



|                                                                                   |             |                                                                                  |                    |        |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------|--------|
|  | PROGETTISTA |  | COMMESSA           | UNITÀ  |
|                                                                                   |             |                                                                                  | 023116             | 00     |
|                                                                                   | LOCALITÀ    | MESSINA                                                                          | SPC. 00-CI-E-10001 |        |
|                                                                                   | PROGETTO    | Adeguamento Impianto di Compressione gas di Messina                              | Fg. 2 di 98        | Rev. 0 |

## INDICE

|          |                                                                      |           |
|----------|----------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>GENERALITA'</b>                                                   | <b>4</b>  |
| 1.1      | Aree interessate dalla realizzazione degli interventi di Adeguamento | 4         |
| 1.2      | Normativa di riferimento                                             | 9         |
| 1.3      | Documentazione di riferimento                                        | 10        |
| <b>2</b> | <b>INQUADRAMENTO DEL SITO</b>                                        | <b>11</b> |
| <b>3</b> | <b>INQUADRAMENTO GEOLOGICO</b>                                       | <b>15</b> |
| <b>4</b> | <b>INDAGINE GEOGNOSTICA</b>                                          | <b>18</b> |
| <b>5</b> | <b>INTERPRETAZIONE DELLE INDAGINI</b>                                | <b>21</b> |
| 5.1      | Prove di laboratorio e prove in situ. Considerazioni ed elaborazioni | 32        |
| 5.2      | Superficie Piezometrica (GWT)                                        | 35        |
| 5.3      | Prove geofisiche                                                     | 35        |
| 5.4      | Risultati dell'indagine geognostica                                  | 41        |
| <b>6</b> | <b>CARATTERIZZAZIONE STRATIGRAFICA E GEOTECNICA</b>                  | <b>42</b> |
| 6.1      | Caratterizzazione stratigrafica                                      | 42        |
| 6.2      | Falda (GWT)                                                          | 46        |
| 6.3      | Modello geotecnico (schema stratigrafico di calcolo)                 | 47        |
| <b>7</b> | <b>FONDAZIONI: TIPOLOGIA, CAPACITÀ PORTANTE E CEDIMENTI</b>          | <b>49</b> |
| 7.1      | Modello geotecnico e parametri caratteristici del terreno            | 49        |
| 7.2      | Caratteristiche tipologiche delle fondazioni dirette                 | 49        |
| 7.3      | Carico limite delle fondazioni dirette (Resistenza R)                | 49        |
| 7.4      | Influenza dell'eccentricità delle sollecitazioni sul carico limite   | 51        |
| 7.5      | Cedimenti di fondazioni dirette                                      | 53        |
| 7.6      | Interazione terreno-struttura - [terreno alla Winkler]               | 57        |
| 7.7      | Raccomandazioni esecutive sulle fondazioni dirette                   | 57        |
| <b>8</b> | <b>FONDAZIONI DI MACCHINE VIBRANTI</b>                               | <b>61</b> |



|                                                                                   |             |                                                                                  |                    |        |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------|--------|
|  | PROGETTISTA |  | COMMESSA           | UNITÀ  |
|                                                                                   |             |                                                                                  | 023116             | 00     |
|                                                                                   | LOCALITÀ    | MESSINA                                                                          | SPC. 00-CI-E-10001 |        |
|                                                                                   | PROGETTO    | Adeguamento Impianto di Compressione gas di Messina                              | Fg. 3 di 98        | Rev. 0 |

|            |                                                                                                                                                                                                                        |           |
|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 8.1        | Parametri geotecnici dinamici del terreno.                                                                                                                                                                             | 61        |
| 8.2        | Miglioramento del terreno di fondazione delle macchine vibranti.                                                                                                                                                       | 62        |
| 8.3        | Intervento di miglioramento mediante letto di sottofondazione in magrone di calcestruzzo                                                                                                                               | 62        |
| <b>9</b>   | <b>SISMICITÀ</b>                                                                                                                                                                                                       | <b>67</b> |
| 9.1        | Magnitudo di riferimento                                                                                                                                                                                               | 67        |
| <b>10</b>  | <b>AZIONE SISMICA DI RIFERIMENTO – APPROCCIO SEMPLIFICATO</b>                                                                                                                                                          | <b>69</b> |
| 10.1       | Categoria di sottosuolo                                                                                                                                                                                                | 69        |
| 10.2       | Categoria topografica                                                                                                                                                                                                  | 70        |
| 10.3       | Analisi di pericolosità sismica di base                                                                                                                                                                                | 71        |
| 10.4       | Azione sismica di riferimento                                                                                                                                                                                          | 73        |
| <b>11</b>  | <b>ANALISI DI RISPOSTA SISMICA LOCALE</b>                                                                                                                                                                              | <b>75</b> |
| 11.1       | Risultati dell'analisi                                                                                                                                                                                                 | 75        |
| <b>12</b>  | <b>VALUTAZIONE DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE SECONDO LE NTC2018</b>                                                                                                                                                   | <b>87</b> |
| 12.1       | Metodologia di analisi e criteri di esclusione                                                                                                                                                                         | 87        |
| <b>13</b>  | <b>ALLEGATI</b>                                                                                                                                                                                                        | <b>89</b> |
| ALLEGATO 1 | [Rif.2] - L.&R. Laboratori e Ricerche S.r.l. - RdP881/CON21 - Indagini geognostiche ambientali e geofisiche per il Progetto di Adeguamento della Centrale SNAM di Messina – RAPPORTO DI PROVA – Rev. 0 del 21.06.2021. |           |
| ALLEGATO 2 | Rif.3] - ISMGEO (Istituto Sperimentale Modelli GEOTecnici) - Impianto SRG Messina PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO - Prog. L001; Doc. RAT 168/2021, Rev. 00 del 23/07/2021.                                            |           |
| ALLEGATO 3 | METODOLOGIA DI CALCOLO DELLA CAPACITÀ PORTANTE DI FONDAZIONI SUPERFICIALI. Meyerhof (1951, 1963).                                                                                                                      |           |
| ALLEGATO 4 | Riassunto degli schemi delle fondazioni dei principali fabbricati previsti nell'ambito dell'Adeguamento Centrale Snam Rete Gas di Messina, sulla base dei seguenti Disegni Saipem.                                     |           |

|                                                                                   |                                                                                                        |                                  |                           |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|---------------------------|
|  | <b>PROGETTISTA</b><br> | <b>COMMESSA</b><br><b>023116</b> | <b>UNITÀ</b><br><b>00</b> |
|                                                                                   | <b>LOCALITÀ</b><br><b>MESSINA</b>                                                                      | <b>SPC. 00-CI-E-10001</b>        |                           |
|                                                                                   | <b>PROGETTO</b> <b>Adeguamento Impianto di Compressione gas di Messina</b>                             | Fg. 4 di 98                      | <b>Rev.</b><br><b>0</b>   |

## 1 GENERALITA'

Nell'ambito della progettazione degli interventi di Adeguamento della Centrale Gas SRG di Messina, sono state eseguite una serie di indagini e rilievi in sito, per caratterizzare l'area oggetto dell'intervento da un punto di vista geologico, idrogeologico, stratigrafico e geotecnico. L'area della Centrale è coreograficamente mostrata nella foto aerea di Figura 1.1.

Il presente documento attiene alla ricostruzione del quadro di riferimento geotecnico necessario per la progettazione delle opere e dell'impianto in progetto, fa integralmente riferimento ai risultati della campagna di indagini geognostiche, geotecniche e geofisico-sismiche, appositamente eseguita sull'area dell'impianto nel periodo marzo – giugno 2021 da L.&R. Laboratori e Ricerche S.r.l., con sede in Via Pablo Picasso n. 2, San Giovanni La Punta (CT) [Rif. 2].

La presente relazione definisce la caratterizzazione stratigrafica e geotecnica dei terreni di fondazione assunta per le aree interessate dalla realizzazione degli interventi di Adeguamento Impianto di Compressione gas di Messina, che sono indicati nella Planimetria di Figura 1.2 [Rif. 1].

Lo studio ha preso in considerazione, insieme ai risultati della summenzionata campagna geognostica appositamente eseguita ) [Rif. 2] e [Rif. 3], anche gli ulteriori dati ed informazioni di natura geognostica, geologica e geotecnica pregressi e disponibili, [Rif. 4], [Rif. 5] e [Rif. 6].

Gli elementi e le analisi di seguito descritti sono stati finalizzati a:

- definire il modello geotecnico di sottosuolo in corrispondenza delle aree di interesse per gli interventi in progetto. Per modello geotecnico si intende uno schema rappresentativo delle condizioni stratigrafiche, del regime delle pressioni interstiziali e della caratterizzazione fisico-meccanica dei terreni e delle rocce comprese nel volume significativo, finalizzato all'analisi quantitativa del problema geotecnico connesso con la progettazione dei manufatti previsti nell'impianto;
- sviluppare la caratterizzazione sismica di sito, ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, ai sensi delle NTC2018.

### 1.1 Aree interessate dalla realizzazione degli interventi di Adeguamento

Nella Figura 1.2 sono mostrate, in rosso, le aree interessate dagli interventi di potenziamento e le apparecchiature che si intendono installare.

Nella Figura 1.3 è presentato uno stralcio ingrandito delle suddette aree e opere/apparecchiature che si intendono installare, dedotto dalla Planimetria di Figura 1.2.

Nella Tabella 1.1 sono elencate le opere/apparecchiature che si intendono installare nella Centrale.



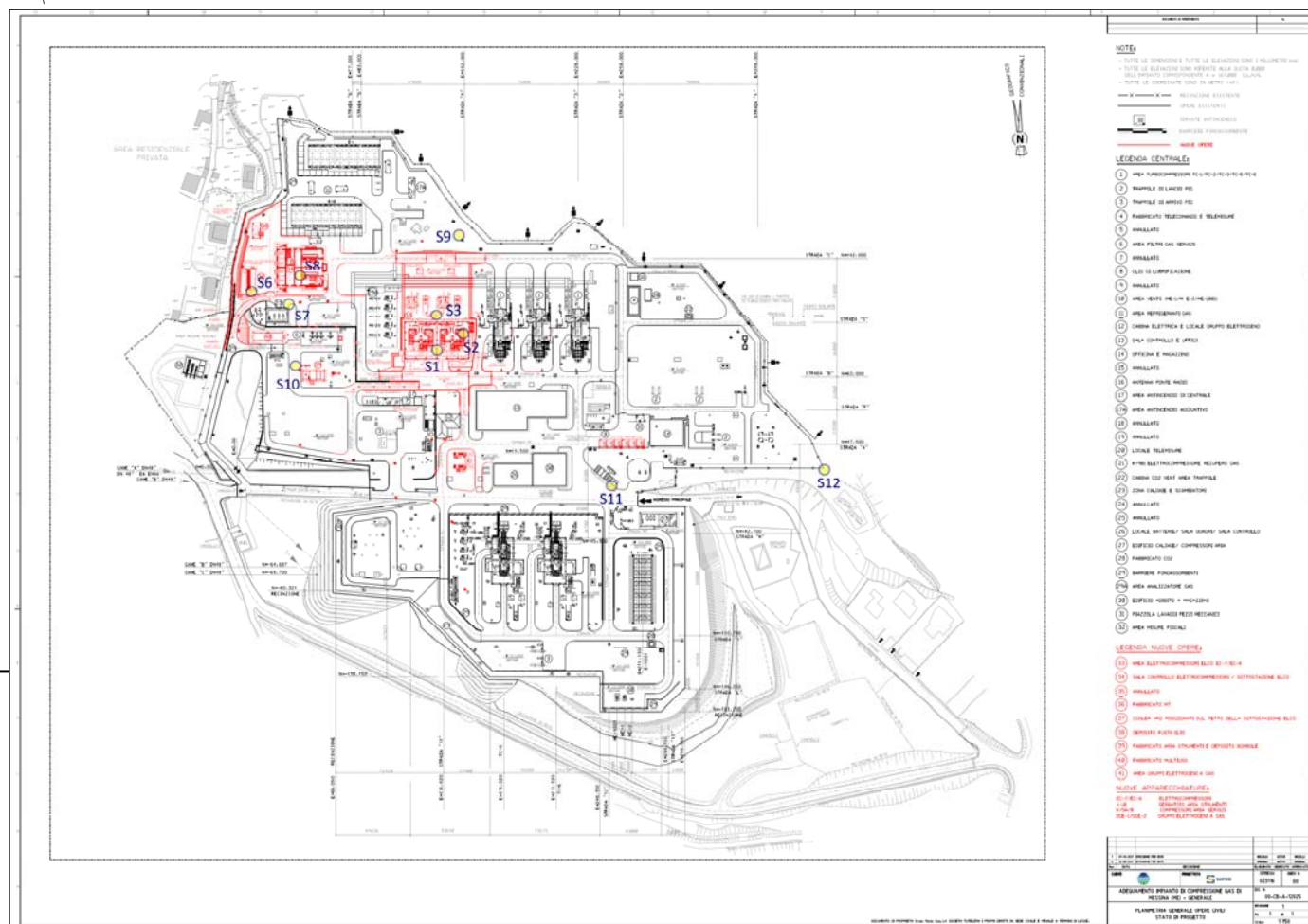
|                                                                                   |             |                                                                                  |                    |        |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------|--------|
|  | PROGETTISTA |  | COMMESSA           | UNITÀ  |
|                                                                                   |             |                                                                                  | 023116             | 00     |
|                                                                                   | LOCALITÀ    | MESSINA                                                                          | SPC. 00-CI-E-10001 |        |
|                                                                                   | PROGETTO    | Adeguamento Impianto di Compressione gas di Messina                              | Fg. 5 di 98        | Rev. 0 |



**Figura 1.1** – Coreografia dell'area della Centrale SRG di Messina da foto aerea.

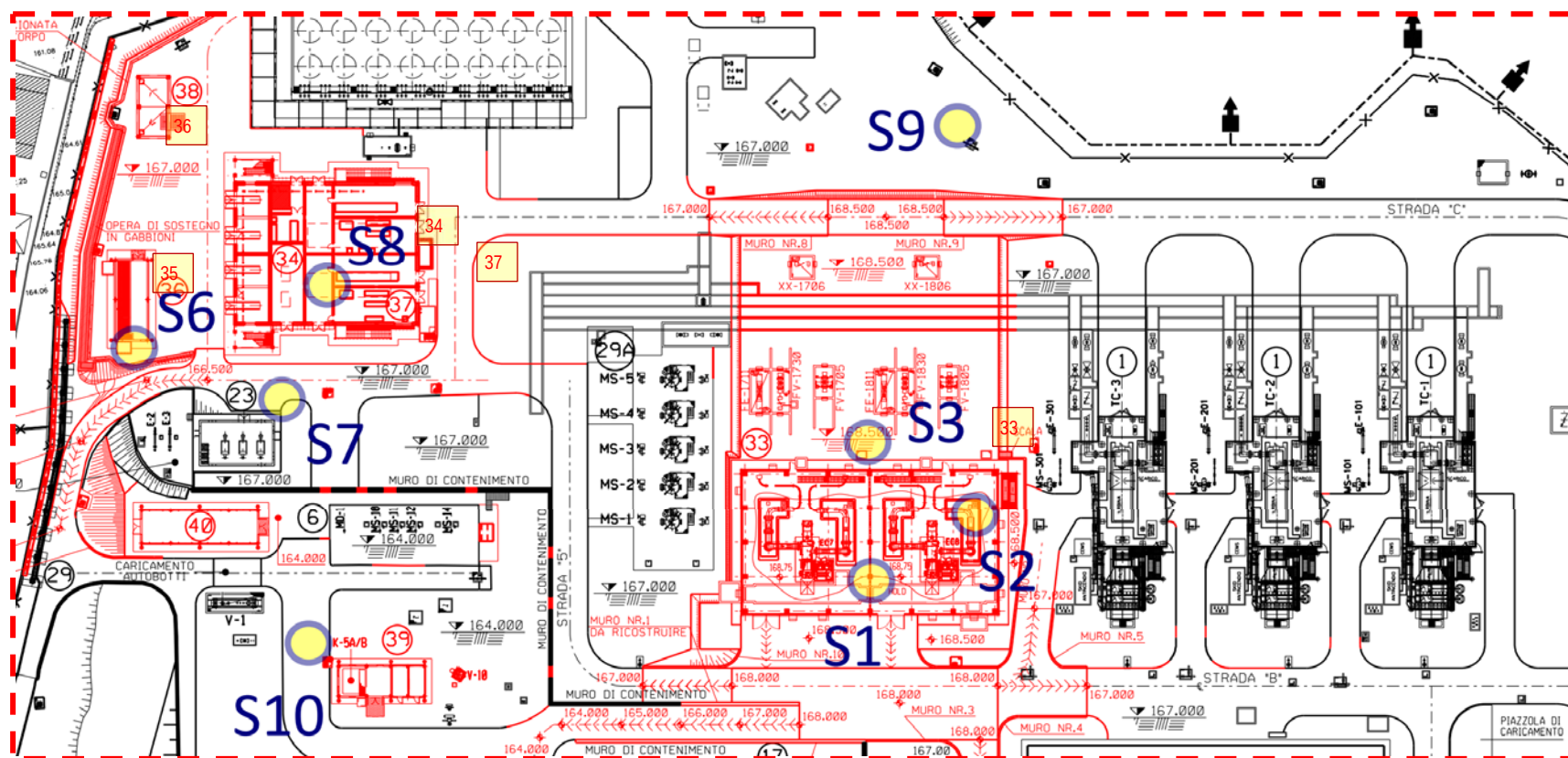


|                                                                                   |                                                                                                        |                                  |                           |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|---------------------------|
|  | <b>PROGETTISTA</b><br> | <b>COMMESSA</b><br><b>023116</b> | <b>UNITÀ</b><br><b>00</b> |
|                                                                                   | <b>LOCALITÀ</b><br><b>MESSINA</b>                                                                      | <b>SPC. 00-CI-E-10001</b>        |                           |
|                                                                                   | <b>PROGETTO</b> <b>Adeguamento Impianto di Compressione gas di Messina</b>                             | <b>Fg. 6 di 98</b>               | <b>Rev. 0</b>             |



**Figura 1.2 - Aree interessate dalla realizzazione degli interventi di Adeguamento Impianto di Compressione gas di Messina ([Rif. 1])**

|                                                                                   |                                                                                                         |                                  |                           |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|---------------------------|
|  | <b>PROGETTISTA</b><br> | <b>COMMESSA</b><br><b>023116</b> | <b>UNITÀ</b><br><b>00</b> |
|                                                                                   | <b>LOCALITÀ</b><br><b>MESSINA</b>                                                                       | <b>SPC. 00-CI-E-10001</b>        |                           |
|                                                                                   | <b>PROGETTO</b> Adeguamento Impianto di<br>Compressione gas di Messina                                  | Fg. 7 di 98                      | <b>Rev.</b><br><b>0</b>   |



**Figura 1.3** – Stralcio ingrandito (dedotto dalla Planimetria di Figura 1.2) delle aree interessate dalla realizzazione degli interventi di Adeguamento Impianto di Compressione gas di Messina e ubicazione delle opere/apparecchiature.

|                                                                                   |                                                                                                         |                                  |                           |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|---------------------------|
|  | <b>PROGETTISTA</b><br> | <b>COMMESSA</b><br><b>023116</b> | <b>UNITÀ</b><br><b>00</b> |
|                                                                                   | <b>LOCALITÀ</b><br><b>MESSINA</b>                                                                       | <b>SPC. 00-CI-E-10001</b>        |                           |
|                                                                                   | <b>PROGETTO</b> Adeguamento Impianto di Compressione gas di Messina                                     | Fg. 8 di 98                      | <b>Rev.</b><br><b>0</b>   |

**Tabella 1.1** - Elenco delle apparecchiature esistenti nella Centrale, e delle Nuove Apparecchiature (con riferimento alle Planimetrie di Figure 1.2 e 1.3)..

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>LEGENDA CENTRALE:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <hr style="border: 1px solid red;"/> <b>NUOVE OPERE</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| ① AREA TURBOCOMPRESSORI TC-1/TC-2/TC-3/TC-5/TC-6<br>② TRAPPOLE DI LANCIO PIG<br>③ TRAPPOLE DI ARRIVO PIG<br>④ FABBRICATO TELECOMANDO E TELEMISURE<br>⑤ ANNULLATO<br>⑥ AREA FILTRI GAS SERVIZI<br>⑦ ANNULLATO<br>⑧ OLIO DI LUBRIFICAZIONE<br>⑨ ANNULLATO<br>⑩ AREA VENTS (ME-1/M E-2/ME-1001)<br>⑪ AREA REFRIGERANTI GAS<br>⑫ CABINA ELETTRICA E LOCALE GRUPPO ELETTROGENO<br>⑬ SALA CONTROLLO E UFFICI<br>⑭ OFFICINA E MAGAZZINO<br>⑮ ANNULLATO<br>⑯ ANTENNA PONTE RADIO | ⑰ AREA ANTINCENDIO DI CENTRALE<br>⑰A AREA ANTINCENDIO AGGIUNTIVO<br>⑱ ANNULLATO<br>⑲ ANNULLATO<br>⑳ LOCALE TELEMISURE<br>㉑ K-901 ELETTROCOMPRESSORE RECUPERO GAS<br>㉒ CABINA CO2 VENT AREA TRAPPOLE<br>㉓ ZONA CALDAIE E SCAMBIATORI<br>㉔ ANNULLATO<br>㉕ ANNULLATO<br>㉖ LOCALE BATTERIE/ SALA QUADRI/ SALA CONTROLLO<br>㉗ EDIFICIO CALDAIE/ COMPRESSORI ARIA<br>㉘ FABBRICATO CO2<br>㉙ BARRIERE FONDOASSORBENTI<br>㉙A AREA ANALIZZATORE GAS<br>㉚ EDIFICIO ADIBITO A MAGAZZINO<br>㉛ PIAZZOLA LAVAGGI PEZZI MECCANICI<br>㉜ AREA MISURE FISCALI | <b>LEGENDA NUOVE OPERE:</b><br>㉓③ AREA ELETTROCOMPRESSORI ELCO EC-7/EC-8<br>㉓④ SALA CONTROLLO ELETTROCOMPRESSORI / SOTTOSTAZIONE ELCO<br>㉓⑤ ANNULLATO<br>㉓⑥ FABBRICATO MT<br>㉓⑦ COOLER VFD POSIZIONATI SUL TETTO DELLA SOTTOSTAZIONE EL<br>㉓⑧ DEPOSITO FUSTI OLIO<br>㉓⑨ FABBRICATO ARIA STRUMENTI E DEPOSITO BOMBOLE<br>㉓⑩ FABBRICATO MULTIUSO<br>㉓⑪ AREA GRUPPI ELETTROGENI A GAS<br><br><b>NUOVE APPARECCHIATURE:</b><br>EC-7/EC-8 ELETTROCOMPRESSORI<br>V-10 SERBATOIO ARIA STRUMENTI<br>K-5A/B COMPRESSORI ARIA SERVIZI<br>DGE-1/DGE-2 GRUPPI ELETTROGENI A GAS |

|                                                                                   |             |                                                                                  |                    |        |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------|--------|
|  | PROGETTISTA |  | COMMESSA           | UNITÀ  |
|                                                                                   |             |                                                                                  | 023116             | 00     |
|                                                                                   | LOCALITÀ    | MESSINA                                                                          | SPC. 00-CI-E-10001 |        |
|                                                                                   | PROGETTO    | Adeguamento Impianto di Compressione gas di Messina                              | Fg. 9 di 98        | Rev. 0 |

## 1.2 Normativa di riferimento

La presente relazione è redatta in conformità alle disposizioni del nuovo **Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni" (NTC2018)**, emesse con **Decreto Ministro delle Infrastrutture del 17 gennaio 2018, di concerto con il Ministro dell'interno e il Capo del Dipartimento della Protezione Civile**, che costituisce il Testo aggiornato delle norme tecniche per le costruzioni, di cui alla legge 5 novembre 1971, n. 1086, alla legge 2 febbraio 1974, n. 64, al decreto del Presidente della Repubblica 6 giugno 2001, n. 380, ed al decreto-legge 28 maggio 2004, n. 136, convertito, con modificazioni, dalla legge 27 luglio 2004, n. 186 e ss. mm. ii..

La presente relazione è inoltre redatta in conformità alle seguenti disposizioni di legge:

- **Circolare Ministeriale 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP.:** Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018;
- **D.g.r. 28 maggio 2008 – n. 8/7574:** Aggiornamento dei "Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio, in attuazione dell'art. 57, comma 1, della l.r. 11 marzo 2005, n.12", approvati con D.g.r. 22 dicembre 2005, n. 8/1566;
- **Allegato al voto n. 36 del 27/07/2007 Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici:** Pericolosità sismica e criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale;
- **Direttiva nazionale, 12 ottobre 2007:** direttiva del Presidente del Consiglio dei Ministri per la valutazione e la riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale con riferimento alle NTC;
- **Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3519 del 28 aprile 2006:** criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle stesse zone
- **Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri, 20 marzo 2003 n.3274:** primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica;
- **DPR 6 giugno 2001 n. 380:** Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia;
- **DPCM 29 settembre 1998:** atto di indirizzo e coordinamento per l'individuazione dei criteri relativi agli adempimenti di cui all'art.1, commi 1 e 2, del decreto legge 11/06/1997;
- **Circolare Ministeriale 10 novembre 1997 n.65/AA.GG.:** Istruzioni per l'applicazione delle "norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche" di cui al D.M. 16701/1996;
- **DM 16 gennaio 1996:** Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche;
- **Circolare ministeriale 9 gennaio 1996, n. 218:** Istruzioni applicative per la redazione della relazione geologica e della relazione geotecnica;
- **Circolare ministeriale 24 settembre 1998 n. 304833:** Istruzioni riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali

|                                                                                   |                                                                                                        |                                  |                           |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|---------------------------|
|  | <b>PROGETTISTA</b><br> | <b>COMMESSA</b><br><b>023116</b> | <b>UNITÀ</b><br><b>00</b> |
|                                                                                   | <b>LOCALITÀ</b><br><b>MESSINA</b>                                                                      | <b>SPC. 00-CI-E-10001</b>        |                           |
|                                                                                   | <b>PROGETTO</b> <b>Adeguamento Impianto di Compressione gas di Messina</b>                             | Fg. 10 di 98                     | <b>Rev.</b><br><b>0</b>   |

e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione;

- **DM 11 marzo 1988:** Norme tecniche riguardanti 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;
- **DM 3 marzo 1975:** Approvazione delle Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche.

### 1.3 Documentazione di riferimento

- [Rif. 1.] Saipem – DIS. N. 00-CB-A-12025, ADEGUAMENTO CENTRALE DI MESSINA – GENERALE - PLANIMETRIA GENERALE - OPERE CIVILI – STATO DI PROGETTO - Rev. 1 del 07.10.2021
- [Rif. 2.] L.&R. Laboratori e Ricerche S.r.l. - RdP881/CON21 - Indagini geognostiche ambientali e geofisiche per il Progetto di Adeguamento della Centrale SNAM di Messina – RAPPORTO DI PROVA – Rev. 0 del 21.06.2021.
- [Rif. 3.] ISMGEO (Istituto Sperimentale Modelli GEOTecnici) - Impianto SRG Messina PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO - Prog. L001; Doc. RAT 168/2021, Rev. 00 del 23/07/2021.
- [Rif. 4.] Snamprogetti SPC. N. CA-E-10200 (Aqater REL. 3020.3606AR) – SNAM RETE GAS – ADEGUAMENTO CENTRALE DI MESSINA – RELAZIONE GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA – Rev. 1 del 22.01.2004.
- [Rif. 5.] Snamprogetti SPC. N. CA-E-10201 (Aqater REL. 3021.3606AR) – SNAM RETE GAS – ADEGUAMENTO CENTRALE DI MESSINA – RELAZIONE GEOTECNICA – Rev. 1 del 22.01.2004.
- [Rif. 6.] Eni Saipem SPC.10-CA-E-10205 - INTERVENTO PER COLLAUDO COOLER E-1 ED E-1B - CENTRALE DI COMPRESSIONE DI MESSINA - RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA - POZZETTI ALLOGGIAMENTO FLANGE 01/02/03/04, Rev. 0 del 26.11.2014.  
Allegato 1: DIS. N. 10-CB-A-12105 PLANIMETRIA E UBICAZIONE SONDAGGI, Rev. 0 del 28.11.2014.  
Allegato 2: CENTRO IDRO GEO TECNICO S.R.L. – Rapporto Indagini Geotecniche SRG Messina.
- [Rif. 7.] Saipem - SPC. 00-CA-E-10020, Rev. 0 del 30/08/2021 - ADEGUAMENTO IMPIANTO DI COMPRESSIONE GAS DI MESSINA (ME) – GENERALE - Studio e analisi della Risposta Sismica Locale dell'area Impianto.



|                                                                                   |                                                                                                        |                                  |                           |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|---------------------------|
|  | <b>PROGETTISTA</b><br> | <b>COMMESSA</b><br><b>023116</b> | <b>UNITÀ</b><br><b>00</b> |
|                                                                                   | <b>LOCALITÀ</b><br><b>MESSINA</b>                                                                      | <b>SPC. 00-CI-E-10001</b>        |                           |
|                                                                                   | <b>PROGETTO</b> <b>Adeguamento Impianto di Compressione gas di Messina</b>                             | Fg. 11 di 98                     | <b>Rev.</b><br><b>0</b>   |

## 2 INQUADRAMENTO DEL SITO

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

L'area oggetto di studio si trova nel Comune di Messina (ME), in Località Frazione Faro Superiore, posta alla periferia Nord del Capoluogo, ad una distanza di circa 11 km del centro cittadino (Municipio) del capoluogo.



**Figura 2.1** – Ubicazione dell'area della Centrale rispetto alla Città di Messina ed allo Stretto.

Altri riferimenti cartografici sono:

- La planimetria catastale riprodotta in stralcio nella Figura 2.2, in scala 1:3.000;
- la Carta Tecnica Regionale della Regione Sicilia– CTF 2007-2008 [ATA0708 588120], Scala 1:10.000, riprodotta in stralcio nella Figura 2.3;
- Immagine da satellite dell'area tratta da Google Earth, riprodotta nella Figura 2.4.



|                                                                                   |             |                                                                                  |                    |        |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------|--------|
|  | PROGETTISTA |  | COMMESSA           | UNITÀ  |
|                                                                                   | LOCALITÀ    | MESSINA                                                                          | 023116             | 00     |
|                                                                                   | PROGETTO    | Adeguamento Impianto di Compressione gas di Messina                              | SPC. 00-CI-E-10001 | Rev. 0 |
|                                                                                   |             |                                                                                  | Fg. 13 di 98       |        |



**Figura 2.3** – Corografia con l'area della Centrale SRG di Messina. Dalla Carta Tecnica Regionale della Regione Sicilia– CTF 2007-2008 [ATA0708 588120], Scala 1:10.000 (riproduzione non in scala).



|                                                                                   |             |                                                                                  |                    |        |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------|--------|
|  | PROGETTISTA |  | COMMESSA           | UNITÀ  |
|                                                                                   |             |                                                                                  | 023116             | 00     |
|                                                                                   | LOCALITÀ    | MESSINA                                                                          | SPC. 00-CI-E-10001 |        |
|                                                                                   | PROGETTO    | Adeguamento Impianto di Compressione gas di Messina                              | Fg. 14 di 98       | Rev. 0 |



**Figura 2.4** – Corografia dell'area. Immagine satellitare da Google Earth (*riproduzione non in scala*).

Altimetricamente l'area di interesse si trova ad una quota media di circa 167-168 m s.l.m..



|                                                                                   |             |                                                                                  |                    |        |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------|--------|
|  | PROGETTISTA |  | COMMESSA           | UNITÀ  |
|                                                                                   |             |                                                                                  | 023116             | 00     |
|                                                                                   | LOCALITÀ    | MESSINA                                                                          | SPC. 00-CI-E-10001 |        |
|                                                                                   | PROGETTO    | Adeguamento Impianto di Compressione gas di Messina                              | Fg. 15 di 98       | Rev. 0 |

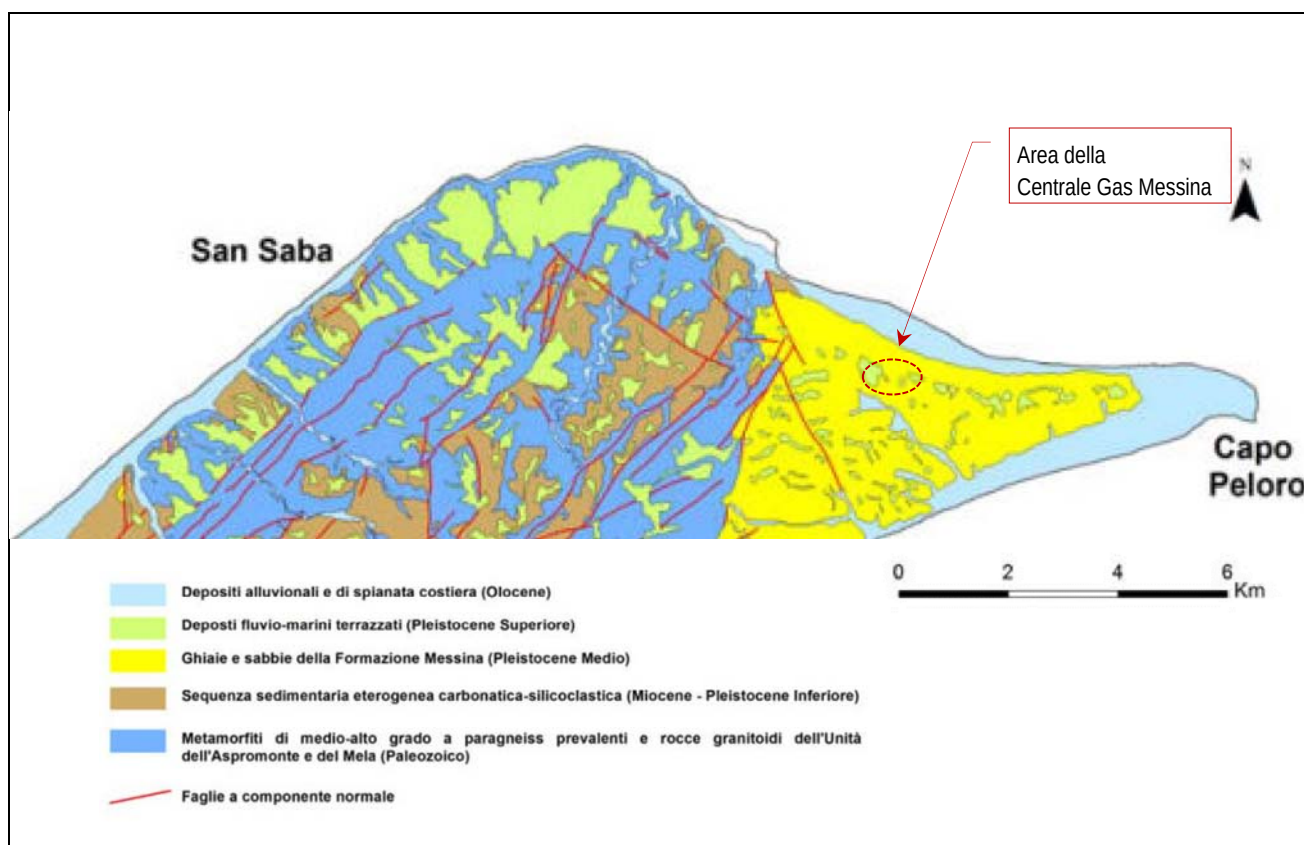
### 3 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

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 (Cretaceo 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 seir flyschoidi alloctone e da terreni neogenici postorogenici.



