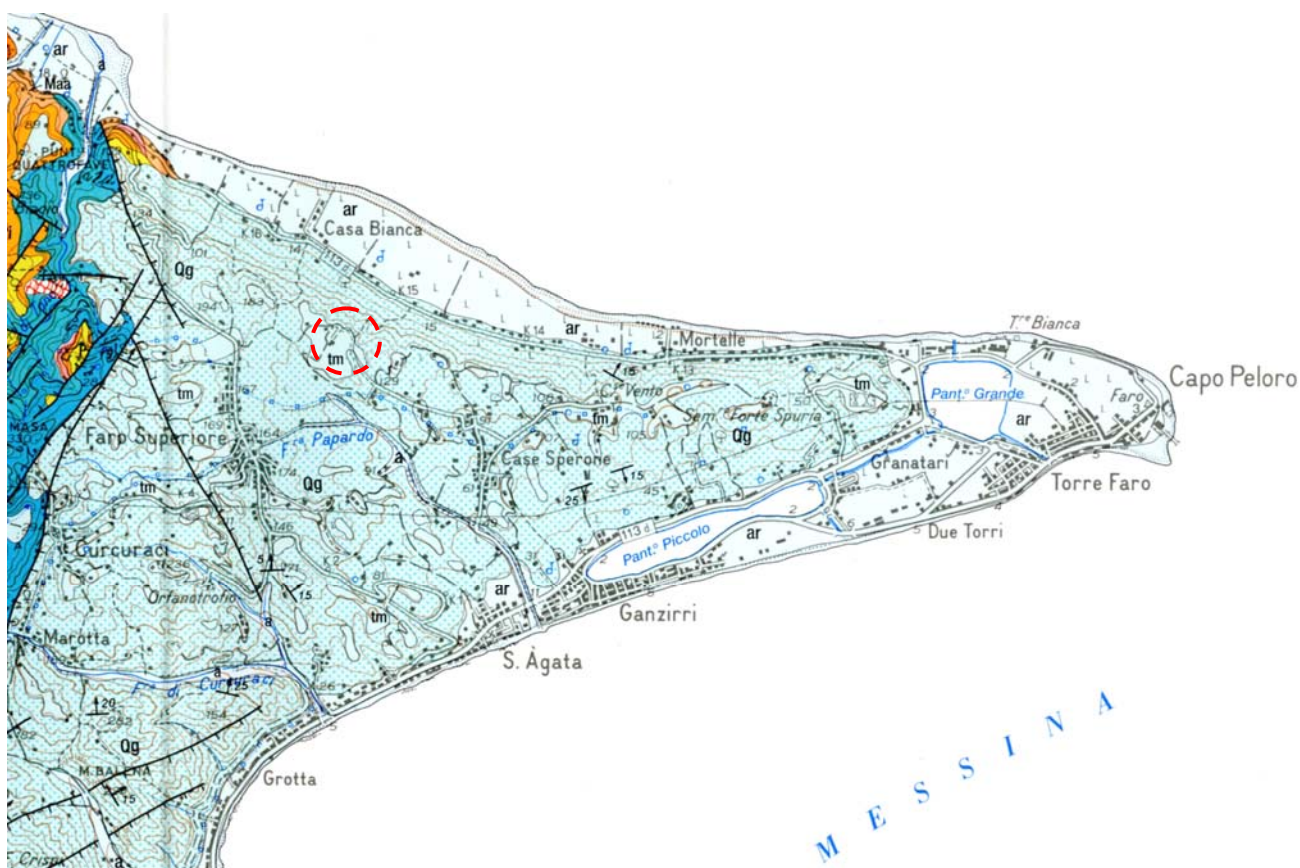
La successione dei terreni che si rinven-gono nel territorio di Messina può essere sintetizzabile come riportato nel seguito. La base è costituita da rocce cristalline, di origine metamorfica, che appartengono alla falda d'Aspromonte. Al di sopra del basamento cristallino si sono depositati, dal Tortoniano ad oggi, terreni di origine detritico-chimica i quali iniziano con un conglomerato formato da elementi cristallini provenienti dai terreni metamorfici dei Peloritani.

Verso l'alto questa formazione inizia gradualmente ad assumere una facies arenitica con elementi detritici a diversa granulometria. La successione prosegue poi con un'alternanza di argille marnose, marne, marne argillose, siltiti e siltiti marnose. Nella serie si incontra poi il calcare messiniano (Calcare di base) con una distribuzione areale abbastanza discontinua. I termini plio-pleistocenici della successione sono rappresentati dai Trubi (marne bianche a Globigerine), da sabbie e calcareniti e da argille azzurre.

I termini quaternari sono marcati da una sedimentazione sabbioso-ghiaiosa. A luoghi, questi sedimenti sono ricoperti da terrazzi marini, suddivisi in più ordini, costituiti da depositi granulari che mostrano, dal punto di vista granulometrico, un'ampia variabilità. Si passa infatti dalle sabbie fini limose alle sabbie grossolane con ghiaia e ciottoli.

	PROGETTISTA		COMMESSA	UNITÀ
	LOCALITÀ	MESSINA (ME)	023116	00
	PROGETTO	Adeguamento Impianto di Compressione Gas di Messina	Fg. 8 di 44	Rev. 0

Da un punto di vista tettonico, in grande la zona è suddivisibile in due fasi. La prima riguarda il trasporto dei terreni cristallini arrivati in falda; la seconda riguarda la fase orogenica che interessa tutti gli altri terreni. Una serie di dislocazioni a blocchi, limitati da faglie, caratterizza lo stile tettonico.



Qg: Ghiaie e sabbie di Messina (Pleistocene medio); **ar:** alluvioni recenti e pianure litorali (Olocene).

Figura 2 – stralcio della carta geologica a scala 1:50.000 (da: Carta geologica della Provincia di Messina; gennaio 2000).

Più nello specifico la zona di alto è costituita da conglomerati di ciottoli cristallini a cemento argillo-sabbioso. Gli elementi più grossolani sono costituiti da frammenti di litotipi cristallini (filladi, gneiss e paragneiss) anche se sono frequenti elementi sedimentari mesozoici (calcari, dolomie, marne ecc.). Tali depositi sono riferibili alla sedimentazione del Pleistocene medio.

Nelle zone più basse, prossime al livello del mare, sono invece presenti i depositi alluvionali che arrivano fino ai depositi recenti ed attuali. Si tratta di ghiaie e sabbie marine, sabbie, ghiaie ed argille fluviali dei depositi dell'Olocene

	PROGETTISTA		COMMESSA	UNITÀ
			023116	00
	LOCALITÀ	MESSINA (ME)		
	PROGETTO	Adeguamento Impianto di Compressione Gas di Messina	Fg. 9 di 44	Rev. 0
			SPC. BE-E-94000	

3.2 Inquadramento geomorfologico

Come richiamato nei paragrafi introduttivi, la zona in oggetto è situata lungo lo sperone orientale della Sicilia, a nord di Messina, che si allunga a dare origine a Capo Pelorio.

Si tratta di una zona di altopiano, caratterizzata da una superficie debolmente ondulata che, estendendosi su un allineamento Est-Ovest, degrada da quote prossime ai 180 m sul l.m. (in località Chioppazzo, 500 m ad Ovest dell'area in oggetto) fino a quote dell'ordine di 100 m (in località Case Vento, quasi 2 km verso Est rispetto all'area in oggetto). Più oltre, verso Est, il lembo di altopiano perde di continuità frazionandosi in cime isolate di modesti rilievi collinari.

Il versante meridionale di tale altopiano si raccorda al litorale Ionico tramite una fascia collinare, planimetricamente frastagliata, caratterizzata da medi o deboli pendenze.

Il versante settentrionale si affaccia sulle spiagge del litorale tirrenico con una ripida scarpata il cui andamento planimetrico debolmente concavo è appena movimentato dalle brevi incisioni torrentizie dello scarso drenaggio superficiale.

Nello specifico, l'area in oggetto, dove ricade l'impianto Snam Rete Gas, si presenta subpianeggiante su quote prossime ai 168 m sul l.m. ed è prospiciente alla scarpata settentrionale caratterizzata nei 100 m superiori da pendenze dell'ordine di 30° - 40°. Ai piedi della scarpata, una stretta fascia detritica raccorda la pendenza all'area pianeggiante litorale. Nella successiva Figura 3 è riportata una visa tridimensionale (con i dislivelli accentuati) del versante che degrada verso la piana costiera e che borda verso settentrione la zona dell'impianto Snam Rete Gas.

Nella Carta dei dissesti a scala 1:10.000, redatta nell'ambito del Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico dal Dipartimento Territorio e Ambiente – Servizio 4° "Assetto del Territorio e difesa del suolo" dell'Assessorato Territorio e Ambiente della Regione Sicilia, sono riportate alcune aree ad erosione accelerata in corrispondenza della scarpata in oggetto.

Nello stralcio di tale Carta dei Dissesti riportato in Figura 5 sono cartografate le aree individuate come in erosione accelerata più prossime alla zona dell'impianto.

Come si può osservare dalle successive Figura 3 e Figura 4, le aree indicate nel PAI come in erosione accelerata, sono completamente inerbite e senza evidenze di erosione attiva. Inoltre nella zona cartografa in erosione accelerata con la sigla 001-5MS-112, rappresentata in Figura 4, sono state realizzate delle opere trasversali (sistemazioni con fossetti presidiati da fascinate e palizzate) per contrastare tali processi. Queste osservazioni sono state confermate anche dal rilievo in sito, dal quale non sono emersi indizi di processi attivi significativi e la scarpata risulta manifestamente stabile.

L'area dell'impianto e quelle immediatamente circostanti risultano manifestamente stabili e privi di indizi riferibili a processi gravitativi o erosivi in atto o potenziali.

	PROGETTISTA		COMMESSA	UNITÀ
			023116	00
	LOCALITÀ	MESSINA (ME)		
	PROGETTO	Adeguamento Impianto di Compressione Gas di Messina	Fg. 10 di 44	Rev. 0



Figura 3 – vista prospettica della zona dell'impianto Snam Rete Gas situato nella zona pianeggiante alla sommità della scarpata poligenica che degrada fino alle quote della piana costiera. Da Google Earth. (la freccia rossa indica il nord).

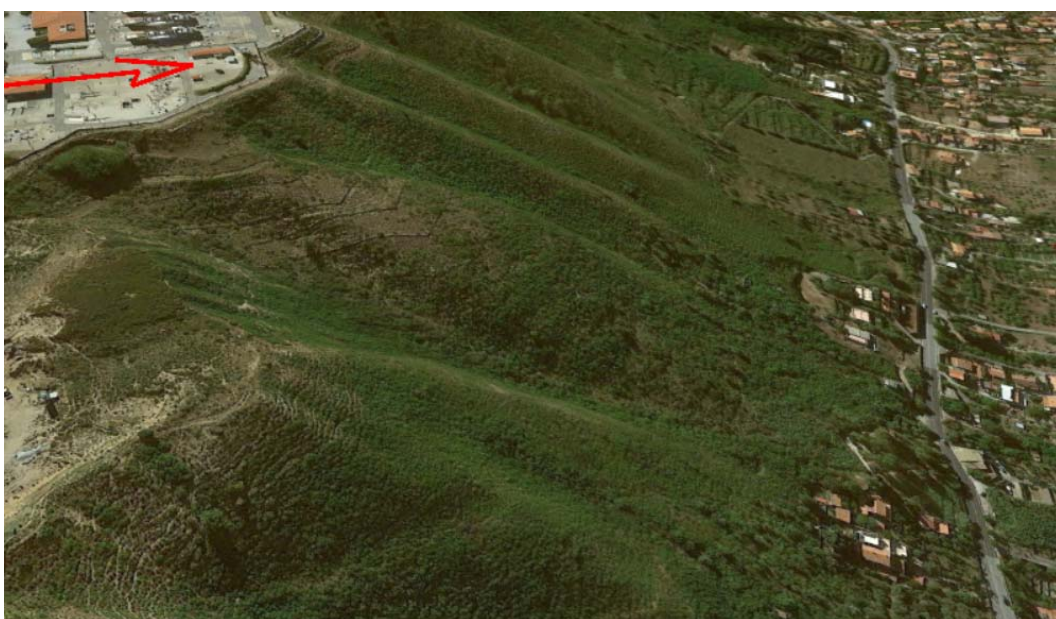


Figura 4 – dettaglio dell'immagine precedente dove si possono osservare le sistemazioni realizzate nel vallone principale subito a nord est dell'impianto Snam Rete Gas. Da Google Earth. (la freccia rossa indica il Nord).

	PROGETTISTA		COMMESSA	UNITÀ
	LOCALITÀ	MESSINA (ME)	023116	00
	PROGETTO	Adeguamento Impianto di Compressione Gas di Messina	SPC. BE-E-94000	Rev. 0
			Fg. 11 di 44	

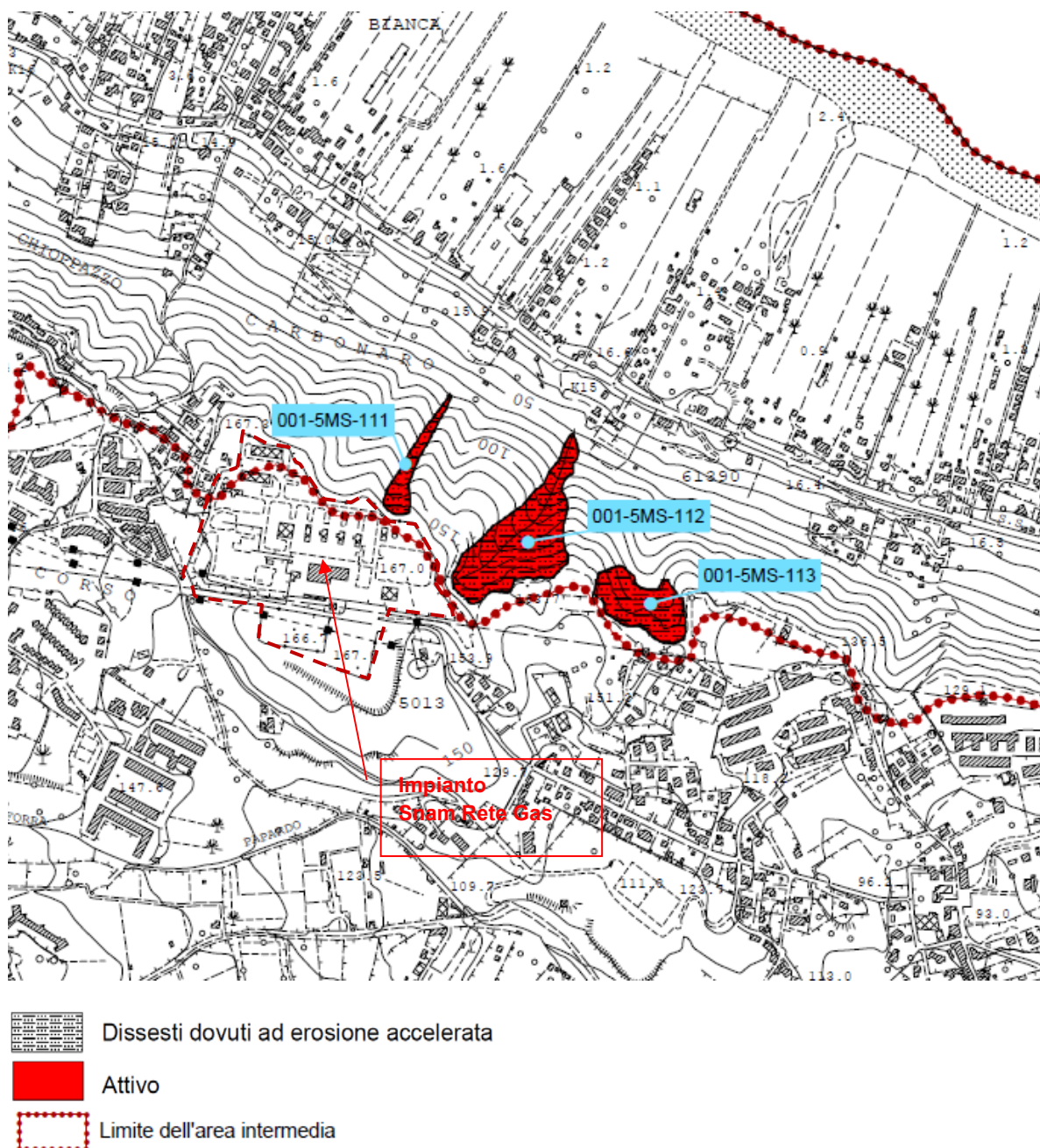


Figura 5 – stralcio della Carta dei Dissesti: Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI); I Dipartimento Territorio e Ambiente – Servizio 4° "Assetto del Territorio e difesa del suolo" dell'Assessorato Territorio e Ambiente della Regione Sicilia

	PROGETTISTA		COMMESSA	UNITÀ
			023116	00
	LOCALITÀ	MESSINA (ME)	SPC. BE-E-94000	
	PROGETTO	Adeguamento Impianto di Compressione Gas di Messina	Fg. 12 di 44	Rev. 0

3.3 Inquadramento idrogeologico

La natura granulometrica e tessiturale dei sedimenti presenti consente un'ottima infiltrazione delle acque di origine meteorica.

La circolazione idrica è invece caratterizzata dalla estrema variabilità granulometrica che presenta passaggi anche frequenti da zone a prevalente granulometria grossolana (ghiaie e ciottoli), dotate di alta permeabilità, a fasce di accumuli a granulometria più fine (sabbie) in cui il flusso dell'acqua viene rallentato.

Nell'ambito dei sedimenti presenti si riscontrano dunque situazioni estreme, rappresentate dai livelli più fini a scarsa permeabilità e dagli orizzonti di ghiaie e ciottoli altamente permeabili. Per il contesto di alto morfologico, marcato da ripide e alte scarpate, la circolazione idrica è comunque condizionata e drenata da questi elementi. In profondità si esclude quindi la presenza di falde idriche di una certa consistenza in grado di interagire con quanto in progetto.

	PROGETTISTA		COMMESSA	UNITÀ
			023116	00
	LOCALITÀ	MESSINA (ME)		
	PROGETTO	Adeguamento Impianto di Compressione Gas di Messina	Fg. 13 di 44	Rev. 0

4 INDAGINE GEOGNOSTICA

Per il sito sono disponibili le stratigrafie dei sondaggi eseguiti con la campagna geognostica del 1979 per la progettazione della stazione di compressione di Messina. Allora erano stati eseguiti n. 10 sondaggi geognostici a carotaggio continuo con prove penetrometriche in foro SPT. (purtroppo non è possibile ricostruire dove erano stati eseguiti ma danno indicazione sulla sostanziale uniformità stratigrafica del sito).

Successivamente, nel 2014, per la caratterizzazione litostratigrafica dell'area in oggetto si sono eseguite (per l'ubicazione si rimanda al report allegato):

- N. 3 prove penetrometriche statiche (CPT)
- N. 2 prove HVSR

L'omogeneità litologica dei depositi conglomeratici-sabbiosi con ciottoli che si riscontra nell'area in esame e sul fronte della scarpata settentrionale, già evidenziata dai 10 sondaggi della precedente campagna geognostica, è stata ulteriormente confermata con questa serie di indagini.

I sondaggi geognostici del 1979 sono arrivati a profondità di 12.5 – 25.0 m dal p.c. In corrispondenza delle verticali esplorate, sono state eseguite n. 77 prove penetrometriche dinamiche in foro (SPT). Sono stati prelevati 50 campioni semi disturbati su alcuni dei quali sono state effettuate prove di classificazione granulometrica che hanno confermato la generale omogeneità del fuso granulometrico nell'ambito della colonna stratigrafica. In corrispondenza delle verticali esplorate non sono state riscontrate percolazioni idriche significative né, tanto meno, la presenza della falda idrica.

Per la descrizione delle indagini, i certificati dei laboratori geotecnici si rimanda alle seguenti relazioni:

1. Aquater SpA, REL N° H9482, Commessa 359188, Potenziamento Importazione dall'Algeria: Metanodotto Moltalbano Elicona – Messina; Ampliamento della Centrale di Compressione di Messina – Relazione Geologica, Luglio '95.
2. Aquater SpA, REL N° H9483, Commessa 359188, Potenziamento Importazione dall'Algeria: Metanodotto Moltalbano Elicona – Messina; Ampliamento della Centrale di Compressione di Messina – Relazione Geotecnica, Luglio '95.

Nel 2014 si sono eseguite prove penetrometriche che hanno raggiunto, prima di andare a rifiuto, profondità molto più contenute dell'ordine di 4.2 – 8.6 m dal p.c.

Per l'esecuzione delle prove penetrometriche si è utilizzato un penetrometro statico carrellato da 100 kN con punta Begemann.

Per le caratteristiche complete della strumentazione si rimanda all'allegato report delle prove.

Le caratteristiche della strumentazione utilizzata per le prove HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio) sono descritte nel report descrittivo delle indagini eseguite (Allegato 2).

	PROGETTISTA		COMMESSA	UNITÀ
			023116	00
	LOCALITÀ	MESSINA (ME)	SPC. BE-E-94000	
	PROGETTO	Adeguamento Impianto di Compressione Gas di Messina	Fg. 14 di 44	Rev. 0

4.1 Litostratigrafia

La successione litostratigrafica dell'area di imposta della centrale di Messina è molto semplice, caratterizzata com'è dalla presenza dei depositi alluvionali quaternari praticamente in subaffioramento.

Questi depositi sono inoltre caratterizzati da una sostanziale omogeneità sia laterale che verticale. Si tratta in grande di successioni di sabbie grossolane con ghiaia fine, ad esclusione di lenti e livelli di sabbie medio-fini.