**Figura 3.1** – Carta geologica di sintesi (da Lentini et al., 2000 modificata).

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.

|                                                                                   |                                                                                                        |                                  |                           |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|---------------------------|
|  | <b>PROGETTISTA</b><br> | <b>COMMESSA</b><br><b>023116</b> | <b>UNITÀ</b><br><b>00</b> |
|                                                                                   | <b>LOCALITÀ</b><br><b>MESSINA</b>                                                                      | <b>SPC. 00-CI-E-10001</b>        |                           |
|                                                                                   | <b>PROGETTO</b> <b>Adeguamento Impianto di<br/>Compressione gas di Messina</b>                         | Fg. 16 di 98                     | <b>Rev.</b><br><b>0</b>   |

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.

Nella Figura 3.1 è presentato uno stralcio della Carta geologica di sintesi (da Lentini et al., 2000 modificata).

La successione dei terreni che si rinvencono 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 ornato 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.

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.

Più nello specifico la zona di alto è costituita da conglomerati di ciottoli cristallini a cemento argilloso-sabbioso. Gli elementi più grossolani sono costituiti da frammenti di litotipi cristallini (filladi, gneiss e paragneiss) anche se sono frequenti elementi sedimentari mesozoici (calcarei, 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 (Ghiaie e sabbie di Messina)

### 3.1.1 Ghiaie e sabbie della Formazione Messina

Si tratta di depositi granulari grossolani rappresentati da miscele di ghiaie e sabbie con ciottoli pulite prive di frazione fine limosa significativa, ad elementi di natura prevalentemente cristallina, a grado di addensamento da medio a elevato, talora con limitati intervalli ben diagenizzati. I depositi sabbioso-ghiaiosi si presentano solitamente di colore grigio chiaro - giallo paglierino, tuttavia, in presenza di facies prettamente continentali il colore passa al rosso-arancio per fenomeni di ossidazione. Anche le porzioni più superficiali della formazione si presentano, talora per spessori anche di un paio di metri, alterati e degradati con talora

|                                                                                   |             |                                                                                  |                    |        |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------|--------|
|  | PROGETTISTA |  | COMMESSA           | UNITÀ  |
|                                                                                   |             |                                                                                  | 023116             | 00     |
|                                                                                   | LOCALITÀ    | MESSINA                                                                          | SPC. 00-CI-E-10001 |        |
|                                                                                   | PROGETTO    | Adeguamento Impianto di Compressione gas di Messina                              | Fg. 17 di 98       | Rev. 0 |

caratteristica colorazione rossastra dovuta all'ossidazione dei minerali ferrosi presenti. I costituenti minerali principali sono costituiti da elementi prevalentemente quarzoso-micacei, dove risultano riconoscibili la natura metamorfica dei clasti a tessitura gneissica, quarzitica, pegmatitica ecc. I ciottoli, di varia pezzatura, risultano spesso molto elaborati p. 43 di 135 da sub-arrotondati ad appiattiti, talora con disposizione embriciata. Tali depositi sono attribuibili a facies deltizie e/o di conoide sottomarina legate agli apporti di paleo fiume. Nel territorio comunale la formazione geologica presenta la maggiore estensione, continuità d'affioramento e spessori nel corno peloritano (settore più settentrionale del versante ionico e presso Mortelle sulla costa tirrenica), mentre risulta scarsamente rappresentata e frazionata lungo i versanti peri-costieri ionici e tirrenici. Essi si presentano solitamente clinostratificati con giacitura degli strati verso l'attuale linea di costa e valori di inclinazione variabili da 10° a 25° ed immersione verso l'attuale linea di costa, tuttavia in affioramento l'organizzazione geometrica dei depositi è poco distinguibile. Questi depositi poggiano su una superficie di erosione che taglia diversi orizzonti del substrato tra cui l'Unità dell'Aspromonte e presumibilmente la facies conglomeratica miocenica. L'affioramento più grande risulta conservato all'interno tra due faglie dirette antitetiche che strutturano un *graben* a direzione costiera. Si tratta, infatti, di facies transizionali marine e continentali che colmano preesistenti depressioni morfologico-strutturali quali paleoalvei o canyon sottomarini. Gli spessori affioranti superano i 200 metri. Età Pleistocene Medio.



|                                                                                   |             |                                                                                  |                    |        |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------|--------|
|  | PROGETTISTA |  | COMMESSA           | UNITÀ  |
|                                                                                   |             |                                                                                  | 023116             | 00     |
|                                                                                   | LOCALITÀ    | MESSINA                                                                          | SPC. 00-CI-E-10001 |        |
|                                                                                   | PROGETTO    | Adeguamento Impianto di Compressione gas di Messina                              | Fg. 18 di 98       | Rev. 0 |

## 4 INDAGINE GEOGNOSTICA

Per la caratterizzazione geognostica e geotecnica sono state eseguite indagini in sito. Queste sono consistite in sondaggi geognostici a carotaggio continuo. Inoltre per la definizione dei parametri dinamici del terreno e per la caratterizzazione della risposta sismica è stata eseguita una prova Down-Hole, finalizzata alla determinazione dei profili delle onde sismiche di compressione, P, e di taglio, S, con la profondità.

Più nel dettaglio:

- N. 10 sondaggi geognostici, a carotaggio continuo, nell'area Impianto SRG di Messina, denominati S1, S2, S3, S6, S7, S8, S9, S10, S11, S12, spinti fino a profondità comprese tra 15 m e 50 m dal p.c. esistente. All'interno dei sondaggi S2 (20 m), S7(20 m) ed S12 (30 m) sono stati installati piezometri idraulici a tubo aperto (tipo Norton);
- N. 1 prova Down-Hole, eseguita all'interno del sondaggio S1, spinto fino alla profondità di 30 m dal p.c. esistente;
- N. 22 prove sismiche di superficie tipo HVSR (*Horizontal to Vertical Spectral Ratio*) di rilevamento del rumore sismico, nell'ambito dell'area della Centrale SRG di Messina.

Nella Figura 4.1 è riprodotta l'ubicazione dei sondaggi nell'ambito dell'area della Centrale SRG di Messina. L'ubicazione delle prove HVSR è riprodotta nella planimetria di Figura 5.7.

I sondaggi geognostico - geotecnici sono stati eseguiti a rotazione con carotaggio integrale a secco del terreno, secondo le modalità previste dalle "Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche" AGI (giugno 1977), con percentuali di recupero sempre superiori all' 85%.

Nel corso dei sondaggi, oltre alla descrizione dei terreni ed all'esecuzione di prove speditive di resistenza con Pocket Penetrometer e Torvane in presenza dei rari livelli coesivi presenti, sono state regolarmente eseguite prove penetrometriche dinamiche standard in foro SPT (*Standard Penetration Test*) con ricorrenza di circa 2.0 m fino a 12 m di profondità e di circa 3.0 m al di sotto di tale profondità, in corrispondenza dei livelli granulari, i quali costituiscono pressoché la totalità del terreno indagato, per la determinazione del grado di addensamento, della resistenza e della deformabilità dei materiali granulari.

|                                                                                   |             |                                                                                  |                    |        |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------|--------|
|  | PROGETTISTA |  | COMMESSA           | UNITÀ  |
|                                                                                   | LOCALITÀ    | MESSINA                                                                          | 023116             | 00     |
|                                                                                   | PROGETTO    | Adeguamento Impianto di Compressione gas di Messina                              | SPC. 00-CI-E-10001 | Rev. 0 |
|                                                                                   |             |                                                                                  | Fg. 19 di 98       |        |



**Figura 4.1** – Centrale SRG Messina - Planimetria con ubicazione sondaggi geognostici da foto aerea [Rif. 2]. .

Nel corso delle prove penetrometriche dinamiche standard (SPT) sono stati prelevati campioni mediante il campionatore Raymond e, quando eseguite con la punta conica chiusa, mediante successivo carotaggio. I campioni rimaneggiati sono stati prelevati in accordo alla specifica ASTM D1587<sup>1</sup>. Negli strati di terreni incoerenti e granulari, le prove penetrometriche dinamiche standard (SPT) in foro, sono state eseguite in accordo con la specifica ASTM D1586<sup>2</sup> così come il contemporaneo campionamento del terreno mediante campionatore Raymond. Quando le prove SPT sono state eseguite con la punta conica chiusa, per la presenza di granuli grossolani, il campionamento del terreno, su cui era stata eseguita la prova, è stato eseguito mediante successivo carotaggio.

<sup>1</sup> ASTM D1587 - Standard Practice for Thin-Walled Tube Sampling of Soils for Geotechnical Purposes.

<sup>2</sup> ASTM D1586 - Standard Test Method for Standard Penetration Test (SPT) and Split-Barrel Sampling of Soils.

|                                                                                   |                                                                                                        |                                  |                           |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|---------------------------|
|  | <b>PROGETTISTA</b><br> | <b>COMMESSA</b><br><b>023116</b> | <b>UNITÀ</b><br><b>00</b> |
|                                                                                   | <b>LOCALITÀ</b><br><b>MESSINA</b>                                                                      | <b>SPC. 00-CI-E-10001</b>        |                           |
|                                                                                   | <b>PROGETTO</b> <b>Adeguamento Impianto di<br/>Compressione gas di Messina</b>                         | Fg. 20 di 98                     | <b>Rev.</b><br><b>0</b>   |

I campioni rimaneggiati prelevati nel corso dei sondaggi, e identificati con prefisso CR nelle stratigrafie, sono stati conservati e spediti al laboratorio geotecnico ISMGEO (Istituto Sperimentale Modelli GEOTecnici) di Seriate (BG), incaricato di eseguire le prove di laboratorio. Su tutti i campioni rimaneggiati sono state eseguite prove di classificazione, con caratterizzazione delle proprietà indici e granulometriche.

Nell'Allegato 1 [Rif. 2] sono riportati i risultati dell'indagine geognostica e geotecnica in situ, insieme alla planimetria con l'ubicazione delle indagini, le stratigrafie dei sondaggi, gli indici penetrometrici ed i risultati della campagna geofisica. Inoltre nell'Allegato 2 sono riportati i risultati delle prove di laboratorio geotecnico.

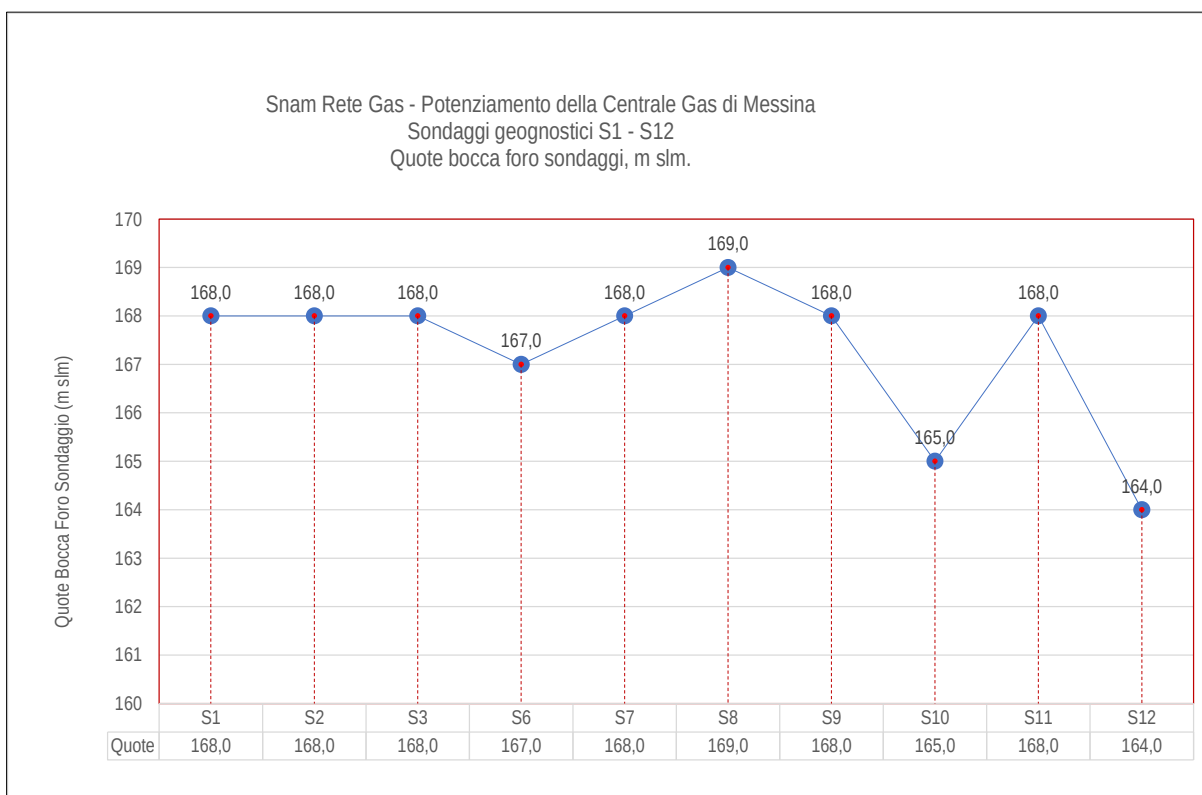
|                                                                                   |             |                                                                                  |                    |        |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------|--------|
|  | PROGETTISTA |  | COMMESSA           | UNITÀ  |
|                                                                                   |             |                                                                                  | 023116             | 00     |
|                                                                                   | LOCALITÀ    | MESSINA                                                                          | SPC. 00-CI-E-10001 |        |
|                                                                                   | PROGETTO    | Adeguamento Impianto di Compressione gas di Messina                              | Fg. 21 di 98       | Rev. 0 |

## 5 INTERPRETAZIONE DELLE INDAGINI

Al fine di individuare le problematiche relative al dimensionamento delle opere di fondazione (scelta della tipologia di fondazione, valutazione della capacità portante, previsione dei cedimenti, interventi di miglioramento del terreno, ecc.) si è fatto riferimento ai risultati delle indagini.

In particolare, data la natura generalmente granulare ed incoerente dei terreni interessati, sono risultate utili le interpretazioni, mediante accreditate correlazioni di letteratura tecnica internazionale, delle prove penetrometriche dinamiche standard (SPT), e le prove di laboratorio (Analisi Granulometriche per setacciatura e determinazioni dei Limiti di Atterberg sulla frazione fine *passante a 0.420 mm*), i cui risultati e le cui interpretazioni sono riassunti nelle Figure seguenti.

Nella Figura 5.1 è rappresentata la distribuzione delle quote della bocca dei sondaggi S1 – S12. Generalmente, l'area investigata (con riferimento alla ubicazione dei sondaggi S1, S2, S3, S4, S5, S6, S7, S8, S9 e S11 esposta nella Figura 1.3) ha una quota compresa tra 167 e 168 m *slm*, ad eccezione dei sondaggi S10 e S12 che si trovano invece ad una quota inferiore, compresa tra 164 e 165 m *slm*.

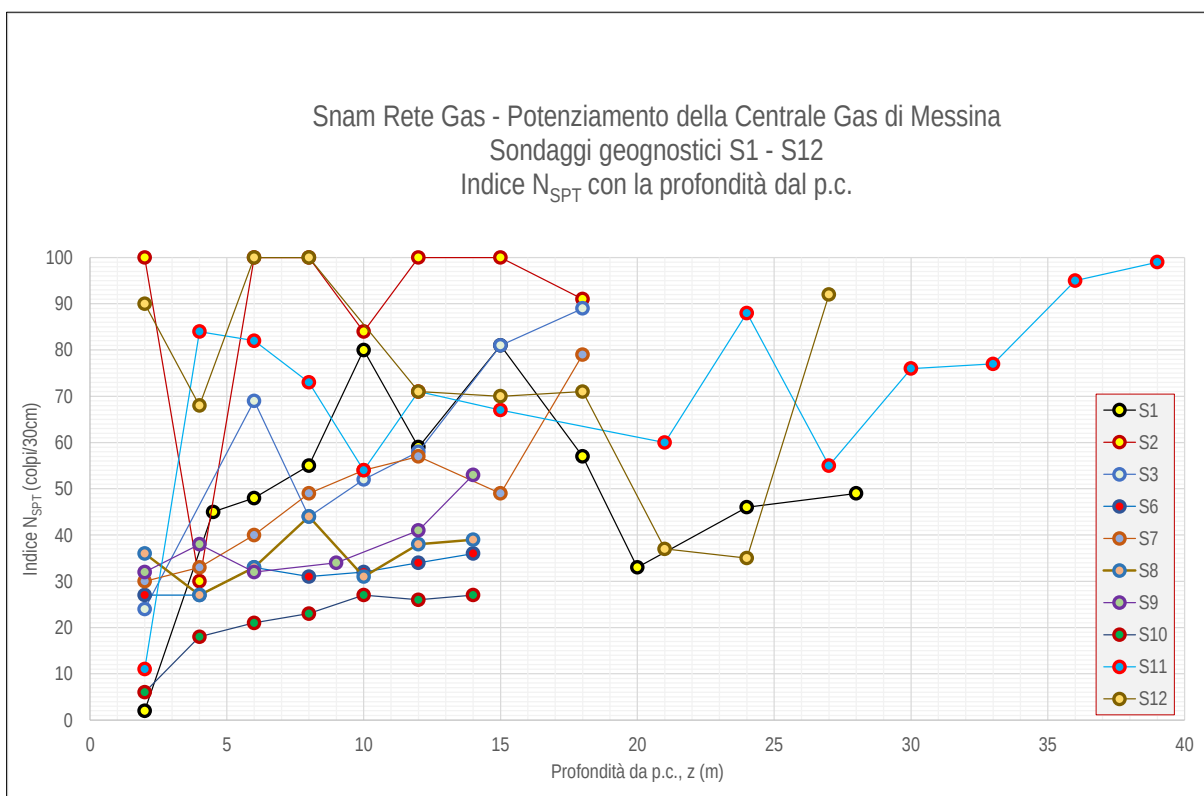


**Figura 5.1** – Area Centrale: Sondaggi S1, S2, S3, S6, S7, S8, S9, S10, S11, S12 – Quote delle bocche dei sondaggi.



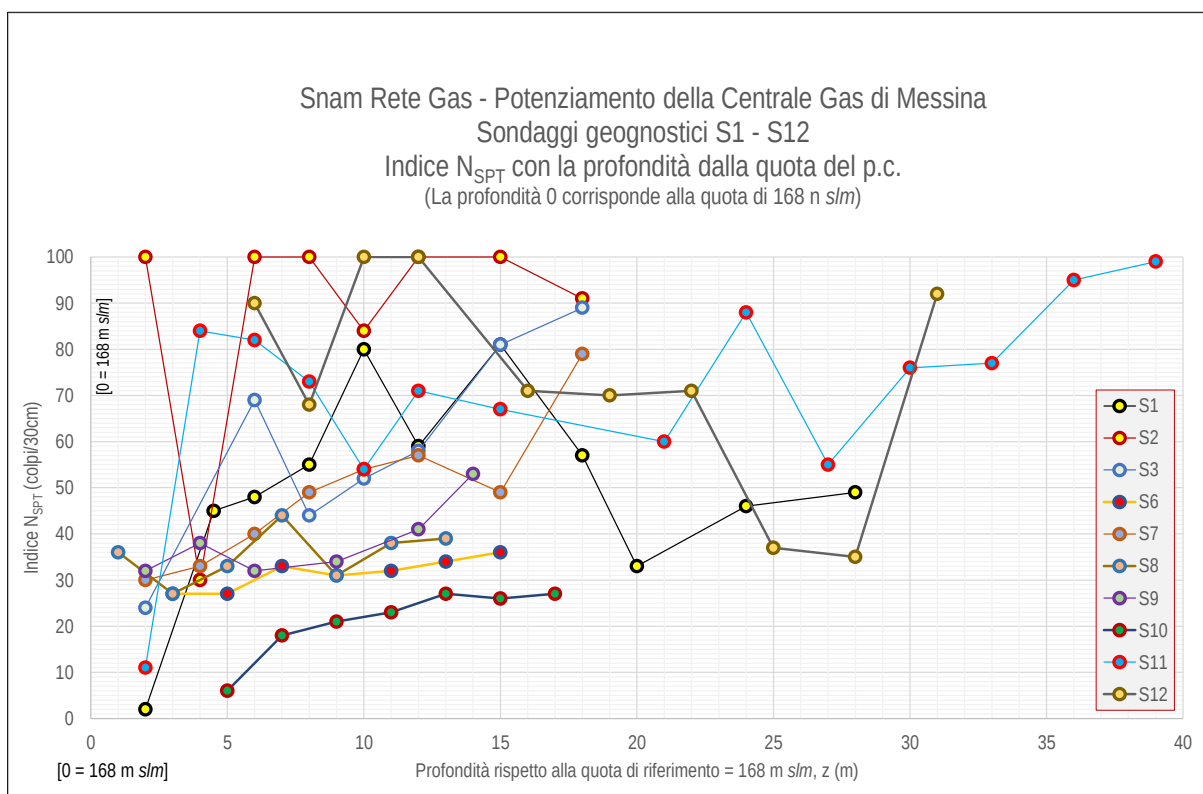
|                                                                                   |                                                                                                        |                                  |                           |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|---------------------------|
|  | <b>PROGETTISTA</b><br> | <b>COMMESSA</b><br><b>023116</b> | <b>UNITÀ</b><br><b>00</b> |
|                                                                                   | <b>LOCALITÀ</b><br><b>MESSINA</b>                                                                      | <b>SPC. 00-CI-E-10001</b>        |                           |
|                                                                                   | <b>PROGETTO</b> <b>Adeguamento Impianto di Compressione gas di Messina</b>                             | Fg. 22 di 98                     | <b>Rev.</b><br><b>0</b>   |

Nelle Figure 5.2.a e 5.2.b è rappresentato l'andamento dell'Indice SPT ( $N_{SPT}$ ), sia rispetto alla profondità dal p.c. locale (Figura 5.2.a), che rispetto alla quota assoluta di ogni verticale di indagine (Figura 5.2.b).



**Figura 5.2.a** – Area Centrale: Sondaggi S1, S2, S3, S6, S7, S8, S9, S10, S11, S12 – Prove penetrometriche dinamiche standard Andamento dell'Indice SPT ( $N_{SPT}$ ) con la profondità dal p.c..

|                                                                                   |                                                                                                        |                                  |                           |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|---------------------------|
|  | <b>PROGETTISTA</b><br> | <b>COMMESSA</b><br><b>023116</b> | <b>UNITÀ</b><br><b>00</b> |
|                                                                                   | <b>LOCALITÀ</b><br><b>MESSINA</b>                                                                      | <b>SPC. 00-CI-E-10001</b>        |                           |
|                                                                                   | <b>PROGETTO</b> <b>Adeguamento Impianto di Compressione gas di Messina</b>                             | Fg. 23 di 98                     | <b>Rev.</b><br><b>0</b>   |



**Figura 5.2.b** – Area Centrale: Sondaggi S1, S2, S3, S6, S7, S8, S9, S10, S11, S12 – Prove penetrometriche dinamiche standard - Andamento dell'Indice SPT ( $N_{SPT}$ ) con la profondità dalla quota assoluta del p.c..  
(La profondità 0 corrisponde alla quota di 168 n slm).

|                                                                                   |             |                                                                                  |                    |        |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------|--------|
|  | PROGETTISTA |  | COMMESSA           | UNITÀ  |
|                                                                                   |             |                                                                                  | 023116             | 00     |
|                                                                                   | LOCALITÀ    | MESSINA                                                                          | SPC. 00-CI-E-10001 |        |
|                                                                                   | PROGETTO    | Adeguamento Impianto di Compressione gas di Messina                              | Fg. 24 di 98       | Rev. 0 |

Per la determinazione dell'angolo di resistenza al taglio  $\varphi'$  sono state utilizzate le correlazioni più accreditate per terreni sabbioso-ghiaiosi come quelli del sito di Messina. In particolare, si è fatto riferimento alle due correlazioni proposte da:

- Japan Road Association (1990)<sup>3</sup>:

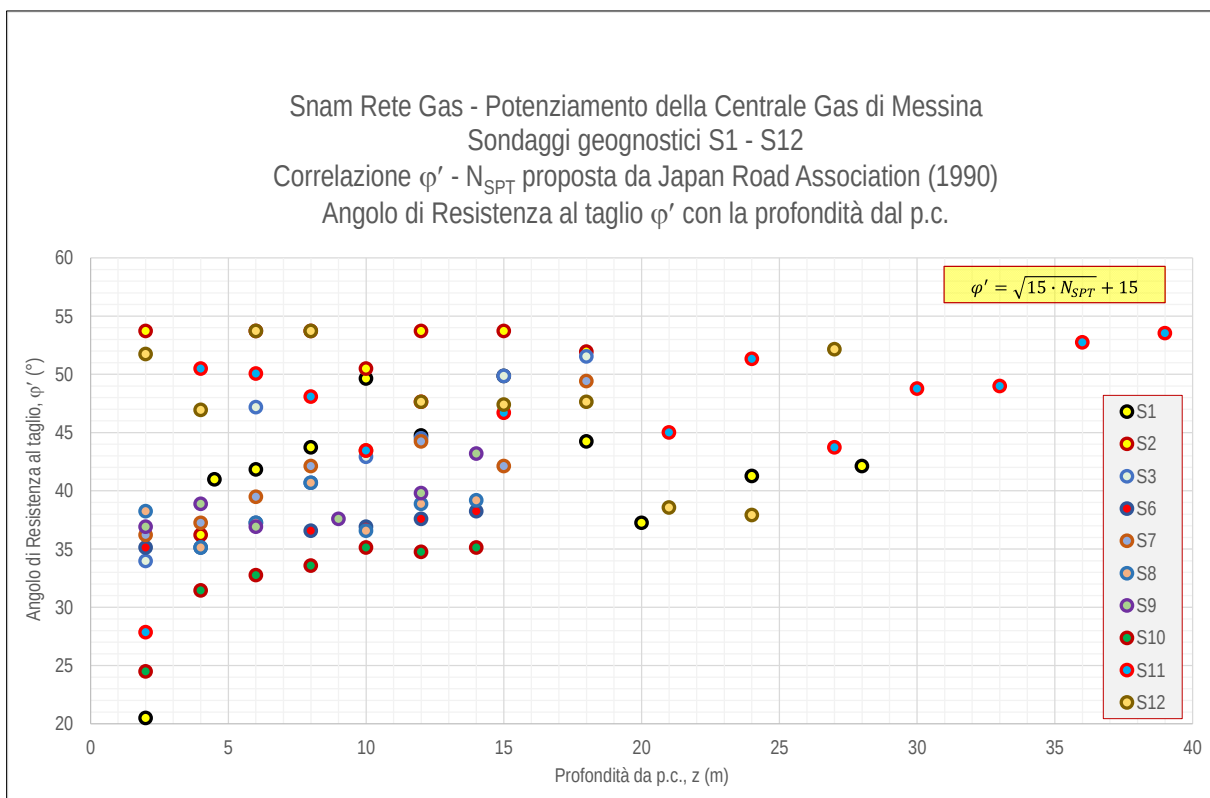
$$\varphi' = \sqrt{15 \cdot N_{SPT}} + 15$$

- Shioi & Fukuni (1982)<sup>4</sup>:

$$\varphi' = 0.3 \cdot N_{SPT} + 27 \leq 46$$

dove  $N_{SPT}$  = numero di colpi/30 cm è l'indice ottenuto dalle prove SPT eseguite nei fori di sondaggio.

L'andamento dei valori ottenuti dalle suddette correlazioni con la profondità dal p.c. locale sono esposti, rispettivamente per le due correlazioni di riferimento, nei diagrammi delle Figure 5.3.a e 5.3.b seguenti.



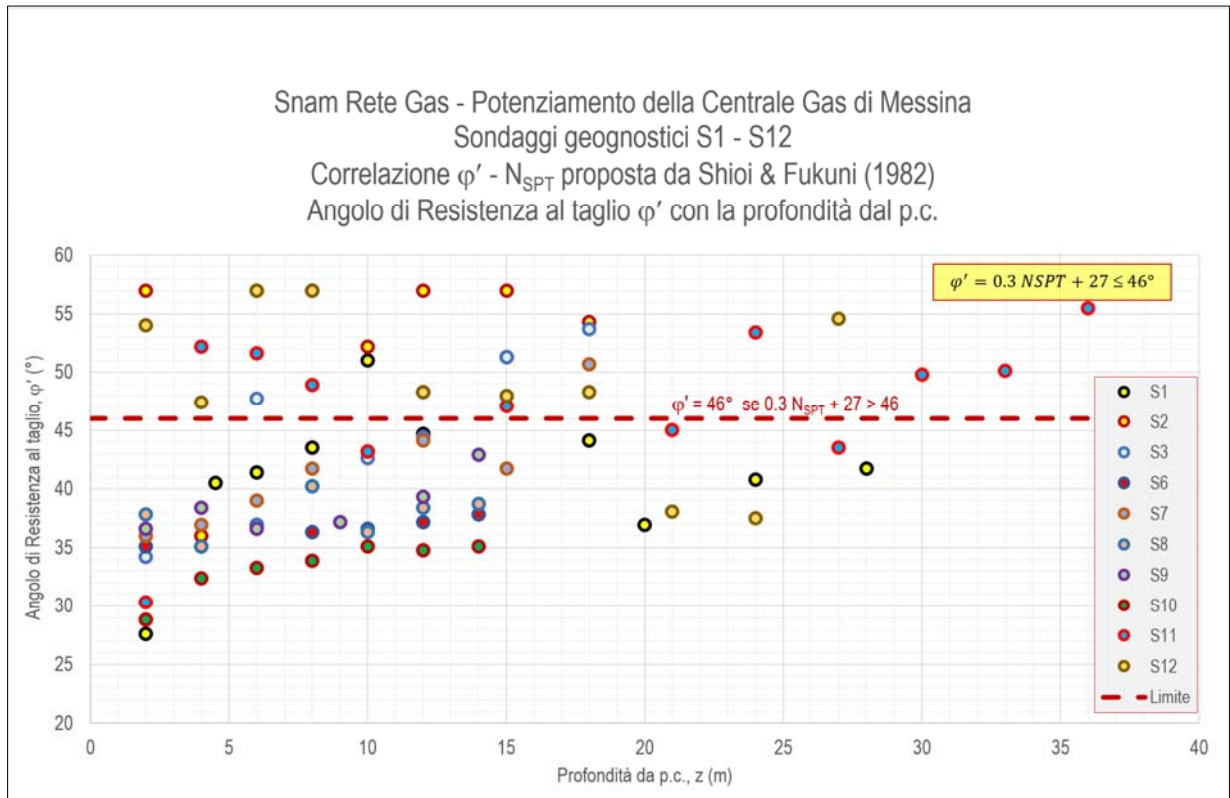
**Figura 5.3.a** – Area Centrale: Sondaggi S1, S2, S3, S6, S7, S8, S9, S10, S11, S12 – Prove penetrometriche dinamiche standard - Andamento dell'Angolo di resistenza al taglio  $\varphi'$  con la profondità dalla quota assoluta del p.c.

Correlazione  $\varphi' - N_{SPT}$  proposta da Japan Road Association (1990).

<sup>3</sup> Japan Road Association (1990). Specification for Highway Bridges, Part IV – Tokyo, Japan.

<sup>4</sup> Shioi, Y. and Fukuni, J. (1982): "Application of N-Value to Design of foundation in Japan" – from A. A. Balkema (1982). – "Penetration Testing" ESOPT II, Amsterdam, page 159.

|                                                                                   |                                                                                                        |                                  |                           |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|---------------------------|
|  | <b>PROGETTISTA</b><br> | <b>COMMESSA</b><br><b>023116</b> | <b>UNITÀ</b><br><b>00</b> |
|                                                                                   | <b>LOCALITÀ</b><br><b>MESSINA</b>                                                                      | <b>SPC. 00-CI-E-10001</b>        |                           |
|                                                                                   | <b>PROGETTO</b> <b>Adeguamento Impianto di Compressione gas di Messina</b>                             | Fg. 25 di 98                     | <b>Rev.</b><br><b>0</b>   |



**Figura 5.3.b** – Area Centrale: Sondaggi S1, S2, S3, S6, S7, S8, S9, S10, S11, S12 – Prove penetrometriche dinamiche standard - Andamento dell'Angolo di resistenza al taglio  $\varphi'$  con la profondità dalla quota assoluta del p.c.  
Correlazione  $\varphi'$  –  $N_{SPT}$  proposta da Shioi & Fukuni (1982).

Le correlazioni proposte da Shioi e Fukui (1982) e da Japan Road Association (1990) forniscono valori molto simili tra loro: i valori dell'angolo di resistenza al taglio,  $\varphi'$ , ottenuti con entrambe le equazioni sono rappresentati nella Figura 5.3.a e nella Figura 5.3.b, rispettivamente, in funzione della profondità dal p.c..



|                                                                                   |                                                                                                        |                                  |                           |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|---------------------------|
|  | <b>PROGETTISTA</b><br> | <b>COMMESSA</b><br><b>023116</b> | <b>UNITÀ</b><br><b>00</b> |
|                                                                                   | <b>LOCALITÀ</b><br><b>MESSINA</b>                                                                      | <b>SPC. 00-CI-E-10001</b>        |                           |
|                                                                                   | <b>PROGETTO</b> <b>Adeguamento Impianto di Compressione gas di Messina</b>                             | Fg. 26 di 98                     | <b>Rev.</b><br><b>0</b>   |

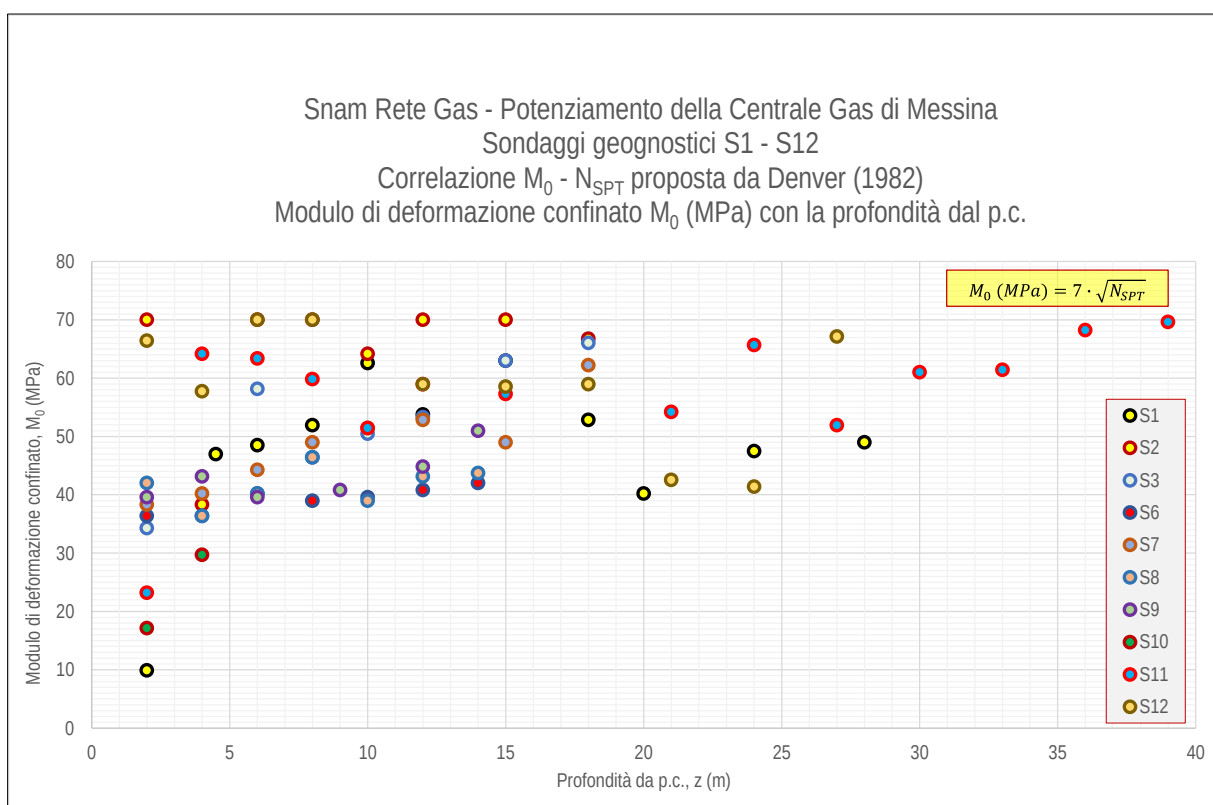
Per la determinazione del Modulo di Young E (e del Modulo di deformazione confinato,  $M_0$ , assunto con criterio cautelativo uguale ad E) sono state utilizzate le correlazioni più accreditate per terreni sabbioso-ghiaiosi come quelli del sito di Messina. In particolare, si è fatto riferimento alla correlazione proposta da Denver (1982)<sup>5</sup>:

$$E \text{ (MPa)} = 7 \cdot \sqrt{N_{SPT}}$$

dove  $N_{SPT}$  = numero di colpi/30 cm è l'indice ottenuto dalle prove SPT eseguite nei fori di sondaggio.

Con criterio cautelativo, come detto, il valore del Modulo di deformazione confinato,  $M_0$ , è stato assunto uguale al valore del Modulo di Young, E, così ottenuto.

L'andamento dei valori ottenuti per il Modulo di deformazione confinato  $M_0$  dalle suddette correlazioni, in funzione della profondità dal p.c. locale è esposto nel diagramma della Figura 5.4 seguente.



**Figura 5.4** – Area Centrale: Sondaggi S1, S2, S3, S6, S7, S8, S9, S10, S11, S12 – Prove penetrometriche dinamiche standard – Modulo di deformazione confinato  $M_0$  con la profondità dalla quota assoluta del p.c.  
Correlazione  $M_0 - N_{SPT}$  proposta da Denver (1982).

<sup>5</sup> Denver, H. (1982): “Modulus of Elasticity for Sand Determined by SPT and CPT” – from A.A. Balkema (1982) – “Penetration Testing” – ESOPT II, Amsterdam.

|                                                                                   |                                                                                                        |                                  |                           |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|---------------------------|
|  | <b>PROGETTISTA</b><br> | <b>COMMESSA</b><br><b>023116</b> | <b>UNITÀ</b><br><b>00</b> |
|                                                                                   | <b>LOCALITÀ</b><br><b>MESSINA</b>                                                                      | <b>SPC. 00-CI-E-10001</b>        |                           |
|                                                                                   | <b>PROGETTO</b> <b>Adeguamento Impianto di Compressione gas di Messina</b>                             | Fg. 27 di 98                     | <b>Rev.</b><br><b>0</b>   |

Nella Tabella 5.1 è rappresentata la correlazione tra Densità Relativa ( $D_r$ ) e  $N_{SPT}$  come è stata proposta da Terzaghi & Peck (1948)<sup>6</sup> e da Gibbs & Holtz (1951)<sup>7</sup>.

**Tabella 5.1** - Correlazione tra Densità Relativa ( $D_r$ ) e  $N_{SPT}$ .

| $N_{SPT}$ | Grado di addensamento<br>(Terzaghi & Peck, 1948) | Densità Relativa (%)<br>Gibbs & Hltz, 1957) |
|-----------|--------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| 0 - 4     | Molto sciolto (Very loose)                       | 0 - 15                                      |
| 4 - 10    | Sciolto (Loose)                                  | 15 - 35                                     |
| 10 - 30   | Mediamente denso (Medium dense)                  | 35 - 65                                     |
| 30 - 50   | Denso (Dense)                                    | 65 - 85                                     |
| > 50      | Molto denso (Very dense)                         | 85 - 100                                    |

Una più dettagliata definizione del parametro della Densità relativa  $D_R$  si può utilizzare la correlazione proposta da Bazaraa (1969)<sup>8</sup>:

$$D_R (\%) = \left[ 0.2236 \cdot \sqrt{\frac{N_{SPT}}{a + (b \cdot \sigma'_v)}} \right] \cdot 100$$

dove:

$N_{SPT}$  = numero di colpi/30 cm;

$\sigma'_v$  = pressione verticale efficace esistente in sito (kg/cm<sup>2</sup>);

a, b = parametri dipendenti dalla pressione verticale efficace,

a = 1.0 ; b = 0.2 se  $\sigma'_v \leq 1.5$  kg/cm<sup>2</sup>;

a = 3.25 ; b = 0.05 se  $\sigma'_v > 1.5$  kg/cm<sup>2</sup>;

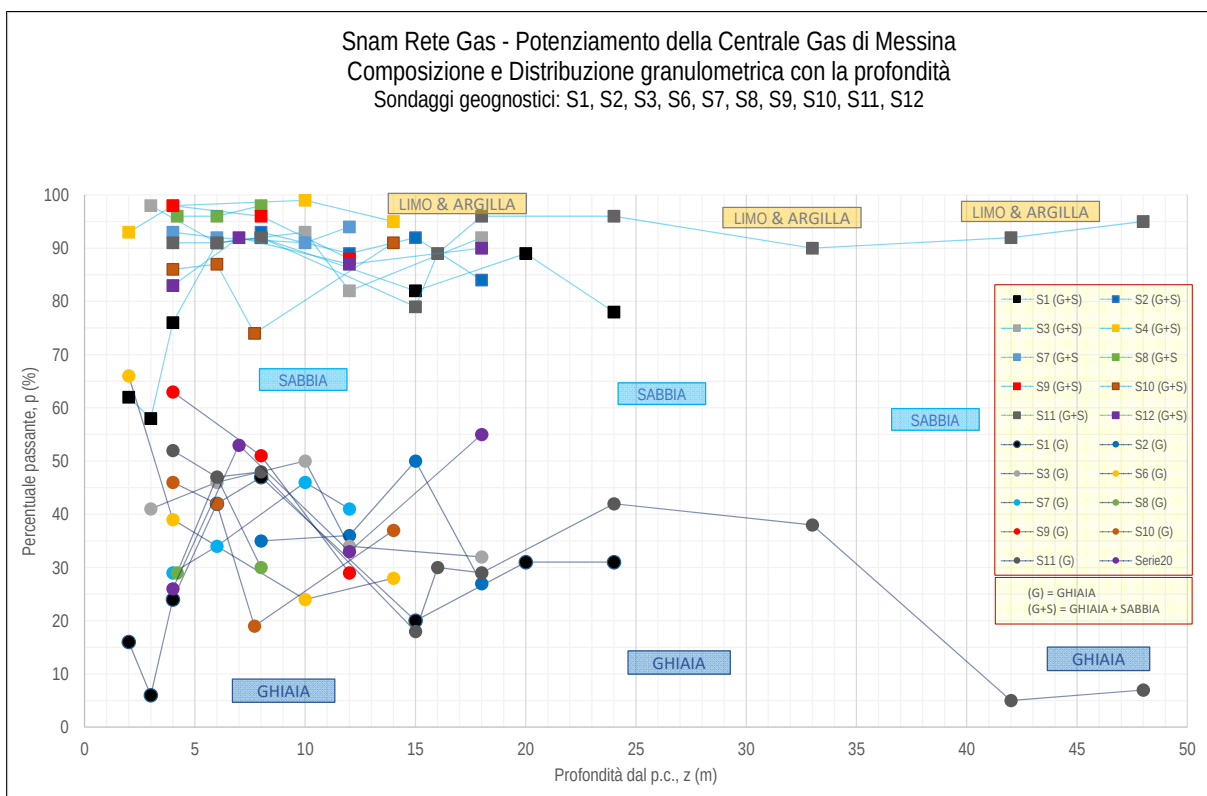
<sup>6</sup> Terzaghi K and Peck RB (1948) Soil Mechanics in Engineering Practice. Wiley, New York, USA.

<sup>7</sup> Gibbs KJ and Holtz WG (1957) Research on determining the density of sands by spoon penetration testing. Proceedings of the 4th International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering, London, 35–39.

<sup>8</sup> Bazaraa, A. R. S. S. (1969): "Penetration Testing" – from A. A. Balkema (1982) ESOPT II, Amsterdam, pagg. 47/50.

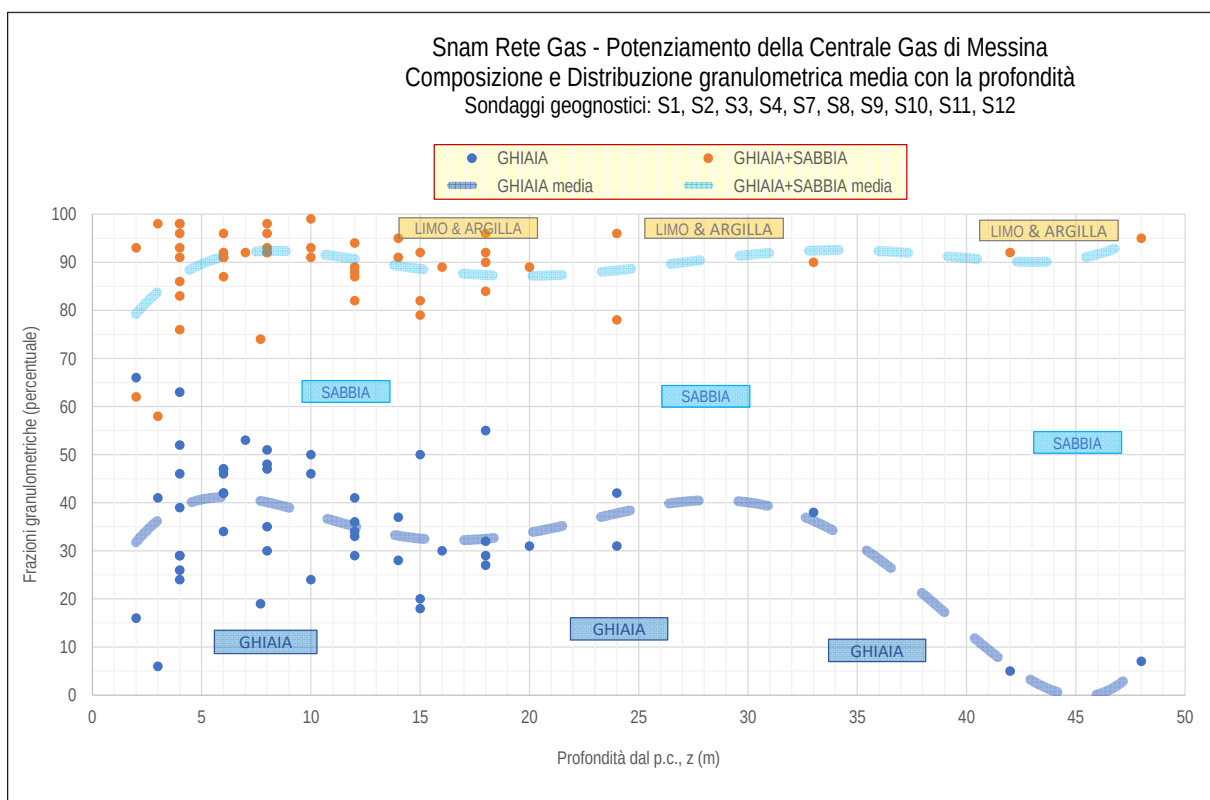
|                                                                                   |                                                                                                        |                                  |                           |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|---------------------------|
|  | <b>PROGETTISTA</b><br> | <b>COMMESSA</b><br><b>023116</b> | <b>UNITÀ</b><br><b>00</b> |
|                                                                                   | <b>LOCALITÀ</b><br><b>MESSINA</b>                                                                      | <b>SPC. 00-CI-E-10001</b>        |                           |
|                                                                                   | <b>PROGETTO</b> <b>Adeguamento Impianto di Compressione gas di Messina</b>                             | Fg. 28 di 98                     | <b>Rev.</b><br><b>0</b>   |

Nelle Figure 5.5.a e 5.5.b sono mostrati gli andamenti della composizione e distribuzione granulometrica dei terreni rinvenuti nei sondaggi in funzione della profondità dal p.c. locale. In particolare, nella Figura 5.5.a è mostrato l'andamento per ogni singolo sondaggio. Invece nella Figura 5.5.b è mostrato l'andamento della media dei valori ottenuti in tutti i sondaggi.



**Figura 5.5.a** – Area Centrale – Sondaggi S1, S2, S3, S6, S7, S8, S9, S10, S11, S12 - Andamento della Composizione Granulometrica con la profondità dal p.c.

|                                                                                   |                                                                                                        |                                  |                           |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|---------------------------|
|  | <b>PROGETTISTA</b><br> | <b>COMMESSA</b><br><b>023116</b> | <b>UNITÀ</b><br><b>00</b> |
|                                                                                   | <b>LOCALITÀ</b><br><b>MESSINA</b>                                                                      | <b>SPC. 00-CI-E-10001</b>        |                           |
|                                                                                   | <b>PROGETTO</b> <b>Adeguamento Impianto di Compressione gas di Messina</b>                             | Fg. 29 di 98                     | <b>Rev.</b><br><b>0</b>   |



**Figura 5.5.b** – Area Centrale – Sondaggi S1, S2, S3, S6, S7, S8, S9, S10, S11, S12 - Andamento della Composizione Granulometrica media (polinomiale, grado 5) con la profondità dal p.c.

Mediamente la Frazione Incoerente e Granulare (di natura ghiaioso-sabbiosa e/o sabbioso-ghiaiosa), è dell'ordine del 90%, quindi con una Frazione Fine limoso-argillosa, passante allo 0.075mm, mediamente dell'ordine del 10%.

I valori maggiori della Frazione Fina (pari a 24-42%), e quindi minori della Frazione Incoerente e Granulare (pari a 58-76%), sono stati rilevati in corrispondenza dei primi 4.0 m circa di profondità del sondaggio S1 (campioni CR1, S1<sub>Shelby</sub> e CR2). Tale situazione sembra associata a rimaneggiamenti antropici: probabili scavi e riporti di materiali non in posto: infatti, nel limitrofo Sondaggio S2, la suddetta azione antropica (di rimaneggiamenti, scavi e riporti) è evidentemente dimostrata dalla rilevata presenza di uno spessore di “conglomerato cementizio” tra le profondità di 2.50 m e 3.80m.

Valori singolari della Frazione Fina (passante allo 0.075mm), superiori al 15%, sono stati rinvenuti anche nei Sondaggi:

- S2/CR6 (prof. 18.00-18.45 m), Frazione Fina = 16%,  $N_{SPT}$  = 91 colpi/30cm;
- S3/CR5 (prof. 12.00-12.45 m), Frazione Fina = 18%,  $N_{SPT}$  = 58 colpi/30cm;
- S10/CR3<sub>bis</sub> (prof. 7.70-8.05 m), Frazione Fina = 26%,  $N_{SPT}$  = 73 colpi/30cm;
- S11/CR7<sub>tris</sub> (prof. 12.00-12.45 m), Frazione Fina = 16%,  $N_{SPT}$  = 71 colpi/30cm;

Ove i valori di SPT sono risultati comunque molto elevati, con  $N_{SPT} > 50$  colpi/30cm.

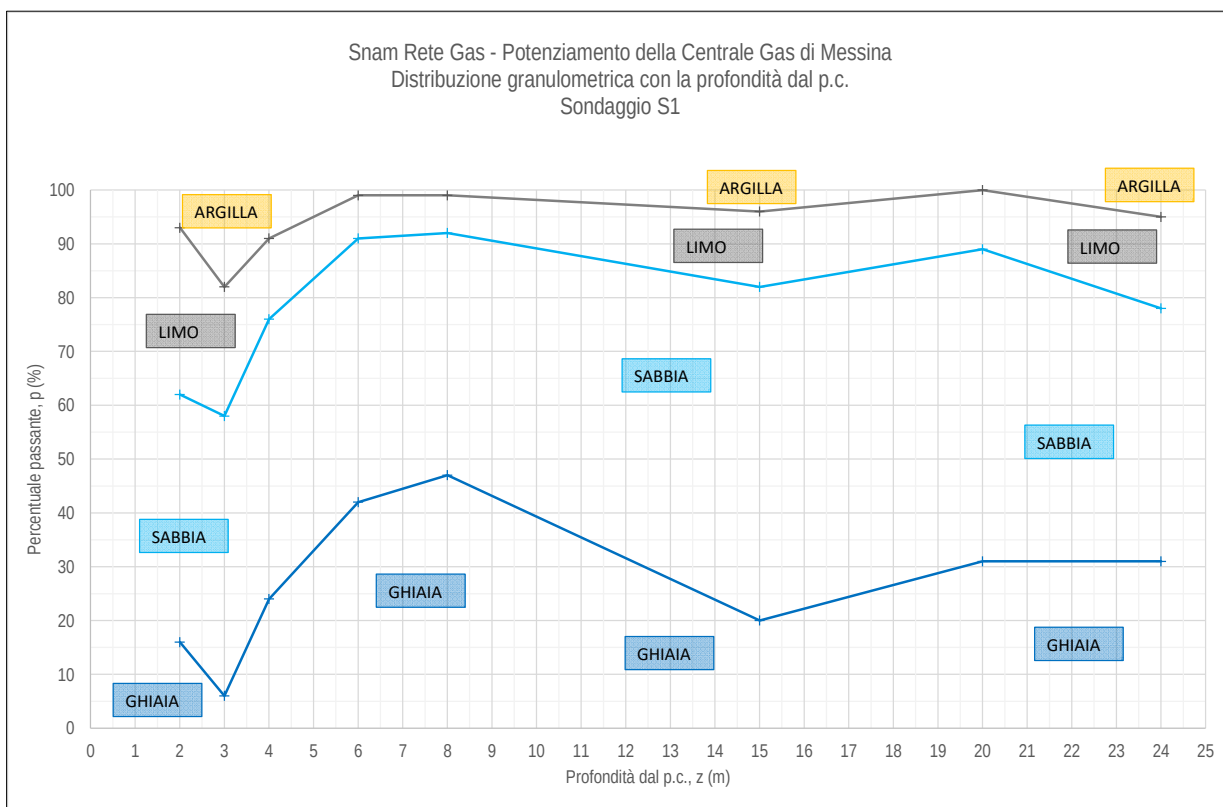


|                                                                                   |             |                                                                                  |                    |        |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------|--------|
|  | PROGETTISTA |  | COMMESSA           | UNITÀ  |
|                                                                                   |             |                                                                                  | 023116             | 00     |
|                                                                                   | LOCALITÀ    | MESSINA                                                                          | SPC. 00-CI-E-10001 |        |
|                                                                                   | PROGETTO    | Adeguamento Impianto di Compressione gas di Messina                              | Fg. 30 di 98       | Rev. 0 |

Negli altri campioni e negli altri sondaggi la Frazione Fina si mantiene generalmente sotto il 10%, come è mostrato nella Figura 5.5.d seguente.

Al di sotto dei 35 m di profondità aumenta la frazione sabbiosa fino a costituire la quasi totalità della Frazione Incoerente e Granulare del terreno, come è mostrato nella Figura 5.5.b seguente.

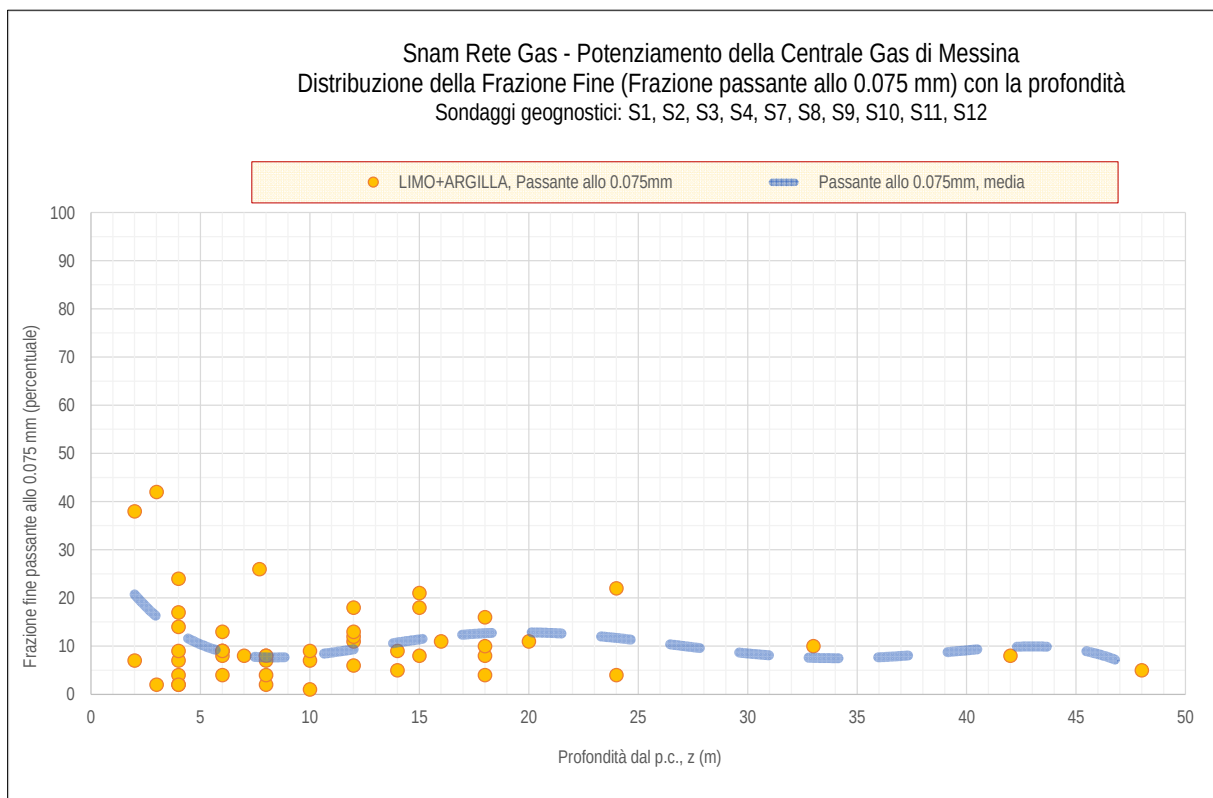
Per la particolarità evidenziata nei primi 4.0 m di profondità del Sondaggio S1, per questo sondaggio nella Figura 5.5.c è mostrata la distribuzione granulometrica in funzione della profondità dal p.c..



**Figura 5.5.c** – Area Centrale – Sondaggio S1 - Andamento della Composizione Granulometrica con la profondità dal p.c..

|                                                                                   |                                                                                                        |                                  |                           |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|---------------------------|
|  | <b>PROGETTISTA</b><br> | <b>COMMESSA</b><br><b>023116</b> | <b>UNITÀ</b><br><b>00</b> |
|                                                                                   | <b>LOCALITÀ</b><br><b>MESSINA</b>                                                                      | <b>SPC. 00-CI-E-10001</b>        |                           |
|                                                                                   | <b>PROGETTO</b> <b>Adeguamento Impianto di Compressione gas di Messina</b>                             | Fg. 31 di 98                     | <b>Rev.</b><br><b>0</b>   |

Nella Figure 5.5.d è mostrato l'andamento della Frazione Fine limoso-argillosa (passante allo 0.075mm), e del suo valore medio, con la profondità dal p.c. locale.



**Figura 5.5.d** – Area Centrale – Sondaggi S1, S2, S3, S6, S7, S8, S9, S10, S11, S12 - Andamento della Frazione Fine (LIMO+ARGILLA, Frazione passante allo 0.075mm), e dei valori medi (metodo polinomiale, grado 5) con la profondità dal p.c.

|                                                                                   |             |                                                                                  |              |        |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------|----------------------------------------------------------------------------------|--------------|--------|
|  | PROGETTISTA |  | COMMESSA     | UNITÀ  |
|                                                                                   | LOCALITÀ    | MESSINA                                                                          | 023116       | 00     |
|                                                                                   | PROGETTO    | Adeguamento Impianto di Compressione gas di Messina                              | Fg. 32 di 98 | Rev. 0 |

## 5.1 Prove di laboratorio e prove in situ. Considerazioni ed elaborazioni

Nella Tabella 5.2 sono mostrati i risultati delle prove di laboratorio sui campioni dei sondaggi S1 e S10), con un contenuto di fini (Passante a 0.075 mm) superiore al 20% circa. Per questi campioni, oltre alla granulometria, sono stati eseguiti anche i Limiti di Atterberg sul passante al setaccio 0.42mm, e sul campione indisturbato S1/S1<sub>Shelby</sub>, prelevato con fustella tipo Shelby, è stata eseguita anche una prova di Taglio Diretto CD (consolidata Drenata).

Questo campione S1/S1<sub>(Shelby)</sub>, che è stato descritto visivamente come “Limo sabbioso”, è in realtà classificabile come SC “Sabbia argillosa”; è il campione rappresentativo del livello a più elevato contenuto coesivo dell'intera campagna di indagini, avendo un contenuto di fini del 32%, con un LL = 30,2% ed un IP = 12,4%.

Nella Figura 5.6 è riportata la Carta di Plasticità di Casagrande per la classificazione della Frazione Fina.

La prova di Taglio Diretto CD su di esso eseguita ha evidenziato i seguenti parametri efficaci di resistenza al taglio:

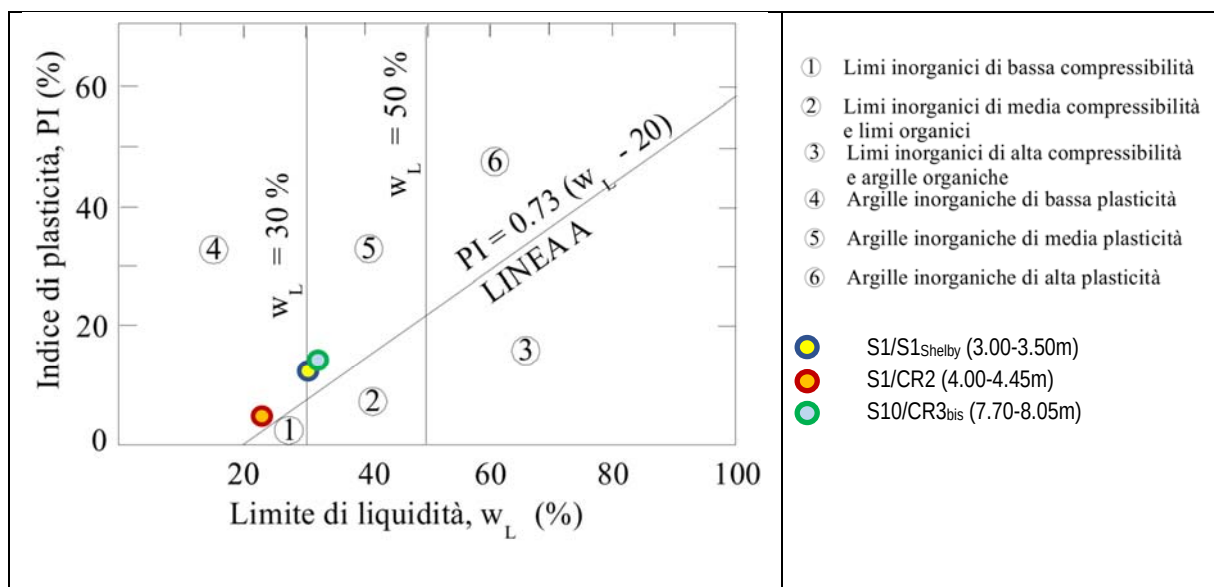
- coesione intercetta,  $c' = 33,7$  kPa, ed,
- angolo di resistenza al taglio efficace,  $\varphi' = 27,9^\circ$ .

Nella Figura 5.7 è riportata la Prova di Taglio Diretto CD suddetta.