La successione litostratigrafica di interesse può essere schematizzata, sulla base delle stratigrafie dei sondaggi riportati in Allegato 1, nel modo seguente:

- **Terreno humificato – riporto di livellamento:** si tratta di sabbie e limi brunastri, humificati, o pietrisco di sottofondo. Per uno spessore di 0.5 -0.6 m a partire dal p.c.;
- **Sabbie e ghiaie:** sabbie grossolane con ghiaia fine diffusa, con ciottoli poligenici di natura prevalentemente cristallina, eterometrici, subarrotondati. A luoghi con presenza di lenti e livelli di sabbie medio-fini. L'addensamento è medio. Di colorazione giallo-ocracea o grigiastra, variegata. Per tutta la profondità investigata ed oltre.

Caratteristiche geotecniche (dalle indagini pregresse)

Sabbie e ghiaie (da 0.5÷0.6 m sino a 25 m di profondità)

• Peso di volume,	γ =	18.0	kN/m ³
• Densità relativa,	D_r ≥	60-80	%
• Angolo di resistenza al taglio,	ϕ' =	35	gradi
• Modulo di deformazione elastica	E =	50	MN/m ²
• Modulo di Poisson	ν =	0.3	

Più nel dettaglio, dalle prove penetrometriche eseguite in corrispondenza della zona più di interesse per questo progetto, si può ricavare la seguente successione stratigrafica:

- **R - Riporti:** la penetrometro sono caratterizzati da una bassa resistenza alla punta. Lo spessore è dell'ordine di 0.4 – 0.6 m;
- **SL - Sabbie limose mediamente addensate:** al penetrometro sono caratterizzate da una resistenza alla punta mediamente di 20 – 40 kg/cm² e valori di resistenza laterale molto bassa dell'ordine di 2 – 12 kg/cm². Si tratta di sabbie limose e limi argillo-sabbiosi mediamente consistenti e addensati. Fino alla profondità di 3.2 – 4.0 m dal p.c.;
- **SG - Sabbie e ghiaie:** presentano una resistenza alla punta variabile in funzione del grado di addensamento. Generalmente è abbastanza alto fino a portare a rifiuto la prova. Mediamente la resistenza alla punta è superiore a 50 kg/cm². La resistenza laterale cresce di molto rispetto al livello soprastante e si attesta a valori maggiori di

	PROGETTISTA		COMMESSA	UNITÀ
			023116	00
	LOCALITÀ	MESSINA (ME)	SPC. BE-E-94000	
	PROGETTO	Adeguamento Impianto di Compressione Gas di Messina	Fg. 15 di 44	Rev. 0

20 – 25 kg/cm². A partire dalla profondità di 3.2 – 4.0 m fino alle massime profondità raggiunte che hanno portato a rifiuto le prove penetrometriche.

Sulla base dei dati penetrometrici si possono ricostruire i seguenti parametri geotecnici di riferimento:

Litotipo	Angolo di attrito	Modulo edometrico	Peso di volume
	φ' (°)	M' (kg/mc ²)	γ (t/m ³)
SL – Sabbie limose	30 - 34	40 - 60	1.9 – 2.0
SG – sabbie ghiaiose	33 - 36	45 - 70	2.0 – 2.1

Tabella 1 – parametri geotecnici riferiti ai litotipi riscontrati in corrispondenza delle strutture in progetto.

In allegato si riportano i grafici ed i dati penetrometrici relativi alle prove effettuate.

4.2 Superficie piezometrica

Nel corso delle indagini geognostiche non è stata riscontrata la presenza della superficie piezometrica sino alla massima profondità investigata. Sulla base dei dati stratigrafici in possesso ed in relazione alle condizioni morfologiche di alto strutturale, si esclude la presenza di falde idriche in grado di influenzare la struttura in progetto.

	PROGETTISTA		COMMESSA	UNITÀ
			023116	00
	LOCALITÀ	MESSINA (ME)	SPC. BE-E-94000	
	PROGETTO	Adeguamento Impianto di Compressione Gas di Messina	Fg. 16 di 44	Rev. 0

5 SISMICITA'

I principali sismi avvenuti dal 1908 al 1976 nella zona dello stretto sono legati all'ultima fase tettonica di tipo distensivo. I meccanismi focali di questi terremoti sono compatibili con una serie di faglie normali ad orientamento NE-SO.

Lo stretto di Messina è una regione sismica particolarmente attiva che porta ancora le tracce materiali degli effetti prodotti dagli ultimi grandi terremoti. Questi nel 1793 (4 sismi principali) hanno raggiunto un grado di intensità sismica pari a $M = 7$, mentre quello del 28 dicembre 1908 ha raggiunto una magnitudo pari a $M = 7.2$.

Tale sisma, la cui zona epicentrale risultò essere localizzata nello Stretto, provocò in entrambe le sponde più di 100.000 vittime; causò anche vistosi fenomeni di correnti di torbida e liquefazione dei sedimenti oltre al maremoto successivo al sisma.

Nel catalogo DBMI15 del GNDT sono riportati i seguenti eventi sismici principali:

File downloaded from CPTI15-DBMI15 v3.0

Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani - Database Macrosismico Italiano

Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV)

Seismic history of	Messina
PlaceID	IT_66973
Coordinates (lat, lon)	38.185, 15.555
Municipality (ISTAT 2015)	Messina
Province	Messina
Region	Sicilia
No. of reported earthquakes	176

Int. at place	N	Year	Mo	Da	Ho	Mi	Epicentral Area	LatDef	LonDef	DepDef	IoDef	MwDef
10	21	1169	2	4	7		Sicilia sud-orientale	37,215	14,949		10	6,5
8	23	1172	9	26	13	40	Messina	38,185	15,555		8	5,56
6-7	41	1255	11	17	10		Messina	38,185	15,555		6-7	4,86
6-7	154	1429	11	10	16	20	Messina	38,185	15,555		6-7	4,86
5	162	1448					Messina	38,185	15,555		5	4,16
7-8	224	1494	5	29	2	15	Messina	38,185	15,555		7-8	5,33
7-8	237	1499	11	9			Messina	38,185	15,555		7-8	5,33
9	259	1509	2	25	22	20	Stretto di Messina	38,099	15,684		8	5,56
5	274	1513	8	25			Messina	38,185	15,555		5	4,16
10	322	1542	12	10	15	15	Sicilia sud-orientale	37,215	14,944		10	6,68
5	330	1549	4				Messina	38,185	15,555		5	4,16

	PROGETTISTA 							COMMESSA 023116	UNITÀ 00
	LOCALITÀ MESSINA (ME)							SPC. BE-E-94000	
	PROGETTO Adeguamento Impianto di Compressione Gas di Messina							Fg. 17 di 44	Rev. 0

5-6	357	1566	11	30			Etna - Versante settentrionale	37,877	14,948		6-7	3,47
7	394	1599	8				Stretto di Messina	38,147	15,601		7	5,1
5	402	1601					Messina	38,185	15,555		5	4,16
9	408	1609	7	20			Calabria centrale	38,925	16,373		8-9	5,8
9	415	1613	8	25	5		Monti Nebrodi	38,122	14,788		8	5,56
6-7	451	1635	8	12			Messina	38,185	15,555		5-6	4,4
11	453	1638	3	27	15	5	Calabria centrale	39,048	16,289		11	7,09
6-7	479	1649	1				Stretto di Messina	38,185	15,555		5-6	4,4
10	488	1659	11	5	22	15	Calabria centrale	38,694	16,249		10	6,57
8-9	549	1693	1	9	21		Sicilia sud-orientale	37,141	15,035		8-9	6,07
11	551	1693	1	11	13	30	Sicilia sud-orientale	37,14	15,013		11	7,32
6	555	1693	4	1	7	50	Ionio meridionale	37,587	15,309		6	4,63
6-7	565	1694	5	16			Sicilia orientale	37,558	15,127		5-6	4,4
10	566	1694	9	8	11	40	Irpinia-Basilicata	40,862	15,406		10	6,73
5-6	609	1706	3	19			Stretto di Messina	38,203	15,641		5-6	4,76
5	619	1711	2	21			Stretto di Messina	38,147	15,601		5	4,16
5-6	620	1711	3	14			Stretto di Messina	38,147	15,601		5	4,16
6-7	631	1715	3				Sicilia nord-orientale	38,204	15,398		6	4,63
7	635	1716	12	1			Catania	37,502	15,087		6	4,63
7-8	639	1717	4	22			Monti Peloritani	38,099	15,211		6-7	4,91
5-6	640	1717	6	15			Ionio meridionale					
6-7	650	1720	9	12			Calabria meridionale	38,228	15,887		5-6	4,4
8-9	663	1726	9	1	21	55	Tirreno meridionale	38,115	13,362		7-8	5,48
7-8	665	1727	1	7			Val di Noto	36,915	15,046		6-7	4,64
6-7	676	1729	6	29	13		Golfo di Patti	38,154	15,139		6-7	4,86
5-6	689	1732	3	28			Monti Peloritani	38,169	15,335		5	4,16
6	699	1735	9	6			Vibonese	38,678	16,129		6	4,82
9-10	733	1743	2	20			Ionio settentrionale	39,847	18,774		9	6,68
9-10	736	1743	12	7	7	45	Calabria centrale	38,704	16,354		8-9	5,88
8-9	753	1749	8				Messina	38,185	15,555		8-9	5,8
6-7	818	1770	6	8			Stretto di Messina	38,108	15,647		5-6	4,4
D	845	1777	6	6	16	15	Tirreno meridionale					
7-8	868	1780	3	28			Sicilia nord-orientale	37,866	15,316		7-8	5,52
7-8	869	1780	4	9			Stretto di Messina	38,185	15,555		6-7	4,86
11	892	1783	2	5	12		Calabria meridionale	38,297	15,97		11	7,1
9-10	893	1783	2	6	0	20	Stretto di Messina					
10-11	894	1783	2	7	13	10	Calabria centrale	38,58	16,201		10-11	6,74
9-10	895	1783	3	1	1	40	Calabria centrale					
11	896	1783	3	28	18	55	Calabria centrale	38,785	16,464		11	7,03
6-7	897	1783	4	26	2	10	Sicilia nord-orientale	38,204	15,398		5-6	4,4

	PROGETTISTA 							COMMESSA 023116	UNITÀ 00
	LOCALITÀ MESSINA (ME)							SPC. BE-E-94000	
	PROGETTO Adeguamento Impianto di Compressione Gas di Messina							Fg. 18 di 44	Rev. 0

7-8	907	1785	3	17	3	33	Stretto di Messina	38,185	15,555		6-7	4,86
9	920	1786	3	10	14	10	Golfo di Patti	38,102	15,021		9	6,14
5	931	1787	9	20	4		Messina	38,185	15,555		5	4,16
7	941	1789	2	7			Calabria meridionale	38,391	15,875		7	5,1
5-6	1038	1817	10	19	2	30	Messina	38,185	15,555		5-6	4,4
9-10	1040	1818	2	20	18	15	Catanese	37,603	15,14		9-10	6,28
7-8	1043	1818	9	8	9	50	Monti Madonie	37,813	14,082		7-8	5,34
8	1046	1819	2	24	23	20	Monti Madonie	37,939	14,042		7-8	5,37
8-9	1060	1823	3	5	16	37	Sicilia settentrionale	38,185	14,344		8	5,81
6-7	1089	1830	7	13	15		Reggio di Calabria	38,108	15,647		5-6	4,4
6-7	1093	1831	1	28			Milazzo	38,224	15,24		5-6	4,4
5	1160	1839	8	27			Stretto di Messina	38,147	15,601		5	4,16
7-8	1164	1841	1	3	22		Stretto di Messina	38,108	15,647		6-7	4,86
5	1170	1841	8	15	2		Stretto di Messina	38,147	15,601		5	4,16
8-9	1193	1848	1	11	12		Golfo di Catania	37,428	15,25		7-8	5,51
6	1215	1851	4	11	6		Stretto di Messina	38,147	15,601		5	4,16
10	1235	1854	2	12	17	50	Cosentino	39,256	16,295		10	6,34
6-7	1333	1869	11	28			Vibonese	38,754	16,124		5-6	4,6
10	1342	1870	10	4	16	55	Cosentino	39,22	16,331		9-10	6,24
6	1389	1876	9	12	23	8	Reggio di Calabria	38,018	15,852		5	4,16
5	1486	1884	1	10	20	35	Etna - Versante settentrionale	37,859	15,043		6	3,19
5	1489	1884	5	4	20	13	Calabria centrale	38,81	16,306		4	4,29
9	1538	1887	12	3	3	45	Calabria settentrionale	39,564	16,221		8	5,55
5	1554	1889	10	5	13	52	Calabria meridionale	38,484	15,953		5	4,53
5	1584	1892	1	22	23	47	Monti Iblei	37,189	14,778		5	4,41
8	1587	1892	3	16	12	38	Alicudi	38,552	14,605		7	5,24
6-7	1611	1893	4	22	3	20	Monti Nebrodi	38,001	15,028		6-7	4,83
6	1618	1894	2	20			Monti Peloritani ?	37,926	15,076		5	4,33
9	1626	1894	11	16	17	52	Calabria meridionale	38,288	15,87		9	6,12
7	1630	1894	12	27			Filicudi	38,56	14,581		6	4,99
HF	1634	1895	3	9	22	4	Tirreno meridionale	38,379	15,506		5	4,67
5-6	1660	1895	7	26	17	44	Calabria meridionale	38,286	15,858		5	4,32
5-6	1672	1895	11	18	16	32	Oppido Mamertina	38,234	15,769		5	4,61
HF	1678	1896	4	1	7	18	Calabria meridionale	38,174	15,756		5	4,27
5	1683	1896	9	17	14	51	Calabria meridionale	38,211	16,039		5	4,38
5-6	1694	1897	2	11	23	33	Ionio meridionale	37,246	16,311		5	5,03
6-7	1703	1897	5	28	22	40	Ionio	36,991	18,487		6	5,46
6-7	1734	1898	8	12			Sicilia nord-orientale	38,181	15,386		6-7	4,82
6-7	1738	1898	9	17	14	26	Monforte San Giorgio	38,174	15,408		5-6	4,01
6	1739	1898	11	3	5	59	Calatino	37,259	14,546		5-6	4,51

	PROGETTISTA 							COMMESSA 023116	UNITÀ 00
	LOCALITÀ MESSINA (ME)							SPC. BE-E-94000	
	PROGETTO Adeguamento Impianto di Compressione Gas di Messina							Fg. 19 di 44	Rev. 0

5-6	1804	1901	12	13	0	10	Calabria	38,651	16,191		5	4,81
5-6	1831	1903	7	13	8	19	Calatino	37,154	14,575		5	4,14
10-11	1883	1905	9	8	1	43	Calabria centrale	38,811	16		10-11	6,95
9	1931	1907	10	23	20	28	Aspromonte	38,086	15,985		8-9	5,96
6	1967	1908	11	5	16	50	Calabria meridionale	38,071	16,014		6	4,58
7	1970	1908	12	10	6	20	Monti Peloritani	38,059	15,036		7	5,11
11	1972	1908	12	28	4	20	Stretto di Messina	38,146	15,687		11	7,1
7-8	1978	1909	1	23	18	28	Stretto di Messina	38,187	15,624		7	5,15
8	1987	1909	7	1	6	24	Stretto di Messina	38,147	15,601		8	5,49
4-5	1999	1909	11	20	12	51	Stretto di Messina	38,203	15,596		3-4	3,46
5	2000	1909	11	20	20	50	Stretto di Messina	38,22	15,638		4	3,7
5-6	2012	1910	3	31	18	38	Catanzarese	38,947	16,509		4-5	3,93
9	2015	1910	6	7	2	4	Irpinia-Basilicata	40,898	15,421		8	5,76
6	2017	1910	6	13	23	43	Calabria meridionale	38,009	15,785		5	4,36
6	2025	1910	11	18	2	42	Tirreno meridionale	38,495	15,395		5	4,16
5	2026	1910	12	12	6	7	Calabria centrale	38,608	16,068		4	3,7
5	2036	1911	3	11	3	29	Calabria meridionale	38,333	15,95		5	4,42
5-6	2070	1912	12	22	8	5	Stretto di Messina	38,206	15,617		5-6	4,68
8-9	2079	1913	6	28	8	53	Calabria settentrionale	39,531	16,239		8	5,64
8	2087	1913	10	4	18	26	Molise	41,513	14,716		7-8	5,35
11	2110	1915	1	13	6	52	Marsica	42,014	13,53		11	7,08
6-7	2118	1915	1	18	23	30	Cosentino	39,41	16,245		6-7	4,97
5-6	2134	1915	9	11	8	25	Stretto di Messina	38,126	15,627		5	4,16
6-7	2149	1916	7	3	23	21	Isola di Stromboli	38,9	15,291		5-6	4,66
5-6	2233	1919	3	18	14	17	Messina	38,178	15,485		5	4,16
5-6	2274	1921	6	19	12	52	Calabria meridionale	38,321	15,955		5	4,43
5-6	2298	1923	8	16	12	50	Stretto di Messina	38,178	15,485		4-5	3,93
7-8	2349	1926	8	17	1	42	Isole Eolie	38,565	14,836		7-8	5,28
8	2373	1928	3	7	10	55	Calabria centro-meridionale	38,686	15,936		7-8	5,87
4-5	2390	1929	2	22	8	17	Stretto di Messina	38,147	15,601		4	3,7
7-8	2413	1930	3	26	10	52	Tirreno meridionale	38,547	14,471		6-7	4,92
5-6	2428	1930	10	9	4	33	Ionio settentrionale	39,143	18,037		5	4,78
5	2464	1932	5	22	17	1	Sicilia nord-orientale	38,014	15,347		4	4,99
6-7	2493	1934	9	11	1	19	Sicilia centro-settentrionale	37,438	14,58		5-6	4,84
5-6	2512	1936	4	7	5	41	Calabria centrale	38,674	16,126		5-6	4,72
6-7	2519	1936	10	8	8	4	Patti	38,169	15,002		5-6	4,61
7	2546	1939	1	27	20	10	Isole Eolie	38,565	14,748		7	5,1
8	2558	1940	1	15	13	19	Tirreno meridionale	38,076	13,429		7-8	5,29
7-8	2576	1941	5	22	6	16	Isola di Stromboli	38,806	15,235		7-8	5,33
6	2612	1946	3	15	7	2	Stretto di Messina	38,147	15,601		5	4,16

	PROGETTISTA 							COMMESSA 023116	UNITÀ 00
	LOCALITÀ MESSINA (ME)							SPC. BE-E-94000	
	PROGETTO Adeguamento Impianto di Compressione Gas di Messina							Fg. 20 di 44	Rev. 0

9	2622	1947	5	11	6	32	Calabria centrale	38,652	16,518		8	5,7
4	2625	1947	10	17			Messina	38,185	15,555		4	3,7
7	2659	1949	10	8	3	8	Sicilia sud-orientale	36,915	14,686		7	5,1
5-6	2671	1950	4	10	3	55	Stretto di Messina	38,147	15,601		4-5	3,93
5-6	2675	1950	7	18	23	52	Sicilia nord-orientale	38,146	15,434		5-6	4,71
5-6	2678	1950	12	9	14	45	Stretto di Messina	38,131	15,505		5-6	4,4
6	2703	1953	2	25	0	7	Vibonese	38,676	16,065		5-6	4,88
6-7	2805	1959	12	23	9	29	Piana di Catania	37,357	14,908		6-7	5,11
5-6	2831	1961	3	24	10	36	Calabria meridionale	38,174	15,654		5-6	4,62
6-7	2867	1963	6	13	8	37	Isole Eolie	38,566	14,825		6	4,67
3-4	2924	1967	8	15	7	6	Tirreno meridionale	38,71	15,28	2		4,57
8	2930	1967	10	31	21	8	Monti Nebrodi	37,862	14,413		8	5,33
5	2933	1967	12	9	3	9	Adriatico centrale	42	16,41	66		4,36
10	2941	1968	1	15	2	1	Valle del Belice	37,756	12,981		10	6,41
4	2963	1968	5	19	9	37	Tirreno meridionale	38,52	14,82	39		4,9
4	3012	1970	8	16	10	45	Ionio meridionale	37,88	16,46	53		4,36
5	3029	1971	2	19	18	50	Monti Peloritani	38,051	15,182		5	4,54
7-8	3108	1975	1	16	0	9	Stretto di Messina	38,114	15,643		7-8	5,18
5-6	3153	1976	9	17	1	23	Monti Nebrodi	37,854	14,276		5-6	4,55
6-7	3171	1977	6	5	13	59	Monti Nebrodi	37,893	14,344		6-7	4,61
5-6	3178	1977	8	15	21	10	Calabria centrale	38,789	17,026	57,6		5,21
8	3191	1978	3	11	19	20	Aspromonte	38,055	16,073	26,1	8	5,22
8	3194	1978	4	15	23	33	Golfo di Patti	38,385	15,086	17,9	8	6,03
5	3209	1979	1	16	19	27	Golfo di Patti	38,291	15,033	16,4	5	4,35
7	3229	1980	2	20	2	34	Cosentino	39,327	16,221		6-7	4,42
6-7	3239	1980	5	28	19	51	Tirreno meridionale	38,483	14,27	18,9	5-6	5,66
10	3256	1980	11	23	18	34	Irpina-Basilicata	40,842	15,283		10	6,81
D	3298	1980	12	9	5	50	Golfo di Sant'Eufemia	38,779	16,185		6-7	4,67
5	3444	1985	5	14	5	44	Stretto di Messina	38,206	15,683	9,9	4-5	3,84
3-4	3515	1987	2	2	16	8	Sicilia centro-orientale	37,747	14,711	13,5		4,44
7-8	3642	1990	12	13	0	24	Sicilia sud-orientale	37,306	15,429	10		5,61
6	3769	1995	7	23	18	44	Isole Eolie	38,575	14,647	10,8	6	4,63
5-6	3929	1998	2	8	1	12	Aspromonte	38,133	15,828	24,8	5	3,91
6	3981	1999	2	14	11	45	Golfo di Patti	38,226	15,021	20,6	6	4,66
5	4012	2000	3	17	3	52	Calabria meridionale	37,953	15,951	7,9	5	4,05
4	4070	2001	5	17	11	43	Tirreno meridionale	38,959	15,529	239,3	4	4,97
5-6	4123	2002	4	5	4	52	Isole Eolie	38,446	15,064	10	5-6	4,49
6	4132	2002	9	6	1	21	Tirreno meridionale	38,364	13,687	9,6	6	5,92
8	4159	2002	10	29	10	2	Etna - Bongiardo (S. Venerina)	37,674	15,143	-0,6	8	4,75
5	4287	2006	2	27	4	34	Monti Peloritani	38,155	15,2	9,2	5	4,38

	PROGETTISTA 		COMMESSA 023116	UNITÀ 00
	LOCALITÀ MESSINA (ME)		SPC. BE-E-94000	
	PROGETTO Adeguamento Impianto di Compressione Gas di Messina		Fg. 21 di 44	Rev. 0

5	4418	2009	12	19	9	1	Etna - Maletto	37,807	14,865	31,8	6	4,39
5-6	4451	2011	6	23	22	2	Monti Nebrodi	38,064	14,784	7,3	5-6	4,7
5-6	4541	2013	1	4	7	50	Monti Nebrodi	37,881	14,719	9,6	5	4,37
5-6	4556	2013	8	15	23	6	Monti Peloritani	38,162	14,913	24,8	5-6	4,38
5	4565	2014	1	14	3	43	Isole Eolie	38,392	14,904	17,3		4,1

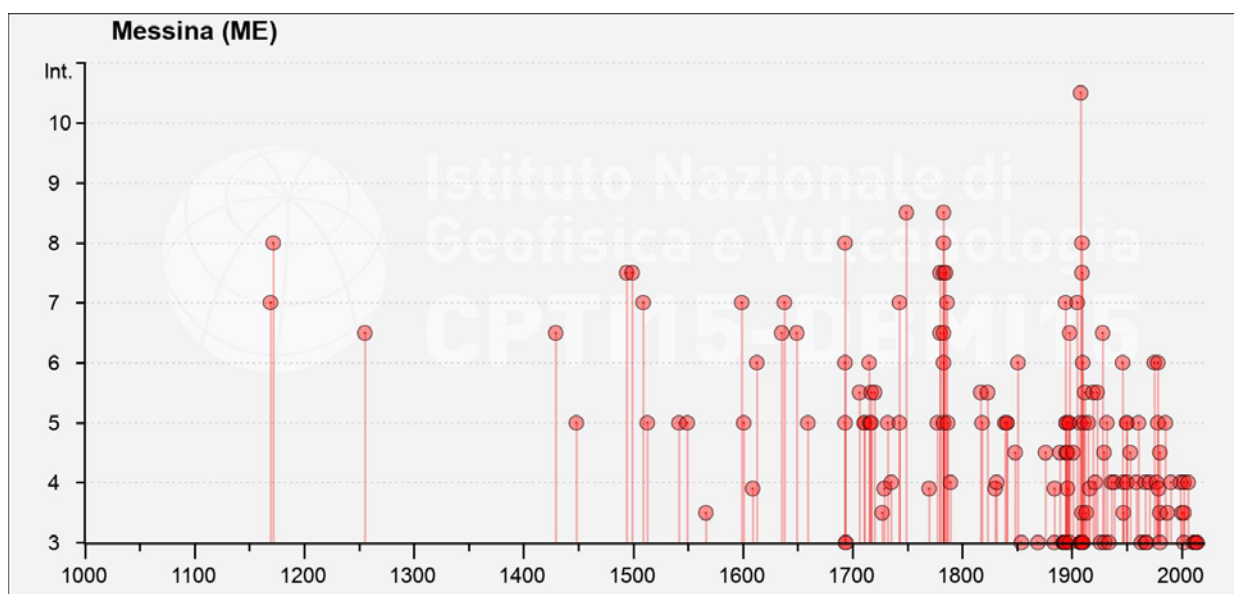


Tabella 2 – Sismicità storica risentita a Messina: DBMI15; INGV – Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia

L'intensità massima risentita nella zona, come risulta dal catalogo del Servizio Sismico Nazionale, non ha superato in epoca storica il valore del X - XI grado MCS.

Per caratterizzare la sismicità dell'area si è fatto riferimento, oltre che alla normativa vigente, ai dati disponibili in letteratura ed in particolare ai lavori svolti dall'INGV (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia).

In particolare si è tenuto conto della nuova Zonazione Sismogenetica ZS9 (C.Mainetti et Alii – 2004) che suddivide il territorio nazionale in 42 zone omogenee da un punto di vista sismico-tettonico denominandole dal n. 901 al 936 e con le lettere A-F. Le zone sismogenetiche dell'Italia meridionale sono rappresentate in Figura 6.

La centrale di Messina ricade in corrispondenza della zona sismogenetica n. 929. In questa zona sismogenetica si sono verificati i terremoti con più elevata magnitudo che hanno interessato i bacini del Crati, del Savuto e del Mesima fino allo Stretto di Messina. In questa zona sono attesi meccanismi estensionali, legati alla risposta superficiale all'arretramento flessurale della litosfera adriatica.

	PROGETTISTA		COMMESSA	UNITÀ
			023116	00
	LOCALITÀ	MESSINA (ME)	SPC. BE-E-94000	
	PROGETTO	Adeguamento Impianto di Compressione Gas di Messina	Fg. 22 di 44	Rev. 0

La magnitudo massima attesa per la fascia 929 è pari a $M_{max} = 7.29$ con valori della classe di profondità ipocentrale di 8 - 12 km.

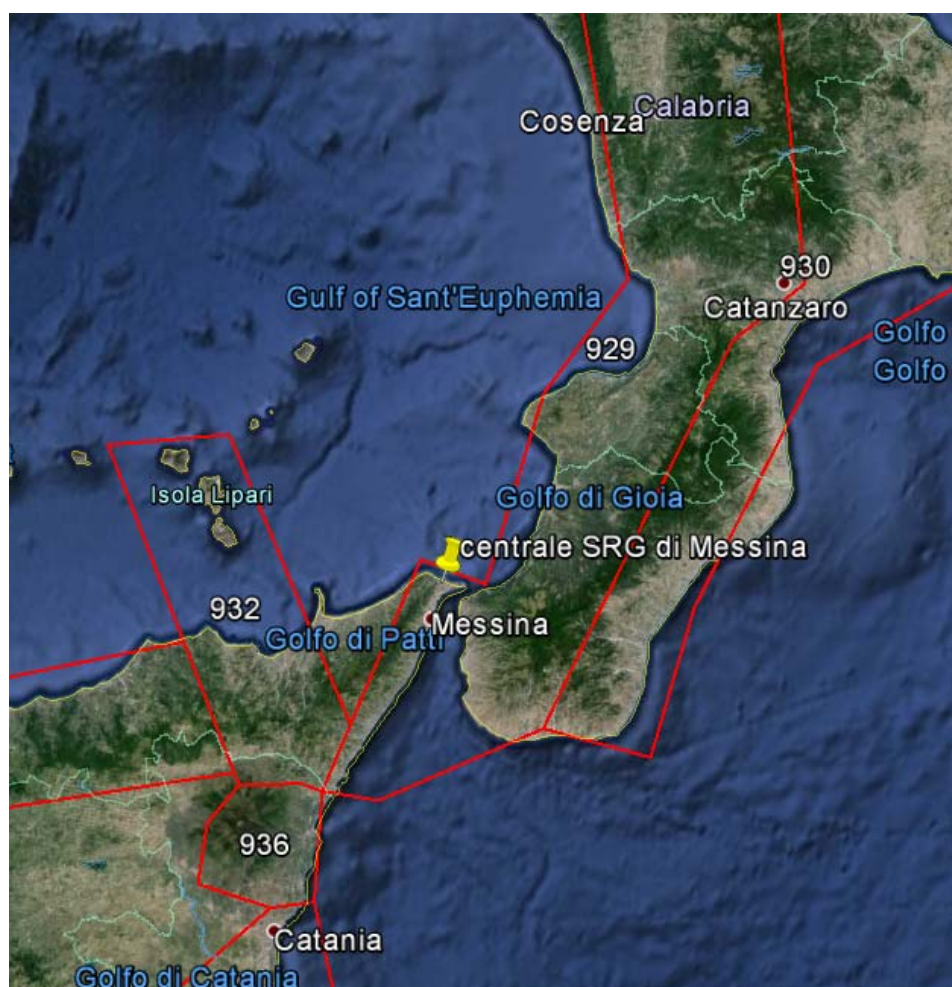


Figura 6 – zone sismogenetiche dell'Italia Meridionale

Con l'Ordinanza del Presidente dei Ministri n. 3519/2006, il comune di Messina risulta classificato in **zona sismica 1**, zona per le quali l'accelerazione orizzontale con probabilità di superamento del 10% in 50 anni è pari a $a_g > 0,25$ g,

Si tratta quindi di una zona ad elevata sismicità, interessata da terremoti di magnitudo elevata.

Relativamente al D.M. 17 gennaio 2018 – Norme Tecniche per le Costruzioni, per la individuazione della categoria di sottosuolo necessaria per la definizione dell'azione sismica di progetto, si è fatto riferimento alle condizioni stratigrafiche ed alla velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, $V_{s,eq}$ (in m/s) definita dall'espressione:

	PROGETTISTA		COMMESSA	UNITÀ
			023116	00
	LOCALITÀ	MESSINA (ME)	SPC. BE-E-94000	
	PROGETTO	Adeguamento Impianto di Compressione Gas di Messina	Fg. 23 di 44	Rev. 0

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

Con:

h_i spessore dello strato i -esimo;

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

N numero strati;

H^1 profondità del substrato sismico con $V_s \geq 800$ m/s.

Quando non sia presente il bedrock sismico nei primi 30 m di profondità, come nel caso in esame, per velocità equivalente si prende quella media di propagazione nei primi 30 m di profondità V_{s30} .

Per determinare la velocità delle onde di taglio si è fatto riferimento alle misure sismiche passive HVSR (per l'ubicazione si rimanda al report sulle indagini riportato in allegato). Nel caso in esame si è ottenuto un valore di velocità delle onde di taglio nei primi 30 m pari a:

$$V_{s30} = 382 \text{ m/sec}$$

Tale valore è stato confrontato con quanto riportato nella tab. 3.2.II – Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato, delle NTC 2018 che si riporta qui di seguito (Cfr.: Tabella 3).

In base a quanto riportato nella normativa è possibile attribuire le condizioni litostratigrafiche alla **categoria di sottosuolo B** – Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi tra 360 m/sec e 800 m/sec.

Per le caratteristiche topografiche l'intervento ricade nella categoria topografica T2 – pendii con inclinazione media $> 15^\circ$ (si veda la Tab. 3.2.III – Categorie topografiche - delle NTC 2018 riportata in Tabella 4).

¹ Per le fondazioni superficiali la profondità del substrato è riferita al piano di imposta, per fondazioni su pali è riferita alla testa dei pali. Nel caso di opere di sostegno di terreni naturali, la profondità è riferita alla testa dell'opera, per muri di sostegno di terrapieni, la profondità è riferita al piano di imposta della fondazione. Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio è definita dal parametro V_{s30} , ottenuto ponendo $H=30$ m.

	PROGETTISTA		COMMESSA	UNITÀ
			023116	00
	LOCALITÀ	MESSINA (ME)		
	PROGETTO	Adeguamento Impianto di Compressione Gas di Messina	Fg. 24 di 44	Rev. 0

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

Tabella 3 – Tabella 3.2.II Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato: da NTC 2018

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Tabella 4 – Tabella 3.2.III – Categorie Topografiche: da NTC 2018

I parametri di pericolosità sismica previsti dalle Norme Tecniche per le Costruzioni, riportati nella tabella seguente, sono stati determinati per la **classe d'uso IV – costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente.**

Per queste strutture si è prevista una vita nominale (V_N) pari 100 anni. In base alla relazione:

$$V_R = V_N \times C_U$$

Il periodo di riferimento dell'azione sismica risulta pari a $V_R = 200$ anni. Dove i valori del coefficiente d'uso C_U sono riportati nella Tabella 5.

Classe d'Uso	I	II	III	IV
Coefficiente C_U	0.7	1.0	1.5	2.0

Tabella 5 – Tabella 2.4.II - valori del coefficiente d'uso C_U : da NTC 2018

	PROGETTISTA		COMMESSA	UNITÀ
			023116	00
	LOCALITÀ	MESSINA (ME)		
	PROGETTO	Adeguamento Impianto di Compressione Gas di Messina	Fg. 25 di 44	Rev. 0

I valori sono stati ricavati interpolando quelli di pericolosità sismica calcolata sul reticolo di riferimento e riportati nella tabella dell'allegato B dell'*Ordinanza del Presidente dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003*.

"Stato Limite"	T_r [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T^*_c [s]
Operatività (SLO)	120	0,118	2,351	0,330
Danno (SLD)	201	0,152	2,377	0,342
Salvaguardia vita (SLV)	1898	0,393	2,488	0,422
Prevenzione collasso (SLC)	2475	0,435	2,505	0,434

Tabella 6 – parametri di pericolosità sismica in base al D.M. 17/01/18

La risposta sismica locale, come previsto dalla normativa vigente, può essere determinata, in mancanza di dati sperimentali, utilizzando la relazione:

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

in cui:

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

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

a_g = accelerazione orizzontale massima sul suolo di categoria A

Categoria sottosuolo	S_S
A	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_0 \cdot a_g / g \leq 1,20$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_0 \cdot a_g / g \leq 1,50$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_0 \cdot a_g / g \leq 1,80$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_0 \cdot a_g / g \leq 1,60$

Tabella 7 – coefficienti di amplificazione stratigrafica (tabella 3.2.V delle Norme)

Categoria topografica	S_T
T1	1,0
T2	1,2
T3	1,2
T4	1,4

Tabella 8 – valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica (tabella 3.2.VI delle norme)

	PROGETTISTA 	COMMESSA 023116	UNITÀ 00
	LOCALITÀ MESSINA (ME)	SPC. BE-E-94000	
	PROGETTO Adeguamento Impianto di Compressione Gas di Messina	Fg. 26 di 44	Rev. 0

Nel nostro caso si hanno i seguenti parametri principali dello spettro di risposta elastico:

	SLO	SLD	SLV	SLC
Ss * Amplificazione stratigrafica	1,20	1,20	1,01	1,00
Cc * Coeff. funz categoria	1,37	1,36	1,31	1,30
St * Amplificazione topografica	1,20	1,20	1,20	1,20

Tabella 9 – principali parametri dello spettro di risposta.

Da cui discendono i principali coefficienti sismici riportati nella tabella seguente:

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,041	0,053	0,133	0,522
kv	0,020	0,026	0,067	0,261
Amax [m/s²]	1,672	2,150	4,667	5,120
Beta	0,240	0,240	0,280	1,000

Tabella 10 – principali coefficienti sismici riferiti al sito d'interesse.

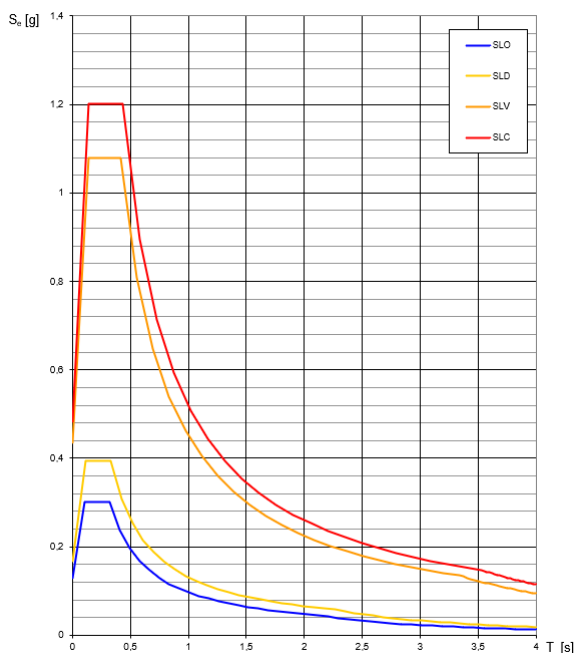


Figura 7 – spettri di risposta elastica verticali per i vari stati limite

	PROGETTISTA		COMMESSA	UNITÀ
			023116	00
	LOCALITÀ	MESSINA (ME)		
	PROGETTO	Adeguamento Impianto di Compressione Gas di Messina	Fg. 27 di 44	Rev. 0

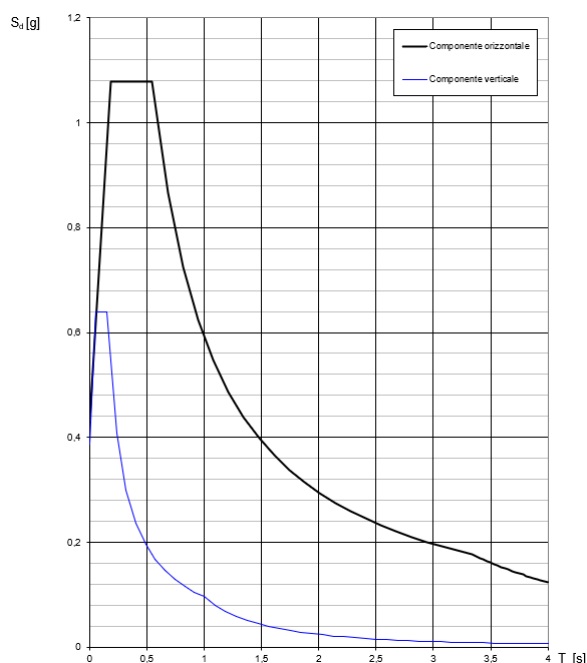


Figura 8 – spettri di risposta sismica elastici per le componenti verticali ed orizzontali per lo stato limite SLV

Le caratteristiche stratigrafiche e geotecniche dei terreni (materiale alluvionale ben addensato di natura granulometrica grossolano e, soprattutto, assenza di falda idrica nei primi 20 m di profondità) permettono di escludere l'instaurarsi di fenomeni di alterazione locale (liquefazione) delle caratteristiche di resistenza al taglio dei terreni.

La verifica a liquefazione è stata dunque omessa in quanto ricorre almeno una delle condizioni di esclusione, previste – *Norme Tecniche per le Costruzioni*.

In particolare, ricorrono le condizioni previste nel §7.11.3.4.2 del D.M. 17 gennaio 2018 ai punti:

- 2 *profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna;*
- 3 *depositi con resistenza penetrometrica normalizzata $(N1)_{60} > 30$ (dove $(N1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa.*

	PROGETTISTA		COMMESSA	UNITÀ
			023116	00
	LOCALITÀ	MESSINA (ME)		
	PROGETTO	Adeguamento Impianto di Compressione Gas di Messina	Fg. 28 di 44	Rev. 0

6 VINCOLO IDROGEOLOGICO

Parte dell'area dell'impianto Snam Rete Gas ricade all'interno delle aree sottoposte a vincolo idrogeologico, a norma del R.D. n. 3267 del 30.12.1923 e ss.mm.ii.

Parte dell'impianto e dunque delle opere in progetto sono entro le aree tutelate dal vincolo idrogeologico come risulta dalla Carta del vincolo di cui è riportato uno stralcio in Figura 9.

I lavori in oggetto non modificano sostanzialmente l'assetto topografico. I lavori e le condizioni morfologiche al contorno sono tali da non pregiudicare la stabilità delle aree di interesse.

Inoltre, per la realizzazione delle opere di adeguamento dell'impianto di compressione non ci sarà taglio di piante d'alto fusto e/o di vegetazione di alcun tipo: tutti gli interventi ricadono all'interno di un'area già urbanizzata ed edificata da tempo.

Per queste considerazioni e da quanto emerso dall'indagine e dai rilievi eseguiti, i cui esiti sono riportati in questa relazione, si ritiene che gli interventi in progetto siano perfettamente compatibili con le finalità di tutela del vincolo idrogeologico, così come normato dal R.D. n. 3267 del 30.12.1923.

Nella successiva Figura 9 è riportato uno stralcio, non in scala, della cartografia delle aree tutelate dal vincolo idrogeologico con l'indicazione dell'area di intervento.

	PROGETTISTA 	COMMESSA 023116	UNITÀ 00
	LOCALITÀ MESSINA (ME)	SPC. BE-E-94000	
	PROGETTO Adeguamento Impianto di Compressione Gas di Messina	Fg. 29 di 44	Rev. 0



Figura 9 – stralcio della Carta del Vincolo idrogeologico: le aree tutelate ai sensi del R.D. n. 3267 del 30.12.1923 e ss.mm.ii sono campite con il tratteggio azzurro. La linea rossa in tratteggio indica il perimetro dell'impianto Snam Rete Gas.

	PROGETTISTA 	COMMESSA 023116	UNITÀ 00
	LOCALITÀ MESSINA (ME)	SPC. BE-E-94000	
	PROGETTO Adeguamento Impianto di Compressione Gas di Messina	Fg. 30 di 44	Rev. 0

7 CONCLUSIONI

Dalle indagini e dai rilievi eseguiti in questa fase e dai dati disponibili per la zona, risulta la piena fattibilità geologica di quanto in progetto.