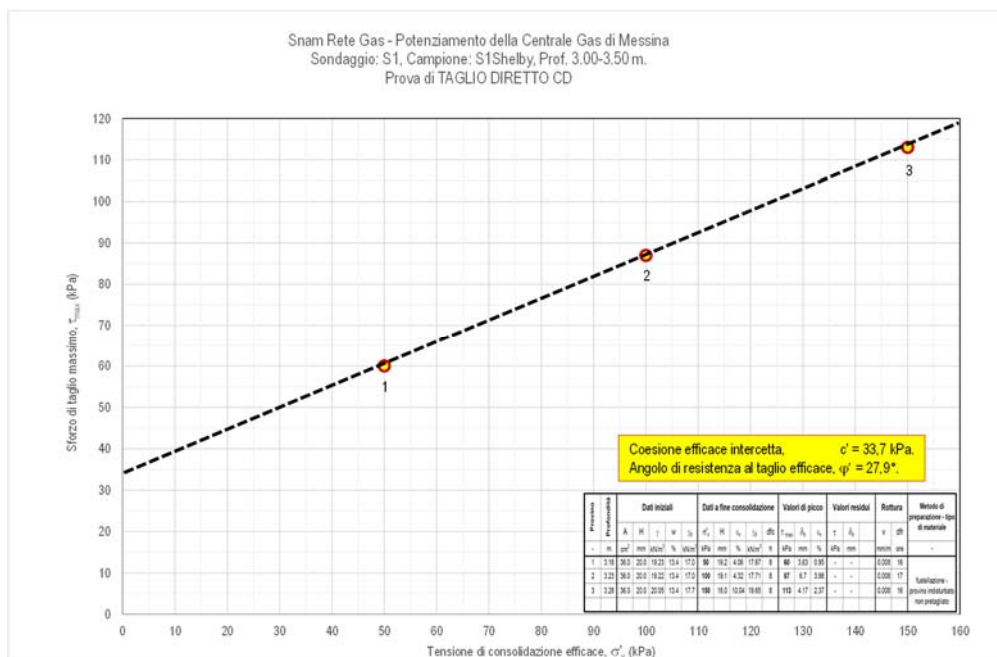
**Tabella 5.2** – Sondaggi S1 e S10 - Riepilogo dei risultati delle prove di laboratorio eseguite sui campioni con contenuto di fini superiore al 20%.

| 1Sondaggio | Campione       | Profondità |      | Ciottoli | Ghiaia | Sabbia | Passante 0,075 mm | Descrizione Litologica visiva               | LL   | LP   | IP   | Taglio Diretto TD |            |
|------------|----------------|------------|------|----------|--------|--------|-------------------|---------------------------------------------|------|------|------|-------------------|------------|
|            |                | da         | a    |          |        |        |                   |                                             |      |      |      | c'                | $\varphi'$ |
| N.         | N.             | m          | m    | %        | %      | %      | %                 |                                             | %    | %    | %    | kPa               | Gradi      |
| S1         | S1<br>(Shelby) | 3,00       | 3,50 | 0        | 6      | 52     | 32                | Limo sabbioso                               | 30,2 | 17,8 | 12,4 | 33,7              | 27,9       |
| S1         | CR2            | 4,00       | 4,45 | 0        | 24     | 52     | 23                | Sabbia ghiaioso limosa debolmente argillosa | 22,2 | 15,7 | 6,6  |                   |            |
| S10        | CR3 bis        | 7,70       | 8,05 | 0        | 19     | 55     | 26                | Sabbia ghiaioso limosa argillosa            | 31,1 | 17,6 | 13,5 |                   |            |

|                                                                                   |                                                                                                        |                                  |                           |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|---------------------------|
|  | <b>PROGETTISTA</b><br> | <b>COMMESSA</b><br><b>023116</b> | <b>UNITÀ</b><br><b>00</b> |
|                                                                                   | <b>LOCALITÀ</b><br><b>MESSINA</b>                                                                      | <b>SPC. 00-CI-E-10001</b>        |                           |
|                                                                                   | <b>PROGETTO</b> <b>Adeguamento Impianto di Compressione gas di Messina</b>                             | <b>Fg. 33 di 98</b>              | <b>Rev. 0</b>             |



**Figura 5.6** - Carta di plasticità di Casagrande<sup>9</sup>, con indicazione dei limiti misurati sui campioni con più elevato contenuto di fini.



**Figura 5.7** – Area Centrale – Sondaggio S1, Campione S1<sub>Shelby</sub>, Prof. 3.00 - 3.50 m - Prova di Taglio Diretto CD.

<sup>9</sup> J. Facciorusso, C. Madiati, G. Vannucchi – Dispense di geotecnica (Rev. Settembre 2011), Capitolo 1 “Origine e Struttura dei Terreni” - Università degli Studi di Firenze – Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale – Sezione Geotecnica



|                                                                                   |                                                                                                        |                                  |                           |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|---------------------------|
|  | <b>PROGETTISTA</b><br> | <b>COMMESSA</b><br><b>023116</b> | <b>UNITÀ</b><br><b>00</b> |
|                                                                                   | <b>LOCALITÀ</b><br><b>MESSINA</b>                                                                      | <b>SPC. 00-CI-E-10001</b>        |                           |
|                                                                                   | <b>PROGETTO</b> <b>Adeguamento Impianto di<br/>Compressione gas di Messina</b>                         | Fg. 34 di 98                     | <b>Rev.</b><br><b>0</b>   |

Le stratigrafie dei sondaggi, e le prove di laboratorio eseguite sui campioni prelevati nei sondaggi, confermano che:

- il deposito è generalmente incoerente, costituito prevalentemente da Ghiaie e Sabbie e/p da Sabbie e Ghiaie, generalmente con scarso contenuto di Frazione Fina (Limo + Argilla), ben assortite granulometricamente, da Addensate a Molto addensate. La Frazione Fina si dimostra generalmente Poco Plastica/Non Plastica (NP); solo localmente (ove la Frazione Fina aumenta di percentuale, è risultata Poco Plastica, e classificabile come CL. Pertanto, secondo la USCS, i terreni di fondazione sono in prevalenza classificabili come GW-GM e/o SW-SM, e solo localmente (nei livelli esposti nella Tabella 5.2, ove la Frazione Fina aumenta di percentuale) come GC e/o SC.

L'andamento della composizione granulometrica del terreno di fondazione con la profondità è rappresentato nella Figura 5.5, ove appare evidente la generale prevalenza della componente granulare (Ghiaia + Sabbia) che mediamente si attesta intorno al 90%.

L'andamento dei Limiti di Atterberg della Frazione Fina (*passante a 0.420 mm*) con la profondità è rappresentato nelle Figure 5.5.a→5.5.d, ove appare evidente la generale prevalenza del comportamento incoerente e granulare e generalmente Non Plastico (NP) del terreno di fondazione.

L'andamento degli indici SPT con la profondità è rappresentato nelle Figure 5.2, in termini di valori registrati alla prova in sito ( $N_{SPT}$ ).

|                                                                                   |             |                                                                                  |                    |        |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------|--------|
|  | PROGETTISTA |  | COMMESSA           | UNITÀ  |
|                                                                                   |             |                                                                                  | 023116             | 00     |
|                                                                                   | LOCALITÀ    | MESSINA                                                                          | SPC. 00-CI-E-10001 |        |
|                                                                                   | PROGETTO    | Adeguamento Impianto di Compressione gas di Messina                              | Fg. 35 di 98       | Rev. 0 |

## 5.2 Superficie Piezometrica (GWT)

Nel corso dei sondaggi, il livello dell'acqua, a fine perforazione, è stato assente in tutti i sondaggi, fino alle massime profondità investigate: in particolare, si è registrata assenza di acqua nel foro di sondaggio anche nei sondaggi più profondi, cioè in S11 spinto fino a 50 m di profondità dal p.c., e, nei sondaggi S1 e S12 spinti fino a 30 m di profondità dal p.c. locale.

Nella Figura 5.1 precedente sono rappresentate le quote delle teste dei sondaggi.

## 5.3 Prove geofisiche

Nell'ambito del progetto sono state eseguite delle prove geofisiche:

- N.1 prova sismica in foro - prova Down-Hole;
- N. 25 prospezioni sismiche di superficie - prove HVSF (*Horizontal to Vertical Spectral Ratio*), delle quali N. 22 eseguite nell'ambito dell'area della Centrale..

### 5.3.1 Sismica in foro, prova Down-Hole nel sondaggio S1

La prova Down-Hole è stata eseguita all'interno del sondaggio S1 (vedi ubicazione in Figura 3.1), fino alla profondità di 30 m dal p.c. locale.

Nel corso della prova, per ogni metro di profondità, sono state determinate la velocità di propagazione (media e d'intervallo) delle onde sismiche longitudinali o di compressione ( $V_P$ ) e trasversali o di taglio ( $V_S$ ). I risultati della prova sono esposti, in forma numerica nella Tabella 5.3, ed in forma grafica nelle Figure 5.6.a e 5.6.b.

Nella Figura 5.8.a è riportato l'andamento dei valori della Velocità di propagazione delle onde sismiche trasversali o di taglio ( $V_S$ ) e del Modulo di taglio massimo  $G_0$  con la profondità dal p.c..

Nella Figura 5.8.b è riportato l'andamento dei valori calcolati del Modulo di taglio massimo  $G_0$  con la profondità dal p.c..

I valori del Modulo di taglio  $G_0$  sono stati valutati mediante la relazione:

$$G_0 = \rho \cdot V_S^2$$

Dove:

$\rho$  = densità del terreno;

$V_S$  = velocità delle onde di taglio.

|                                                                                   |             |                                                                                  |                    |        |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------|--------|
|  | PROGETTISTA |  | COMMESSA           | UNITÀ  |
|                                                                                   |             |                                                                                  | 023116             | 00     |
|                                                                                   | LOCALITÀ    | MESSINA                                                                          | SPC. 00-CI-E-10001 |        |
|                                                                                   | PROGETTO    | Adeguamento Impianto di Compressione gas di Messina                              | Fg. 36 di 98       | Rev. 0 |

**Tabella 5.3** - Risultati ed elaborazioni della prova Down-Hole, in termini di Velocità delle onde di compressione  $V_P$ , di taglio  $V_S$ , e di valori calcolati del Modulo di Taglio massimo,  $G_0$ .

| Z<br>m                                    | Spessore<br>m | $V_P$<br>m/s | $V_S$<br>m/s | $V_{SZ}$<br>m/s | $\rho_{din}$<br>g/cm <sup>3</sup> | $G_0$<br>MPa |
|-------------------------------------------|---------------|--------------|--------------|-----------------|-----------------------------------|--------------|
| 1,0                                       | 1,0           | 249,8        | 164,4        | 164,4           | 1,46                              | 40           |
| 2,0                                       | 1,0           | 271,7        | 168,4        | 166,4           | 1,48                              | 43           |
| 3,0                                       | 1,0           | 339,6        | 163,5        | 165,4           | 1,54                              | 42           |
| 4,0                                       | 1,0           | 399,5        | 202,5        | 173,3           | 1,59                              | 67           |
| 5,0                                       | 1,0           | 706,5        | 321,9        | 191,0           | 1,77                              | 190          |
| 6,0                                       | 1,0           | 1150,3       | 421,5        | 210,1           | 1,95                              | 350          |
| 7,0                                       | 1,0           | 1300,6       | 472,3        | 228,2           | 1,99                              | 450          |
| 8,0                                       | 1,0           | 1407,8       | 472,1        | 244,0           | 2,02                              | 460          |
| 9,0                                       | 1,0           | 1483,6       | 497,5        | 258,6           | 2,04                              | 520          |
| 10,0                                      | 1,0           | 1537,5       | 562,7        | 273,4           | 2,06                              | 660          |
| 11,0                                      | 1,0           | 1759,5       | 573,6        | 287,0           | 2,11                              | 710          |
| 12,0                                      | 1,0           | 1621,9       | 520,0        | 298,2           | 2,08                              | 570          |
| 13,0                                      | 1,0           | 1615,6       | 567,9        | 309,5           | 2,08                              | 680          |
| 14,0                                      | 1,0           | 1484,6       | 540,8        | 319,2           | 2,04                              | 610          |
| 15,0                                      | 1,0           | 1587,7       | 543,2        | 328,3           | 2,07                              | 620          |
| 16,0                                      | 1,0           | 1424,8       | 517,1        | 335,9           | 2,03                              | 550          |
| 17,0                                      | 1,0           | 1615,7       | 546,6        | 343,7           | 2,08                              | 630          |
| 18,0                                      | 1,0           | 1630,4       | 470,9        | 349,0           | 2,08                              | 470          |
| 19,0                                      | 1,0           | 1646,6       | 548,7        | 355,8           | 2,08                              | 640          |
| 20,0                                      | 1,0           | 1637,7       | 565,0        | 362,5           | 2,08                              | 680          |
| 21,0                                      | 1,0           | 1224,5       | 422,9        | 365,0           | 1,97                              | 360          |
| 22,0                                      | 1,0           | 1554,1       | 473,0        | 368,8           | 2,06                              | 470          |
| 23,0                                      | 1,0           | 1730,9       | 583,3        | 374,8           | 2,1                               | 730          |
| 24,0                                      | 1,0           | 1454,7       | 497,1        | 378,7           | 2,03                              | 510          |
| 25,0                                      | 1,0           | 1685,1       | 620,3        | 384,7           | 2,09                              | 820          |
| 26,0                                      | 1,0           | 1688,6       | 661,7        | 391,0           | 2,09                              | 930          |
| 27,0                                      | 1,0           | 1697,7       | 662,2        | 397,0           | 2,1                               | 940          |
| 28,0                                      | 1,0           | 1600,4       | 621,5        | 402,2           | 2,07                              | 820          |
| 29,0                                      | 1,0           | 1601,8       | 585,5        | 406,6           | 2,07                              | 720          |
| 30,0                                      | 1,0           | 1742,9       | 622,1        | 411,3           | 2,11                              | 830          |
| $V_{S,eq} = V_{S,30} = 411,3 \text{ m/s}$ |               |              |              |                 |                                   |              |

|                                                                                   |             |                                                                                  |                    |        |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------|--------|
|  | PROGETTISTA |  | COMMESSA           | UNITÀ  |
|                                                                                   |             |                                                                                  | 023116             | 00     |
|                                                                                   | LOCALITÀ    | MESSINA                                                                          | SPC. 00-CI-E-10001 |        |
|                                                                                   | PROGETTO    | Adeguamento Impianto di Compressione gas di Messina                              | Fg. 37 di 98       | Rev. 0 |

Secondo quanto previsto dalla vigente normativa sismica (NTC2018, §3.2.2) per la definizione della Categoria di sottosuolo, è stato calcolato il valore  $V_{S,eq}$ , definita dall'espressione:

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

con:

$h_i$  = spessore dell'i-esimo strato;

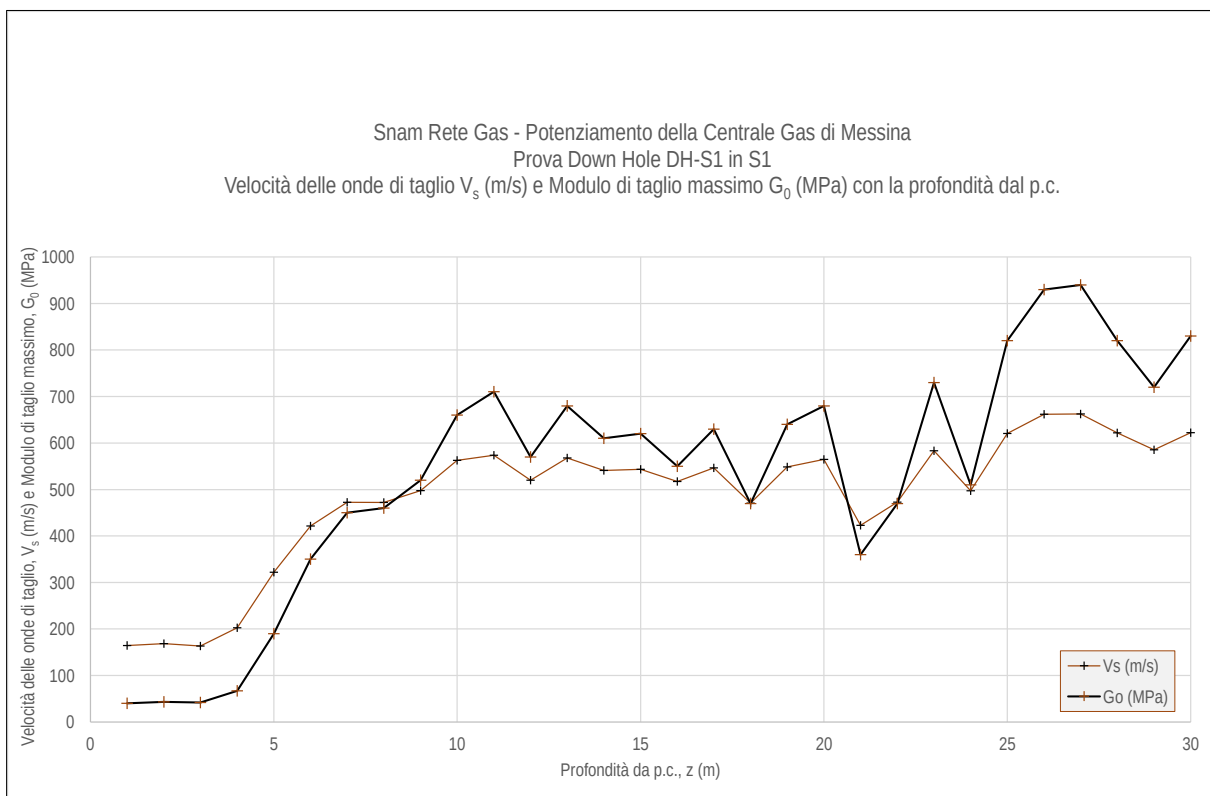
$V_{S,i}$  = velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato;

$N$  = numero di strati;

$H$  = profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da  $V_S$  non inferiore a 800 m/s.

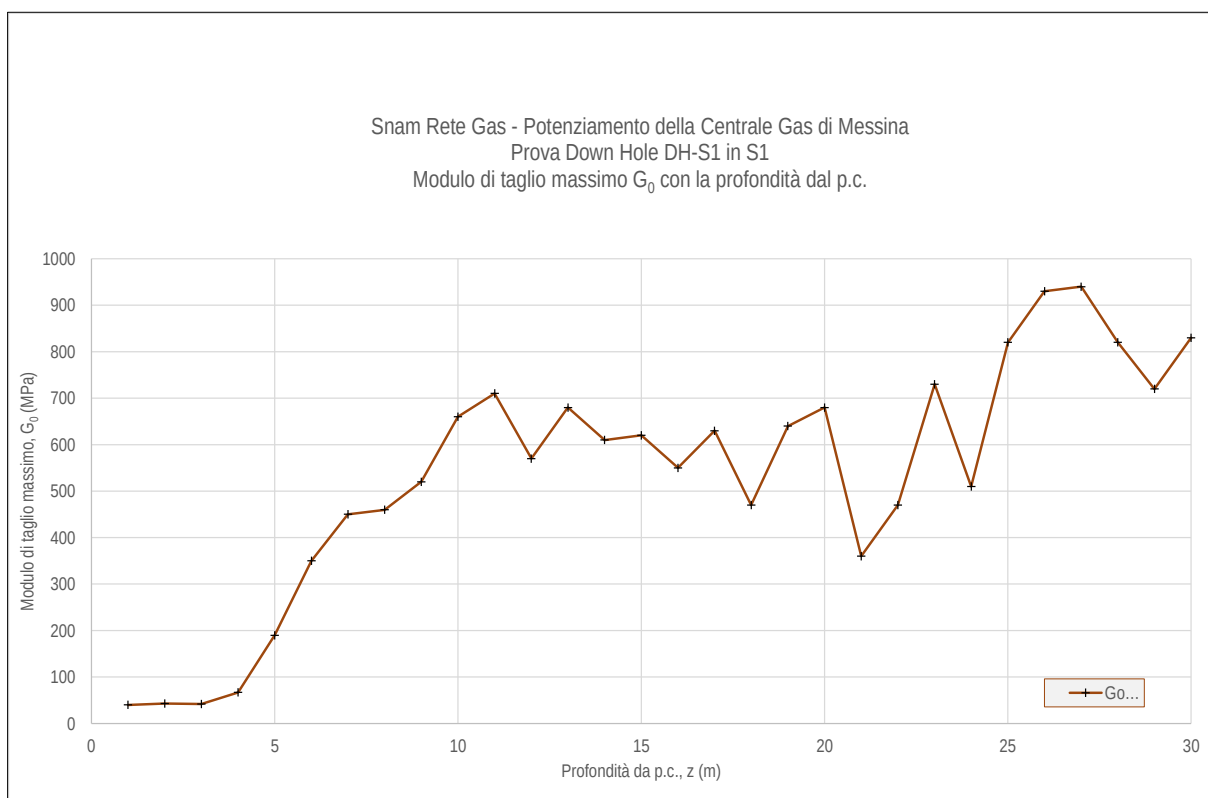
Per depositi con profondità  $H$  del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio  $V_{S,eq}$  è definita dal parametro  $V_{S,30}$ , ottenuto ponendo  $H=30$  m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

che è risultato pari a  $V_{S,eq} = V_{S,30} = 411,3$  m/s, che corrisponde ad una Categoria di sottosuolo B (NTC2018, Tab. 3.2.II).



**Figura 5.8.a** - Area Centrale – Sondaggio S1 – Andamento dei valori della Velocità di propagazione delle onde sismiche trasversali o di taglio ( $V_S$ ) e del Modulo di taglio massimo  $G_0$  con la profondità dal p.c..

|                                                                                   |                                                                                                        |                                  |                           |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|---------------------------|
|  | <b>PROGETTISTA</b><br> | <b>COMMESSA</b><br><b>023116</b> | <b>UNITÀ</b><br><b>00</b> |
|                                                                                   | <b>LOCALITÀ</b><br><b>MESSINA</b>                                                                      | <b>SPC. 00-CI-E-10001</b>        |                           |
|                                                                                   | <b>PROGETTO</b> <b>Adeguamento Impianto di Compressione gas di Messina</b>                             | Fg. 38 di 98                     | <b>Rev.</b><br><b>0</b>   |



**Figura 5.8.b** - Area Centrale – Sondaggio S1 – Andamento dei valori calcolati del Modulo di taglio massimo  $G_0$  con la profondità dal p.c..

### 5.3.2 Prospezione sismica HVSR

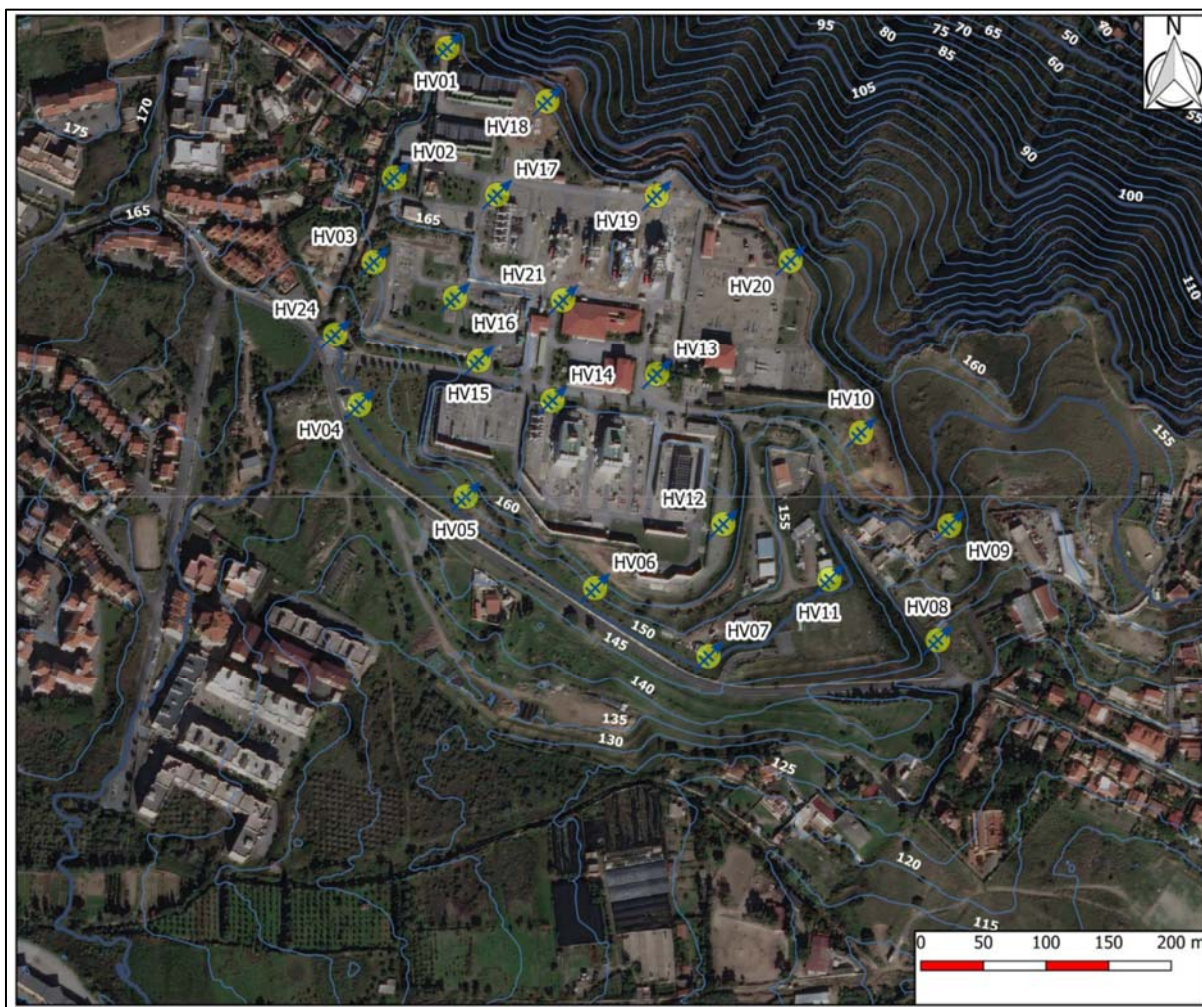
Nella Planimetria di Figura 5.9 sono riportate le ubicazioni delle n. 22 prove HVRS nell'ambito dell'area di influenza della Centrale. Altre prove (HV22, HV23 e HV25), ai fini della definizione della Risposta Sismica Locale, sono state eseguite all'esterno dell'area della Centrale.

Nella Tabella 5.4. (in forma numerica) e nella Figura 5.10 (in forma grafica) sono riportati e rappresentati i risultati delle Prove di prospezione sismica HVSR eseguite sia nell'ambito dell'area della Centrale (HV01→HV22 e HV24) che nelle aree limitrofe (HV22, HV23 e HV25), in termini di elaborazione dei valori misurati della Velocità equivalente delle onde di taglio,  $V_{S,eq}$ .

I valori di  $V_{S,eq}$  oscillano tra un valore minimo di 314 m/s (in HV22) ed un valore massimo di 434 m/s (in HV01), con un valore medio di 362 m/s. Questi valori della Velocità equivalente delle onde di taglio,  $V_{S,eq}$  risultano tutti compatibili con la Categoria di sottosuolo di tipo B.

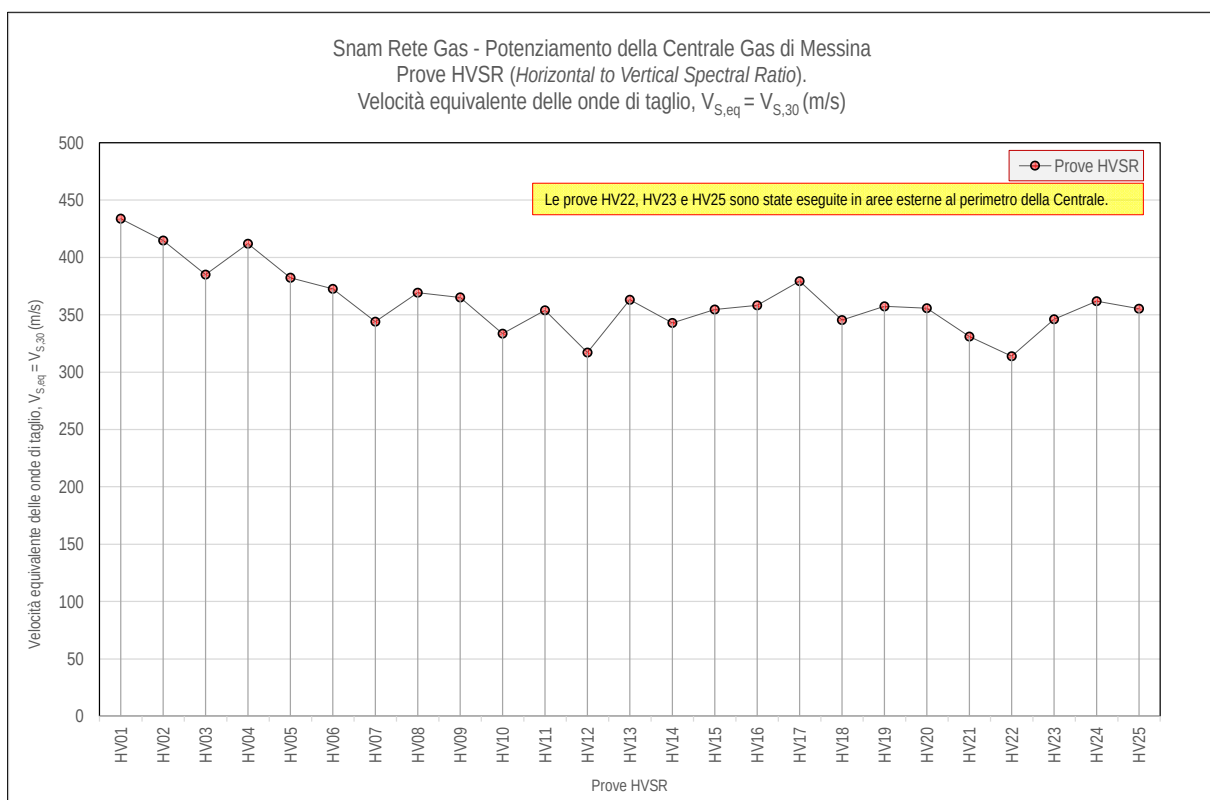


|                                                                                   |             |                                                                                  |                    |        |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------|--------|
|  | PROGETTISTA |  | COMMESSA           | UNITÀ  |
|                                                                                   | LOCALITÀ    | MESSINA                                                                          | 023116             | 00     |
|                                                                                   | PROGETTO    | Adeguamento Impianto di Compressione gas di Messina                              | SPC. 00-CI-E-10001 | Rev. 0 |
|                                                                                   |             |                                                                                  | Fg. 39 di 98       |        |



**Figura 5.9** - Area Centrale – Prove di prospezione sismica HVSR eseguite nell’ambito dell’area della Centrale (HV01→HV22 e HV24). Altre prove (HV22, HV23 e HV25) sono state eseguite all’esterno dell’area della Centrale.

|                                                                                   |             |                                                                                  |              |        |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------|----------------------------------------------------------------------------------|--------------|--------|
|  | PROGETTISTA |  | COMMESSA     | UNITÀ  |
|                                                                                   | LOCALITÀ    | MESSINA                                                                          | 023116       | 00     |
|                                                                                   | PROGETTO    | Adeguamento Impianto di Compressione gas di Messina                              | Fg. 40 di 98 | Rev. 0 |



**Figura 5.10** - Area Centrale – Prove di prospezione sismica HVSR eseguite nell'ambito dell'area della Centrale (HV01→HV22 e HV24) e nelle aree limitrofe (HV22, HV23 e HV25). Valori della Velocità equivalente delle onde di taglio,  $V_{S,eq}$  (in m/s), tutti compatibili con la Categoria di sottosuolo di tipo B.

**Tabella 5.4** - Prove di prospezione sismica HVSR - Valori della Velocità equivalente delle onde di taglio,  $V_{S,eq}$  (in m/s).

| Prova HVSR | $V_{S,eq}$ m/s | Prova HVSR | $V_{S,eq}$ m/s | Prova HVSR | $V_{S,eq}$ m/s |
|------------|----------------|------------|----------------|------------|----------------|
| HV01       | 433,76         | HV10       | 333,61         | HV18       | 345,31         |
| HV02       | 414,62         | HV11       | 353,85         | HV19       | 357,33         |
| HV03       | 384,98         | HV12       | 317,04         | HV20       | 355,70         |
| HV04       | 411,96         | HV13       | 363,07         | HV21       | 331,02         |
| HV05       | 382,34         | HV14       | 342,98         | HV22       | 313,77         |
| HV06       | 372,55         | HV15       | 354,44         | HV23       | 346,02         |
| HV07       | 343,92         | HV16       | 358,25         | HV24       | 361,88         |
| HV08       | 369,20         | HV17       | 379,28         | HV25       | 355,23         |
| HV09       | 365,11         |            |                |            |                |

Nota: le prove (HV22, HV23 e HV25) sono state eseguite all'esterno dell'area della Centrale.

|                                                                                   |                                                                                                        |                                  |                           |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|---------------------------|
|  | <b>PROGETTISTA</b><br> | <b>COMMESSA</b><br><b>023116</b> | <b>UNITÀ</b><br><b>00</b> |
|                                                                                   | <b>LOCALITÀ</b><br><b>MESSINA</b>                                                                      | <b>SPC. 00-CI-E-10001</b>        |                           |
|                                                                                   | <b>PROGETTO</b> <b>Adeguamento Impianto di<br/>Compressione gas di Messina</b>                         | Fg. 41 di 98                     | <b>Rev.</b><br><b>0</b>   |

#### 5.4 Risultati dell'indagine geognostica

Nell'Allegato 1 sono riportati in dettaglio i risultati della indagine geognostica e geotecnica (stratigrafie sondaggi, risultati Prove SPT, risultati delle prove e geofisiche e sismiche).

Nell'Allegato 2 sono riportati in dettaglio i risultati delle prove di laboratorio sui campioni rimaneggiati ed indisturbati prelevati nel corso dell'indagine (analisi granulometriche per setacciatura e limiti di Atterberg sul passante al setaccio ASTM N.40 (0.420 mm di apertura delle maglie), prova di Taglio Diretto CD).



|                                                                                   |             |                                                                                  |                    |        |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------|--------|
|  | PROGETTISTA |  | COMMESSA           | UNITÀ  |
|                                                                                   |             |                                                                                  | 023116             | 00     |
|                                                                                   | LOCALITÀ    | MESSINA                                                                          | SPC. 00-CI-E-10001 |        |
|                                                                                   | PROGETTO    | Adeguamento Impianto di Compressione gas di Messina                              | Fg. 42 di 98       | Rev. 0 |

## 6 CARATTERIZZAZIONE STRATIGRAFICA E GEOTECNICA

### 6.1 Caratterizzazione stratigrafica

Le indagini hanno confermato quanto disponibile in letteratura per questo sito, con la presenza di depositi granulari prevalentemente ghiaioso-sabbiosi e/o sabbioso-ghiaiosi, con frazione fino poco plastica o, prevalentemente, Non Plastica (NP).