L'area interessata dai lavori all'interno della centrale di Messina è perfettamente pianeggiante, priva di qualsiasi forma di dissesto gravitativo. I lavori previsti non sono tali da poter generare forme di dissesto di versante di alcun genere. Quanto previsto è perfettamente compatibile e coerente con quanto indicato nel piano stralcio per l'assetto idrogeologico (PAI) redatto dall'Autorità di Bacino.

L'impianto Snam Rete Gas sorge alla sommità di un rilievo collinare, distante dai principali corsi d'acqua. La compatibilità con le previsioni del PAI per quello che riguarda i rischi alluvionali è garantita, proprio per l'assenza di corsi d'acqua.

Quanto in progetto è conforme agli indirizzi di tutela dei vincoli preesistenti di carattere geologico, geomorfologico e idrogeologico, come quelli introdotti dal R.D. n. 3267 del 30.12.1923 e ss.mm.ii (Vincolo Idrogeologico).

La progettazione dei singoli interventi andrà effettuata sulla base di apposite indagini geognostiche finalizzate alla verifica delle assunzioni litostratigrafiche effettuate in questa fase sulla base, essenzialmente, dei dati disponibili per l'impianto dalle precedenti indagini geognostiche.

Si consiglia il metodo osservazionale in fase esecutiva così come previsto dal DM 17 gennaio 2018 per verificare la rispondenza del modello geologico stratigrafico con quelle che sono le risultanze degli scavi per le varie fondazioni delle strutture in progetto.



PROGETTISTA



COMMESSA

023116

UNITÀ

00

LOCALITÀ

MESSINA (ME)

SPC. BE-E-94000

PROGETTO

Adeguamento Impianto di
Compressione Gas di Messina

Fg. 31 di 44

Rev.
0

Figura 10: COROGRAFIA A SCALA 1:10.000 (Stralcio Carta Tecnica Regionale). La linea rossa tratteggiata indica il limite dell'impianto

	PROGETTISTA 	COMMESSA 023116	UNITÀ 00
	LOCALITÀ MESSINA (ME)	SPC. BE-E-94000	
	PROGETTO Adeguamento Impianto di Compressione Gas di Messina	Fg. 32 di 44	Rev. 0

ALLEGATO 1

STRATIGRAFIE SONDAGGI (indagine geognostica 1979)



PROGETTISTA



COMMESSA

023116

UNITÀ

00

LOCALITÀ

MESSINA (ME)

SPC. BE-E-94000

PROGETTO

Adeguamento Impianto di
Compressione Gas di Messina

Fg. 33 di 44

Rev.
0

M&S 304

Commissa 350015 Cantiere di: MESSINA Data inizio 10-79 Quota p.c. _____
 Committente SNAMPROGETTI Sondaggio N° 1 Data fine 9-10-79 Quota f.p. _____

Livello Piezom.	Rivest.	Prof. m.	Stratigraf.	Descrizione Litologica	S. P. T.			VANE TEST		Vane tore	Pock pen	Campou endisturb.	Note
					Prof. m.	Colpi		Max.	Res.	Kg cm ²	Kg cm ²		
				Sabbia con ghiaietto, humificata.	2.65 I	8	12	17				2.20 ■ 2.45	
					4.05 I	9	14	19					
				Sabbione grossolano con diffuso ghiaietto, con ra- ri ciottoli metamorfici, asciutto, di colore gial- lo ocraceo/grigio	6.38 I	11	15	20				6.10 ■ 6.50	
					8.20 I	10	14	22				8.00 ■ 8.30	
					10.35 I	12	16	24				10.10 ■ 10.35	
					13.10 I	11	20	23					
					14.45 I	13	24	26				14.40 ■ 14.45	



PROGETTISTA



COMMESSA

023116

UNITÀ

00

LOCALITÀ

MESSINA (ME)

SPC. BE-E-94000

PROGETTO

Adeguamento Impianto di
Compressione Gas di Messina

Fg. 34 di 44

Rev.
0

Commissa 350015		Cantiere di MESSINA		Data inizio 10.10.19		Quota p.c.							
Committente SNAMPROGETTI		Sondaggio N° 2		Data fine 11.10.19		Quota f.p.							
Livello Piezom.	Rivest.	Prof. m.	Stratigrafia	Descrizione litologica	S p T			VANE TEST		Vane tore Kg. cm²	Pacc. pen. Kg. cm²	Carbony indisturb.	Note
					Prof. m.	Colp.		Max.	Res.				
				Sabbia con ghiaietto, humificata	1.90 I	5	11	18					2.30 3.05
				Sabbione grossolano con diffuso ghiaietto, con ra- ri ciottoli metamorfici asciutto, di colore gial- lo ocraceo/grigio	4.05 I	7	12	24					5.70 5.30
					6.20 I	11	18	25					2.50 3.20
					8.45 I	8	19	23					12.55 12.70
					10.00 I	14	25	27					
					11.05 I	15	19	29					



PROGETTISTA



COMMESSA

023116

UNITÀ

00

LOCALITÀ

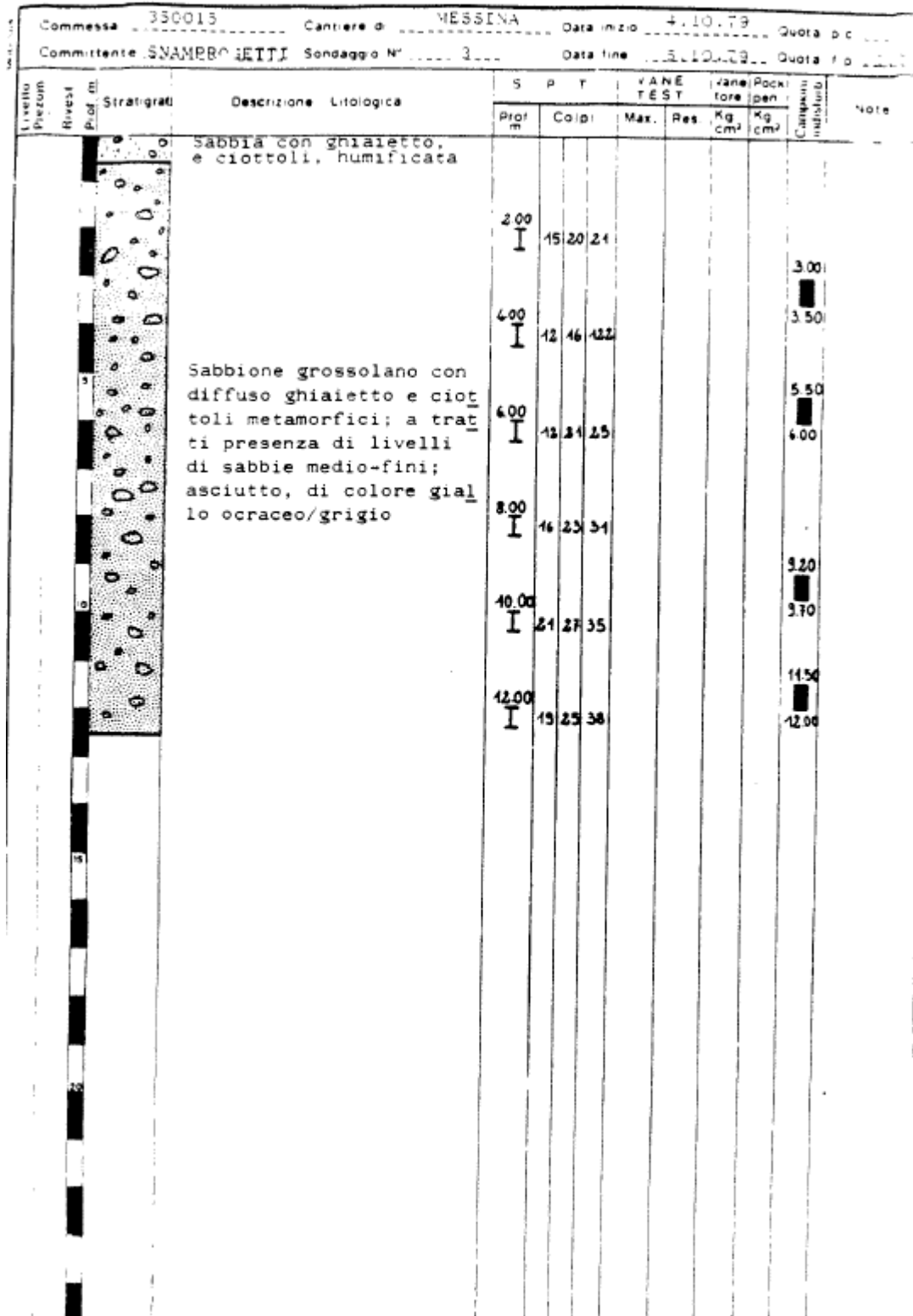
MESSINA (ME)

SPC. BE-E-94000

PROGETTO

Adeguamento Impianto di
Compressione Gas di Messina

Fg. 35 di 44

Rev.
0



PROGETTISTA



COMMESSA

023116

UNITÀ

00

LOCALITÀ

MESSINA (ME)

SPC. BE-E-94000

PROGETTO

Adeguamento Impianto di
Compressione Gas di Messina

Fg. 36 di 44

Rev.
0

Commissa 350015		Cantiere di MESSINA		Data inizio 3.10.79		Quota p.c.				
Committente SNAMPROGETTI		Sondaggio N° 4		Data fine 4.10.79		Quota r.p.				
Livello Prof. m.	Rivest Prof. m.	Stratigrafia	Descrizione Litologica	S	P	T	JANE TEST	JANE Pock fore pen	Campioni indisub.	Note
				Prof. m.	Colpi	Max.	Res.	Kg cm²		
			Sabbia con ghiaietto, e ciottoli, humificata	2.00 I	8	16	20		3.00 3.30	
				4.00 I	6	15	19			
			Sabbione grossolano con diffuso ghiaietto e ciot- toli metamorfici; a trat- ti presenza di livelli di sabbie medio-fini; asciut- to, di colore giallo ocrac- ceo/grigio	6.50 I	12	40	39		6.00 6.40	
				8.20 I	16	37	41		9.00 9.50	
				10.00 I	18	32	43		11.50 12.00	
				12.00 I	10	35	50			
				14.10 I	18	35	47		15.00 15.50	
				16.00 I	21	39	43			
				18.00 I	20	40	48		18.20 18.70	
				20.00 I	22	37	48			



PROGETTISTA



COMMESSA

023116

UNITÀ

00

LOCALITÀ

MESSINA (ME)

SPC. BE-E-94000

PROGETTO

Adeguamento Impianto di
Compressione Gas di Messina

Fg. 38 di 44

Rev.
0

Commissa 350015		Cantiere di MESSINA		Data inizio 11.10.79		Quota p.p.						
Committente SNAMPROGETTI		Sondaggio N° 6		Data fine 12.10.79		Quota r.p.						
Livello Prof. m	Rivest. Prof. m	Stratigrafia	Descrizione Litologica	S P T			VANE TEST		Vane tore Kg cm ²	Pocki pen Kg cm ²	Caricam. indichab	Note
				Prof. m	Colpi	Max.	Res					
			Sabbia con ghiaietto, humificata	2.10 I	11 15 24						2.10 2.30	
				4.05 I	13 16 23							
			Sabbione grossolano con diffuso ghiaietto e rari ciottoli, asciutto, di colore giallo ocraceo/gri- gio	6.45 I	8 14 24						5.70 6.00	
				8.20 I	5 13 32						8.80 9.00	
				10.40 I	12 17 25							
				11.60 I	7 13 24						12.10 12.30	
				14.45 I	11 18 31						14.30 14.40	



PROGETTISTA



COMMESSA

023116

UNITÀ

00

LOCALITÀ

MESSINA (ME)

SPC. BE-E-94000

PROGETTO

Adeguamento Impianto di
Compressione Gas di Messina

Fg. 39 di 44

Rev.
0

Commissa 250015		Cantiere di MESSINA		Data inizio 10.10.19		Quota p.c.					
Committente SNAMPROGETTI		Sondaggio N°		Data fine 10.10.19		Quota f.p.					
Livello Pierom Rivest Prof. m	Stratigrafia	Descrizione Litologica	S P T			VANE TEST		Vane tore Kg cm²	Rock pen Kg cm²	Campioni moliati	Note
			Prof. m	Colp.	Max.	Res.					
		Sabbia con ghiaietto, molto humificata; di colore giallo ocraceo intenso	2.10 I	9	14	23				2.80 ■ 3.00	
		Sabbione grossolano con diffuso ghiaietto e rari ciottoli; di colore giallo ocraceo/grigio; asciutto	4.20 I	15	20	25				5.90 ■ 6.10	
			6.10 I	16	23	29					
			8.25 I	14	21	25				9.20 ■ 9.10	
			10.40 I	12	18	27					
			12.50 I	17	24	29				11.30 ■ 12.50	

	PROGETTISTA		COMMESSA	UNITÀ
	LOCALITÀ	MESSINA (ME)	023116	00
	PROGETTO	Adeguamento Impianto di Compressione Gas di Messina	Fg. 40 di 44	Rev. 0
SPC. BE-E-94000				

Commissa 350013		Cantiere di MESSINA		Data inizio 12.12.72		Quota p.c.						
Committente SNAMPROGETTI		Sondaggio N° 8		Data fine 13.10.73		Quota f.p.						
Livello Prof. m	Rivest. Prof. m	Stratigrafia	Descrizione Litologica	S P T			VANE TEST		Vane in Kg cm²	Pock pen Kg cm²	Campioni moliati	Note
				Prof. m	Colpi		Max.	Res				
			Sabbia ciottolosa humifera									
			Sabbione grossolano con diffuso ghieitto; presenza di grossi ciottoli fino a m -2.70; da tale profondità in poi rari ciottoli; di colore giallo ocraceo/grigio; asciutto	4.15	12	16	21					2.70
												2.90
				6.05	43	45	32					6.50
												6.70
				8.10	14	18	24					9.10
												9.30
				9.95	41	49	25					
				11.90	18	16	34					12.35
												12.50
				14.30	16	19	33					14.80
												15.00



PROGETTISTA



COMMESSA

023116

UNITÀ

00

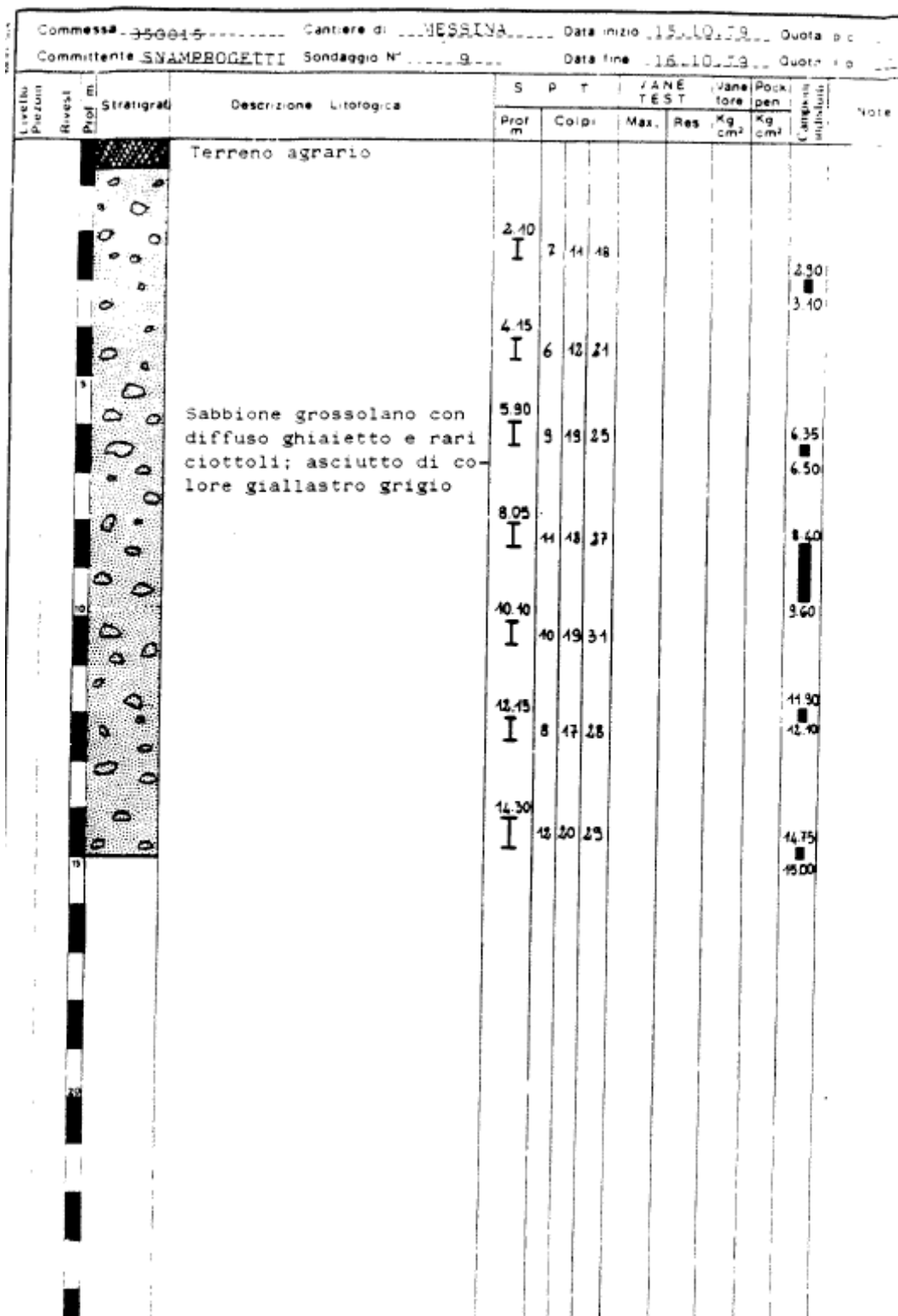
LOCALITÀ

MESSINA (ME)

SPC. BE-E-94000

PROGETTO Adeguamento Impianto di
Compressione Gas di Messina

Fg. 41 di 44

Rev.
0



PROGETTISTA



COMMESSA

023116

UNITÀ

00

LOCALITÀ

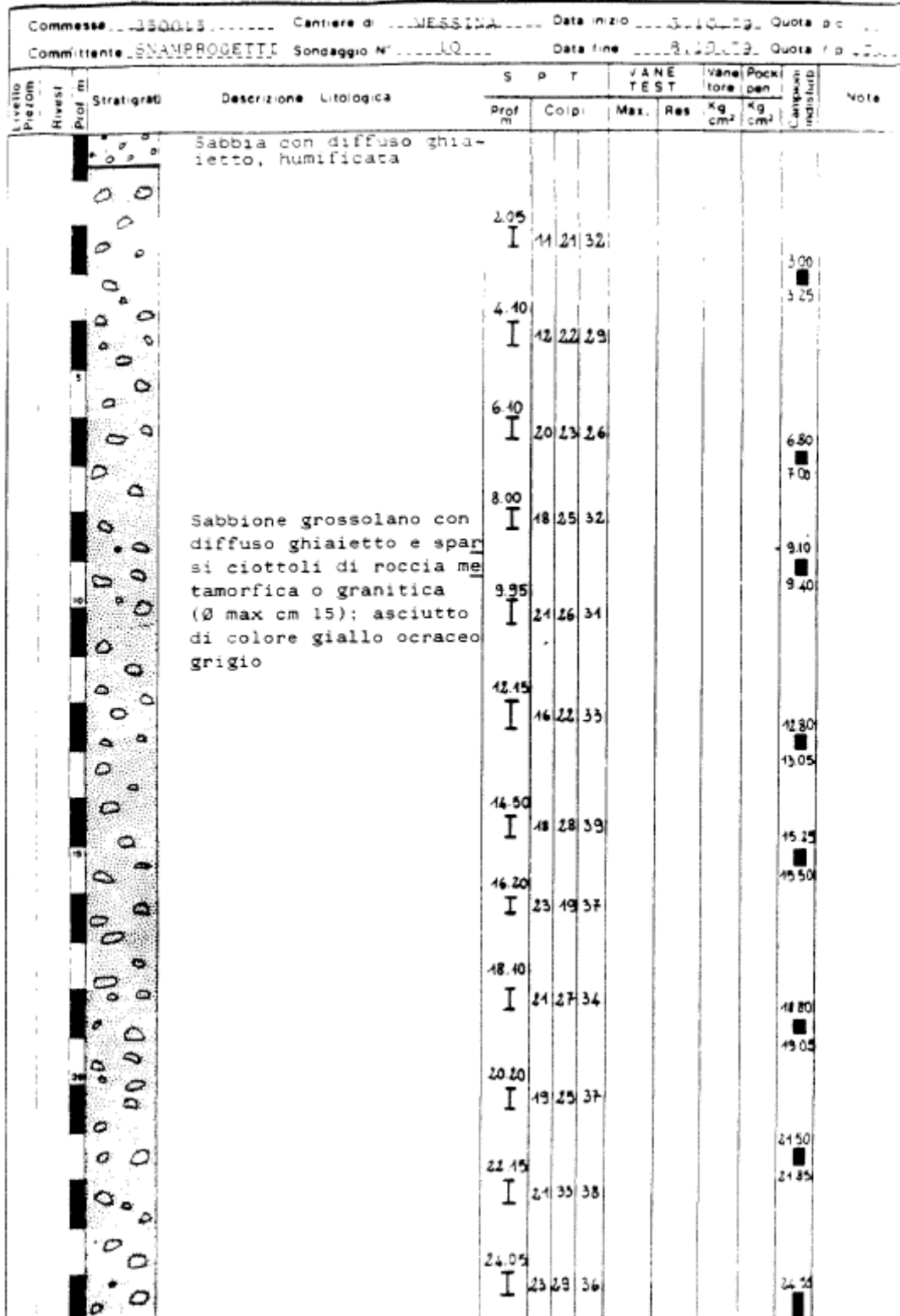
MESSINA (ME)