Sostanzialmente, con l'indagine geognostica e geotecnica, si è riscontrata l'omogeneità laterale di tali depositi e la continuità in profondità degli stessi su tutta l'area indagata, nonostante le differenze di quota dei sondaggi (fino a 2 m all'interno dell'area della Centrale e fino a 4 m per le verticali poste all'esterno dell'area; la differenza si caratterizza nell'alternanza della prevalenza della componente sabbiosa su quella ghiaiosa e viceversa, sia lateralmente che in profondità.

Le differenze comunque osservate consigliano di trattare in modo differenziato le due aree individuate nella Figura 6.1 seguente (dedotta dalla Figura 4.1. precedente), con maggiore addensamento di sondaggi:

- 1) Area investigata con i sondaggi S1, S2 ed S3
- 2) Area investigata con i sondaggi S6, S7, S8, S9 ed S10



**Figura 6.1** – Area Centrale – Individuazione delle due Aree 1) e 2) sopra descritte. NB. Nella Area 2) va ricompreso anche il Sondaggio S9 che risulta defilato rispetto al raggruppamento principale dei sondaggi di riferimento.

|                                                                                   |                                                                                                        |                                  |                           |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|---------------------------|
|  | <b>PROGETTISTA</b><br> | <b>COMMESSA</b><br><b>023116</b> | <b>UNITÀ</b><br><b>00</b> |
|                                                                                   | <b>LOCALITÀ</b><br><b>MESSINA</b>                                                                      | <b>SPC. 00-CI-E-10001</b>        |                           |
|                                                                                   | <b>PROGETTO</b> <b>Adeguamento Impianto di Compressione gas di Messina</b>                             | Fg. 43 di 98                     | <b>Rev.</b><br><b>0</b>   |

### 6.1.1 Area investigata con i sondaggi S1, S2, ed S3

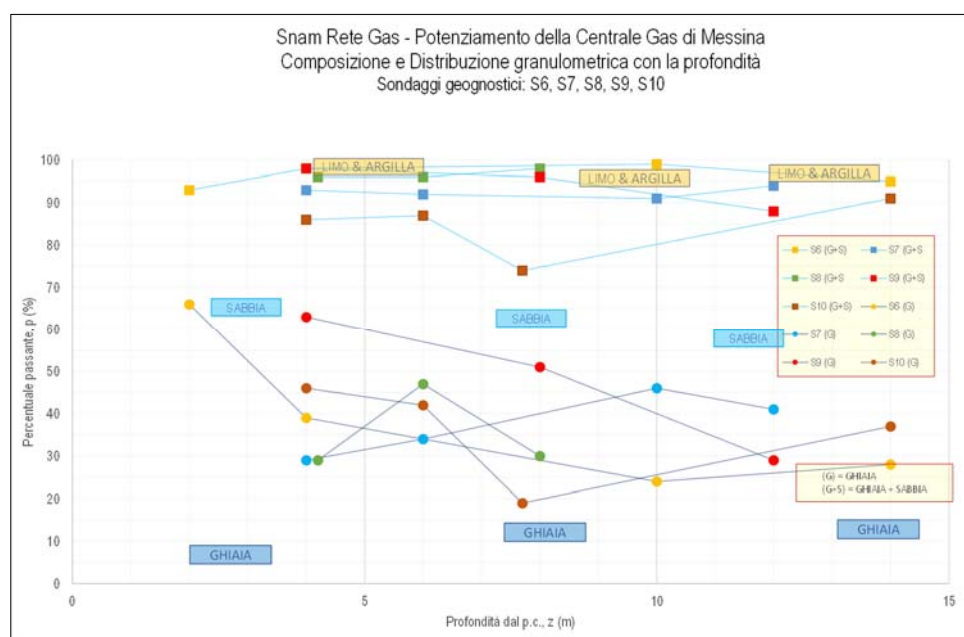
In questo panorama, va unicamente evidenziata la particolarità riscontrata nell'area investigata con i sondaggi S1, S2 ed S3, con particolare riferimento ai sondaggi S1 ed S2, nei primi 4.0 m circa di profondità, ove sembrano evidenziati rimaneggiamenti antropici associabili a probabili scavi e riporti di materiali non in posto: infatti, nel Sondaggio S2, la suddetta azione antropica (di rimaneggiamenti, scavi e riporti) è evidentemente dimostrata dalla rilevata presenza di uno spessore di "conglomerato cementizio" tra le profondità di 2.50 m e 3.80 m, come evidenziato nella stratigrafia della correlazione di Figura 6.3.

Per le opere ubicate in questa zona andrà evidenziata la necessità di eseguire un bonifico strutturale che elimini questa anomalia, anche rispetto ai sondaggi limitrofi, che può costituire un comportamento differenziale sotto i carichi di fondazione.

Infine, un'altra differenza si può individuare nei valori dell'Indice  $N_{SPT}$ , che in questa Area 1) risultano generalmente più elevati.

### 6.1.2 Area investigata con i sondaggi S6, S7, S8, S9 ed S10

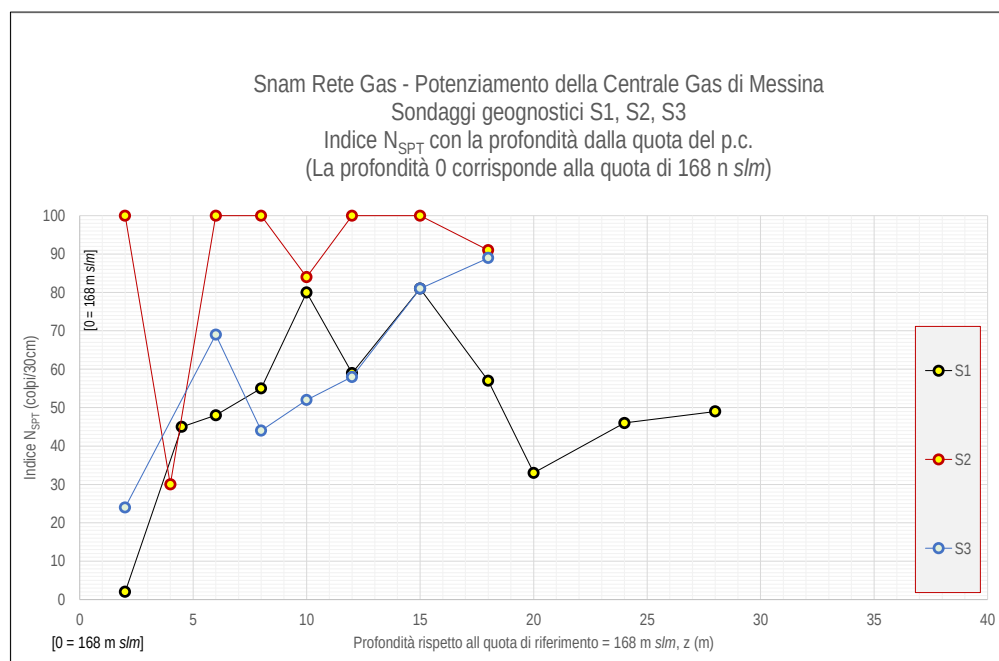
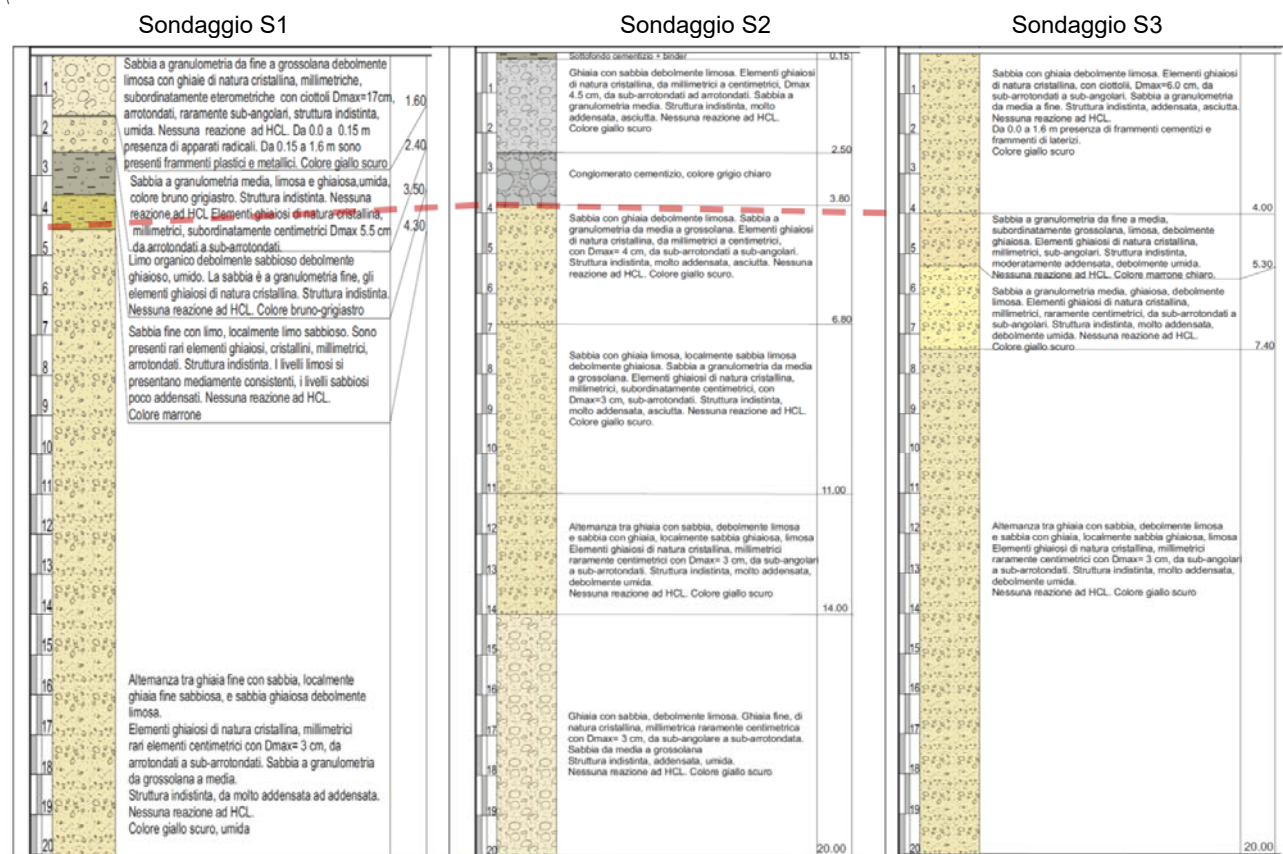
Questa Area 2) risulta abbastanza omogenea stratigraficamente, essendo caratterizzata in tutti i sondaggi di riferimento da alternanza di strati di Ghiaia con Sabbia, Sabbia con Ghiaia e Sabbia Ghiaiosa, con un contenuto di Frazione Fina generalmente inferiore al 10%, con la sola eccezione del Sondaggio S10, dove questa percentuale sale un po', come evidenziato nella distribuzione granulometrica con la profondità riprodotta, in stralcio per i sondaggi di interesse, nella Figura 6.2. È anche evidente, dallo stralcio dell'andamento di  $N_{SPT}$  di Figura 6.4, che i valori rimangono generalmente inferiori, forse con l'eccezione di S7, rispetto a quelli evidenziati dagli altri sondaggi dell'Area 1) [confronta con la analoga Figura 6.3 dell'Area 1)].



**Figura 6.2** – Andamento della distribuzione granulometrica con la profondità riprodotta, in stralcio per i sondaggi di interesse S6, S7, S8, S9, S10.

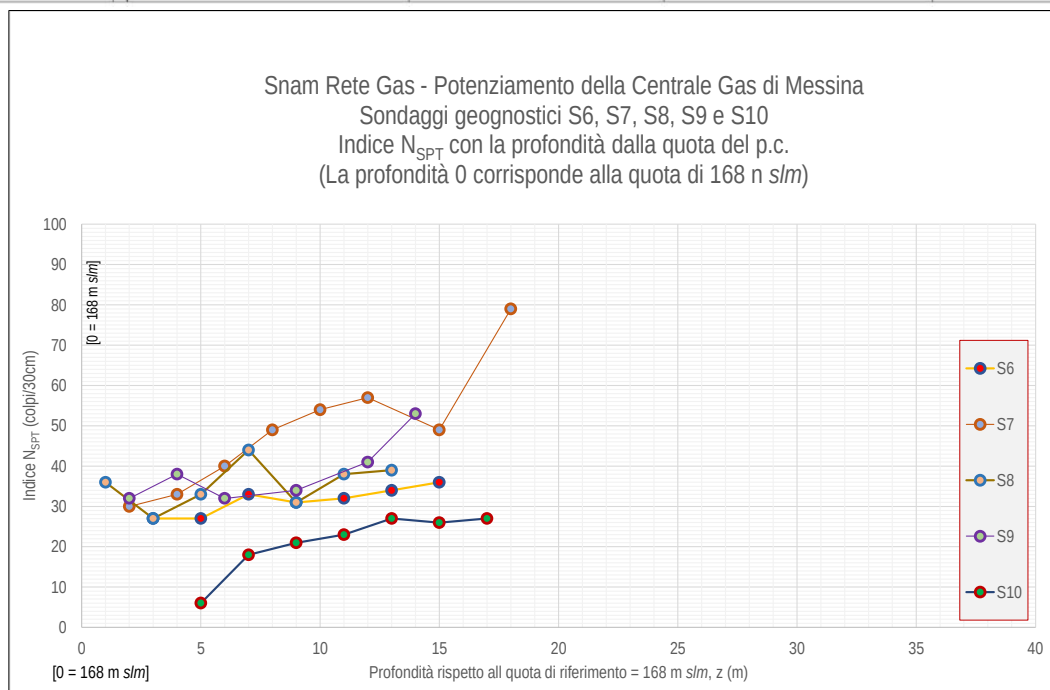
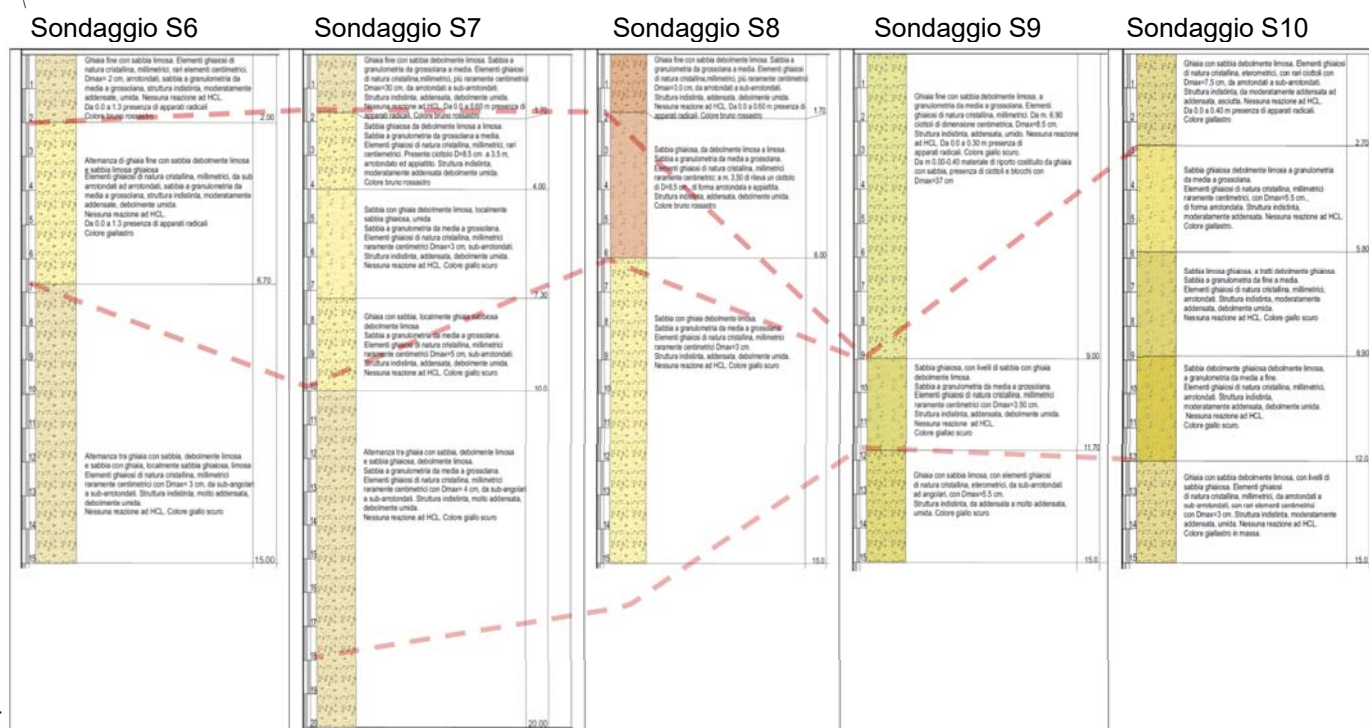


|                                                                                   |                                                                                                        |                                  |                           |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|---------------------------|
|  | <b>PROGETTISTA</b><br> | <b>COMMESSA</b><br><b>023116</b> | <b>UNITÀ</b><br><b>00</b> |
|                                                                                   | <b>LOCALITÀ</b><br><b>MESSINA</b>                                                                      | <b>SPC. 00-CI-E-10001</b>        |                           |
|                                                                                   | <b>PROGETTO</b> <b>Adeguamento Impianto di Compressione gas di Messina</b>                             | <b>Fg. 44 di 98</b>              | <b>Rev. 0</b>             |



**Figura 6.3 – Area Centrale – 1) Sondaggi S1, S2, S3 – Correlazione stratigrafica tra i sondaggi e andamento dell'Indice  $N_{SPT}$  in profondità rispetto alla quota assoluta (0 = 168 m s.l.m.).**

|                                                                                   |                                                                                                        |                                  |                           |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|---------------------------|
|  | <b>PROGETTISTA</b><br> | <b>COMMESSA</b><br><b>023116</b> | <b>UNITÀ</b><br><b>00</b> |
|                                                                                   | <b>LOCALITÀ</b><br><b>MESSINA</b>                                                                      | <b>SPC. 00-CI-E-10001</b>        |                           |
|                                                                                   | <b>PROGETTO</b> <b>Adeguamento Impianto di Compressione gas di Messina</b>                             | <b>Fg. 45 di 98</b>              | <b>Rev. 0</b>             |



**Figura 6.4** – Area Centrale – 2) Sondaggi S6, S7, S8, S9, S10 – Correlazione stratigrafica tra i sondaggi e andamento dell'Indice  $N_{SPT}$  in profondità rispetto alla quota assoluta (0 = 168 m s/m).

|                                                                                   |                                                                                                        |                                  |                           |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|---------------------------|
|  | <b>PROGETTISTA</b><br> | <b>COMMESSA</b><br><b>023116</b> | <b>UNITÀ</b><br><b>00</b> |
|                                                                                   | <b>LOCALITÀ</b><br><b>MESSINA</b>                                                                      | <b>SPC. 00-CI-E-10001</b>        |                           |
|                                                                                   | <b>PROGETTO</b> <b>Adeguamento Impianto di<br/>Compressione gas di Messina</b>                         | Fg. 46 di 98                     | <b>Rev.</b><br><b>0</b>   |

Nel dettaglio la successione litostratigrafica che caratterizza le aree oggetto dell'intervento può essere schematizzata, soprattutto dal punto di vista della resistenza al taglio differenziata con la profondità, in due strati: un primo strato fino a 15 m di profondità, ed un secondo strato al di sotto di 15 m.

- il deposito è generalmente incoerente, costituito prevalentemente da Ghiaia con Sabbia e/o da Sabbia con Ghiaia, in successione spesso non ordinata di questi strati, generalmente con scarso contenuto di Frazione Fina (Limo + Argilla), ben assortite granulometricamente, da Addensate a Molto addensate. La Frazione Fina si dimostra generalmente Poco Plastica/Non Plastica (NP); solo localmente (ove la Frazione Fina aumenta di percentuale, è risultata Poco Plastica, e classificabile come CL.

## 6.2 Falda (GWT)

Nel corso dei sondaggi, il livello dell'acqua, a fine perforazione, è stato assente in tutti i sondaggi, fino alle massime profondità investigate: in particolare, si è registrata assenza di acqua nel foro di sondaggio anche nei sondaggi più profondi, cioè in S11 spinto fino a 50 m di profondità dal p.c., e, nei sondaggi S1 e S12 spinti fino a 30 m di profondità dal p.c. locale.

|                                                                                   |             |                                                                                  |                    |        |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------|--------|
|  | PROGETTISTA |  | COMMESSA           | UNITÀ  |
|                                                                                   |             |                                                                                  | 023116             | 00     |
|                                                                                   | LOCALITÀ    | MESSINA                                                                          | SPC. 00-CI-E-10001 |        |
|                                                                                   | PROGETTO    | Adeguamento Impianto di Compressione gas di Messina                              | Fg. 47 di 98       | Rev. 0 |

### 6.3 Modello geotecnico (schema stratigrafico di calcolo)

I risultati della interpretazione hanno consentito di arrivare al seguente schema stratigrafico, rappresentato come Modello Geotecnico (Schema stratigrafico di calcolo e valori caratteristici dei parametri geotecnici) nella Figura 6.5.

Pur considerando il sito della Centrale caratterizzato da un unico deposito granulare e incoerente ghiaioso sabbioso e/o sabbioso ghiaioso, come precedentemente affermato, nella definizione dello schema stratigrafico di calcolo, si è voluti suddividere tale unico deposito in due sottostrati (Strato 1 e Strato 2), evidenziando un sottostrato superiore (Strato 1), tra il p.c. e 15 m di profondità, caratterizzato, anche se solo in alcuni sondaggi, dalla evidenziazione di valori di  $N_{SPT}$ , e quindi da grado di addensamento, resistenza al taglio e deformabilità inferiore rispetto allo strato più profondo.. Per i parametri attribuiti allo Strato 1 sono stati adottati criteri decisamente cautelativi, allineati più sui valori minimi che su quelli medi.

#### **STRATO 1:** (dal p.c. sino a 15.0 m di profondità)

Ghiaia con Sabbia e/o Sabbia con Ghiaia, con frazione fina limoso-argillosa generalmente scarsa e poco plastica o non plastica, generalmente da addensata a molto addensata.

|                                            |            |   |           |                   |
|--------------------------------------------|------------|---|-----------|-------------------|
| – Peso di volume,                          | $\gamma$   | = | 1.9 - 2.0 | kN/m <sup>3</sup> |
| – Indice SPT,                              | $N_{SPT}$  | ≥ | 30 - 50   | colpi/30cm        |
| – Densità Relativa,                        | $D_R$      | ≥ | 60 - 80   | %                 |
| – Angolo di Resistenza al taglio, efficace | $\varphi'$ | ≥ | 35 - 38   | gradi             |
| – Modulo di Deformazione confinato,        | $M_0$      | ≥ | 35 - 40   | MN/m <sup>2</sup> |

N.B. All'interno di questo strato nell'Area 1) dei Sondaggi S1, S2, S3 sono presenti residui di rimaneggiamenti (scavi e riporti) evidenziati nelle stratigrafie dei sondaggi S1 ed S2. Pertanto, come detto, in questo ambito si dovrà considerare la necessità di eseguire un bonifico strutturale con misto granulare selezionato (es. A-1-a) steso e compattato per strati.

#### **STRATO 2:** (da 15.0 m sino alle massime profondità investigate (30-50 m da p.c..))

Sabbia con Ghiaia e Ghiaia con Sabbia, con scarsa frazione fina limoso-argillosa poco plastica o non plastica, generalmente molto addensata.

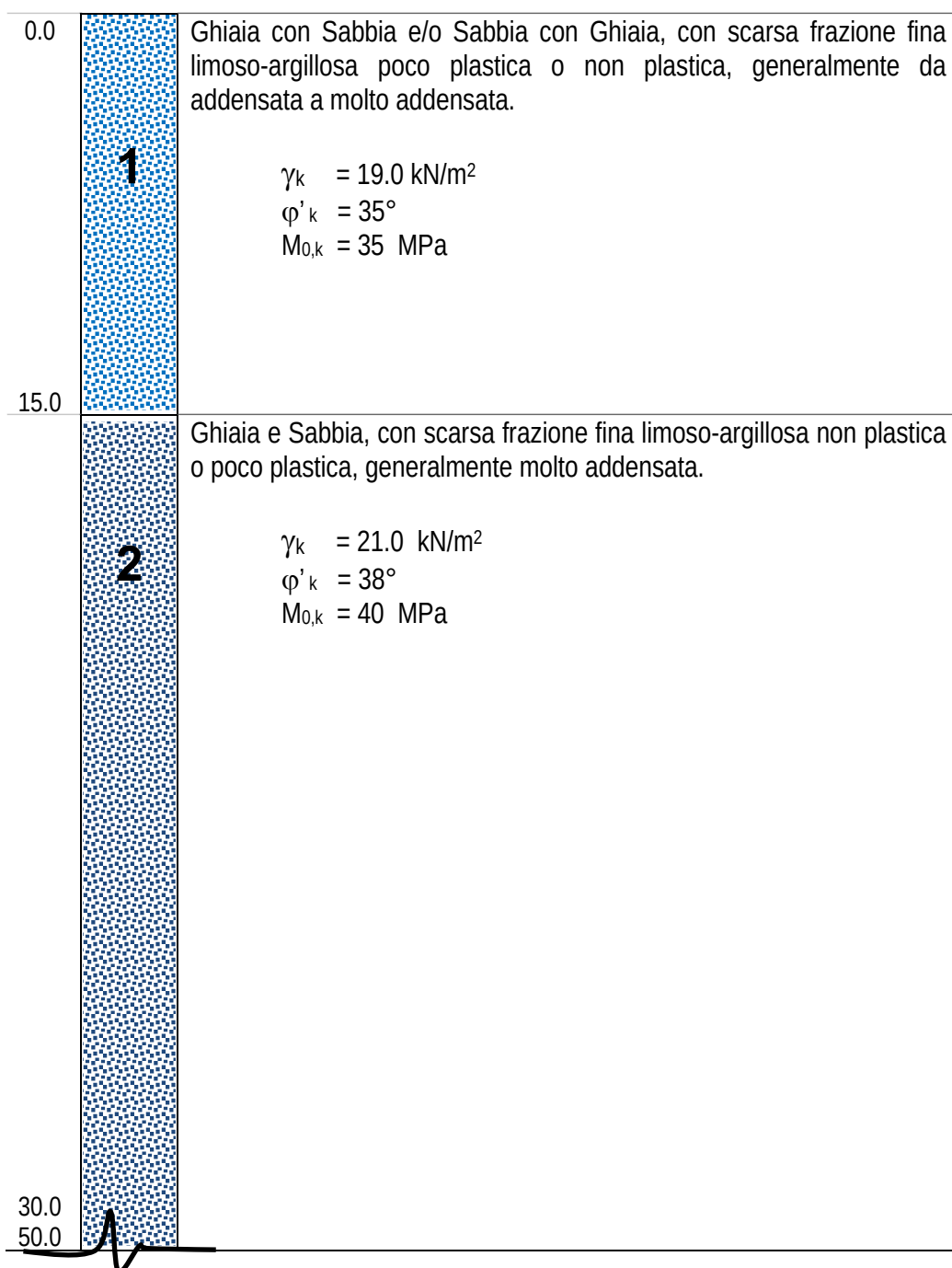
|                                            |            |   |         |                   |
|--------------------------------------------|------------|---|---------|-------------------|
| – Peso di volume,                          | $\gamma$   | = | 2.1     | kN/m <sup>3</sup> |
| – Indice SPT,                              | $N_{SPT}$  | ≥ | 40 - 50 | colpi/30cm        |
| – Densità Relativa,                        | $D_R$      | ≥ | 70 - 80 | %                 |
| – Angolo di Resistenza al taglio, efficace | $\varphi'$ | ≥ | 37 - 40 | gradi             |
| – Modulo di Deformazione confinato,        | $M_0$      | ≥ | 40 - 50 | MN/m <sup>2</sup> |

#### 6.3.1 Falda acquifera (GWT)

Nel corso dei sondaggi, il livello dell'acqua, a fine perforazione, è stato assente in tutti i sondaggi, fino alle massime profondità investigate: in particolare, si è registrata assenza di acqua nel foro di sondaggio anche nei sondaggi più profondi, cioè in S11 spinto fino a 50 m di profondità dal p.c., e, nei sondaggi S1 e S12 spinti fino a 30 m di profondità dal p.c. locale.

|                                                                                   |                                                                                                        |                                  |                           |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|---------------------------|
|  | <b>PROGETTISTA</b><br> | <b>COMMESSA</b><br><b>023116</b> | <b>UNITÀ</b><br><b>00</b> |
|                                                                                   | <b>LOCALITÀ</b><br><b>MESSINA</b>                                                                      | <b>SPC. 00-CI-E-10001</b>        |                           |
|                                                                                   | <b>PROGETTO</b> <b>Adeguamento Impianto di Compressione gas di Messina</b>                             | Fg. 48 di 98                     | <b>Rev.</b><br><b>0</b>   |

**Figura 6.5** – Modello geotecnico (Schema stratigrafico di calcolo e valori caratteristici dei parametri geotecnici).





|                                                                                   |             |                                                                                  |                    |        |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------|--------|
|  | PROGETTISTA |  | COMMESSA           | UNITÀ  |
|                                                                                   |             |                                                                                  | 023116             | 00     |
|                                                                                   | LOCALITÀ    | MESSINA                                                                          | SPC. 00-CI-E-10001 |        |
|                                                                                   | PROGETTO    | Adeguamento Impianto di Compressione gas di Messina                              | Fg. 49 di 98       | Rev. 0 |

## 7 FONDAZIONI: TIPOLOGIA, CAPACITÀ PORTANTE E CEDIMENTI

### 7.1 Modello geotecnico e parametri caratteristici del terreno

La caratterizzazione del sito, la definizione dell'assetto litologico e la modellazione geotecnica, costituenti una delle basi progettuali dell'opera, discendono dalle valutazioni basate sui risultati delle indagini geognostiche eseguite sul sito, che sono state ritenute commisurate alla dimensione ed alla scala del problema, all'importanza ed all'estensione dell'opera, e conseguentemente alle finalità progettuali; la profondità e l'estensione delle analisi condotte comprendono infatti i volumi di terreno direttamente od indirettamente coinvolti dalle sollecitazioni di progetto.

Sulla base dei risultati delle indagini geognostiche, ai fini del dimensionamento delle opere e delle relative verifiche di stabilità, si assume la stratigrafia riportata nella precedente Figura 6.5, unitamente ai valori caratteristici dei parametri geotecnici.

### 7.2 Caratteristiche tipologiche delle fondazioni dirette

La natura e le caratteristiche del terreno di fondazione, unitamente alle indicazioni progettuali di massima, sono tali da consentire l'uso generalizzato di fondazioni dirette.

Tali fondazioni, in relazione alla natura granulare ed addensata del terreno di fondazione, con frazione fina scarsa e/o molto e, prevalentemente Poco Plastica e/o Non Plastica, e solo localmente poco plastica, potranno essere realizzate mediante fondazioni,

- isolate, tipo plinti, per le opere minori in dimensioni e carichi trasmessi;
- a platea, per i turbocompressori;
- nastriformi, tipo travi rovesce, per le opere sensibili alle deformazioni,

posizionate ad almeno 1.5÷2.0 m di profondità dal piano di campagna naturale, sicuramente al di sotto del terreno superficiale che può essere di riporto, pedogenizzato o rimaneggiato da interventi antropici vari, come segnalato nei primi metri di profondità dei Sondaggi S1 ed S2.

### 7.3 Carico limite delle fondazioni dirette (Resistenza R)

In accordo alle NTC2018, par. 6.2.4.1.2, di seguito sono esposti i risultati ottenuti per i valori della resistenza, R, nei riguardi degli stati limite con il “metodo dei coefficienti parziali”.

A tal fine si utilizzano il “modello geotecnico” ed i “parametri caratteristici” riassunti nella precedente Figura 6.5 ed i “coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno” esposti nelle NTC2018, Par. 6.2.4.1.2 Resistenze, nelle due condizioni:

|                                                                                   |             |                                                                                  |                    |        |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------|--------|
|  | PROGETTISTA |  | COMMESSA           | UNITÀ  |
|                                                                                   |             |                                                                                  | 023116             | 00     |
|                                                                                   | LOCALITÀ    | MESSINA                                                                          | SPC. 00-CI-E-10001 |        |
|                                                                                   | PROGETTO    | Adeguamento Impianto di Compressione gas di Messina                              | Fg. 50 di 98       | Rev. 0 |

- Verifiche allo Stato Limite Ultimo di resistenza del terreno, GEO [Approccio 2 - Combinazione (A1+M1+R3)]<sup>10</sup>;
- Verifiche agli Stati Limite di Esercizio [Condizioni SLE coincidente con la condizione SLU (A1+M1+R3)]<sup>11</sup>.

I valori caratteristici dei parametri geotecnici del terreno sono stati divisi per i coefficienti parziali  $\gamma_M$  specificati nella successiva Tabella 7.1, desunta dalla normativa citata (cfr. Tab. 6.2.II NTC2018).

I valori del carico limite per le fondazioni dirette di forma quadrata (con lato  $B = 1.0 \div 6.0$  m) e continua (di lato minore  $B = 1.0 \div 2.5$  m), poggianti alla profondità  $D = 1.5 \div 2.5$  m rispetto al p.c. finale, sono riassunti nelle sottostanti Tabella 7.2.a e 7.2.b, mentre i valori relative alle platee, ( $B \times L = [\text{da } 10 - 20\text{m}] \times [\text{da } 20 \text{ a } 40 \text{ m}]$ ,  $D = \text{da } 2.0 \text{ m a } 3.0 \text{ m}$  rispetto al p.c. finale, sono riassunti nella sottostante Tabella 6.2.c.

In particolare (cfr. par. 6.2.4.1 NTC2018) nelle verifiche agli Stati Limite, per le resistenze, il relativo valore di progetto dovrà essere calcolato come:

$$R_d = \frac{R}{\gamma_R}$$

Il Progettista, nelle verifiche di progetto, dovrà tener conto dei coefficienti parziali  $\gamma_R$  corrispondenti al tipo di verifica agli stati ultimi di fondazioni superficiali ed al tipo di Approccio/Combinazione che utilizzerà.

La metodologia di calcolo del carico limite (capacità portante ultima) utilizzata, fa fondamentale riferimento all'approccio proposto da Meyerhof (1951, 1963) ed è esposta nell'Allegato 3.

<sup>10</sup> Per le verifiche agli stati limite ultimi di tipo geotecnico (GEO) per carico limite e per scorrimento si deve fare riferimento all'Approccio 2. L'analisi deve essere condotta con la Combinazione (A1+M1+R3), nella quale i coefficienti parziali sui parametri di resistenza del terreno (M1) sono unitari, i coefficienti parziali sulle azioni (A1) sono indicati dalla tabella 6.2.I e la resistenza globale del sistema è ridotta tramite i coefficienti  $\gamma_R$  del gruppo R3 riportati in tab. 6.4.I. (dal Par. C6.4.2.1 della Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP., esplicativa delle NTC2018).

<sup>11</sup> Vedi Par. C6.4.2.2 della Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP., esplicativa delle NTC2018

|                                                                                   |             |                                                                                  |              |        |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------|----------------------------------------------------------------------------------|--------------|--------|
|  | PROGETTISTA |  | COMMESSA     | UNITÀ  |
|                                                                                   | LOCALITÀ    | MESSINA                                                                          | 023116       | 00     |
|                                                                                   | PROGETTO    | Adeguamento Impianto di Compressione gas di Messina                              | Fg. 51 di 98 | Rev. 0 |

**Tabella 7.1:** Coefficienti parziali e parametri geotecnici di calcolo.

| Parametro al quale applicare il coefficiente parziale |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Coefficiente parziale<br>$\gamma_M$ |                            | Parametro di calcolo               |                                        | Strato<br>n. |
|-------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------|------------------------------------|----------------------------------------|--------------|
|                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | (M1)                                | (M2)                       | (M1)                               | (M2)                                   |              |
| Tangente dell'angolo di resistenza al taglio (°)      | $\tan\varphi'_k$                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | $\gamma_{\varphi'} = 1.0$           | $\gamma_{\varphi'} = 1.25$ | $\varphi' = 35$<br>$\varphi' = 38$ | $\varphi' = 29.2$<br>$\varphi' = 32.0$ | 1<br>2       |
| Coesione efficace ( $kN/m^2$ )                        | $c'_k$                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | $\gamma_{c'} = 1.0$                 | $\gamma_{c'} = 1.25$       | $c' = 0.0$<br>$c' = 0.0$           | $c' = 0.0$<br>$c' = 0.0$               | 1<br>2       |
| Resistenza non drenata ( $kN/m^2$ )                   | $c_{uk}$                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | $\gamma_{cu} = 1.0$                 | $\gamma_{cu} = 1.4$        | $c_u = --$                         | $c_u = --$                             | --           |
| Peso di volume ( $kN/m^3$ )                           | $\gamma$                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | $\gamma_{\gamma} = 1.0$             | $\gamma_{\gamma} = 1.0$    | $\gamma = 19.0$<br>$\gamma = 21.0$ | $\gamma = 19.0$<br>$\gamma = 21.0$     | 1<br>2       |
| M1 e M2                                               | Corrispondono ai coefficienti parziali delle azioni dei gruppi A1 e A2 delle verifiche nei confronti degli stati limite ultimi (SLU)                                                                                                                                                                                 |                                     |                            |                                    |                                        |              |
| M1                                                    | Coincide con i coefficienti parziali sulle azioni e sui parametri di resistenza delle verifiche nei confronti degli stati limite di esercizio (SLE), che sono sempre unitari [vedi Circolare 21/1/2019 n. 7 C:S_LL_PP.;, esplicativa delle NTC2018, al par. C6.4.2.2 Verifiche agli stati limite di esercizio (SLE)] |                                     |                            |                                    |                                        |              |

#### 7.4 Influenza dell'eccentricità delle sollecitazioni sul carico limite

Si fa osservare che nel caso di carico eccentrico, con eccentricità  $e_B$  in una data direzione (B), si deve fare riferimento alle dimensioni equivalenti (area equivalente) della fondazione (Meyerhof, 1963).

Analogamente, nel caso di carico eccentrico in entrambe le direzioni:

$$A' = (B - 2e_B) \times (L - 2e_L) = B' \times L'$$

Il concetto dell'area equivalente ( $A' = B' \times L'$  = area rispetto alla quale il carico esterno risulta baricentrico) è rappresentato dalla precedente espressione.

Pertanto, il tasso di sollecitazione massimo indotto sul terreno dai carichi di fondazione, sia in relazione alla capacità portante che ai cedimenti attesi, sarà valutato secondo l'espressione suggerita da Meyerhof (1963):

$$\sigma_t = \frac{N}{(B - 2e_B) \times (L - 2e_L)}$$

dove,

- N = carico totale massimo agente sul piano di posa della fondazione;
- B, L = larghezza e lunghezza della fondazione, rispettivamente;
- $e_B, e_L$  = eccentricità di N rispetto a B ed a L, rispettivamente.

|                                                                                   |             |                                                                                  |              |        |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------|----------------------------------------------------------------------------------|--------------|--------|
|  | PROGETTISTA |  | COMMESSA     | UNITÀ  |
|                                                                                   | LOCALITÀ    | MESSINA                                                                          | 023116       | 00     |
|                                                                                   | PROGETTO    | Adeguamento Impianto di Compressione gas di Messina                              | Fg. 52 di 98 | Rev. 0 |

**Tabella 7.2.a:** Stratigrafia di calcolo della capacità portante di fondazioni dirette.

| Strato n° | Prof (m) | $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> ) | $c'$ (kN/m <sup>2</sup> ) | $\phi'$ (°) |
|-----------|----------|-------------------------------|---------------------------|-------------|
| 1         | 0,0      | 19,0                          | 0                         | 35          |
| 2         | 15,0     | 11,0                          | 0                         | 38          |
|           | 30,0     |                               |                           |             |

**Tabella 7.2.b:** Valori del carico limite per fondazioni dirette quadrate, in Condizioni Parametri M1.

| FONDAZIONI QUADRATE               |       |       |                                |
|-----------------------------------|-------|-------|--------------------------------|
| Condizioni Parametri Geotecnici → |       |       | M1                             |
| B (m)                             | L (m) | D (m) | $q_{lim}$ (kN/m <sup>2</sup> ) |
| 1,0                               | 1,0   | 1,0   | 1911                           |
| 2,0                               | 2,0   | 1,0   | 1783                           |
| 3,0                               | 3,0   | 1,0   | 1870                           |
| 4,0                               | 4,0   | 1,0   | 2010                           |
| 5,0                               | 5,0   | 1,0   | 2171                           |
| 1,0                               | 1,0   | 2,0   | 3767                           |
| 2,0                               | 2,0   | 2,0   | 3823                           |
| 3,0                               | 3,0   | 2,0   | 3588                           |
| 4,0                               | 4,0   | 2,0   | 3567                           |
| 5,0                               | 5,0   | 2,0   | 3632                           |
| 1,0                               | 1,0   | 3,0   | 5827                           |
| 2,0                               | 2,0   | 3,0   | 5507                           |
| 3,0                               | 3,0   | 3,0   | 5734                           |
| 4,0                               | 4,0   | 3,0   | 5445                           |
| 5                                 | 5     | 3     | 5                              |

**Tabella 7.2.c:** Valori del carico limite per fondazioni dirette continue, in Condizioni Parametri M1.

| FONDAZIONI CONTINUE               |       |                                |
|-----------------------------------|-------|--------------------------------|
| Condizioni Parametri Geotecnici → |       | M1                             |
| B (m)                             | D (m) | $q_{lim}$ (kN/m <sup>2</sup> ) |
| 1,0                               | 1,5   | 1333                           |
| 1,5                               | 1,5   | 1368                           |
| 2,0                               | 1,5   | 1466                           |
| 2,5                               | 1,5   | 1590                           |
| 1,0                               | 2,0   | 2425                           |
| 1,5                               | 2,0   | 2450                           |
| 2,0                               | 2,0   | 2666                           |
| 2,5                               | 2,0   | 2676                           |
| 1,0                               | 2,5   | 3638                           |
| 1,5                               | 2,5   | 3638                           |
| 2,0                               | 2,5   | 3658                           |
| 2,5                               | 2,5   | 3698                           |

|                                                                                   |             |                                                                                  |                    |        |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------|--------|
|  | PROGETTISTA |  | COMMESSA           | UNITÀ  |
|                                                                                   |             |                                                                                  | 023116             | 00     |
|                                                                                   | LOCALITÀ    | MESSINA                                                                          | SPC. 00-CI-E-10001 |        |
|                                                                                   | PROGETTO    | Adeguamento Impianto di Compressione gas di Messina                              | Fg. 53 di 98       | Rev. 0 |

**Tabella 7.2.d:** Valori del carico limite per fondazioni a platea, in Condizioni Parametri M1.

| FONDAZIONI A PLATEA               |          |          |                                          |
|-----------------------------------|----------|----------|------------------------------------------|
| Condizioni Parametri Geotecnici → |          |          | M1                                       |
| B<br>(m)                          | L<br>(m) | D<br>(m) | q <sub>lim</sub><br>(kN/m <sup>2</sup> ) |
| 10,0                              | 20,0     | 2,0      | 4490                                     |
| 12,5                              | 25,0     | 2,0      | 5094                                     |
| 15,0                              | 30,0     | 2,0      | 5711                                     |
| 17,5                              | 35,0     | 2,0      | 6336                                     |
| 20,0                              | 40,0     | 2,0      | 6966                                     |
| 10,0                              | 20,0     | 2,5      | 5032                                     |
| 12,5                              | 25,0     | 2,5      | 5613                                     |
| 15,0                              | 30,0     | 2,5      | 6215                                     |
| 17,5                              | 35,0     | 2,5      | 6829                                     |
| 20,0                              | 40,0     | 2,5      | 7451                                     |
| 10,0                              | 20,0     | 3,0      | 5599                                     |
| 12,5                              | 25,0     | 3,0      | 6152                                     |
| 15,0                              | 30,0     | 3,0      | 6735                                     |
| 17,5                              | 35,0     | 3,0      | 7336                                     |
| 20,0                              | 40,0     | 3,0      | 7948                                     |

## 7.5 Cedimenti di fondazioni dirette

La valutazione dei cedimenti di fondazioni dirette è stata effettuata con il metodo che prevede la valutazione dell'incremento delle tensioni verticali efficaci secondo la teoria di Boussinesq (1883), e dei cedimenti per ogni verticale in esame secondo l'espressione semplificata:

$$s_t = \sum_{i=1}^n \frac{\Delta\sigma'_{zi}}{M_{0i}}$$

dove:

- $\Delta\sigma'_{zi}$  = incremento di tensione efficace verticale nello strato i-esimo
- $M_0$  = modulo di deformazione confinato del terreno nello strato i-esimo
- $h_i$  = altezza dello strato i-esimo

I valori dei cedimenti che si possono attendere per le tipologie di fondazione che si prevede di utilizzare e per i carichi di esercizio probabili, sono riportati, per impronta di carico infinitamente rigida, nelle Tabelle 7.3.a, 7.3.b, 7.3.c, rispettivamente per le fondazioni quadrate, continue nastriformi e a platea.



|                                                                                   |             |                                                                                  |                           |                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------|----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|------------------|
|  | PROGETTISTA |  | COMMESSA                  | UNITÀ            |
|                                                                                   |             |                                                                                  | <b>023116</b>             | <b>00</b>        |
|                                                                                   | LOCALITÀ    | <b>MESSINA</b>                                                                   | <b>SPC. 00-CI-E-10001</b> |                  |
|                                                                                   | PROGETTO    | <b>Adeguamento Impianto di Compressione gas di Messina</b>                       | Fg. 54 di 98              | Rev.<br><b>0</b> |

**Tabella 7.3.a:** Valori dei cedimenti di fondazioni dirette quadrate

| FONDAZIONI QUADRATE<br>Carico unitario = 100 kN/cm <sup>2</sup> |          |          |                           | Cedimento<br>(cm) |        |
|-----------------------------------------------------------------|----------|----------|---------------------------|-------------------|--------|
| B<br>(m)                                                        | L<br>(m) | D<br>(m) | q<br>(kN/m <sup>2</sup> ) | Flessibili        | Rigide |
| 1,0                                                             | 1,0      | 0,27     | 100                       | 0,27              | 0,21   |
| 2,0                                                             | 2,0      | 0,51     | 100                       | 0,51              | 0,41   |
| 3,0                                                             | 3,0      | 0,75     | 100                       | 0,75              | 0,60   |
| 4,0                                                             | 4,0      | 0,96     | 100                       | 0,96              | 0,77   |
| 5,0                                                             | 5,0      | 1,17     | 100                       | 1,17              | 0,94   |
| 1,0                                                             | 1,0      | 0,27     | 100                       | 0,27              | 0,21   |
| 2,0                                                             | 2,0      | 0,51     | 100                       | 0,51              | 0,41   |
| 3,0                                                             | 3,0      | 0,73     | 100                       | 0,73              | 0,58   |
| 4,0                                                             | 4,0      | 0,96     | 100                       | 0,96              | 0,77   |
| 5,0                                                             | 5,0      | 1,17     | 100                       | 1,17              | 0,94   |
| 1,0                                                             | 1,0      | 0,26     | 100                       | 0,26              | 0,20   |
| 2,0                                                             | 2,0      | 0,49     | 100                       | 0,49              | 0,39   |
| 3,0                                                             | 3,0      | 0,73     | 100                       | 0,73              | 0,58   |
| 4,0                                                             | 4,0      | 0,94     | 100                       | 0,94              | 0,75   |
| 5,0                                                             | 5,0      | 1,15     | 100                       | 1,15              | 0,92   |

| FONDAZIONI QUADRATE<br>Carico unitario = 200 kN/cm <sup>2</sup> |          |          |                           | Cedimento<br>(cm) |        |
|-----------------------------------------------------------------|----------|----------|---------------------------|-------------------|--------|
| B<br>(m)                                                        | L<br>(m) | D<br>(m) | q<br>(kN/m <sup>2</sup> ) | Flessibili        | Rigide |
| 1,0                                                             | 1,0      | 1,0      | 200                       | 0,57              | 0,45   |
| 2,0                                                             | 2,0      | 1,0      | 200                       | 1,09              | 0,87   |
| 3,0                                                             | 3,0      | 1,0      | 200                       | 1,58              | 1,27   |
| 4,0                                                             | 4,0      | 1,0      | 200                       | 2,07              | 1,65   |
| 5,0                                                             | 5,0      | 1,0      | 200                       | 2,55              | 2,04   |
| 1,0                                                             | 1,0      | 2,0      | 200                       | 0,55              | 0,44   |
| 2,0                                                             | 2,0      | 2,0      | 200                       | 1,07              | 0,86   |
| 3,0                                                             | 3,0      | 2,0      | 200                       | 1,58              | 1,27   |
| 4,0                                                             | 4,0      | 2,0      | 200                       | 2,07              | 1,65   |
| 5,0                                                             | 5,0      | 2,0      | 200                       | 2,51              | 2,01   |
| 1,0                                                             | 1,0      | 3,0      | 200                       | 0,55              | 0,44   |
| 2,0                                                             | 2,0      | 3,0      | 200                       | 1,07              | 0,86   |
| 3,0                                                             | 3,0      | 3,0      | 200                       | 1,56              | 1,25   |
| 4,0                                                             | 4,0      | 3,0      | 200                       | 2,04              | 1,63   |
| 5,0                                                             | 5,0      | 3,0      | 200                       | 2,51              | 2,01   |

|                                                                                   |             |                                                                                  |                           |                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------|----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|------------------|
|  | PROGETTISTA |  | COMMESSA                  | UNITÀ            |
|                                                                                   |             |                                                                                  | <b>023116</b>             | <b>00</b>        |
|                                                                                   | LOCALITÀ    | <b>MESSINA</b>                                                                   | <b>SPC. 00-CI-E-10001</b> |                  |
|                                                                                   | PROGETTO    | <b>Adeguamento Impianto di Compressione gas di Messina</b>                       | Fg. 55 di 98              | Rev.<br><b>0</b> |

**Tabella 7.3.b:** Valori dei cedimenti di fondazioni dirette continue nastroformi

| FONDAZIONI CONTINUE NASTRIFORMI<br>Carico unitario = 100 kN/cm <sup>2</sup> |          |                           | Cedimento<br>(cm) |        |
|-----------------------------------------------------------------------------|----------|---------------------------|-------------------|--------|
| B<br>(m)                                                                    | D<br>(m) | q<br>(kN/m <sup>2</sup> ) | Flessibili        | Rigide |
| 1,0                                                                         | 1,0      | 100                       | 0,51              | 0,41   |
| 1,5                                                                         | 1,0      | 100                       | 0,73              | 0,58   |
| 2,0                                                                         | 1,0      | 100                       | 0,93              | 0,73   |
| 2,5                                                                         | 1,0      | 100                       | 1,10              | 0,88   |
| 1,0                                                                         | 2,0      | 100                       | 0,51              | 0,41   |
| 1,5                                                                         | 2,0      | 100                       | 0,71              | 0,56   |
| 2,0                                                                         | 2,0      | 100                       | 0,89              | 0,51   |
| 2,5                                                                         | 2,0      | 100                       | 1,08              | 0,86   |
| 1,0                                                                         | 2,5      | 100                       | 0,49              | 0,39   |
| 1,5                                                                         | 2,5      | 100                       | 0,68              | 0,55   |
| 2,0                                                                         | 2,5      | 100                       | 0,87              | 0,79   |
| 2,5                                                                         | 2,5      | 100                       | 1,05              | 0,84   |

| FONDAZIONI CONTINUE NASTRIFORMI<br>Carico unitario = 200 kN/cm <sup>2</sup> |          |                           | Cedimento<br>(cm) |        |
|-----------------------------------------------------------------------------|----------|---------------------------|-------------------|--------|
| B<br>(m)                                                                    | D<br>(m) | q<br>(kN/m <sup>2</sup> ) | Flessibili        | Rigide |
| 1,0                                                                         | 1,0      | 200                       | 1,17              | 0,94   |
| 1,5                                                                         | 1,0      | 200                       | 1,66              | 1,33   |
| 2,0                                                                         | 1,0      | 200                       | 2,11              | 1,69   |
| 2,5                                                                         | 1,0      | 200                       | 2,54              | 2,03   |
| 1,0                                                                         | 2,0      | 200                       | 1,14              | 0,92   |
| 1,5                                                                         | 2,0      | 200                       | 1,63              | 1,30   |
| 2,0                                                                         | 2,0      | 200                       | 2,07              | 1,66   |
| 2,5                                                                         | 2,0      | 200                       | 2,53              | 2,02   |
| 1,0                                                                         | 3,0      | 200                       | 1,12              | 0,89   |
| 1,5                                                                         | 3,0      | 200                       | 1,60              | 1,28   |
| 2,0                                                                         | 3,0      | 200                       | 2,06              | 1,65   |
| 2,5                                                                         | 3,0      | 200                       | 2,48              | 1,99   |

|                                                                                   |             |                                                                                  |                           |                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------|----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|------------------|
|  | PROGETTISTA |  | COMMESSA                  | UNITÀ            |
|                                                                                   |             |                                                                                  | <b>023116</b>             | <b>00</b>        |
|                                                                                   | LOCALITÀ    | <b>MESSINA</b>                                                                   | <b>SPC. 00-CI-E-10001</b> |                  |
|                                                                                   | PROGETTO    | <b>Adeguamento Impianto di Compressione gas di Messina</b>                       | Fg. 56 di 98              | Rev.<br><b>0</b> |

**Tabella 7.3.c:** Valori dei cedimenti di fondazioni dirette rettangolari a platea

| FONDAZIONI QUADRATE<br>Carico unitario = 50 kN/cm <sup>2</sup> |          |          |                           | Cedimento<br>(cm) |        |
|----------------------------------------------------------------|----------|----------|---------------------------|-------------------|--------|
| B<br>(m)                                                       | L<br>(m) | D<br>(m) | q<br>(kN/m <sup>2</sup> ) | Flessibili        | Rigide |
| 10,0                                                           | 20,0     | 2,0      | 50                        | 1,15              | 0,92   |
| 12,5                                                           | 25,0     | 2,0      | 50                        | 1,34              | 1,07   |
| 15,0                                                           | 30,0     | 2,0      | 50                        | 1,53              | 1,23   |
| 17,5                                                           | 35,0     | 2,0      | 50                        | 1,71              | 1,37   |
| 20,0                                                           | 40,0     | 2,0      | 50                        | 1,86              | 1,49   |
| 10,0                                                           | 20,0     | 2,5      | 50                        | 1,11              | 0,89   |
| 12,5                                                           | 25,0     | 2,5      | 50                        | 1,34              | 1,07   |
| 15,0                                                           | 30,0     | 2,5      | 50                        | 1,49              | 1,19   |
| 17,5                                                           | 35,0     | 2,5      | 50                        | 1,67              | 1,34   |
| 20,0                                                           | 40,0     | 2,5      | 50                        | 1,85              | 1,48   |
| 10,0                                                           | 20,0     | 3,0      | 50                        | 1,11              | 0,89   |
| 12,5                                                           | 25,0     | 3,0      | 50                        | 1,30              | 1,04   |
| 15,0                                                           | 30,0     | 3,0      | 50                        | 1,49              | 1,19   |
| 17,5                                                           | 35,0     | 3,0      | 50                        | 1,67              | 1,33   |
| 20,0                                                           | 40,0     | 3,0      | 50                        | 1,81              | 1,44   |

|                                                                                   |             |                                                                                  |                    |        |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------|--------|
|  | PROGETTISTA |  | COMMESSA           | UNITÀ  |
|                                                                                   |             |                                                                                  | 023116             | 00     |
|                                                                                   | LOCALITÀ    | MESSINA                                                                          | SPC. 00-CI-E-10001 |        |
|                                                                                   | PROGETTO    | Adeguamento Impianto di Compressione gas di Messina                              | Fg. 57 di 98       | Rev. 0 |

## 7.6 Interazione terreno-struttura - [terreno alla Winkler]

Per le valutazioni dell'interazione tra le strutture di fondazione ed il terreno di fondazione, questo può essere caratterizzato mediante l'assunzione di un modulo di reazione verticale unitario (valutato per una impronta di carico di forma quadrata e di lato 1.0 m, in superficie)<sup>12</sup>, pari a:

$$K_{\text{unit}} = 100 \frac{\text{MN}}{\text{m}^3} \quad \left( = 10 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^3} \right)$$

Poiché il modulo di reazione, oltre che dalle caratteristiche meccaniche del terreno di fondazione, è influenzato anche dalla dimensione e forma dell'impronta di fondazione e dalla profondità del piano di posa, il valore del modulo di reazione da utilizzare nelle verifiche può essere ricavato mediante l'utilizzazione delle seguenti espressioni suggerite da Terzaghi (Geotechnique, 1955):

- **influenza della forma:** per una fondazione rettangolare di larghezza B pari a 1.0 m e di lunghezza pari a L (in metri), il modulo di reazione  $K_{\text{rett}}$  è :  
 $K_{\text{rett}} = K_{\text{unit}} \cdot [1 + 0.5 (B/L)] / 1.5$   
in cui  $K_{\text{unit}}$  è il modulo di reazione di una fondazione quadrata di lato = 1 m.
- **influenza della dimensione:** per una fondazione di larghezza pari a B (in metri), e di lunghezza pari a L (in metri), il modulo di reazione  $K_B$  è :  
 $K_B = 2.35 \cdot K_b \cdot [(B + 0.3)/2B]^2$   
 $K_B = K_b/B$   
in cui  $K_b = K_{\text{rett}}$  prima ricavato.
  - per terreni granulari,
  - per terreni coesivi,
- **influenza della profondità:** per una fondazione rettangolare di larghezza B (in metri) posta ad una profondità di posa D (in metri), il modulo di reazione  $K_{\text{prof}}$  è:
  - per terreni granulari,  $K_{\text{prof}} = K_{\text{sup}} \cdot [1 + 2 D/B]$   $D \leq B/2$   
 $K_{\text{prof}} \approx 2 K_{\text{sup}}$   $D > B/2$   
in cui  $K_{\text{sup}}$  è il modulo di reazione della stessa fondazione con profondità di posa nulla, ed è uguale a  $K_B$  prima ricavato.
  - per terreni coesivi, il valore del modulo di reazione può essere assunto costante con la profondità nell'ambito dei normali valori.

## 7.7 Raccomandazioni esecutive sulle fondazioni dirette

Con riferimento al § 6.3 della presente relazione, il terreno su cui poggieranno le fondazioni dirette, nell'ambito dell'area della Centrale, è sempre costituito da (Strato 1) Ghiaia con Sabbia e/o Sabbia con Ghiaia, con frazione fina limoso-argillosa generalmente scarsa e poco plastica o non plastica, generalmente da addensata a molto addensata.

<sup>12</sup> Berardi, G. (1974) "Ingegneria delle Fondazioni", Enciclopedia dell'Ingegneria, Vol. VII, ISEDI, Mondadori, p. 45-149.

|                                                                                   |                                                                                                        |                                  |                           |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|---------------------------|
|  | <b>PROGETTISTA</b><br> | <b>COMMESSA</b><br><b>023116</b> | <b>UNITÀ</b><br><b>00</b> |
|                                                                                   | <b>LOCALITÀ</b><br><b>MESSINA</b>                                                                      | <b>SPC. 00-CI-E-10001</b>        |                           |
|                                                                                   | <b>PROGETTO</b> <b>Adeguamento Impianto di Compressione gas di Messina</b>                             | Fg. 58 di 98                     | <b>Rev.</b><br><b>0</b>   |

Il terreno di fondazione, con le differenze evidenziate tra le due aree rappresentate nella Figura 6.1 e descritte nel § 6.1.1 (Area sondaggi S1, S2, S3) e nel § 6.1.1 (Area sondaggi S6, S7, S8, S9, S10), risulta in generale ampiamente idoneo a sopportare le tipologie di fondazione dirette previste (platea, trave rovescia, e plinti collegati da cordoli per le strutture minori) ed anche l'entità dei carichi applicati su queste fondazioni (max circa 1.50 kg/cm<sup>2</sup>).

In questo scenario, è necessario sottolineare i due aspetti da tenere presenti nella fase progettuale ed esecutiva:

1. I terreni granulari presentano un grado di addensamento variabile, soprattutto nei primi 3-4 m di profondità, pur assicurando una deformabilità, sotto i carichi di fondazione, molto limitata. In ogni caso, oltre a raccomandare la compattazione del terreno sul fondo scavo di fondazione, si raccomanda anche l'uso di fondazioni continue, come risulta dai disegni delle strutture di fondazione forniti e riprodotti nell'Appendice 4 allegata. La rigidezza delle strutture di fondazione continue sarà in grado di assorbire le differenziazioni, seppur minime come detto, di cedimento immediato tra una zona più addensata ed una meno;
2. Nell'area investigata con i sondaggi S1, S2, ed S3, , con particolare riferimento ai sondaggi S1 ed S2, nei primi 4.0 m circa di profondità, ove sembrano evidenziati rimaneggiamenti antropici associabili a probabili scavi e riporti di materiali non in posto (cfr. § 6.1.1). Nella sequenza di dati mostrati nella Tabella 7.4 seguente, relativi ai primi metri del Sondaggio S1, estratti dai risultati delle indagini (stratigrafia, campione indisturbato S1/S1<sub>Shelby</sub> da 3.0 a 3.5 m) e prove di laboratorio su di esso, si evidenzia che da 1,70 m circa fino a 3.60 m circa è presente "*limo organico sabbioso nerastro, poco consistente e compressibile*", che però alla granulometria e risultato come "**SABBIA Limoso-Argillosa, con frazione fine poco plastica (CL)**".

Questo materiale, che si presenta come inadatto a costituire terreno di fondazione (anche alla sola vista della foto fatta al campione dopo l'estrazione in laboratorio), ove presente sul fondo scavo delle fondazioni in quest'area della Centrale, va rimosso e sostituito con bonifico strutturale (misto granulare, steso e ben compattato in strati).

In sostanza, eseguito lo scavo di fondazione (a circa – 1.70 m da p.c.) e lo scavo di rimozione, ove presenti, delle fondazioni (a circa – 2.50 m da p.c.) e delle tubazioni preesistenti (circa – 3.00 m da p.c.),

- si provvederà ad ispezionare il fondo degli scavi al fine di verificare la presenza, in qualche punto dell'area scavata, del materiale nerastro e limoso sopra descritto, e, se presente,
- si provvederà alla sua rimozione fino ad arrivare alla sabbia e ghiaia in posto, ed infine,
- si provvederà alla sua sostituzione con il bonifico strutturale, steso e ben compattato per strati, come sopra detto.

Per le fondazioni in area Sondaggi S2 ed S3, sarà sufficiente, al solo fine di uniformare il piano di appoggio delle fondazioni, provvedere alla stesura di un bonifico strutturale, dello spessore di almeno 0,30 m, ben compattato, esteso anche all'area di S1 dopo la sostituzione, al di sotto di tale profondità, del materiale sopra indicato come "*limo organico sabbioso nerastro tra 1.70 e 3.60 m*".

Tale bonifico, come detto in relazione alle fondazioni delle macchine vibranti, potrà essere sostituito con un letto di sottofondazione in calcestruzzo magro, rinforzato con rete elettrosaldata alla base, dello spessore minimo di 10 cm.



|                                                                                   |             |                                                                                  |              |        |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------|----------------------------------------------------------------------------------|--------------|--------|
|  | PROGETTISTA |  | COMMESSA     | UNITÀ  |
|                                                                                   | LOCALITÀ    | MESSINA                                                                          | 023116       | 00     |
|                                                                                   | PROGETTO    | Adeguamento Impianto di Compressione gas di Messina                              | Fg. 59 di 98 | Rev. 0 |
| SPC. 00-CI-E-10001                                                                |             |                                                                                  |              |        |

**Tabella 7.4 – dati relativi ai primi metri del Sondaggio S1.**

1) Stratigrafia e Cassetta carotaggi dei primi 5.0 m del Sondaggio S1

| SONDAGGIO S1                             |                                                                                     | OGGETTO: Adeguamento Centrale SNAM Rete Gas di Messina                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |  |                                                   |     |                           |                  | Ordine n°:<br>IP1235IP01                          |                                    | Pag 1/1                                               |                                  |                                  |                      |
|------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|---------------------------------------------------|-----|---------------------------|------------------|---------------------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------|
| Redattore<br>Dott. Geol. Gabriele Denaro |                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |                                                   |     |                           |                  | Quota Bocca Foro s.l.m.:<br>168 m                 |                                    |                                                       |                                  |                                  |                      |
| Operatore<br>S.re Salvatore Pirrera      |                                                                                     | Profondità raggiunta<br>30,00 m                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  | Tipo Carotaggio<br>Continuo a rotazione idraulica |     | Tipo Sonda<br>Beretta T45 |                  | Inizio/Fine Esecuzione<br>16/03/2021 - 23/03/2021 |                                    | Coordinate<br>Lat: 38.272307° N<br>Long: 15.588021° E |                                  |                                  |                      |
| Scala<br>(mt.)                           | Litologia                                                                           | Descrizione                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |  | Quota<br>(m)                                      | RQD | %Carotaggio               | Livello<br>falda | Prove in foro<br>S.P.T.                           | Prelievo<br>Campioni               | Corona<br>Carotiere                                   | Pocket<br>penetrometer<br>Kg/cm² | Vane test<br>tascabile<br>Kg/cm² | Strument.<br>in foro |
| 1                                        |    | Sabbia a granulometria da fine a grossolana debolmente limosa con ghiaie di natura cristallina, millimetriche, subordinatamente eterometriche con ciottoli Dmax=17cm, arrotondati, raramente sub-angolari, struttura indistinta, umida. Nessuna reazione ad HCL. Da 0.0 a 0.15 m presenza di apparati radicali. Da 0.15 a 1.6 m sono presenti frammenti plastici e metallici. Colore giallo scuro |  | 1.60                                              |     |                           |                  | PA - n. Colpi:<br>2/1/1                           | CA1<br>0.0-0.5<br>CA2<br>1.00      |                                                       |                                  |                                  |                      |
| 2                                        |    | Sabbia a granulometria media, limosa e ghiaiosa, umida, colore bruno grigiastro. Struttura indistinta. Nessuna reazione ad HCL. Elementi ghiaiosi di natura cristallina, millimetrici, subordinatamente centimetrici Dmax 5.5 cm da arrotondati a sub-arrotondati.                                                                                                                                |  | 2.40                                              |     |                           |                  | 2.00 - 2.45 m                                     | CA3<br>2.00<br>CA4<br>2.45<br>3.00 | CR1<br>2.45<br>3.00                                   |                                  |                                  |                      |
| 3                                        |    | Limo organico debolmente sabbioso debolmente ghiaioso, umido. La sabbia è a granulometria fine, gli elementi ghiaiosi di natura cristallina. Struttura indistinta. Nessuna reazione ad HCL. Colore bruno-grigiastro                                                                                                                                                                               |  | 3.50                                              |     |                           |                  | PA - n. Colpi:<br>15/19/26                        |                                    | SH1<br>3.50<br>4.00                                   |                                  |                                  |                      |
| 4                                        |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  | 4.30                                              |     |                           |                  | 4.50 - 4.95 m                                     |                                    | CR2<br>4.45                                           |                                  |                                  |                      |
| 5                                        |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |                                                   |     |                           |                  | PA - n. Colpi:<br>13/21/27                        |                                    |                                                       | 6.00                             |                                  |                      |
| 6                                        |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |                                                   |     |                           |                  | 6.00 - 6.45 m                                     | CR3<br>6.45                        |                                                       |                                  |                                  |                      |
| 7                                        |                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |                                                   |     |                           |                  |                                                   |                                    |                                                       |                                  |                                  |                      |

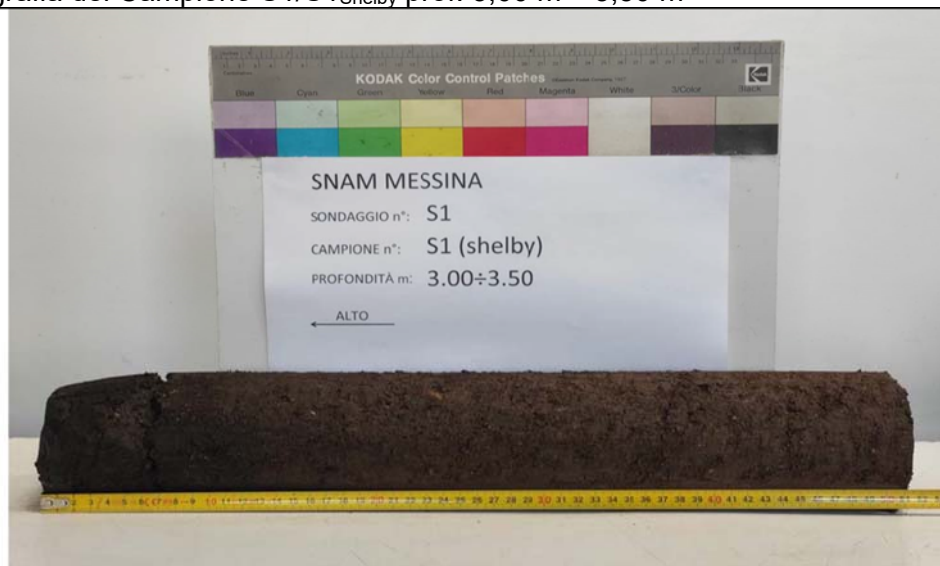
2) Cassetta Sondaggio S1 da 0,00 m a 5,00 m di profondità.