SPC. BE-E-94000

PROGETTO

Adeguamento Impianto di
Compressione Gas di Messina

Fg. 42 di 44

Rev.
0



PROGETTISTA



COMMESSA

023116

UNITÀ

00

LOCALITÀ

MESSINA (ME)

SPC. BE-E-94000

PROGETTO

Adeguamento Impianto di
Compressione Gas di Messina

Fg. 43 di 44

Rev.
0

SPT sondaggio S1					SPT sondaggio S2					SPT sondaggio S3					SPT sondaggio S4					SPT sondaggio S5									
quota		N ₁	N ₂	N ₃	quota		N ₁	N ₂	N ₃	quota		N ₁	N ₂	N ₃	quota		N ₁	N ₂	N ₃	quota		N ₁	N ₂	N ₃					
2,45	2,90	8	12	17	29	1,90	2,35	5	11	18	29	2,00	2,45	15	20	21	41	2,00	2,45	8	16	20	36	2,00	2,45	7	12	18	30
4,05	4,50	9	14	19	33	4,05	4,50	7	12	21	33	4,00	4,45	12	16	R	R	4,00	4,45	6	15	19	34	4,00	4,45	8	13	17	30
6,30	6,75	11	15	20	35	6,20	6,65	11	18	25	43	6,00	6,45	12	21	25	46	6,50	6,95	12	40	39	79	6,00	6,45	8	15	18	33
8,20	8,65	10	16	22	38	8,15	8,60	8	19	23	42	8,00	8,45	16	23	31	54	8,20	8,65	16	37	41	78	8,00	8,45	14	20	24	44
10,35	10,80	12	18	24	42	10,00	10,45	14	25	27	52	10,00	10,45	21	27	35	62	10,00	10,45	18	32	43	75	10,00	10,45	16	19	25	44
12,40	12,85	11	20	23	43	12,50	12,95	15	19	29	48	12,00	12,45	19	25	38	63	12,00	12,45	20	33	50	83	12,00	12,45	13	18	27	45
14,45	14,90	13	21	24	45							14,10	14,55	18	35	47	82	14,00	14,45	12	22	26	48	14,00	14,45	12	22	26	48
												16,00	16,45	21	39	49	88	16,00	16,45	14	21	27	48	16,00	16,45	14	21	27	48
												18,00	18,45	20	40	48	88	18,00	18,45	18	20	24	44	18,00	18,45	18	20	24	44
												20,00	20,45	22	37	48	85	20,00	20,45	17	22	27	49	20,00	20,45	17	22	27	49

SPT sondaggio S6					SPT sondaggio S7					SPT sondaggio S8					SPT sondaggio S9					SPT sondaggio S10									
quota		N ₁	N ₂	N ₃	quota		N ₁	N ₂	N ₃	quota		N ₁	N ₂	N ₃	quota		N ₁	N ₂	N ₃	quota		N ₁	N ₂	N ₃					
2,10	2,55	11	15	21	36	2,10	2,55	9	14	29	43	4,15	4,60	12	16	21	37	2,10	2,55	7	12	18	30	2,05	2,50	11	21	32	53
4,05	4,50	13	16	23	39	4,20	4,65	15	20	25	45	6,05	6,50	13	15	22	37	4,15	4,60	8	13	17	30	4,10	4,55	12	22	29	51
6,15	6,60	8	14	24	38	6,10	6,55	16	23	29	52	8,10	8,55	14	18	21	39	6,90	6,35	8	15	18	33	6,10	6,55	20	23	26	49
8,20	8,65	5	13	32	45	8,25	8,70	14	21	25	46	9,95	10,40	11	19	25	44	8,05	8,50	14	20	24	44	8,00	8,45	18	25	32	57
10,1	1,46	12	17	25	42	10,40	10,85	12	18	27	45	11,90	12,35	18	16	31	47	10,10	10,55	16	19	25	44	9,95	10,40	21	26	31	57
11,60	12,05	7	19	21	40	12,50	12,95	17	24	29	53	14,30	14,75	16	19	33	62	12,15	12,60	13	18	27	45	12,15	12,60	16	22	33	55
14,45	14,90	11	18	31	48							14,30	14,75	12	22	26	48	14,50	14,95	18	28	39	67	14,50	14,95	18	28	39	67
																		16,20	16,65	23	19	37	56	16,20	16,65	23	19	37	56
																		18,10	18,55	21	27	34	61	18,10	18,55	21	27	34	61
																		20,20	20,65	19	25	37	62	20,20	20,65	19	25	37	62
																		22,15	22,60	21	33	38	71	22,15	22,60	21	33	38	71
																		24,05	24,50	23	29	36	65	24,05	24,50	23	29	36	65

	PROGETTISTA 	COMMESSA 023116	UNITÀ 00
	LOCALITÀ MESSINA (ME)	SPC. BE-E-94000	
	PROGETTO Adeguamento Impianto di Compressione Gas di Messina	Fg. 44 di 44	Rev. 0

ALLEGATO 2

CENTRO IDRO-GEOTECNICO REPORT SULLE INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOFISICHE Anno 2014



Indice

1. PREMESSA.....	3
1.1 RISPOSTA SISMICA DEL SITO (HVSRL).....	4
1.1.1 Descrizione del Metodo	5
1.1.2 Criteri per l'interpretazione della Curva H/V	5
1.1.3 Acquisizione dei Dati.....	7
1.1.4 Caratteristiche tecniche del trasduttore del moto Veloget -Solgeo:.....	7
1.1.5 Caratteristiche tecniche dell'acquisitore sismico computerizzato MAE A6000S-24bit:	8
1.2 HVSRL 01	8
1.2.1 Dettagli acquisizione	9
1.2.2 Elaborazione	9
1.2.3 Interpretazione dati	9
1.3 HVSRL 02	10
1.1.1 Dettagli acquisizione	11
1.1.2 Elaborazione	11
1.1.3 Interpretazione dati	12
2. INTERPRETAZIONI PROVE.....	13



1. PREMESSA

Nell'ambito del progetto 023040 SRG-INSTALL.FLANGE X COOLERS MESSINA da eseguirsi nella Centrale SRG di Messina, nel presente documento sono illustrati i risultati emersi nell'ambito della campagna di indagini geofisiche, eseguite nel mese di Novembre 2014.

In particolare le indagini in situ hanno riguardato le seguenti prove geofisiche:

- a) n. 02 prove sismiche passive (HVSr), per la valutazione della risposta sismica di sito mediante l'acquisizione di rumore sismico per una finestra temporale di registrazione in continuo non inferiore a 20 minuti e registrato con geofono 3D (frequenza fondamentale di 1Hz), per la valutazione della frequenza del sito e di eventuali effetti di amplificazione sismica locale.



FIG. 1 - RAPPRESENTAZIONE DELL'AREA INDAGATA.



1.1 RISPOSTA SISMICA DEL SITO (HVSr)

Uno degli aspetti fondamentali che è valutato in uno studio per la valutazione dell'amplificazione sismica locale di un sito, è la risposta in frequenza del medesimo sito quando questi è sottoposto ad un input sismico.

Il comportamento del sito conseguentemente ad un evento sismico (input), è inteso in termini di differente energia e/o diversa distribuzione in frequenza della stessa a causa degli effetti di amplificazione o attenuazione selettiva di determinate frequenze (risposta in frequenza del sito), che è funzione delle caratteristiche fisiche-geometriche dei mezzi attraversati (litologici e strutturali) da un'onda sismica

Il rumore sismico, principalmente dal vento e dalle onde del mare, è presente in qualsiasi punto della superficie terrestre e consiste per lo più nelle onde prodotte dall'interferenza costruttiva delle onde P ed S negli strati superficiali.

Anche l'attività antropica dell'uomo produce localmente rumore sismico (industrie, traffico veicolare etc..), con frequenze relativamente alte, che in genere, vengono attenuate piuttosto rapidamente.

La conoscenza della risposta in frequenza del sito, è fondamentale per la scelta, in fase di progettazione, dei periodi propri d'oscillazione dei manufatti, al fine di evitare fenomeni di risonanza suolo-struttura. Infatti, se la frequenza di risonanza del suolo e quella dell'edificio che si trova su di esso sono uguali, viene indotta un'oscillazione risonante accoppiata, detta amplificazione sismica. L'amplificazione sismica è la prima causa dei danni agli edifici durante un terremoto

Nel presente lavoro la valutazione della risposta sismica del sito è stata affrontata attraverso la tecnica dei rapporti spettrali dei microtremori (Horizontal to Vertical Spectral Ratio, HVSr) introdotta da (Nakamura, 1989), al fine di quantizzare, gli effetti di amplificazione sismica locale

Le indagini sismiche passive a stazione singola, così condotte, permettono, individuandone lo spettro di risposta ai microtremori, di caratterizzare sia il terreno che le strutture, anche in contesti molto antropizzati e/o rumorosi.

La spettro di frequenza è, in genere, per i terreni rigidi (terreni rocciosi o terreni sedimentari compatti) poco amplificato ($f > 20$ Hz), legato allo stato di alterazione superficiale del sito roccioso, mentre per i terreni soffici è caratterizzato da amplificazioni con frequenze minori di 10 Hz e con livelli di ampiezza legati al contrasto di impedenza sismica.

Lo scopo è quello di fornire, con questo tipo di indagine, le frequenze di risonanza tipiche del terreno e degli edifici, consentendo un confronto fra loro, in modo da capire se ci si trova in presenza di effetti di "doppia



risonanza" (questi effetti si manifestano quando la frequenza di risonanza del terreno e quelle dell'edificio sono molto simili).

1.1.1 Descrizione del Metodo

L'energia dei microtremori consiste principalmente in onde di Rayleigh, inoltre, l'effetto di amplificazione del sito è legato al contrasto di rigidità tra due mezzi attraversati dall'onda sismica. Tale presupposto è alla base del metodo che studia i rapporti spettrali H/V. Recentemente è stato dimostrato [Per una rassegna si veda Bard, 1999], che forme di spettri H/V calcolati mediante registrazioni di terremoti, mostrano una considerevole coerenza con i rapporti spettrali H/V definiti con misure di microtremore.

In accordo con quanto descritto sugli effetti di sito [Nakamura, 1989; Lachet & Bard, 1994;

Lermo & Chàvez-García, 1994], in questo lavoro è stata applicata la tecnica dei rapporti spettrali H/V [Nakamura, 1989] $\Rightarrow SM(\omega) = [HS(\omega)/VS(\omega)]$, presupponendo un probabile contrasto di rigidità sismica tra i terreni costituenti il substrato.

1.1.2 Criteri per l'interpretazione della Curva H/V

Per ottenere una misurazione affidabile, si utilizzano i criteri definiti dal progetto SESAME [GUIDELINES FOR THE IMPLEMENTATION OF THE H/V SPECTRAL RATIO TECHNIQUE ON AMBIENT VIBRATIONS MEASUREMENTS, PROCESSING AND INTERPRETATION], consiglia la seguente condizione da rispettare: $f_0 > 10/lw$ (lunghezza temporale delle finestre). Questa condizione è proposta in modo che, alla frequenza di interesse, ci sono almeno 10 cicli significativi in ogni finestra [Project No. EVG1-CT-2000-00026 SESAME - December 2004].

Di norma è necessario un gran numero di finestre (lw), e di cicli (nc). E' consigliabile che il numero totale di cicli significativi ($nc = lw \cdot NW \cdot f_0$), sia superiore a 200, il che significa, per esempio, che per un picco a 1 Hz, ci sono almeno 20 finestre di 10s ciascuno, oppure, per un picco a 0.5 Hz, 10 finestre di 40s ciascuno, o 20 finestre di 20s).

Di seguito sono riportati i criteri utilizzati per definire la per l'interpretazione della curva H/V. Tali criteri riguardano la validità sia della curva H/V sia della frequenza di picco. In particolare per quanto riguarda la validità della curva H/V devono essere rispettati tutti i requisiti, mentre per la frequenza di picco occorre che siano soddisfatti cinque criteri su sei.

L'acquisizione è stata fatta con condizioni meteorologiche di cielo sereno ed assenza di vento.

La curva H/V viene calcolata come media geometrica di tutte le curve H/V relative alle finestre selezionate.

CRITERI PER LA VALIDITA' CURVA H/V	CRITERI PER LA DEFINIZIONE DEL PICCO H/V
Sede Legale: Via Generale Cascino n. 86 - 97019 Vittoria (RG) Tel. / Fax + 39 0932.985.951 C.F. / P.IVA: 01410820888 - REA Ragusa n. 117136 - E-mail: centro.idrogeotecnico@gmail.it - cigt srl@alice.it	



SOA Mediterranea S.p.A.
Società Organismo di Attestazione Mediterranea

Attestazione n. 4175/03/00



Certificato n. 10907/04/00



1. $f_0 > \frac{10}{l_w}$ 2. $n_c(f_0) > 200$ 3. $\sigma_A(f) < 2$ per $0.5 f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ oppure $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5 f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$ 1. $\exists f^- \in \left[\frac{f_0}{4}, f_0 \right] A_{\frac{H}{V}}(f^-) < \frac{A_0}{2}$ 2. $\exists f^+ \in [f_0, 4f_0] A_{\frac{H}{V}}(f^+) < \frac{A_0}{2}$ 3. $A_0 > 2$ 4. $f_{\text{picco}} \left[A_{\frac{H}{V}}(f) \pm \sigma_A(f) \right] = f_0 \pm 5\%$ 5. $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$ 6. $\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	- l_w= lunghezza della finestra temporale - n_w = numero di finestre temporali selezionate per il calcolo della curva media H/V - $n_c= l_w \cdot n_w \cdot f_0$ numero significativo di cicli - f = frequenza (Hz) - f_0= frequenza del picco H/V - σ_f= standard deviation della frequenza del picco H/V ($f_0 \pm \sigma_f$) - $\sigma_A(f_0)$= soglia di stabilità per le condizioni $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$ - $\sigma_{H/V}(f_0)$ Ampiezza del picco H/V alla frequenza f_0 - $\sigma_{H/V}(f)$ Ampiezza della curva H/V alla frequenza f - f^- = frequenza tra $f_0/4$ e f_0 per la quale $\sigma_{H/V}(f) < A_0/2$ - f^+ = frequenza tra f_0 e $4f_0$ per la quale $\sigma_{H/V}(f) < A_0/2$ - $\sigma_A(f)$ = standard deviation di $\sigma_{H/V}(f)$, dove $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva media $A_{H/V}$ va divisa e moltiplicata - $\sigma_{\log H/V}(f)$ = standard deviation di $\log \sigma_{H/V}(f)$, dove $\sigma_{\log H/V}(f)$ è il valore assoluto per il quale la curva media H/V va sommata o sottratta. - $\sigma_A(f_0)$ = valore soglia per le condizioni di stabilità $\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$				
VALORI SOGLIA PER σ_f E $\sigma_A(f_0)$					
Banda di Frequenza [Hz]	< 0.2	0.2 ÷ 0.5	0.5 ÷ 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\sigma_{H/V}(f_0)$ [Hz]	0.25 f_0	0.20 f_0	0.15 f_0	0.10 f_0	0.05 f_0
$\sigma_f(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
Log $\sigma_f(f_0)$ per $\log \sigma_{H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

TAB 1 - CRITERI PER RENDERE AFFIDABILE UNA CURVA H/V (DA SESAME, D23.12,;
LINEE GUIDA PER L'ATTUAZIONE DEL H/V TECNICA RAPPORTO SPETTRALE SULLE VIBRAZIONI AMBIENTALI).



1.1.3 Acquisizione dei Dati

Per campionare i microtremori registrando le tre componenti del moto del suolo è stato utilizzato un trasduttore del moto del suolo 3D, mod. Veloget della Solgeo interfacciato con un acquisitore sismico MAE mod. A6000 S



FIG. 2 – STRUMENTAZIONE UTILIZZATA .

1.1.4 Caratteristiche tecniche del trasduttore del moto Veloget -Solgeo:

Numero di assi : 3, ortogonalmente orientati [Verticale (H), Orizzontale (N, E)];

Sensore : Geofoni GS-11D;

Principio :Geofono equalizzato elettronicamente;

Campo di Frequenza : selezionabile, 1-80 Hz, o 1-315 Hz;

Campo Dinamico > 130 dB;

- Campo di misura : ± 125 mm/s or $\pm 12,5$ mm/s @ 16 Hz;
- Sensibilità : selezionabile, 40 V/(m/s) o 400 V/(m/s);
- Rumore Spettrale : 3,5 nm/s (rms, 16 Hz-200Hz), 55nm/s (rms, 1Hz-315Hz);
- Linearità : $\pm 0,4$ dB (class 1 – DIN45699-1);
- Fase : in accordo con la classe 1 – DIN 45699-1;
- Auto Test : attivo , impulso 10 mm/s;
- Tensione di Alimentazione : da 10 a 18 Vcc;
- Impedenza d'uscita : < 50 ohm;
- Temperatura di utilizzo : da -20°C a + 60°C;
- Consumo di energia : 240 mW;
- Uscita Volt : differenziale, ± 5 V;
- Protezione : IP65;
- Dimensioni: 150 mm (L), 100mm (H), 75mm (La);
- Contenitore : Alluminio;
- Peso : 1,6 Kg;
- Connessione : Tramite connettori a tenuta stagna;

Sede Legale: Via Generale Cascino n. 86 - 97019 Vittoria (RG) Tel. / Fax + 39 0932.985.951
C.F. / P.IVA: 01410820888 - REA Ragusa n. 117136 - E-mail: centro.idrogeotecnico@gmail.it - cigtstl@alice.it



SOA Mediterranea S.p.A.
Società Organismo di Attestazione Mediterranea

Attestazione n. 4175/03/00



Certificato n. 10907/04/00



1.1.5 Caratteristiche tecniche dell'acquisitore sismico computerizzato MAE A6000S-24bit:

Le caratteristiche tecniche del sistema sopra descritto sono:

- campionamento: da 125 a 50.000 c/s;
- campioni per canale 15.000;
- Processore 500 Mhz;
- Hard Disk on C.F. 2 Gb;
- Risoluzione: 24 bit –largh. Di banda da 0 a 25 Khz –max segnale IN: 2V;
- sistema di comunicazione e di trasmissione del “tempo zero” (time break)
- filtri High Pass e Band Reject
- “Automatic Gain Control”
- convertitore A/D a 16 bit
- periodo proprio sensore 4.5 Hz;
- memoria incrementale.

1.2 HVSR 01



FIG.3 - UBICAZIONE PROVA N. 01

Coordinate riferite al punto di acquisizione:

N 38°16' 24.5"

E 15°35' 16 .9"

Sistema geodetico di riferimento utilizzato : WGS84 (World Geodetic System, 1984)

Elissoide associato a = 6 378 137, f=1/298,257222101; Origini delle longitudini : GREENWICH;

Coord. di ROMA M.M. : Lat. = 41°55'27.851"; Long.= 12°27'7.658;

Meridiani centrali dei fusi: 32=9°, 33=15°, 34=21° .

Sede Legale: Via Generale Cascino n. 86 - 97019 Vittoria (RG) Tel. / Fax + 39 0932.985.951
C.F. / P.IVA: 01410820888 - REA Ragusa n. 117136 - E-mail: centro.idrogeotecnico@gmail.it - cigtstl@alice.it



SOA Mediterranea S.p.A.
Società Organismo di Attestazione Mediterranea

Attestazione n. 4175/03/00



Member of CISO Federation
RINA
ISO 9001:2008
Sistema Qualità Certificato

Certificato n. 10907/04/00



- Esplorazione del sottosuolo con mezzi speciali
- Indagini e Monitoraggi ambientali
- Consolidamento terreni e fondazioni speciali
- Opere speciali nel sottosuolo
- Trivellazioni e pozzi
- Consulenze geologiche e geotecniche

1.2.1 Dettagli acquisizione

strumento: MAE A6000S
file: a6000s181120145624.sg2
data: 18/11/2014 10:28:05
durata: 00:20:00

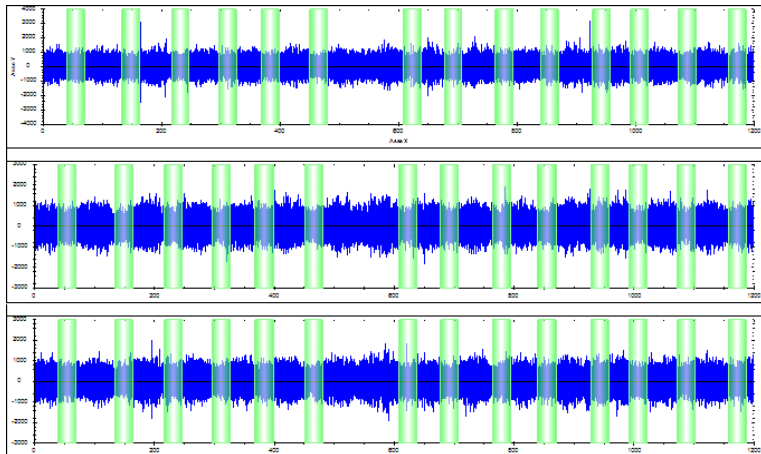


FIG. 4 - FINESTRE SELEZIONATE PER SINGOLA COMPONENTE DELLO SPETTRO.

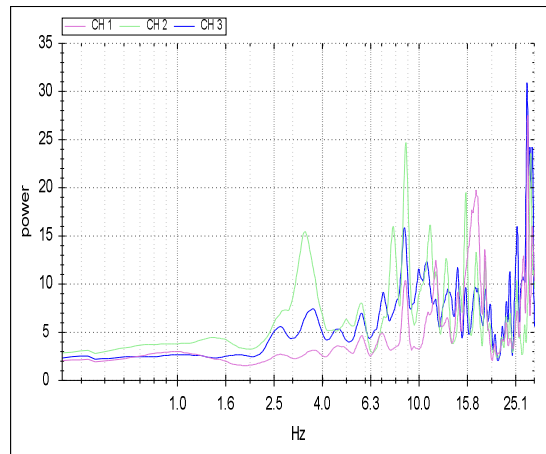


FIG. 5 - SINGOLE COMPONENTI DELLO SPETTRO

1.2.2 Elaborazione

frequenza di campionamento: 125 Hz
finestre temporali (nw): 14
tempo di ogni finestra (Lw): 30 s
intervallo di ricerca: 0.3-30.0 Hz
costante di lisciamento: 27

1.2.3 Interpretazione dati

Per verificare l'isotropia delle sorgenti sono riportati nella figura che segue i rapporti spettrali medi H/V in funzione dell'azimuth, cioè della direzione di provenienza delle componenti orizzontali.

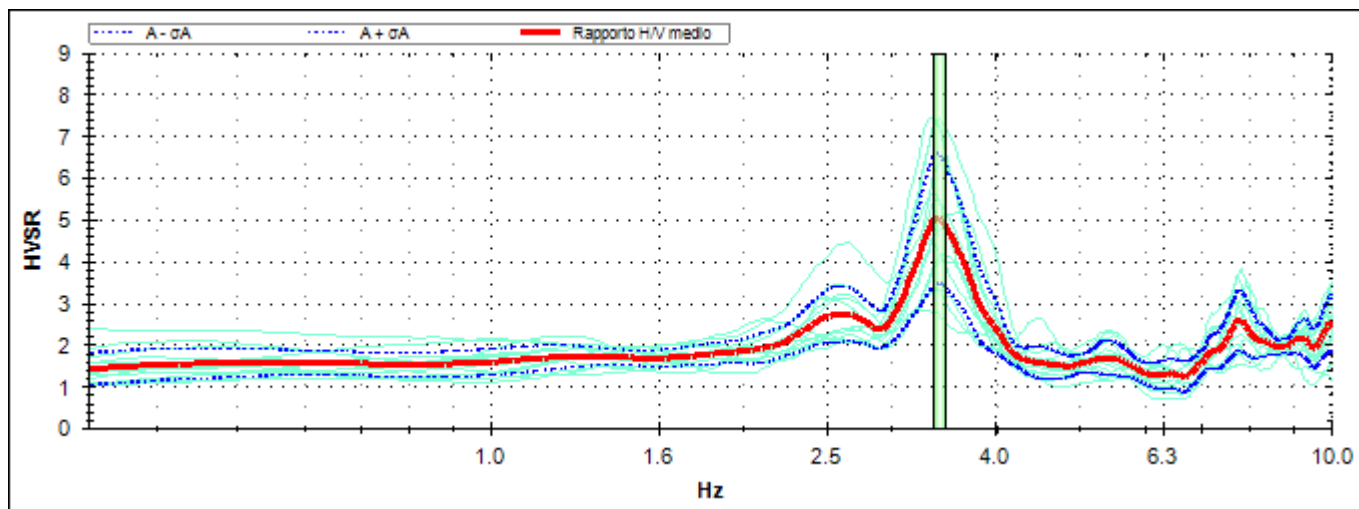


FIG. 6 - CURVE HVSR:

Sede Legale: Via Generale Cascino n. 86 - 97019 Vittoria (RG) Tel. / Fax + 39 0932.985.951
C.F. / P.IVA: 01410820888 - REA Ragusa n. 117136 - E-mail: centro.idrogeotecnico@gmail.it - cigtstl@alice.it



SOA Mediterranea S.p.A.
Società Organismo di Attestazione Mediterranea

Attestazione n. 4175/03/00



Certificato n. 10907/04/00



Per valutare la qualità e significatività del picco H/V, individuato a 3.42 ± 0.42 Hz si riportano di seguito i parametri di robustezza statistica e di chiarezza secondo quanto proposto dal progetto europeo SESAME (site Effects assessment using ambient Eexcitations, 2004).

A. frequenza di picco (fo):		3.42 ± 0.42 Hz	
B. classificazione picco:		affidabile	
C. dettagli affidabilità:			
1)	fo > 10/Lw:	SI	(3.42 > 0.33)
2)	nc(fo) > 200:	SI	(1436 > 200)
3)	per fo/2 < f < 2fo, σA(f) < 2:	SI	(max σA(f) = 1.6)
D. dettagli evidenza:			
1)	A(f-) < Ao/2:	SI	(f- = 0.85 Hz)
2)	A(f+) < Ao/2:	SI	(f+ = 3.97 Hz)
3)	Ao>2:	SI	(Ao = 5.0)
4)	fpeak[A(f) ± σA(f)] = fo ± 5%	NO	(Df = 0.76)
5)	σf < ε(fo)	NO	(σf = 0.42; ε(fo) = 0.17)
6)	σA(fo) < θ (fo)	SI	(σA(fo) = 1.51; θ(fo) = 1.58)

1.3 HVSR 02

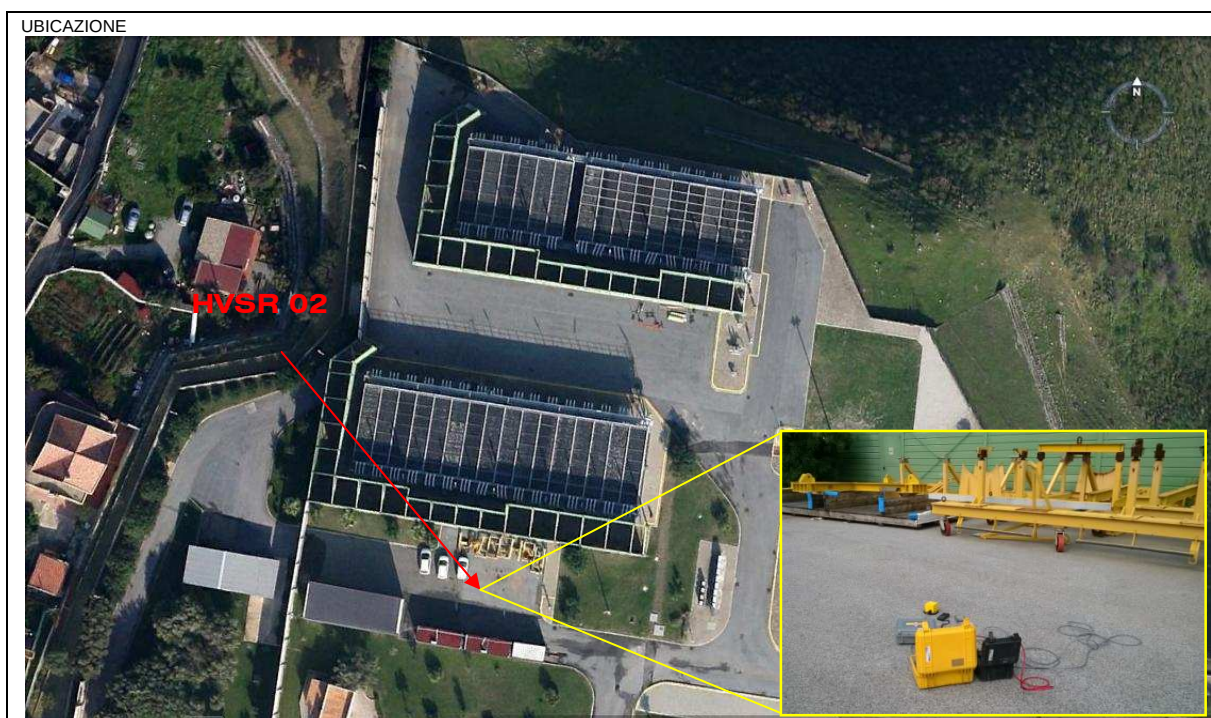


FIG. 7

UBICAZIONE PROVA N. 02

Coordinate riferite al punto di acquisizione:

N $38^{\circ}16'22.8''$ E $15^{\circ}35'14.9''$

Sistema geodetico di riferimento utilizzato : WGS84 (World Geodetic System, 1984)

Elissoide associato a = 6 378 137, f=1/298,257222101; Origini delle longitudini : GREENWICH;

Coord. di ROMA M.M. : Lat. = $41^{\circ}55'27.851''$; Long.= $12^{\circ}27'7.658''$;Meridiani centrali dei fusi: 32= 9° , 33= 15° , 34= 21°

Sede Legale: Via Generale Cascino n. 86 - 97019 Vittoria (RG) Tel. / Fax + 39 0932.985.951
C.F. / P.IVA: 01410820888 - REA Ragusa n. 117136 - E-mail: centro.idrogeotecnico@gmail.it - cigt srl@alice.it



SOA Mediterranea S.p.A.
Società Organismo di Attestazione Mediterranea

Attestazione n. 4175/03/00



Member of ISO Federation
RINA
ISO 9001:2008
Sistema Qualità Certificato

Certificato n. 10907/04/00



- Esplorazione del sottosuolo con mezzi speciali
- Indagini e Monitoraggi ambientali
- Consolidamento terreni e fondazioni speciali
- Opere speciali nel sottosuolo
- Trivellazioni e pozzi
- Consulenze geologiche e geotecniche

1.1.1 Dettagli acquisizione

strumento: MAE A6000S
file: a6000s181120145516.sg2
data: 18/11/2014 11:43:13
durata: 00:20:00

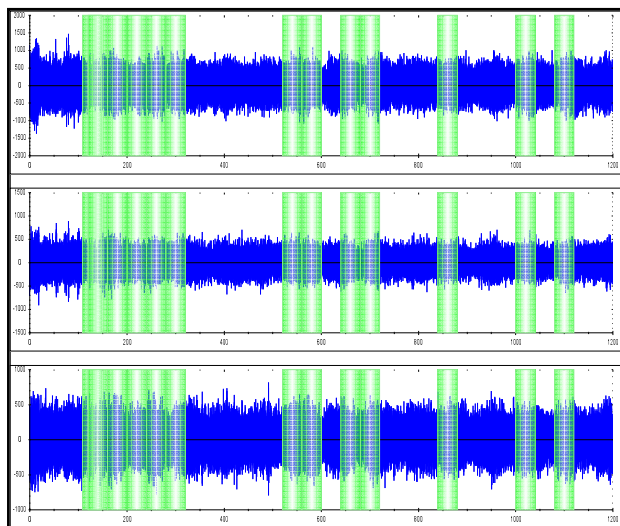


FIG. 8 - FINESTRE SELEZIONATE PER SINGOLA COMPONENTE DELLO SPETTRO.

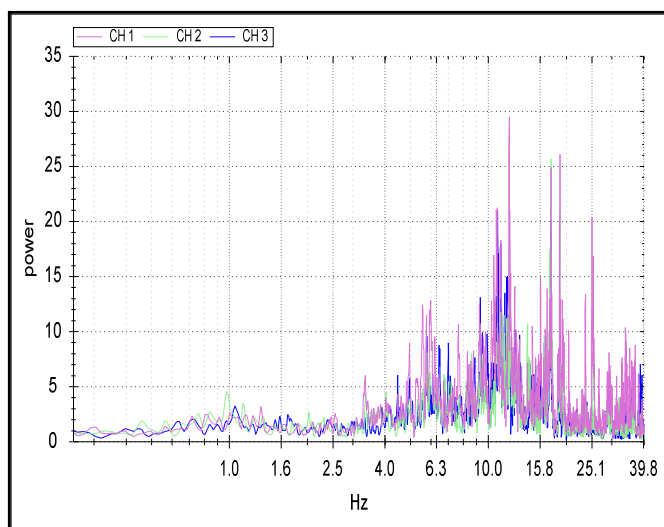


FIG. 9 - SINGOLE COMPONENTI DELLO SPETTRO

1.1.2 Elaborazione

frequenza di campionamento: 125 Hz
finestre temporali (nw): 13
tempo di ogni finestra (Lw): 40 s
intervallo di ricerca: 0.3-40.0 Hz
costante di liscio: 3



1.1.3 Interpretazione dati

Per verificare l'isotropia delle sorgenti sono riportati nella figura che segue i rapporti spettrali medi H/V in funzione dell'azimuth, cioè della direzione di provenienza delle componenti orizzontali.

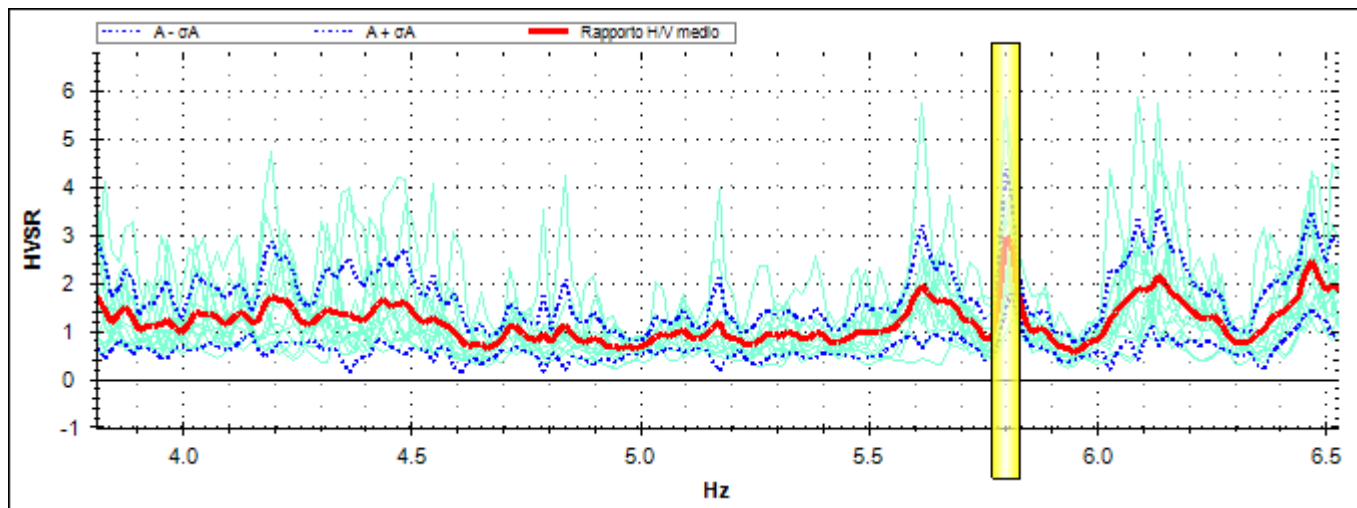


FIG. 10 - CURVE HVSR:

Per valutare la qualità e significatività del picco H/V, individuato a 5.80 ± 0.08 Hz si riportano di seguito i parametri di robustezza statistica e di chiarezza secondo quanto proposto dal progetto europeo SESAME (site effects assessment using ambient excitations, 2004).

- | | | | |
|-----------|---|----|---|
| A. | frequenza di picco (f_0): | | 5.80 ± 0.08 Hz |
| B. | classificazione picco: | | evidente |
| C. | dettagli affidabilità: | | |
| | 1) $f_0 > 10/L_w$: | SI | ($5.80 > 0.25$) |
| | 2) $nc(f_0) > 200$: | SI | ($3015 > 200$) |
| | 3) per $f_0/2 < f < 2f_0$, $\sigma A(f) < 2$: | SI | (max $\sigma A(f) = 1.5$) |
| D. | dettagli evidenza: | | |
| | 1) $A(f_-) < A_0/2$: | SI | ($f_- = 1.45$ Hz) |
| | 2) $A(f_+) < A_0/2$: | SI | ($f_+ = 5.83$ Hz) |
| | 3) $A_0 > 2$: | SI | ($A_0 = 2.8$) |
| | 4) $f_{peak}[A(f) \pm \sigma A(f)] = f_0 \pm 5\%$ | NO | ($D_f = 0.96$) |
| | 5) $\sigma f < \varepsilon(f_0)$ | SI | ($\sigma f = 0.08$; $\varepsilon(f_0) = 0.29$) |
| | 6) $\sigma A(f_0) < \theta$ | SI | ($\sigma A(f_0) = 0.98$; $\theta(f_0) = 1.58$) |



4. INTERPRETAZIONE PROVE

L'analisi nel dominio in frequenza delle sequenze temporali acquisite nelle cinque prove HVSR, ha mostrato la presenza d'effetti di sito significativi (ampiezza >2) nella banda di frequenza analizzata (2÷10 Hz), con una frequenza di picco media generalmente pari a 4.61 ± 0.25 Hz, con ampiezza media valutabile intorno ai 3.9 H/V, come più dettagliatamente riportato nella tabella seguente:

PROVA	Caratteristiche della Curva H/V			Caratteristiche della frequenza di picco			
	Lunghezza a serie temporale l_w (sec)	Numero di serie temporali n_w	Numero significativo di cicli	f_0 (Hz)	σ_f	A_0	$\sigma_A(f_0)$
HVSR 01	30	14	1463	3.42 ± 0.42	0.42	5.0	1.51
HVSR 02	40	13	3015	5.80 ± 0.08	0.08	2.8	0.98

Tab. 2 – Tabella riepilogativa dei risultati Noise relativamente ai criteri di accettazione definiti dal progetto SESAME.

Di seguito si riportano i grafici HVSR relative a tutte le frequenze riscontrate ed analizzate durante l'elaborazione delle prove HVSR.

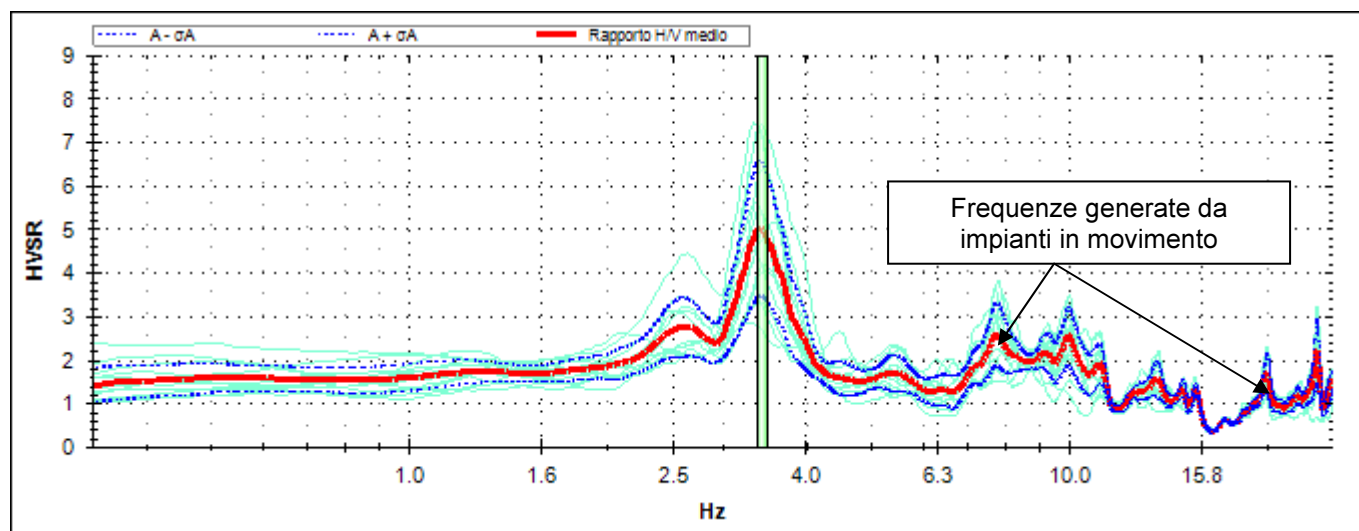


Fig. 11 - curva HVSR prova n. 01

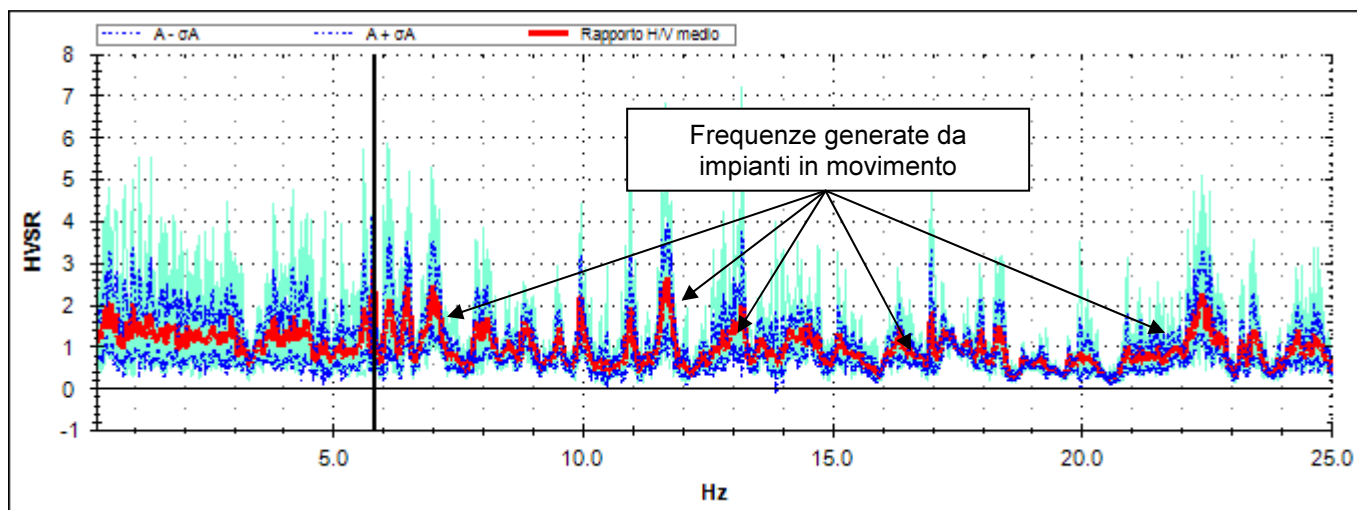


Fig. 12 - curve HVSR prova n. 2

4.1 DETERMINAZIONE DELLA VELOCITÀ V_{S30} CON DATI OTTENUTI A PARTIRE DA MISURE H/V A

STAZIONE SINGOLA

Se da misure dirette è nota la profondità H del Bedrock o bedrock-like, è immediato calcolare il V_{S30} attraverso misure di f_r .