Foto 1 – Cassetta n. 1 da 0.00 m a 5.00 m

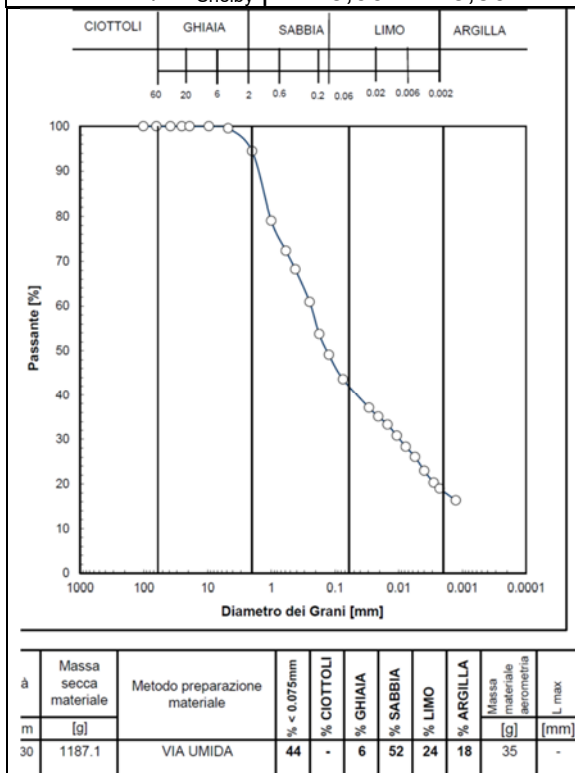
|                                                                                   |                                                                                                        |                                  |                           |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|---------------------------|
|  | <b>PROGETTISTA</b><br> | <b>COMMESSA</b><br><b>023116</b> | <b>UNITÀ</b><br><b>00</b> |
|                                                                                   | <b>LOCALITÀ</b><br><b>MESSINA</b>                                                                      | <b>SPC. 00-CI-E-10001</b>        |                           |
|                                                                                   | <b>PROGETTO</b> <b>Adeguamento Impianto di Compressione gas di Messina</b>                             | Fg. 60 di 98                     | <b>Rev.</b><br><b>0</b>   |

### 3) Fotografia del Campione S1/S1<sub>shelby</sub> prof. 3,00 m – 3,50 m

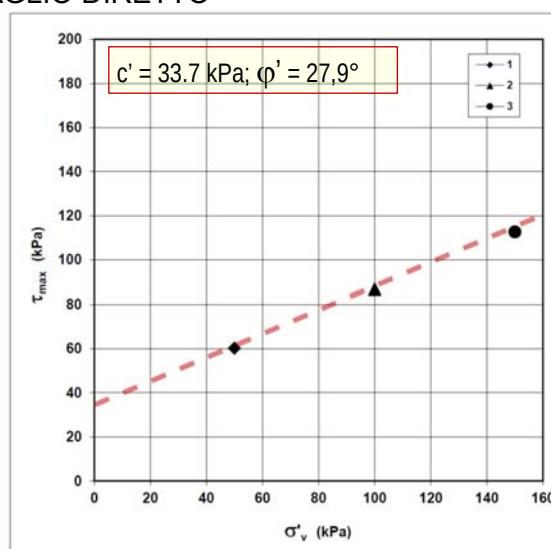


DESCRIZIONE MACROSCOPICA: Limo sabbioso di colore marrone molto scuro (10YR 2/2) privo di reazione all'HCl. Da 3.00 m a 3.06 m il campione risulta rimaneggiato.

### 4) Prove di laboratorio (analisi granulometrica, Limiti di Atterberg e prova di TD CD sul Campione S1/S1<sub>shelby</sub> prof. 3,00 m – 3,50 m



#### TAGLIO DIRETTO



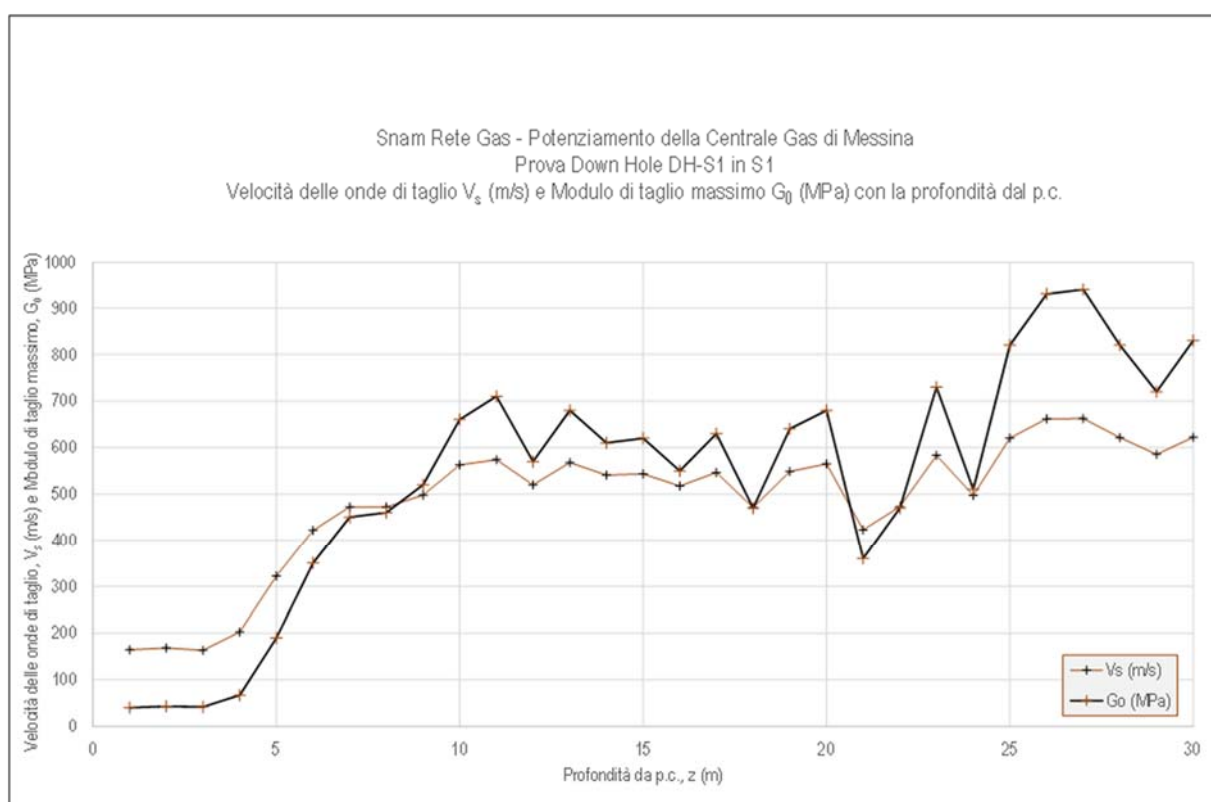
|        |      |
|--------|------|
| LL (%) | 30.2 |
| LP (%) | 17.8 |
| IP (%) | 12.4 |

|                                                                                   |             |                                                                                  |                    |        |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------|--------|
|  | PROGETTISTA |  | COMMESSA           | UNITÀ  |
|                                                                                   |             |                                                                                  | 023116             | 00     |
|                                                                                   | LOCALITÀ    | MESSINA                                                                          | SPC. 00-CI-E-10001 |        |
|                                                                                   | PROGETTO    | Adeguamento Impianto di Compressione gas di Messina                              | Fg. 61 di 98       | Rev. 0 |

## 8 FONDAZIONI DI MACCHINE VIBRANTI

### 8.1 Parametri geotecnici dinamici del terreno.

La definizione delle caratteristiche dinamiche del terreno è stata misurata con l'esecuzione di prove sismiche in foro mediante il metodo Down-Hole. I risultati di tali misurazioni sono descritti nel precedente paragrafo 5.3, e sono riportati in dettaglio nell'Allegato 1; i risultati sono riassunti nel diagramma della Figura 8.1 (riproduzione della Figura 5.6.a di questa relazione).



**Figura 8.1** – Area Centrale - Prova Down-Hole nel Sondaggio S1 -Andamento della Velocità di propagazione delle onde di taglio,  $V_s$ , e del Modulo di taglio massimo  $G_0$  con la profondità dal p.c..

In un mezzo elastico, omogeneo, isotropo, il valore del Modulo di Taglio è legato alla densità ed alla velocità di propagazione delle onde di taglio,  $V_s$ , mediante la relazione:

$$G_0 = G_{\max} = \rho V_s^2$$

dove,

$\rho$  = densità del terreno attraversato dalle onde di taglio =  $\rho = \frac{\gamma_t}{g}$ ;

$\gamma_t$  = peso di volume naturale del terreno;

$g$  = accelerazione di gravità ( $g = 9,80665 \text{ m/s}^2$ ).

|                                                                                   |             |                                                                                  |                    |        |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------|--------|
|  | PROGETTISTA |  | COMMESSA           | UNITÀ  |
|                                                                                   |             |                                                                                  | 023116             | 00     |
|                                                                                   | LOCALITÀ    | MESSINA                                                                          | SPC. 00-CI-E-10001 |        |
|                                                                                   | PROGETTO    | Adeguamento Impianto di Compressione gas di Messina                              | Fg. 62 di 98       | Rev. 0 |

I valori del Modulo di Taglio massimo,  $G_{\max} = G_0$ , ottenuti sono riprodotti nella Figura 8.1 precedente, in funzione della profondità dal p.c. esistente, insieme ai valori Velocità di propagazione delle onde di taglio,  $V_s$ .

L'andamento dei valori è ben correlato con lo schema stratigrafico assunto per le valutazioni geotecniche statiche.

## 8.2 Miglioramento del terreno di fondazione delle macchine vibranti.

Le fondazioni di macchine vibranti sono soggette alle vibrazioni causate dalle forze squilibrate delle macchine oltre che ai carichi di fondazione statici dovuti al peso delle macchine stesse.

Nel dimensionamento di queste fondazioni, al fine di controllare le vibrazioni indotte, è spesso utilizzato il criterio di aumentare la massa, e quindi il peso, del blocco di fondazione e/o di rinforzare il terreno di fondazione naturale posto al di sotto della base della fondazione.

Il piano di posa dei blocchi di fondazione delle macchine vibranti è previsto sia posizionato ad una profondità di circa – 1.50 m dal p.c..

La eventuale presenza di terreno di riporto sul piano dello scavo di fondazione, dovrà essere completamente asportato, in modo che il blocco di fondazione in c.a. delle macchine vibranti poggi direttamente sul terreno ghiaioso-sabbioso molto addensato naturale, oppure su materiale controllato di buone caratteristiche meccaniche, in caso di sostituzione del terreno naturale.

Al fine di migliorare le prestazioni dinamiche del terreno di fondazione si può adottare la seguente soluzione di miglioramento:

- la soluzione, prevede la costruzione di un letto di sottofondazione in magrone di calcestruzzo, con il fine di sostituire la restante parte di terreno di riporto al di sotto della quota di imposta della fondazione in c.a., e, di costituire un blocco d'inerzia utile all'assorbimento delle vibrazioni trasmesse al sottostante terreno naturale; lo schema realizzativo è mostrato nella Figura 8.2 seguente;

Questa soluzione (miglioramento mediante letto di sottofondazione in magrone di calcestruzzo) presenta una grande semplicità di realizzazione.

## 8.3 Intervento di miglioramento mediante letto di sottofondazione in magrone di calcestruzzo

Il piano di posa dei blocchi di fondazione delle macchine vibranti è previsto sia posizionato ad una profondità di circa – 1.50 m dal p.c..

Lo scavo di fondazione dovrà essere spinto ad una profondità di 2.0 m dal p.c., per consentire di alloggiare, al di sotto del blocco di fondazione in c.a. delle macchine vibranti, il letto di



|                                                                                   |                                                                                                        |                                  |                           |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|---------------------------|
|  | <b>PROGETTISTA</b><br> | <b>COMMESSA</b><br><b>023116</b> | <b>UNITÀ</b><br><b>00</b> |
|                                                                                   | <b>LOCALITÀ</b><br><b>MESSINA</b>                                                                      | <b>SPC. 00-CI-E-10001</b>        |                           |
|                                                                                   | <b>PROGETTO</b> <b>Adeguamento Impianto di Compressione gas di Messina</b>                             | Fg. 63 di 98                     | <b>Rev.</b><br><b>0</b>   |

fondazione in magrone di calcestruzzo, dello spessore di almeno 50 cm, e, con dimensioni che eccedano, rispetto ai bordi del blocco di fondazione in c.a., di almeno 50 cm su ogni suo lato.

Con riferimento alla letteratura tecnica, il magrone di calcestruzzo sarà dosato con basso contenuto di cemento (= 50-70 kg/m<sup>3</sup>): a bassi valori di cementazione si ottengono valori adeguati del Modulo di Taglio,  $G_{max}$ , ma soprattutto si ottengono valori decisamente più elevati di Smorzamento (Damping Ratio),  $D_{max}$ .<sup>13</sup>

Tale intervento di miglioramento del terreno immediatamente sottostante il blocco di fondazione sarà realizzato secondo lo schema descritto nel seguito e rappresentato nella Figura 8.2 seguente.

In generale, le fasi realizzative del miglioramento del terreno di fondazione consisteranno in:

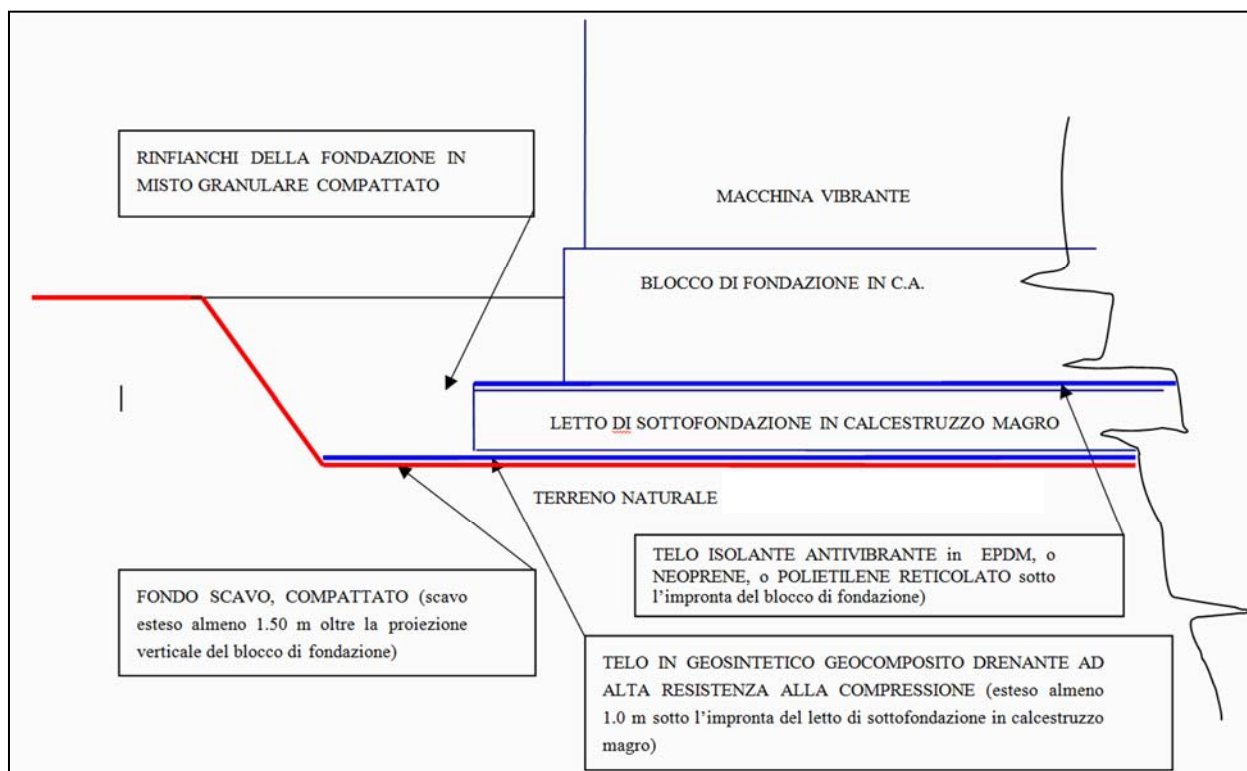
- esecuzione dello scavo di fondazione fino alla profondità di circa 2.0 m dalla quota del piano finito dell'impianto, con completa asportazione del terreno;
- la base dello scavo eseguito per alloggiare il blocco di fondazione ed il letto di sottofondazione in calcestruzzo magro (con basso contenuto di cemento = 50-70 kg/m<sup>3</sup>) sarà attentamente livellata (anche con aggiunta di misto granulare) e preventivamente compattata. Sulla superficie così ottenuta si stenderà un geosintetico in geocomposito drenante, con elevata resistenza alla compressione<sup>14</sup>, esteso almeno 1.0 m oltre l'impronta del letto di sottofondazione, con funzione di separatore tra la sottofondazione ed il terreno naturale sottostante;
- getto del letto di sottofondazione in calcestruzzo magro (con basso contenuto di cemento = 50-70 kg/m<sup>3</sup>) dello spessore di almeno 50 cm, con dimensioni che si estendano, oltre i bordi del blocco di fondazione in c.a., di almeno 50 cm su ogni suo lato;
- sulla superficie superiore del letto di sottofondazione in calcestruzzo magro si stenderà un foglio di isolante (EPDM, o NEOPRENE, o POLIETILENE RETICOLATO, ecc.), esteso almeno 50 cm oltre l'impronta del blocco di fondazione in c.a., con funzione di attenuazione della trasmissione degli sforzi orizzontali.

<sup>13</sup>Per maggiori dettagli sulla influenza del contenuto in cemento del magrone, sia sul valore ottenuto del Modulo di taglio,  $G_{max}$ , che soprattutto, sul valore dello Smorzamento (Damping Ratio,  $D_{max}$ ), si veda: "Dynamic moduli and damping ratios for cemented sands at low strains" by Saxema et al., 1988 in Can. Geotech. J. 25, 353-368 (1988). Effect of cement content: "The values of  $G$  increase as the cement content increases .....It may be noted that there is a large increase in these values with the increase of cement content from 2 to 5%. A definite increase of  $D$  is observed with lower ranges of cementation and a subsequent decrease in these values at higher ranges of cementation."

<sup>14</sup>Geocomposito drenante del tipo Enkadrain 5006H, tenax DR2, ecc.



|                                                                                   |                                                                                                        |                                  |                           |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|---------------------------|
|  | <b>PROGETTISTA</b><br> | <b>COMMESSA</b><br><b>023116</b> | <b>UNITÀ</b><br><b>00</b> |
|                                                                                   | <b>LOCALITÀ</b><br><b>MESSINA</b>                                                                      | <b>SPC. 00-CI-E-10001</b>        |                           |
|                                                                                   | <b>PROGETTO</b> <b>Adeguamento Impianto di Compressione gas di Messina</b>                             | Fg. 64 di 98                     | <b>Rev.</b><br><b>0</b>   |



**Figura 8.2** – Schema realizzativo dell'intervento di miglioramento del terreno di fondazione mediante letto di sottofondazione con magrone di calcestruzzo.

### 8.3.1 Parametri dinamici equivalenti del terreno di fondazione

L'esecuzione degli interventi di miglioramento così come indicati nello schema di Figura 8.2, consentirà di ottenere una risposta più rigida del terreno di fondazione alle sollecitazioni indotte dalle macchine vibranti.

Pertanto, i valori equivalenti dei parametri dinamici per il dimensionamento delle strutture di fondazione delle macchine vibranti, sono stati valutati in funzione:

- dei valori dei parametri dinamici valutati per gli strati del terreno naturale;
- del valore dei parametri dinamici attribuibili al letto di sottofondazione in calcestruzzo magro;
- degli spessori del letto di sottofondazione in calcestruzzo magro e degli strati del terreno naturale;
- della profondità dei singoli strati (del letto di sottofondazione in calcestruzzo magro e del terreno naturale) dal piano di posa del blocco di fondazione fino alla profondità del bulbo di pressione partecipante alle vibrazioni indotte<sup>15</sup>;
- delle dimensioni e dell'approfondimento dei blocchi di fondazione delle macchine vibranti.

<sup>15</sup>Per il calcolo della estensione apparente della massa di terreno partecipante alle vibrazioni indotte dalla macchina si può fare riferimento al "bulb of pressure concept" proposto da Balakrishna e Nagraj (1960).

|                                                                                   |             |                                                                                  |                    |        |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------|--------|
|  | PROGETTISTA |  | COMMESSA           | UNITÀ  |
|                                                                                   |             |                                                                                  | 023116             | 00     |
|                                                                                   | LOCALITÀ    | MESSINA                                                                          | SPC. 00-CI-E-10001 |        |
|                                                                                   | PROGETTO    | Adeguamento Impianto di Compressione gas di Messina                              | Fg. 65 di 98       | Rev. 0 |

L'espressione utilizzata per la valutazione del modulo di taglio massimo equivalente,  $G_{0,eq}$ , è la seguente,

$$G_{0,eq} = \sum_{i=1}^n \frac{G_{0,i} \cdot \frac{s_i}{d_i}}{\frac{s_i}{d_i}}$$

in cui:

- $G_{0,eq}$  = modulo di taglio equivalente attribuibile al terreno;
- $G_{0,i}$  = modulo di taglio dello strato i-esimo ( =  $G_{max}$ );
- $s_i$  = spessore dello strato i-esimo;
- $d_i$  = profondità, rispetto alla base del blocco di fondazione della macchina vibrante, del baricentro dello strato i-esimo;

che rappresenta una media pesata di tutti gli elementi di valutazione sopra elencati, con peso direttamente proporzionale al valore dei parametri e dello spessore di ogni singolo strato, e inversamente proporzionale alla profondità dei singoli strati (bonifico e naturali) dal piano di posa del blocco di fondazione:

Per la definizione del valore del modulo di taglio massimo,  $G_0$  ( =  $G_{max}$ ), attribuibile al letto di sottofondazione in calcestruzzo magro, si fa riferimento ai valori del modulo elastico attribuibile ad un calcestruzzo con resistenza a compressione  $R_{ck} \leq 5$  MPa, al quale per correlazione può essere attribuito un valore del modulo elastico  $E = 5700 \sqrt{5} \leq 12745$  MPa, e di conseguenza, un valore del modulo di taglio:

$$G = \frac{E}{2(1+\nu)} \leq 7519 \text{ MPa}.$$

Per le considerazioni di calcolo del modulo equivalente è stato assunto molto prudentemente:

- il valore minimo di  $G_0 \geq 500$  MPa per caratterizzare il letto di sottofondazione in calcestruzzo magro;
- lo spessore di tale letto di calcestruzzo è stato assunto pari a  $s = 0.50$  m.

In particolare, considerando una influenza delle sollecitazioni della macchina vibrante fino a 15 m di profondità, le valutazioni eseguite sulla distribuzione dei valori dei parametri dinamici nei vari strati del terreno di fondazione, consentono di assegnare al terreno di fondazione i seguenti valori equivalenti dei parametri dinamici, valori che possono essere utilizzati per il dimensionamento delle strutture di fondazione delle macchine vibranti:

|                           |            |   |                    |     |
|---------------------------|------------|---|--------------------|-----|
| Modulo di taglio massimo, | $G_{0,eq}$ | = | $380 \pm 10\%$     | MPa |
| Smorzamento minimo,       | $D_{0,eq}$ | = | $0,025 \div 0,030$ | -   |
| Coefficiente di Poisson,  | $\nu$      | = | $0,28 \div 0,29$   | -   |

|                                                                                   |                                                                                                     |                                      |                               |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------|
|  | <b>PROGETTISTA</b>  | <b>COMMESSA</b><br><br><b>023116</b> | <b>UNITÀ</b><br><br><b>00</b> |
|                                                                                   | <b>LOCALITÀ</b><br><br><b>MESSINA</b>                                                               | <b>SPC. 00-CI-E-10001</b>            |                               |
|                                                                                   | <b>PROGETTO</b> <b>Adeguamento Impianto di<br/>Compressione gas di Messina</b>                      | Fg. 66 di 98                         | <b>Rev.</b><br><b>0</b>       |

I valori suddetti del modulo di taglio e dello smorzamento sono da riguardare come valori iniziali, cioè sono relativi a valori di deformazione unitaria di taglio molto piccoli, inferiori a:

$$\gamma_a \leq 10^{-5}$$

Nell'ambito delle deformazioni unitaria di taglio molto piccole, come sopra definite, i valori dei parametri dinamici ( $G_{0,eq}$  ,  $D_{0,eq}$ ) possono ritenersi costanti.

|                                                                                   |             |                                                                                  |                    |        |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------|--------|
|  | PROGETTISTA |  | COMMESSA           | UNITÀ  |
|                                                                                   |             |                                                                                  | 023116             | 00     |
|                                                                                   | LOCALITÀ    | MESSINA                                                                          | SPC. 00-CI-E-10001 |        |
|                                                                                   | PROGETTO    | Adeguamento Impianto di Compressione gas di Messina                              | Fg. 67 di 98       | Rev. 0 |

## 9 SISMICITÀ

Per la trattazione completa dell'argomento, e per i dettagli sull'analisi della risposta sismica locale, si rimanda alla relazione seguente, citata come [Rif. 7] nel capitolo dei Documenti di Riferimento:

- Saipem - SPC. 00-CA-E-10020, Rev. 0 del 30/08/2021 - ADEGUAMENTO IMPIANTO DI COMPRESSIONE GAS DI MESSINA (ME) – GENERALE - Studio e analisi della Risposta Sismica Locale dell'area Impianto.

La trattazione riassunta in questa relazione è stata desunta dal suddetto Documento di Riferimento.

### 9.1 Magnitudo di riferimento

Sulla base delle originali elaborazioni relative alla definizione delle sorgenti sismogenetiche (DISS2.0-2001) è stato elaborato un modello sintetico che descrive la localizzazione delle sorgenti di futuri terremoti, la magnitudo massima che questi potranno raggiungere ed i ratei di sismicità attesa zona per zona.

Questo modello, che si pone come base per la redazione della carta di pericolosità sismica, è rappresentato dalla mappa delle zone sismogenetiche ZS9 (Meletti & Valensise, 2004).

In base alla zonazione sismogenetica ZS9 del territorio nazionale, la sismicità in Italia può essere distribuita in 36 zone, a ciascuna delle quali è associata una legge di ricorrenza della magnitudo, espressa in termini di magnitudo momento  $M_w$ .

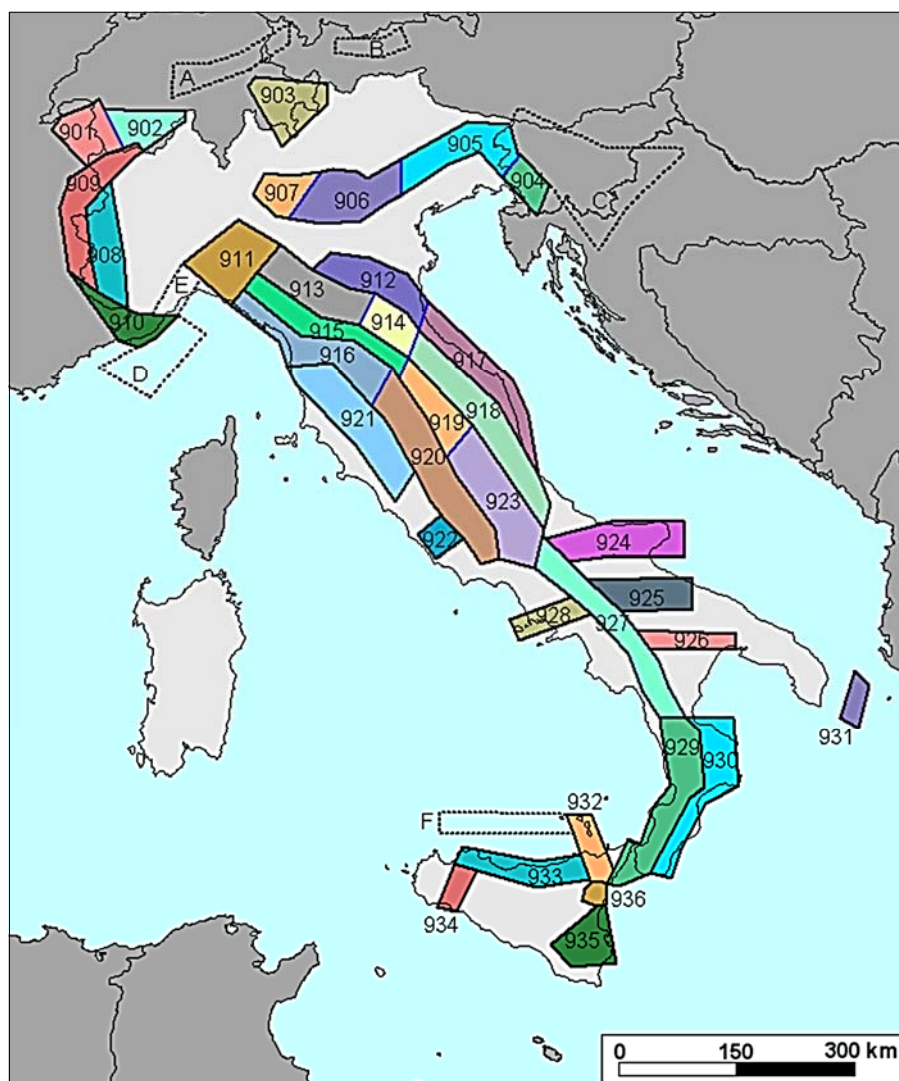
Nel caso di siti che ricadono al di fuori di tali zone si dovrà eseguire un'analisi accoppiata magnitudo distanza per il calcolo del valore di magnitudo in relazione alla distanza minima di ogni sito dalle zone sismogenetiche circostanti.

L'area di intervento ricade interamente entro la zona sismogenetica 929 "Calabria Tirrenica", alla quale è associato un valore di Magnitudo massima attesa  $M_{wmax}=7.29$  (Figura 9.1 e Tabella 9.1).

Al fine di determinare gli intervalli nelle coppie Magnitudo – distanza epicentrale utili alla ricerca di accelerogrammi che rispecchino le condizioni sismologiche locali, è stata avviata una analisi di disaggregazione sui dati di pericolosità sismica resi disponibili dall'INGV. Tramite questo procedimento è possibile apprezzare quantitativamente in che modo le varie coppie magnitudo-distanza epicentrale contribuiscono alla pericolosità complessiva del sito di progetto.