Se $H > 30$ m. il valore di V_{S30} viene calcolato direttamente con la seguente formula:

$$[f_r = V_{si}/(4 \cdot H)] \quad \text{da cui} \quad [V_{S30} = f_r \cdot 4 \cdot H] \quad \text{eq. [1]}$$

Se invece $H \leq 30$ m. il valore di V_{S30} viene calcolato con la seguente formula:

$$V_{S30} = 30 / \{ [(1/(4 \cdot f_r)) + ((30 - H)/V_B)] \} \quad \text{eq. [2]}$$



Dove V_S è la velocità delle onde S nel Bedrock o Bedrock-like. Per Bedrock, volendo seguire la normativa italiana, si può semplicemente usare $V_B = 800$ m/s. In alternativa si possono utilizzare i valori della tabella 1. Nel caso di Bedrock-like si useranno sempre i valori di tabella 1.

Tabella 1. Velocità caratteristiche delle onde S nei vari tipi di suolo [cfr. Borchardt, 1994]			
TIPO DI SUOLO	V_S min [m/s]	V_S media [m/s]	V_S max [m/s]
ROCCE MOLTO DURE (es. rocce metamorfiche molto poco fratturate)	1400	1620	-
ROCCE DURE (es. graniti, rocce ignee, conglomerati, arenarie e argilliti, da mediamente a poco fratturati)	700	1050	1400
SUOLI GHIAIOSI e ROCCE DA TENERE A DURE (es. rocce sedimentarie ignee, tenere, arenarie, argilliti, ghiaie e suoli con > 20% di ghiaia)	375	540	700
ARGILLE COMPATTE e SUOLI SABBIOSI (es. sabbie da sciolte a molto compatte, limi e argille sabbiose, argille da medie a compatte e argille limose)	200	290	375
TERRENI TENERI (es. terreni di riempimento sotto falda, argille da tenere a molto tenere).	100	150	200

Che riprende essenzialmente i valori tabulati da Borchardt (1992; 1994) assieme a quelli ottenuti sperimentalmente in diversi ambienti sedimentari da altri autori (Budny, 1984; Ibs von Seht e Wohlenberg, 1999; Delgado et al., 2000 a, b; Parolai et al., 2002; Scherbaum et al., 2003; D'Amico et al., 2004, 2006; Hinzen et al., 2004).

Le stime di V_{S30} ottenibili con questa procedura sono, ovviamente approssimate.

Di seguito si definirà la classificazione dei suoli fatta sulla base di semplici misure H/V a stazione singola effettuate con geofono tridimensionale e frequenza fondamentale pari ad 1 Hz.



4.2 SITUAZIONE LITOSTRATIGRAFICA DELL'AREA

I dati stratigrafici desunti dal rilievo geologico di superficie e le osservazioni effettuate nel sito, hanno permesso di accertare la tipologia dei terreni presenti, permettendo di accertare la presenza di depositi alluvionali attuali recenti costituiti generalmente da depositi di origine fluvio-deltizia. Più in generale, l'area; del sito, è caratterizzata principalmente da:

Terrazzi marini e fluviali (pleistocene superiore)

I terrazzi marini sono particolarmente sviluppati in tutto il settore peloritano, essi scandiscono le fasi finali dell'orogenesi caratterizzata dal sollevamento di tutta l'area, mentre, il diverso aspetto morfologico e giaciturale caratterizza i versanti tirrenici da quelli ionici.

Elementi riconducibili a diverse generazioni di paleopaesaggi fluvio-denudazionali sospesi si riscontrano a quote variabili lungo la costa, ricollegandosi verso l'entroterra a terrazzi fluviali sospesi lungo le valli. Mentre il diverso comportamento lungo la costa è legato alla presenza a terra di linee tettoniche ad attività più recente, che si riconoscono nelle aree dello stretto, responsabili della dislocazione degli stessi terrazzi.

Depositi conglomeratici-sabbiosi del Pleistocene inferiore-medio

Nell'area dello Stretto di Messina tali depositi conglomeratici caratterizzano con continuità tutta la fascia costiera dei Monti Peloritani che definiscono il settore nord della città di Messina costituendo la successione tipo delle "Sabbie e Ghiaie di Messina", nota come "Formazione di Messina". Questa, è considerata da Jacobacci et al. (1961), Ascenzi & Segre (1971), Ogniben (1974), Bonfiglio (1974), Aztori et al. (1978), Di Geronimo et al. (1978), Ghisetti (1981), Bonfiglio & Violanti (1983) e Aztori et al. (1983) discordante e trasgressiva sul substrato ed è ascrivibile al Pleistocene inferiore e/o al Pleistocene medio.

Selli (1978) azzarda anche la facies, attribuendo tali depositi ad un'ambiente deltizio alimentato dalle fiumare, mentre, Sauret (1980) e Barrier (1984) la considerano come una facies deltizia, regressiva, generata dall'accelerazione del sollevamento dell'entroterra cristallino.

L'inclinazione è generalmente di 15°-25°, immergendo verso Est e SE, tuttavia trattandosi di depositi clinostratificati, non è possibile valutare perfettamente l'inclinazione e lo spessore della formazione.

Tali sedimenti conglomeratici-sabbiosi poggiano in discordanza sui depositi plio-pleistocenici e su diversi termini del substrato più antico e sono stati definiti come il prodotto di antichi apparati fluvio-deltizi alimentati dalla dorsale peloritana in aree in rapido sollevamento.

Granulometricamente tali depositi, mostrano una maggiore eterogeneità nella frazione più grossolana rispetto alla frazione sabbiosa, più uniforme, dove costituenti delle ghiaie sono costituiti generalmente da ciottoli poligenici di origine metamorfica e subordinatamente da rocce sedimentarie, i primi si presentano generalmente ben arrotondati e di dimensioni minori rispetto agli elementi generati da rocce sedimentarie, di forma più irregolare (Ferrara et al., 1999).





4.3 DEFINIZIONE DEL VALORE DI V_{S30}

Per la definizione del V_{S30} , come contemplato nelle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni (14/02/2008), il sito, risulta quindi caratterizzato da Terrazzi marini e fluviali del Pleistocene superiore e da Depositi conglomeratici-sabbiosi del Pleistocene inferiore-medio.

Inoltre, dalle prove penetrometriche eseguite si è appurata la seguente stratigrafia:

- da 0,0 m a circa 3-3,5 m Depositi conglomeratici costituenti i terrazzi marini e fluviali
- 3-3,5 m m Depositi conglomeratici-sabbiosi (Sabbie di Messina).

Analizzando il grafico relativa alla prova HVSR n. 1, si può osservare che la risonanza relativa al contatto tra i due litotipi è ben evidente alla frequenza di picco H/V pari a 3,42 hz.

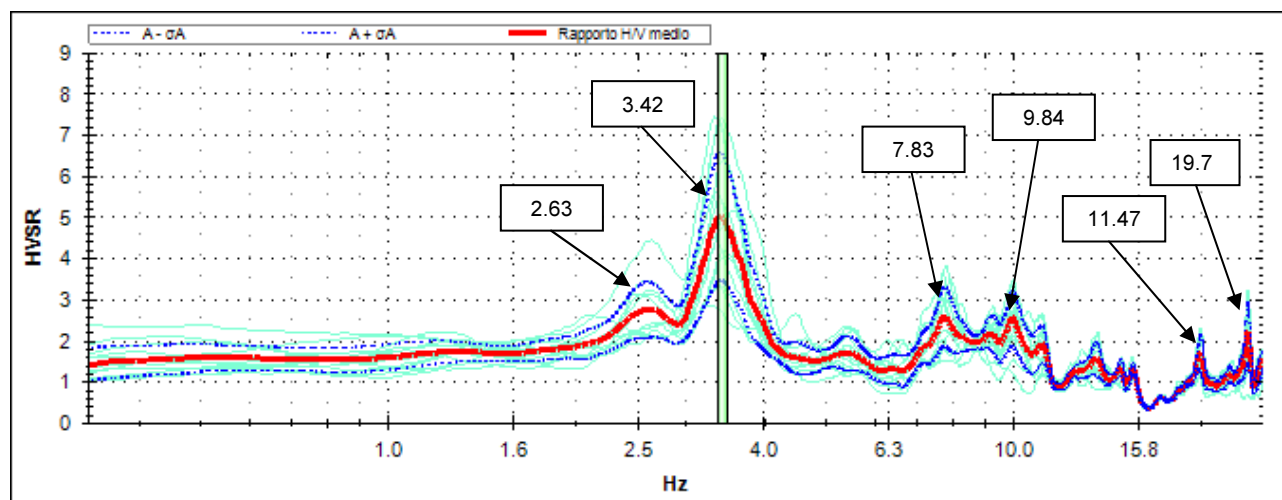
Si precisa che in questo caso i picchi non sono legati al Bedrock ma esclusivamente al Bedrock-like.

Al di sotto di questa profondità il rapporto H/V non si mantiene piatto (con ampiezza prossima ad 1), ma mostra, altri massimi locali, legate a strutture più profonde.

Analizzando i picchi che si riscontrano all'interno dell'intervallo compreso tra 1,5 (oltre il cui non si riscontrano picchi significativi), e 20 hz si possono considerare i seguenti picchi alle seguenti frequenze:

2,63 hz; 3,42 hz; 7,83 hz; 9,82 hz; 11,4 hz;
19,7 hz.

La mancanza di ulteriori rigonfiamenti a frequenze più basse di 2 hz., porta a ritenere che non vi siano altre importanti discontinuità sismiche fino ad almeno 67.00 m circa.



Poiché la prova penetrometrica ha messo in evidenza un passaggio litologico relativamente ai terreni che costituiscono i terrazzi di spessore compreso tra 4.5 m e 7.0 metri, dall'equazione [1] ricaviamo per i terreni che costituiscono i terrazzi:

$$V_{S1} = 4 \cdot 19.7 \cdot 2.2 = 173.80 \text{ m/s (media);}$$

$$V_{S2} = 4 \cdot 11.4 \cdot 4.8 = 220.224 \text{ m/s (media);}$$



mentre per definire lo spessore dei vari livelli relativi ai corrispondenti picchi si dovranno considerare le velocità definite in tabella 1 da cui si può estrapolare che i terreni costituiti dai depositi conglomeratici sabbiosi possono essere considerati tra i seguenti tipi di suoli : Suoli ghiaiosi e rocce da tenere a dure (es. rocce sedimentarie, ignee, tenere, arenarie, argilliti, ghiaie e suoli con < 20% di ghiaia).

Nell'area gli spessori delle sabbie e ghiaie raggiungono notevoli spessori oltre 80-90 m, inoltre, le sabbie di messina presentano, con la profondità, livelli sempre più addensati tanto da portare a rifiuto prove penetrometriche dinamiche pesanti già oltre i 10-15 metri di profondità.

Quindi, per confronti con altri siti adiacenti si assumono cautelativamente per le Sabbie di Messina le seguenti velocità in funzione delle profondità:

- ✓ Da 5.00 fino a 10.00 m $V_S = 375$ m/s.
- ✓ da 10.00 m a 15.00 m $V_S = 475$ m/s;
- ✓ da 15.00 m a 25.00 m $V_S = 550$ m/s;
- ✓ da 25.00 m a 50.00 m $V_S = 660$ m/s;

da cui si possono ricavare le seguenti profondità:

- ✓ $H_3 = 375 / (4 \cdot 9.84) = 9.53$ m (spessore livello = 2.53 m (9.55 m - 7.0 m.);
- ✓ $H_4 = 475 / (4 \cdot 7.83) = 15.17$ m (spessore livello = 5.64 m (15.17 m - 9.55 m.);
- ✓ $H_5 = 540 / (4 \cdot 4.32) = 40.20$ m (spessore livello = 9.83 m (40.20 m - 15.17 m.);
- ✓ $H_6 = 700 / (4 \cdot 2.63) = 62.73$ m (spessore livello = 5.00 m (da 25 a 30 m);

E successivamente calcolare il valore di V_{S30} come di seguito descritto:

$$(2.2 \text{ m}/173.8 \text{ m/s}) + (4.8 \text{ m}/220.22 \text{ m/s}) + (2.53 \text{ m}/375 \text{ m/s}) + (5.64 \text{ m}/475 \text{ m/s}) + (9.83 \text{ m}/550 \text{ m/s}) + (5.01 \text{ m}/660 \text{ m/s}) = 0.078528 \text{ s.}$$

$$\text{Da cui } V_{S30} = 30 \text{ m} / 0.078528 \text{ s} = 382.0274 \text{ m/s}$$

Tale valore rientra tra le categorie di sottosuolo "B"

Tipologia di sottosuolo "B" : Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{S30} compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $NSPT_{30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $cu_{30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).



- Esplorazione del sottosuolo con mezzi speciali
- Indagini e Monitoraggi ambientali
- Consolidamento terreni e fondazioni speciali
- Opere speciali nel sottosuolo
- Trivellazioni e pozzi
- Consulenze geologiche e geotecniche

PROVE PENETROMETRICHE STATICHE

CPT



POSTAZIONE CPT 1

Sede Legale: Via Generale Cascino n. 86 - 97019 Vittoria (RG) Tel. / Fax + 39 0932.985.951
C.F. / P.IVA: 01410820888 - REA Ragusa n. 117136 - E-mail: centro.idrogeotecnico@gmail.it - cigt srl@alice.it



SOA Mediterranea S.p.A.
Società Organismo di Attestazione Mediterranea

Attestazione n. 4175/03/00



Certificato n. 10907/04/00



- Esplorazione del sottosuolo con mezzi speciali
- Indagini e Monitoraggi ambientali
- Consolidamento terreni e fondazioni speciali
- Opere speciali nel sottosuolo
- Trivellazioni e pozzi
- Consulenze geologiche e geotecniche

C.I.G.T. srl
Via Gen. Cascino 86 Vittoria (RG)

Committente: SAIPEM

Data: 20-11-2014 Attrezzatura:

Note:

Località: MESSINA Centrale SRG

Quota(m): p.c. Sigla: \P1

Parametri geotecnici

Profondità base strato(m)	qc (kg/cmq)	Descrizione litologica dello strato	k (m/s)	Cc	Angolo d'attrito(°)	Peso di volume naturale (t/mc)	Densità relativa %	Modulo di Young (kg/cmq)	Coesione non drenata (kg/cmq)	Modulo edom. coesivi (kg/cmq)	O. C. R.	Modulo dinamico di taglio (kg/cmq)	Modulo edom. incoerenti (kg/cmq)	Pres. eff. a metà strato (kg/cmq)
1,2	13		6,55E-65		39	2,04	41	33				134	35	0,2
1,4	12		7,81E-20		28	1,82	34	30				128	30	0,24
1,6	22		3,51E-16		31	1,92	51	55				185	44	0,28
1,8	21		5,31E-20		31	1,89	46	53				180	41	0,31
2	26		5,6E-20		32	1,92	51	65				205	46	0,35
2,2	13		1,88E-19		29	1,77	25	33				134	25	0,39
2,4	21		1,24E-27		31	1,85	39	53				180	37	0,43
2,6	21		2,52E-16		31	1,84	37	53				180	36	0,46
2,8	18		2,9E-13		30	1,8	30	45				164	30	0,5
3	29		8,41E-16		32	1,88	45	73				219	43	0,54
3,2	36		8,39E-14		33	1,91	50	90				250	48	0,57
3,4	17		2,55E-294		30	1,76	23	43				158	26	0,61
3,6	27		0		32	1,84	38	68				210	39	0,65
3,8	11		0		28	1,73	15	28				121	20	0,68
4	17		0		30	1,75	19	43				158	24	0,72
4,2	24		0		31	1,8	30	60				195	33	0,75

Sede Legale: Via Generale Cascino n. 86 - 97019 Vittoria (RG) Tel. / Fax + 39 0932.985.951
C.F. / P.IVA: 01410820888 - REA Ragusa n. 117136 - E-mail: centro.idrogeotecnico@gmail.it - cigtsrl@alice.it



SOA Mediterranea S.p.A.
Società Organismo di Attestazione Mediterranea

Attestazione n. 4175/03/00



Certificato n. 10907/04/00



- Esplorazione del sottosuolo con mezzi speciali
- Indagini e Monitoraggi ambientali
- Consolidamento terreni e fondazioni speciali
- Opere speciali nel sottosuolo
- Trivellazioni e pozzi
- Consulenze geologiche e geotecniche

C.I.G.T. srl

Via Gen. Cascino 86 Vittoria (RG)

Profondità base strato(m)	qc (kg/cm ²)	Descrizione litologica dello strato	k (m/s)	Cc	Angolo d'attrito(°)	Peso di volume naturale (t/mc)	Densità relativa %	Modulo di Young (kg/cm ²)	Coesione non drenata (kg/cm ²)	Modulo edom. coesivi (kg/cm ²)	O. C. R.	Modulo dinamico di taglio (kg/cm ²)	Modulo edom. incoerenti (kg/cm ²)	Pres. eff. a metà strato (kg/cm ²)
4,4	28		0		32	1,82	34	70				214	37	0,79
4,6	30		0		32	1,83	35	75				224	38	0,83

Sede Legale: Via Generale Cascino n. 86 – 97019 Vittoria (RG) Tel. / Fax + 39 0932.985.951
C.F. / P.IVA: 01410820888 – REA Ragusa n. 117136 – E-mail: centro.idrogeotecnico@gmail.it - cigtstl@alice.it



SOA Mediterranea S.p.A.
Società Organismo di Attestazione Mediterranea

Attestazione n. 4175/03/00



Certificato n. 10907/04/00

**C.I.G.T. srl**

Via Gen. Cascino 86 Vittoria (RG)

Committente: SAIPEM

Località: MESSINA Centrale SRG

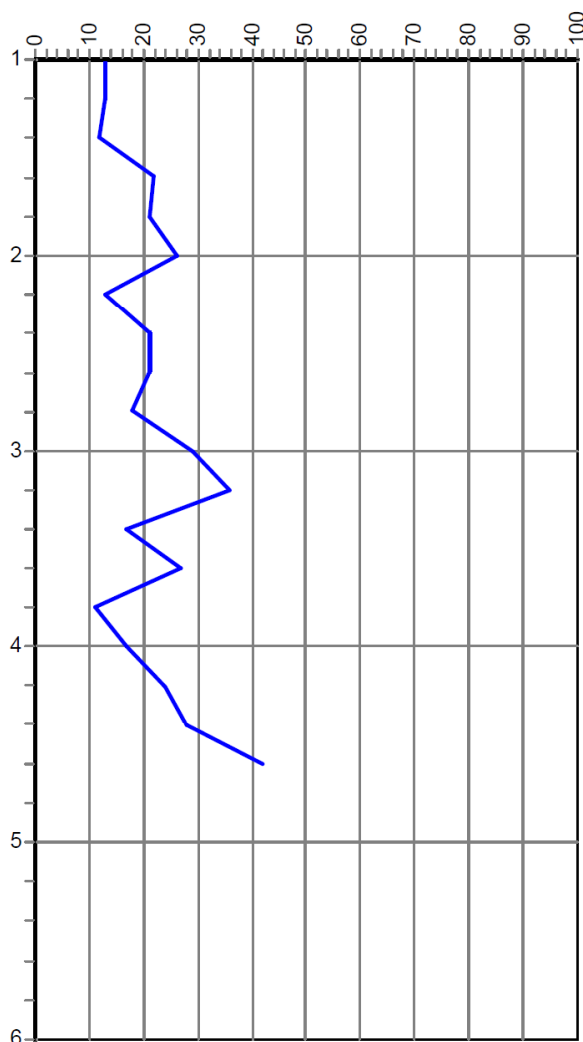
Data: 20-11-2014

Attrezzatura:

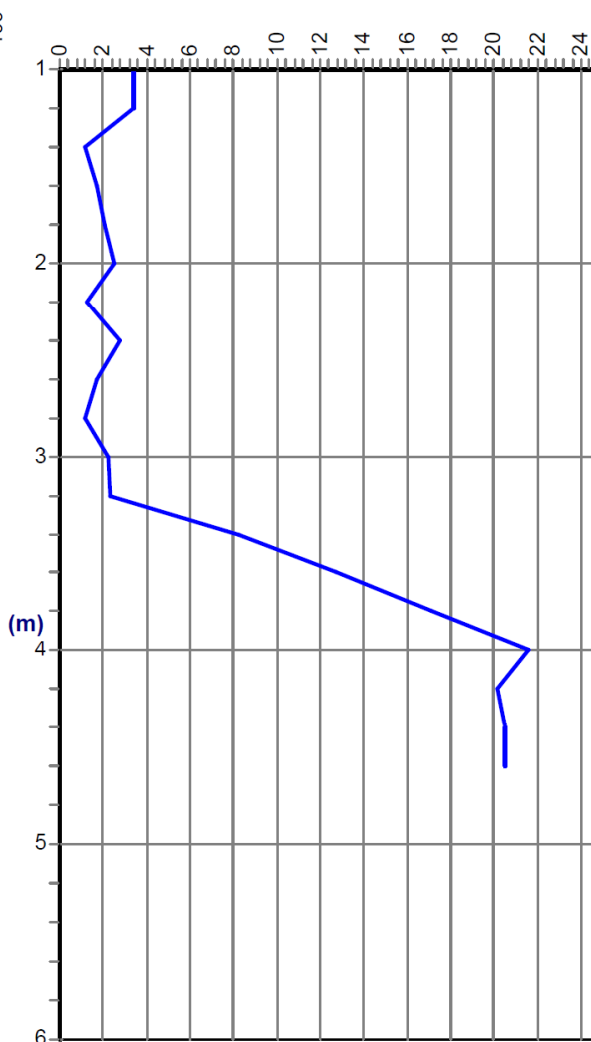
Note:

Quota(m): p.c.

Sigla: \P1

Grafico della prova

— resistenza della punta(qc)(kg/cmq)



— resistenza laterale(fs)(kg/cmq)

Sede Legale: Via Generale Cascino n. 86 - 97019 Vittoria (RG) Tel. / Fax + 39 0932.985.951
C.F. / P.IVA: 01410820888 - REA Ragusa n. 117136 - E-mail: centro.idrogeotecnico@gmail.it - cigtstl@alice.it

**SOA Mediterranea S.p.A.**
Società Organismo di Attestazione Mediterranea

Attestazione n. 4175/03/00

Member of CIBQ Federation
RINA
ISO 9001:2008
Sistema Qualità Certificato

Certificato n. 10907/04/00



- Esplorazione del sottosuolo con mezzi speciali
- Indagini e Monitoraggi ambientali
- Consolidamento terreni e fondazioni speciali
- Opere speciali nel sottosuolo
- Trivellazioni e pozzi
- Consulenze geologiche e geotecniche



POSTAZIONE CPT 2

Sede Legale: Via Generale Cascino n. 86 - 97019 Vittoria (RG) Tel. / Fax + 39 0932.985.951
C.F. / P.IVA: 01410820888 - REA Ragusa n. 117136 - E-mail: centro.idrogeotecnico@gmail.it - cigt srl@alice.it



SOA Mediterranea S.p.A.
Società Organismo di Attestazione Mediterranea

Attestazione n. 4175/03/00



Member of CISO Federation

RINA
ISO 9001:2008
Sistema Qualità Certificato

Certificato n. 10907/04/00



- Esplorazione del sottosuolo con mezzi speciali
- Indagini e Monitoraggi ambientali
- Consolidamento terreni e fondazioni speciali
- Opere speciali nel sottosuolo
- Trivellazioni e pozzi
- Consulenze geologiche e geotecniche

C.I.G.T. srl
Via Gen. Cascino 86 Vittoria (RG)

Committente: SAIPEM

Data: 20-11-2014

Attrezzatura:

Note:

Località: MESSINA Centrale SRG

Quota(m): p.c.

Sigla: \P2

Parametri geotecnici

Profondità base strato(m)	qc (kg/cm ²)	Descrizione litologica dello strato	k (m/s)	Cc	Angolo d'attrito(°)	Peso di volume naturale (t/m ³)	Densità relativa %	Modulo di Young (kg/cm ²)	Coesione non drenata (kg/cm ²)	Modulo edom. coesivi (kg/cm ²)	O. C. R.	Modulo dinamico di taglio (kg/cm ²)	Modulo edom. incoerenti (kg/cm ²)	Pres. eff. a metà strato (kg/cm ²)
0.2	37	Sabbia grossolana e ghiaia con ciottoli	7,31E-12		33	2,27	85	93				254	69	0,02
0.4	38		7,07E-14		33	2,16	85	95				258	70	0,07
0.6	36		3,16E-15		33	2,16	85	90				250	70	0,11
0.8	40		1,15E-21		34	2,16	85	100				267	71	0,15
1	40		7,85E-69		34	2,12	80	100				267	67	0,2
1.2	23		1,64E-209		31	1,95	56	58				190	48	0,24
1.4	23		1,97E-249		31	1,93	53	58				190	46	0,28
1.6	38		1,68E-82		33	2,02	67	95				258	58	0,32
1.8	36		3,3E-98		33	1,99	62	90				250	55	0,36
2	37		1,76E-122		33	1,97	60	93				254	54	0,39
2.2	34		6,34E-76		33	1,94	55	85				241	50	0,43
2.4	60		1,29E-113		35	2,06	73	150				342	66	0,47
2.6	21		0		31	1,82	34	53				180	34	0,51
2.8	30		7,83E-169		32	1,88	45	75				224	43	0,55
3	65		1,27E-105		36	2,04	70	163				359	65	0,59
3.2	39		4,62E-57		33	1,92	51	98				263	49	0,63

C.F. / P.IVA: 01410820888 - REA Ragusa n. 117136 - E-mail: centro.idrogeotecnico@gmail.it - cigtstl@alice.it



SOA Mediterranea S.p.A.
Società Organismo di Attestazione Mediterranea

Attestazione n. 4175/03/00



Certificato n. 10907/04/00



- Esplorazione del sottosuolo con mezzi speciali
- Indagini e Monitoraggi ambientali
- Consolidamento terreni e fondazioni speciali
- Opere speciali nel sottosuolo
- Trivellazioni e pozzi
- Consulenze geologiche e geotecniche

C.I.G.T. srl

Via Gen. Cascino 86 Vittoria (RG)

Profondità base strato(m)	qc (kg/cmq)	Descrizione litologica dello strato	k (m/s)	Cc	Angolo d'attrito(°)	Peso di volume naturale (t/mc)	Densità relativa %	Modulo di Young (kg/cmq)	Coesione non drenata (kg/cmq)	Modulo edom. coesivi (kg/cmq)	O. C. R.	Modulo dinamico di taglio (kg/cmq)	Modulo edom. incoerenti (kg/cmq)	Pres. eff. a metà strato (kg/cmq)
3,4	121		4,87E-49		39	2,16	85	303				524	79	0,67
3,6	46		0		34	1,93	54	115				290	53	0,71
3,8	41		0		34	1,9	48	103				271	48	0,75
4	30		0		32	1,83	36	75				224	39	0,79
4,2	30		0		32	1,83	35	75				224	38	0,82
4,4	32		0		33	1,84	37	80				233	41	0,86
4,6	45		0		34	1,89	47	113				287	49	0,9
4,8	111		1,92E-127		38	2,09	77	278				498	76	0,94
5	38		0		33	1,85	39	95				258	44	0,98
5,2	30		0		32	1,8	30	75				224	37	1,01
5,4	62		0		36	1,93	54	155				349	57	1,05
5,6	35		0		33	1,82	34	88				246	41	1,09
5,8	69		0		36	1,95	56	173				372	60	1,12
6	36		0		33	1,81	33	90				250	41	1,16
6,2	39		0		33	1,83	35	98				263	43	1,2
6,4	79		1,71E-215		37	1,97	59	198				404	64	1,24
6,6	37		0		33	1,81	32	93				254	42	1,27
6,8	117		1,48E-82		38	2,05	71	293				514	76	1,31
7	51		3,1E-277		35	1,86	42	128				309	51	1,35
7,2	46		0		34	1,84	37	115				290	47	1,39
7,4	39		0		33	1,8	31	98				263	43	1,43
7,6	38		0		33	1,8	30	95				258	42	1,46
7,8	53		0		35	1,85	40	133				317	51	1,5
8	56		0		35	1,86	42	140				328	53	1,54

Sede Legale: Via Generale Cascino n. 86 – 97019 Vittoria (RG) Tel. / Fax + 39 0932.985.951
C.F. / P.IVA: 01410820888 – REA Ragusa n. 117136 – E-mail: centro.idrogeotecnico@gmail.it - cigtsrl@alice.it



SOA Mediterranea S.p.A.
Società Organismo di Attestazione Mediterranea

Attestazione n. 4175/03/00



Certificato n. 10907/04/00



- Esplorazione del sottosuolo con mezzi speciali
- Indagini e Monitoraggi ambientali
- Consolidamento terreni e fondazioni speciali
- Opere speciali nel sottosuolo
- Trivellazioni e pozzi
- Consulenze geologiche e geotecniche

C.I.G.T. srl

Via Gen. Cascino 86 Vittoria (RG)

Profondità base strato(m)	qc (kg/cmq)	Descrizione litologica dello strato	k (m/s)	Cc	Angolo d'attrito(°)	Peso di volume naturale (t/mc)	Densità relativa %	Modulo di Young (kg/cmq)	Coesione non drenata (kg/cmq)	Modulo edom. coesivi (kg/cmq)	O. C. R.	Modulo dinamico di taglio (kg/cmq)	Modulo edom. incoerenti (kg/cmq)	Pres. eff. a metà strato (kg/cmq)
8,2	38		0		33	1,79	28	95				258	42	1,57
8,4	54		0		35	1,85	39	135				320	52	1,61
8,6	43		0		34	1,8	31	108				279	45	1,64

Sede Legale: Via Generale Cascino n. 86 – 97019 Vittoria (RG) Tel. / Fax + 39 0932.985.951
C.F. / P.IVA: 01410820888 – REA Ragusa n. 117136 – E-mail: centro.idrogeotecnico@gmail.it - cigtsrl@alice.it



SOA Mediterranea S.p.A.
Società Organismo di Attestazione Mediterranea

Attestazione n. 4175/03/00



Certificato n. 10907/04/00

**C.I.G.T. srl**

Via Gen. Cascino 86 Vittoria (RG)

Committente: SAIPEM

Località: MESSINA Centrale SRG

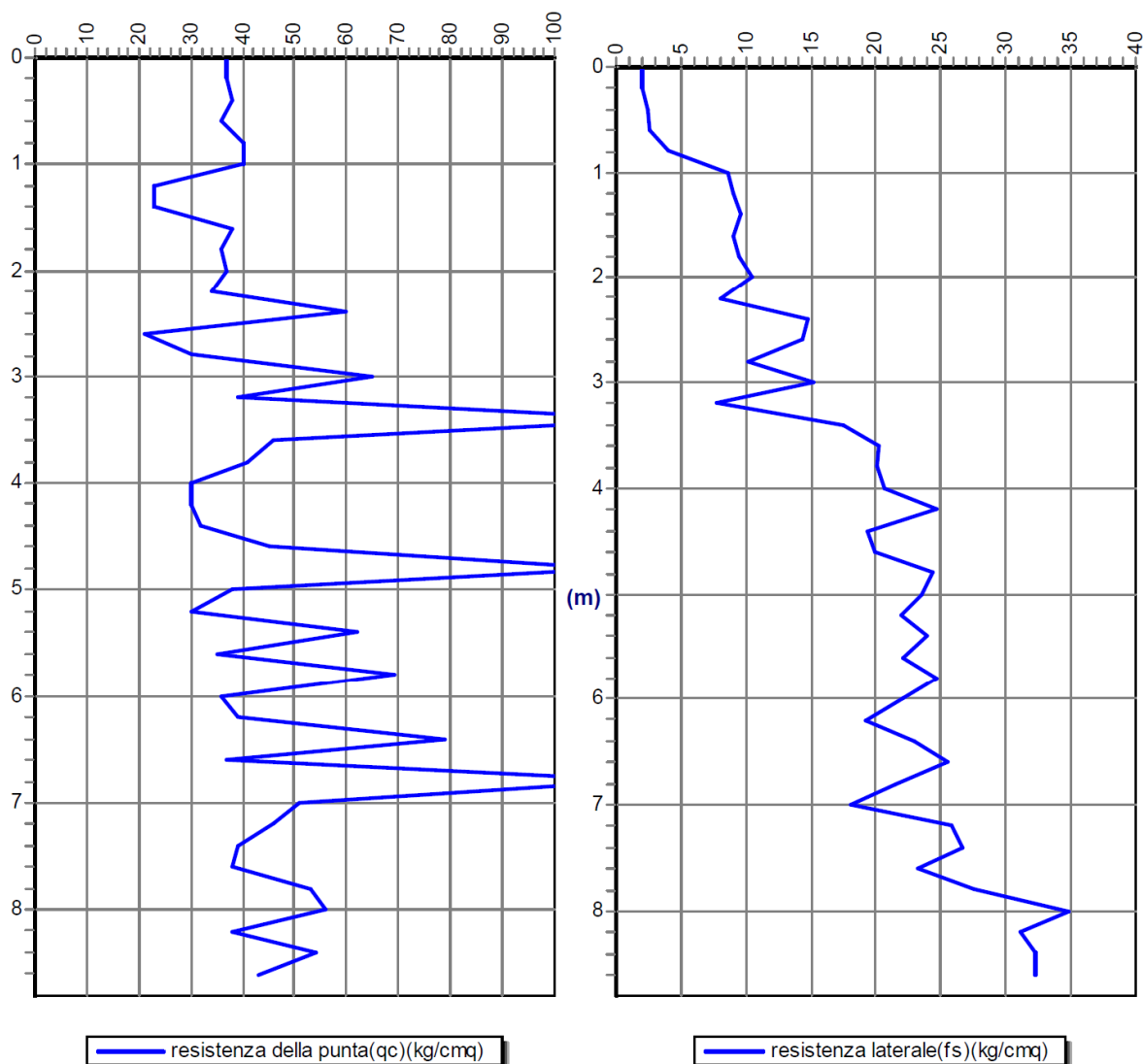
Data: 20-11-2014

Attrezzatura:

Note:

Quota(m): p.c.

Sigla: \P2

Grafico della prova

Sede Legale: Via Generale Cascino n. 86 – 97019 Vittoria (RG) Tel. / Fax + 39 0932.985.951
C.F. / P.IVA: 01410820888 – REA Ragusa n. 117136 – E-mail: centro.idrogeotecnico@gmail.it - cigtsrl@alice.it

**SOA Mediterranea S.p.A.**
Società Organismo di Attestazione Mediterranea

Attestazione n. 4175/03/00

Member of CEN Federation
RINA
ISO 9001:2008
Sistema Qualità Certificato

Certificato n. 10907/04/00



- Esplorazione del sottosuolo con mezzi speciali
- Indagini e Monitoraggi ambientali
- Consolidamento terreni e fondazioni speciali
- Opere speciali nel sottosuolo
- Trivellazioni e pozzi
- Consulenze geologiche e geotecniche



POSTAZIONE CPT 3



- Esplorazione del sottosuolo con mezzi speciali
- Indagini e Monitoraggi ambientali
- Consolidamento terreni e fondazioni speciali
- Opere speciali nel sottosuolo
- Trivellazioni e pozzi
- Consulenze geologiche e geotecniche

C.I.G.T. srl
Via Gen. Cascino 86 Vittoria (RG)

Committente: SAIPEM		Località: MESSINA Centrale SRG	
Data: 20-11-2014	Attrezzatura:		
Note:		Quota(m): p.c.	Sigla: \P3
Parametri geotecnici			

Profondità base strato(m)	qc (kg/cm ²)	Descrizione litologica dello strato	k (m/s)	Cc	Angolo d'attrito(°)	Peso di volume naturale (t/m ³)	Densità relativa %	Modulo di Young (kg/cm ²)	Coesione non drenata (kg/cm ²)	Modulo edom. coesivi (kg/cm ²)	O. C. R.	Modulo dinamico di taglio (kg/cm ²)	Modulo edom. incoerenti (kg/cm ²)	Pres. eff. a metà strato (kg/cm ²)
1.2	13	Sabbia grossolana e ghiaie con ciottoli	2,89E-5		39	2,04	41	33				134	35	0.2
1.4	13		0,000224		29	1,83	36	33				134	32	0.24
1.6	30		0,00193		32	1,99	62	75				224	53	0.28
1.8	21		3,85E-64		31	1,89	46	53				180	41	0.32
2	23		1,9E-151		31	1,89	47	58				190	42	0.35
2.2	30		4,43E-137		32	1,93	53	75				224	48	0.39
2.4	29		0		32	1,91	50	73				219	46	0.43
2.6	52		6,03E-80		35	2,03	68	130				313	61	0.47
2.8	32		2,89E-46		33	1,9	49	80				233	46	0.51
3	15		0		29	1,75	21	38				146	24	0.55
3.2	30		0		32	1,87	44	75				224	43	0.58
3.4	33		3,73E-278		33	1,88	45	83				237	44	0.62
3.6	47		7,54E-119		34	1,95	56	118				294	54	0.66
3.8	47		3,78E-83		34	1,94	55	118				294	53	0.7
4	60		5,29E-89		35	1,99	62	150				342	60	0.74
4.2	100		1,48E-38		38	2.1	78	250				467	74	0.78

Sede Legale: Via Generale Cascino n. 86 - 97019 Vittoria (RG) Tel. / Fax + 39 0932.985.951
C.F. / P.IVA: 01410820888 - REA Ragusa n. 117136 - E-mail: centro.idrogeotecnico@gmail.it - cigtstl@alice.it



SOA Mediterranea S.p.A.
Società Organismo di Attestazione Mediterranea

Attestazione n. 4175/03/00



Certificato n. 10907/04/00

**C.I.G.T. srl**

Via Gen. Cascino 86 Vittoria (RG)

Committente: SAIPEM

Località: MESSINA Centrale SRG

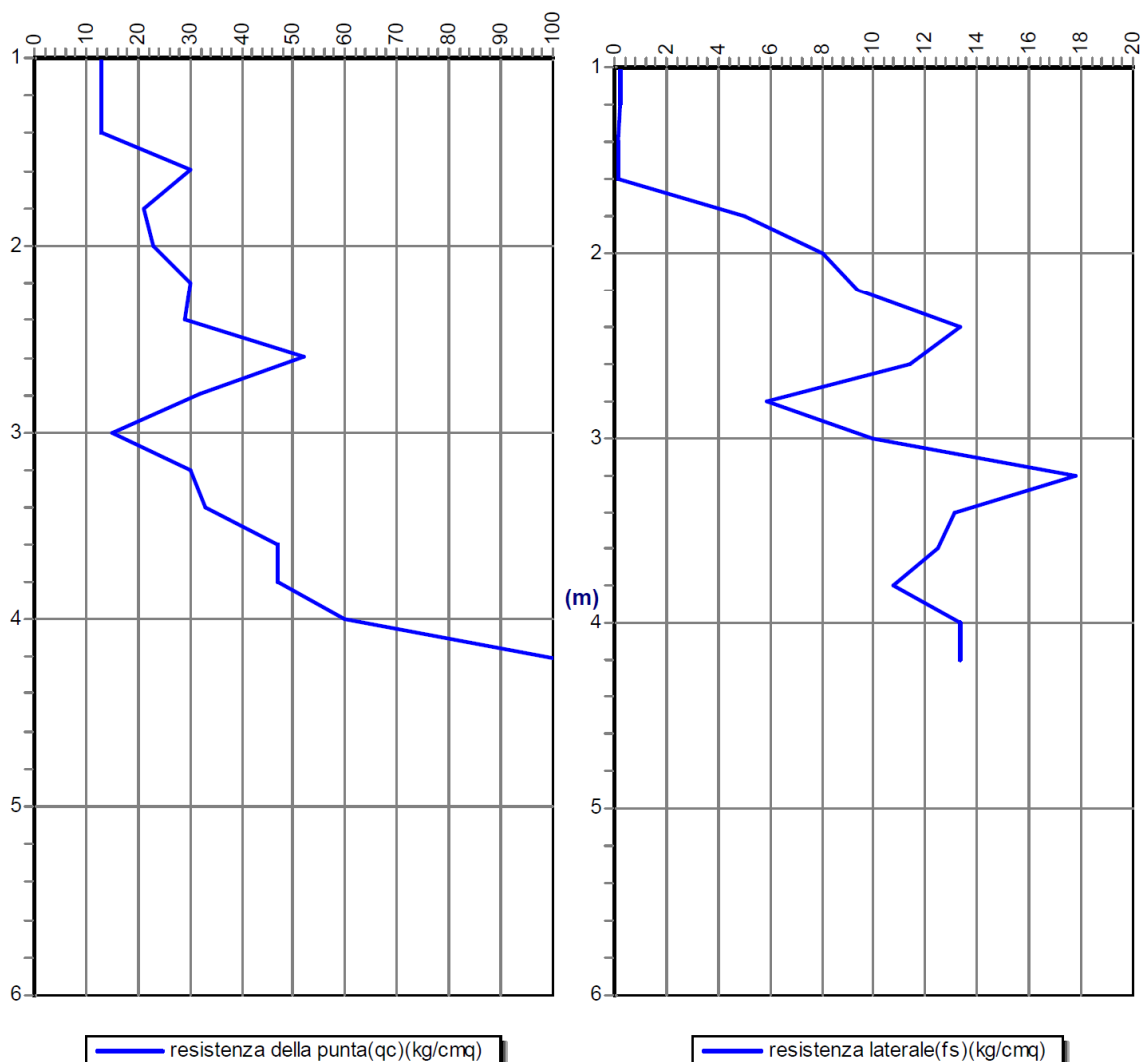
Data: 20-11-2014

Attrezzatura:

Note:

Quota(m): p.c.

Sigla: \P3

Grafico della prova

- Esplorazione del sottosuolo con mezzi speciali
- Indagini e Monitoraggi ambientali
- Consolidamento terreni e fondazioni speciali
- Opere speciali nel sottosuolo
- Trivellazioni e pozzi
- Consulenze geologiche e geotecniche