È possibile osservare come il contributo principale alla pericolosità sismica in termini di PGA è dato dagli intervalli  $D = 0-10$  km e  $M_w = 5-7.5$ , secondariamente da  $D=10-20$ km e  $M_w = 6-7.5$ .

|                                                                                   |                                                                                                        |                                  |                           |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|---------------------------|
|  | <b>PROGETTISTA</b><br> | <b>COMMESSA</b><br><b>023116</b> | <b>UNITÀ</b><br><b>00</b> |
|                                                                                   | <b>LOCALITÀ</b><br><b>MESSINA</b>                                                                      | <b>SPC. 00-CI-E-10001</b>        |                           |
|                                                                                   | <b>PROGETTO</b> Adeguamento Impianto di Compressione gas di Messina                                    | Fg. 68 di 98                     | <b>Rev.</b><br><b>0</b>   |



**Figura 9.1** – Zone sismogenetiche per la mappa di pericolosità sismica di base di riferimento.

**Tabella 9.1** – Valori di  $M_{wmax}$  per le zone sismogenetiche di ZS9.

| Nome ZS                                                                      | Numero ZS                                                                                     | Mwmax |
|------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Colli Albani, Etna                                                           | 922, 936                                                                                      | 5.45  |
| Ischia-Vesuvio                                                               | 928                                                                                           | 5.91  |
| Altre zone                                                                   | 901, 902, 903, 904, 907, 908, 909, 911, 912, 913, 914, 916, 917, 920, 921, 926, 932, 933, 934 | 6.14  |
| Medio-Marchigiana/Abruzzese, Appennino Umbro, Nizza Sanremo                  | 918, 919, 910                                                                                 | 6.37  |
| Friuli-Veneto Orientale, Garda-Veronese, Garfagnana-Mugello, Calabria Jonica | 905, 906, 915, 930                                                                            | 6.60  |
| Molise-Gargano, Ofanto, Canale d'Otranto                                     | 924, 925, 931                                                                                 | 6.83  |
| Appennino Abruzzese, Sannio – Irpinia-Basilicata                             | 923, 927                                                                                      | 7.06  |
| Calabria tirrenica, Iblei                                                    | 929, 935                                                                                      | 7.29  |



|                                                                                   |             |                                                                                  |                    |        |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------|--------|
|  | PROGETTISTA |  | COMMESSA           | UNITÀ  |
|                                                                                   |             |                                                                                  | 023116             | 00     |
|                                                                                   | LOCALITÀ    | MESSINA                                                                          | SPC. 00-CI-E-10001 |        |
|                                                                                   | PROGETTO    | Adeguamento Impianto di Compressione gas di Messina                              | Fg. 69 di 98       | Rev. 0 |

## 10 AZIONE SISMICA DI RIFERIMENTO – APPROCCIO SEMPLIFICATO

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto è necessario tenere conto delle condizioni stratigrafiche del volume di terreno interessato dall'opera ed anche delle condizioni topografiche, perché entrambi questi fattori concorrono a modificare l'azione sismica in superficie rispetto a quella attesa su un sito rigido con superficie orizzontale.

Nel seguito verranno descritte ed approfondite le seguenti tematiche:

- categoria di sottosuolo;
- categoria topografica;
- definizione dei parametri dell'azione sismica di riferimento.

### 10.1 Categoria di sottosuolo

Per la valutazione degli effetti stratigrafici si può fare riferimento (NTC2018)<sup>16</sup> ad un approccio semplificato che si basa sulla classificazione del sottosuolo in funzione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio,  $V_s$ . In tale approccio la classificazione del suolo si effettua in base ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio ( $V_{s,eq}$ ).

Secondo quanto previsto dalla vigente normativa sismica (NTC2018, § 3.2.2) è stato calcolato il valore  $V_{s,eq}$ , definita dall'espressione:

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

con:

$h_i$  = spessore dell'i-esimo strato;

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

$N$  = numero di strati;

$H$  = profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da  $V_s$  non inferiore a 800 m/s.

Per depositi con profondità  $H$  del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio  $V_{s,eq}$  è definita dal parametro  $V_{s,30}$ , ottenuto ponendo  $H=30$  m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

che è risultato pari a  $V_{s,eq} = V_{s,30} = 411,3$  m/s, che corrisponde ad una Categoria di sottosuolo B (NTC2018, Tab. 3.2.II).

Nel caso in esame, la velocità di propagazione delle onde di taglio, come già esplicitato nel paragrafo 5.3 precedente, è stata determinata tramite la prova Down-Hole DH-S1 eseguita nel foro del Sondaggio S1 (vedi Tabella 5.3 e Figura 5.6).

<sup>16</sup> D.M. 17/01/2018, "Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni»

|                                                                                   |             |                                                                                  |              |        |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------|----------------------------------------------------------------------------------|--------------|--------|
|  | PROGETTISTA |  | COMMESSA     | UNITÀ  |
|                                                                                   | LOCALITÀ    | MESSINA                                                                          | 023116       | 00     |
|                                                                                   | PROGETTO    | Adeguamento Impianto di Compressione gas di Messina                              | Fg. 70 di 98 | Rev. 0 |

#### 10.1.1 Classificazione sulla base della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio $V_{s,eq}$

Nella Tabella 10.1 è riportato il valore di Velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio  $V_{s,eq}$  determinato dalla prova DH-S1, eseguita nel Sondaggio S1.

**Tabella 10.1** - Velocità equivalente delle onde di taglio e relativa categoria di sottosuolo da prova DH-S1.

| Prova Down-Hole |       |            |                         |
|-----------------|-------|------------|-------------------------|
| Sondaggio       | Prova | $V_{s,eq}$ | Categoria di sottosuolo |
| S1              | DH-S1 | 411        | Categoria B             |

Sulla base di questo valore di  $V_{s,eq} = 411$  m/s, in relazione alla classificazione introdotta dalle NTC2018 (par. 3.2.2, Tab. 3.2.II, riprodotta nella Tabella 10.2 seguente), la categoria di suolo del terreno di fondazione è ricondotta alla Categoria **B** – *Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.*

**Tabella 10.2** – Categoria di sottosuolo (dalla Tabella 3.2.II – D.M. 17.01.2018)

| Categoria | Caratteristiche della superficie topografica                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| A         | <i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> 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         | <i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> , 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         | <i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> 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         | <i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , 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         | <i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D</i> , con profondità del substrato non superiore a 30 m.                                                                                                                                    |

## 10.2 Categoria topografica

Per le caratteristiche topografiche, con riferimento alla Tabella 10.3, l'intervento ricade nella Categoria Topografica **T1** – *superfici pianeggianti, pendii e rilievi isolati con inclinazione media  $i \leq 15^\circ$ .*

|                                                                                   |             |                                                                                  |                    |        |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------|--------|
|  | PROGETTISTA |  | COMMESSA           | UNITÀ  |
|                                                                                   |             |                                                                                  | 023116             | 00     |
|                                                                                   | LOCALITÀ    | MESSINA                                                                          | SPC. 00-CI-E-10001 |        |
|                                                                                   | PROGETTO    | Adeguamento Impianto di Compressione gas di Messina                              | Fg. 71 di 98       | Rev. 0 |

**Tabella 10.3** - Categorie topografiche (Tabella 3.2.III D.M. 17.01.2018)

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

### 10.3 Analisi di pericolosità sismica di base

Per il calcolo della domanda sismica occorre prima definire l'evento sismico atteso, con un assegnato periodo di ritorno,  $T_R$ , attraverso l'accelerazione massima orizzontale al suolo,  $a_{max}$ , e la magnitudo momento  $M_w$ .

L'analisi della pericolosità sismica di base dell'area della Centrale è stata effettuata con riferimento alla normativa nazionale NTC2018, vigente in materia di costruzioni in zona sismica (D.M. 17.01.2018), che definisce, per un assegnato periodo di ritorno  $T_R$ , e per ciascun nodo di un reticolo di riferimento i parametri necessari a costruire lo spettro di risposta corrispondente all'azione sismica attesa, tra i quali l'accelerazione  $a_g$  ed il valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale,  $F_o$ , necessario per la stima del fattore di amplificazione stratigrafica  $S_s$ .

In particolare, per la scelta di  $T_R$ , con riferimento a “**strutture strategiche importanti**” quale è la Centrale, cui corrisponde una vita nominale  $V_N = 100$  anni, e quindi, assumendo una classe d'uso IV (a cui corrisponde un coefficiente d'uso  $C_U = 2$ ), un periodo di riferimento  $V_R = V_N \times C_U = 200$  anni, si è scelto una verifica allo Stato Limite di Salvaguardia della Vita (SLV).

I parametri così valutati, necessari per definire l'accelerazione massima attesa al sito  $a_{max}$ , sono esposti nella Tabella 10.4.

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

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

e nel caso dello Stato Limite di Salvaguardia Vita (SLV), l'accelerazione massima attesa al sito vale:

$$a_{max} = S_S \times S_T \times a_g = 1.07 \times 1.00 \times 0.392g = 0.41944g = 4.120 \text{ m/s}^2$$

La profondità della falda è superiore alla massima profondità investigata di 50.0 m: in tutti i sondaggi eseguiti non è stata rilevata la presenza di acqua nel terreno fino alle massime profondità di indagine (= 30 – 50 m dal p.c. esistente).

|                                                                                   |             |                                                                                  |              |        |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------|----------------------------------------------------------------------------------|--------------|--------|
|  | PROGETTISTA |  | COMMESSA     | UNITÀ  |
|                                                                                   | LOCALITÀ    | MESSINA                                                                          | 023116       | 00     |
|                                                                                   | PROGETTO    | Adeguamento Impianto di Compressione gas di Messina                              | Fg. 72 di 98 | Rev. 0 |
| SPC. 00-CI-E-10001                                                                |             |                                                                                  |              |        |

**Tabella 10.4:** Parametri dell'analisi sismica locale.

| Ubicazione del sito | Coordinate WGS84 |              | Coordinate ED50 |             |
|---------------------|------------------|--------------|-----------------|-------------|
| Sito                | Latitudine       | Longitudine  | Latitudine      | Longitudine |
| Centrale di Messina | 38.27123978°     | 15.58947086° | 38.272916°      | 15.590313°  |

#### Classe d'uso e Periodo di riferimento per l'azione sismica

|                                             |                                                         |
|---------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| Classe d'uso dell'opera                     | Classe IV – Funzioni pubbliche o strategiche importanti |
| Coefficiente d'uso                          | $C_U = 2$                                               |
| Vita nominale                               | $V_N \geq 100$ anni                                     |
| Periodo di riferimento per l'azione sismica | $V_R = V_N \times C_U = 200$ anni                       |

#### Parametri delle forme spettrali per ogni Stato Limite

| Stato Limite               | Periodo di ritorno dell'azione sismica | Accelerazione orizzontale massima del terreno | Valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale | Periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale |
|----------------------------|----------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| Parametri                  | $T_R$ (anni)                           | $a_g$ (g)                                     | $F_o$ (-)                                                                               | $T^*c$ (s)                                                                                  |
| Operatività (SLO)          | 120                                    | 0.118                                         | 2.342                                                                                   | 0.331                                                                                       |
| Danno (SLD)                | 201                                    | 0.152                                         | 2.377                                                                                   | 0.342                                                                                       |
| Salvaguardia Vita (SLV)    | 1898                                   | 0.392                                         | 2.446                                                                                   | 0.423                                                                                       |
| Prevenzione Collasso (SLC) | 2475                                   | 0.435                                         | 2.503                                                                                   | 0.434                                                                                       |

#### Calcolo Coefficienti Sismici

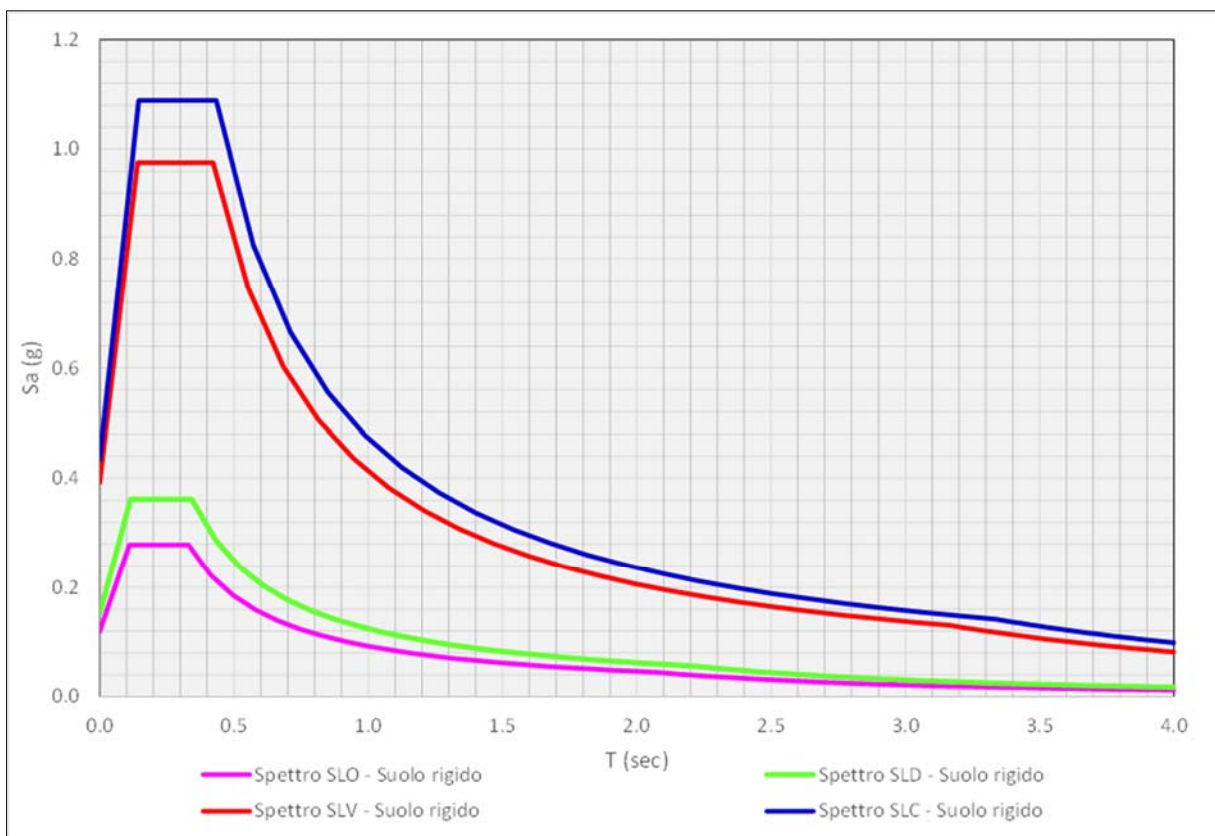
|                         |           |                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-------------------------|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Categoria di sottosuolo | <b>B</b>  | Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.. |
| Categoria topografica   | <b>T1</b> | Superficie piane, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$ .                                                                                                                                                                            |

| Stato Limite               | Amplificazione stratigrafica | Coefficiente Funzione Categoria | Amplificazione topografica |
|----------------------------|------------------------------|---------------------------------|----------------------------|
| Parametri                  | $S_s$                        | $C_c$                           | $S_T$                      |
| Operatività (SLO)          | 1.20                         | 1.37                            | 1.00                       |
| Danno (SLD)                | 1.20                         | 1.36                            | 1.00                       |
| Salvaguardia Vita (SLV)    | 1.07                         | 1.31                            | 1.00                       |
| Prevenzione Collasso (SLC) | 1.04                         | 1.30                            | 1.00                       |

| Stato Limite               | Coefficiente sismico in direzione orizzontale | Coefficiente sismico in direzione verticale | Accelerazione massima attesa al sito | Coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito |
|----------------------------|-----------------------------------------------|---------------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| Parametri                  | $k_h$                                         | $k_v$                                       | $a_{max}(m/s^2)$                     | $\beta_s$                                                           |
| Operatività (SLO)          | 0.034                                         | 0.017                                       | 1.394                                | 0.240                                                               |
| Danno (SLD)                | 0.044                                         | 0.022                                       | 1.793                                | 0.240                                                               |
| Salvaguardia Vita (SLV)    | 0.123                                         | 0.062                                       | 3.895                                | 0.310                                                               |
| Prevenzione Collasso (SLC) | 0.436                                         | 0.218                                       | 4.273                                | 1.000                                                               |

|                                                                                   |             |                                                                                  |                    |        |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------|--------|
|  | PROGETTISTA |  | COMMESSA           | UNITÀ  |
|                                                                                   |             |                                                                                  | 023116             | 00     |
|                                                                                   | LOCALITÀ    | MESSINA                                                                          | SPC. 00-CI-E-10001 |        |
|                                                                                   | PROGETTO    | Adeguamento Impianto di Compressione gas di Messina                              | Fg. 73 di 98       | Rev. 0 |

Risulta quindi possibile tracciare gli spettri di Pericolosità Sismica di Base (ossia riferiti ad un suolo perfettamente orizzontale e rigido) riportati in Figura 10.1.



**Figura 10.1** – Spettro di pericolosità sismica di base Componente orizzontale

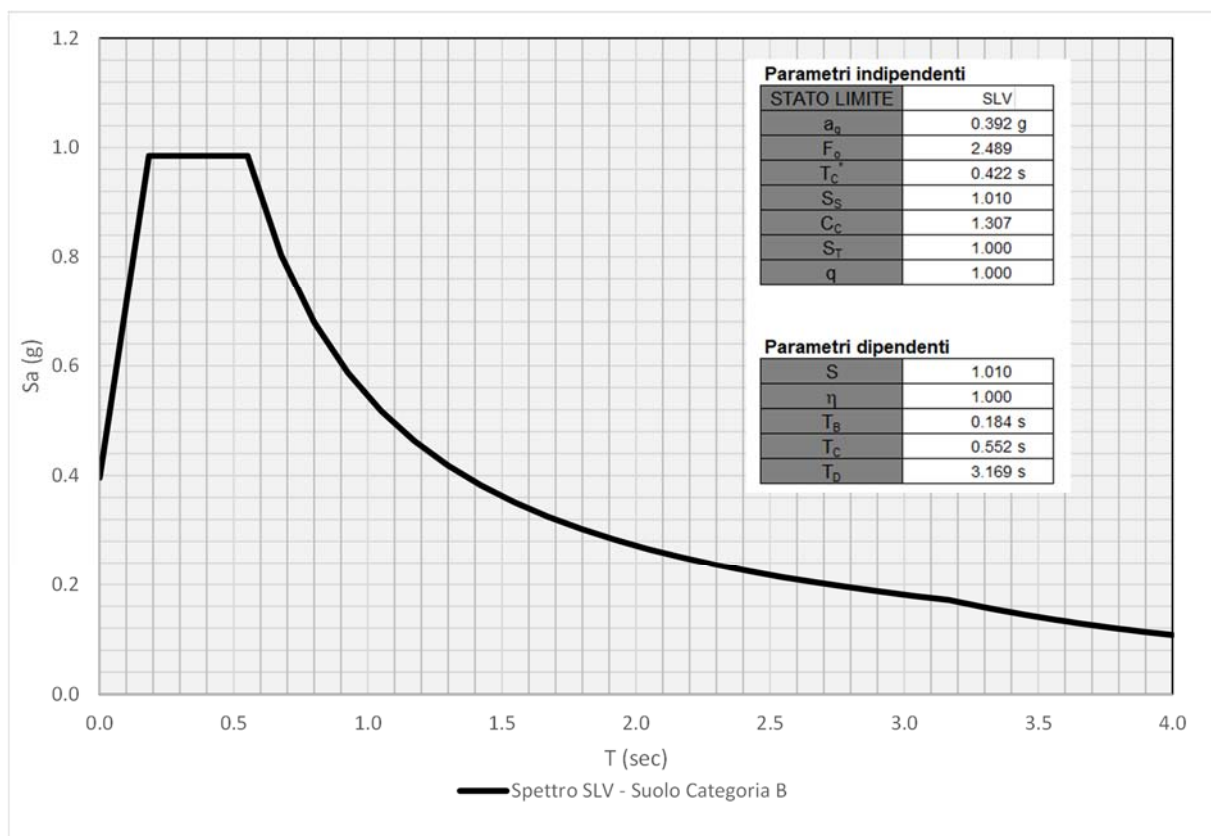
#### 10.4 Azione sismica di riferimento

Il percorso analitico che porta alla definizione dello spettro di risposta elastico farà riferimento allo SLV, pertanto da questo punto in avanti si farà riferimento alle caratteristiche di input proprie di questo scenario progettuale. Tuttavia i risultati dell'analisi includeranno anche gli altri Stati Limite.

Nella Figura 10.2 è riportata una sintesi di determinazione dei fattori d'amplificazione e delle ordinate spettrali d'attacco (SLV) per un suolo di categoria "B" comparabile –in termini di  $V_{s,eq}$  – a quelli sperimentalmente rilevati in sito.



|                                                                                   |             |                                                                                  |                           |                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------|----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|------------------|
|  | PROGETTISTA |  | COMMESSA                  | UNITÀ            |
|                                                                                   |             |                                                                                  | <b>023116</b>             | <b>00</b>        |
|                                                                                   | LOCALITÀ    | <b>MESSINA</b>                                                                   | <b>SPC. 00-CI-E-10001</b> |                  |
|                                                                                   | PROGETTO    | <b>Adeguamento Impianto di Compressione gas di Messina</b>                       | Fg. 74 di 98              | Rev.<br><b>0</b> |



**Figura 10.2** - Spettro di risposta elastico di progetto secondo approccio semplificato da NTC2018.

|                                                                                   |             |                                                                                  |                    |        |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------|--------|
|  | PROGETTISTA |  | COMMESSA           | UNITÀ  |
|                                                                                   |             |                                                                                  | 023116             | 00     |
|                                                                                   | LOCALITÀ    | MESSINA                                                                          | SPC. 00-CI-E-10001 |        |
|                                                                                   | PROGETTO    | Adeguamento Impianto di Compressione gas di Messina                              | Fg. 75 di 98       | Rev. 0 |

## 11 ANALISI DI RISPOSTA SISMICA LOCALE

Per la trattazione completa, e per i dettagli, sull'analisi della risposta sismica locale, si rimanda alla relazione seguente, citata come [Rif. 7] nel capitolo dei Documenti di Riferimento:

- Saipem - SPC. 00-CA-E-10020, Rev. 0 del 30/08/2021 - ADEGUAMENTO IMPIANTO DI COMPRESSIONE GAS DI MESSINA (ME) – GENERALE - Studio e analisi della Risposta Sismica Locale dell'area Impianto.

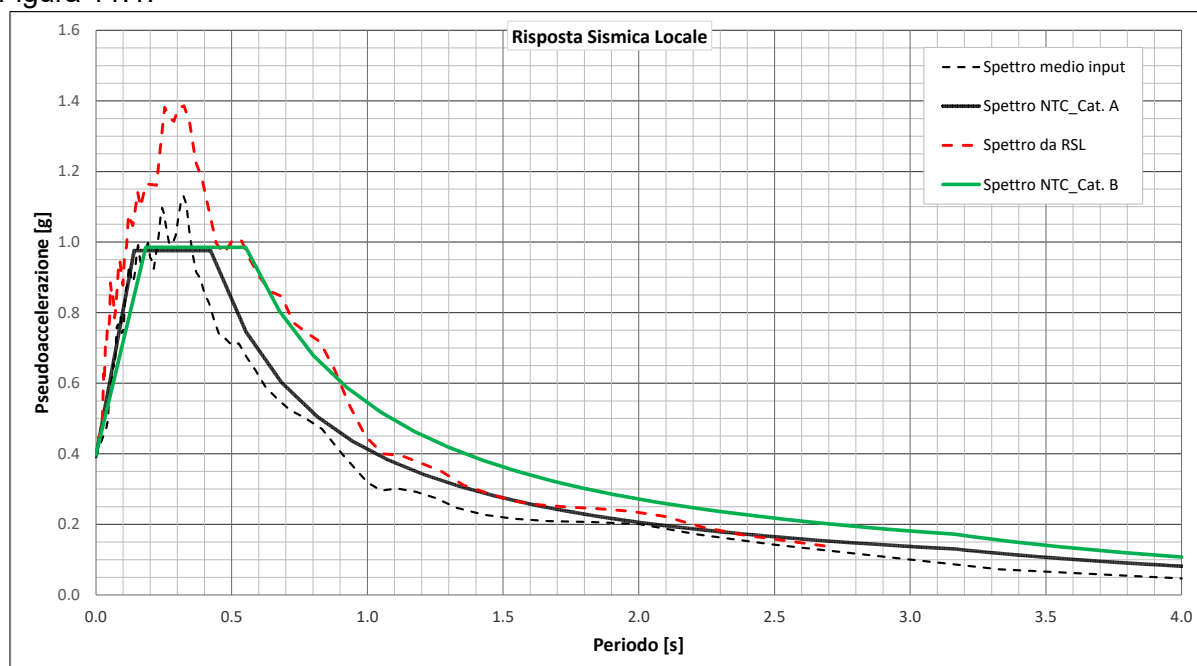
Qui sono stati riportati solamente i contenuti del capitolo sui risultati dell'analisi..

### 11.1 Risultati dell'analisi

L'analisi di risposta sismica locale viene svolta seguendo i passaggi qui descritti:

- individuazione di un set di 7 accelerogrammi spettro-compatibili;
- caratterizzazione sismica dei terreni in accordo ai dati da letteratura;
- risposta sismica locale condotta in condizioni 1D in termini di tensioni totali con soluzione analitica non lineare e modellazione del terreno visco-elastica alla Kelvin-Voigt.

I risultati delle analisi sono di seguito presentati in termini di spettro di risposta in superficie medio dei 7 accelerogrammi, posto a confronto con quello medio di input (al bedrock) e con quelli da approccio semplificato secondo NTC2018. Il risultato della simulazione è riportato in Figura 11.1.



**Figura 11.1** - Spettro di risposta da analisi di risposta sismica locale 1D, spettro di input e spettri da approccio semplificato NTC2018 – SLV.

|                                                                                   |             |                                                                                  |                           |                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------|----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|------------------|
|  | PROGETTISTA |  | COMMESSA                  | UNITÀ            |
|                                                                                   |             |                                                                                  | <b>023116</b>             | <b>00</b>        |
|                                                                                   | LOCALITÀ    | <b>MESSINA</b>                                                                   | <b>SPC. 00-CI-E-10001</b> |                  |
|                                                                                   | PROGETTO    | <b>Adeguamento Impianto di Compressione gas di Messina</b>                       | Fg. 76 di 98              | Rev.<br><b>0</b> |

Lo spettro medio così ottenuto è stato normalizzato secondo la metodologia esposta nell'Ordinanza n° 55 del 24 aprile 2018<sup>17</sup>.

In particolare, in Tabella 11.1 sono riportati i parametri di forma spettrale normativi dai quali è possibile, inoltre, calcolare le ordinate spettrali per la componente verticale, secondo le formulazioni riportate in NTC2018, al paragrafo § 3.2.3.2.2 e circolare esplicativa § C3.2.3.2.2. In Tabella 11.2 si riporta un tabulato numerico dello spettro di output allo SLV (Stato limite di salvaguardia della vita) che restituisce la risposta sito-specifica dell'oscillatore, mentre in Figura 11.2 si riporta il grafico dello spettro.

**Tabella 11.1-** parametri normativi che definiscono la forma dello spettro derivante da RSL - SLV.

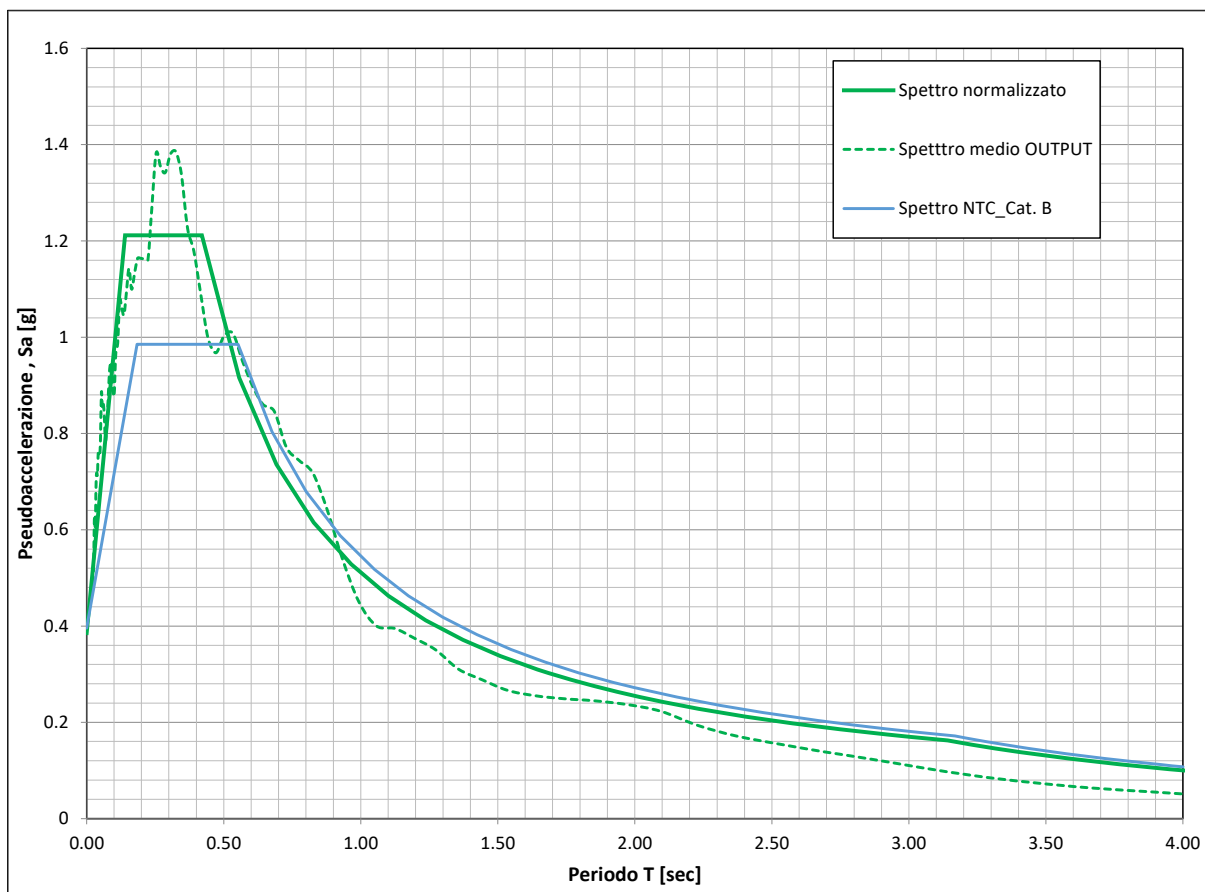
| Parametri descrittivi dello Spettro Normativo                                       |                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| $a_g$                                                                               | $\frac{3.781}{0.385} \frac{m}{s^2} g$ |
| $F_0$                                                                               | 3.143                                 |
| $T_A$                                                                               | 0.000 s                               |
| $T_B$                                                                               | 0.140 s                               |
| $T_C$                                                                               | 0.421 s                               |
| $T_D$                                                                               | 3.142 s                               |
| i restanti parametri ( $S_s, S_r, \eta$ ) sono fittiziamente assunti pari all'unità |                                       |

**Tabella 11.2 –** Spettro di output da RSL normalizzato allo SLV.

| Spettro normalizzato    |       |        |       |       |        |  |       |        |
|-------------------------|-------|--------|-------|-------|--------|--|-------|--------|
|                         | T [s] | Sa [g] |       | T [s] | Sa [g] |  | T [s] | Sa [g] |
| $T_A$<br>$T_B$<br>$T_C$ | 0.000 | 0.385  | $T_D$ | 2.325 | 0.219  |  | 5.373 | 0.055  |
|                         | 0.140 | 1.212  |       | 2.462 | 0.207  |  | 5.459 | 0.054  |
|                         | 0.421 | 1.212  |       | 2.598 | 0.196  |  | 5.545 | 0.052  |
|                         |       |        |       | 2.734 | 0.186  |  | 5.630 | 0.051  |
|                         | 0.557 | 0.915  |       | 2.870 | 0.178  |  | 5.716 | 0.049  |
|                         | 0.693 | 0.736  |       | 3.006 | 0.170  |  | 5.802 | 0.048  |
|                         | 0.829 | 0.615  |       | 3.142 | 0.162  |  | 5.888 | 0.046  |
|                         | 0.965 | 0.528  |       | 3.228 | 0.154  |  | 5.974 | 0.045  |
|                         | 1.101 | 0.463  |       | 3.313 | 0.146  |  | 6.060 | 0.044  |
|                         | 1.237 | 0.412  |       | 3.399 | 0.139  |  | 6.145 | 0.042  |
|                         | 1.373 | 0.371  |       | 3.485 | 0.132  |  | 6.231 | 0.041  |
|                         | 1.509 | 0.338  |       | 3.571 | 0.126  |  | 6.317 | 0.040  |
|                         | 1.645 | 0.310  |       | 3.657 | 0.120  |  | 6.403 | 0.039  |
|                         | 1.781 | 0.286  |       | 3.743 | 0.114  |  | 6.489 | 0.038  |
|                         | 1.917 | 0.266  |       | 3.828 | 0.109  |  | 8.000 | 0.025  |
|                         | 2.053 | 0.248  |       | 3.914 | 0.105  |  |       |        |
|                         | 2.189 | 0.233  |       |       |        |  |       |        |
|                         |       |        |       |       |        |  |       |        |

<sup>17</sup> Ordinanza n.55 del 24 aprile 2018 della Presidenza del Consiglio dei Ministri e il Commissario del governo per la ricostruzione nei territori interessati dal sisma del 24 agosto 2016.

|                                                                                   |             |                                                                                  |                    |        |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------|--------|
|  | PROGETTISTA |  | COMMESSA           | UNITÀ  |
|                                                                                   |             |                                                                                  | 023116             | 00     |
|                                                                                   | LOCALITÀ    | MESSINA                                                                          | SPC. 00-CI-E-10001 |        |
|                                                                                   | PROGETTO    | Adeguamento Impianto di Compressione gas di Messina                              | Fg. 77 di 98       | Rev. 0 |



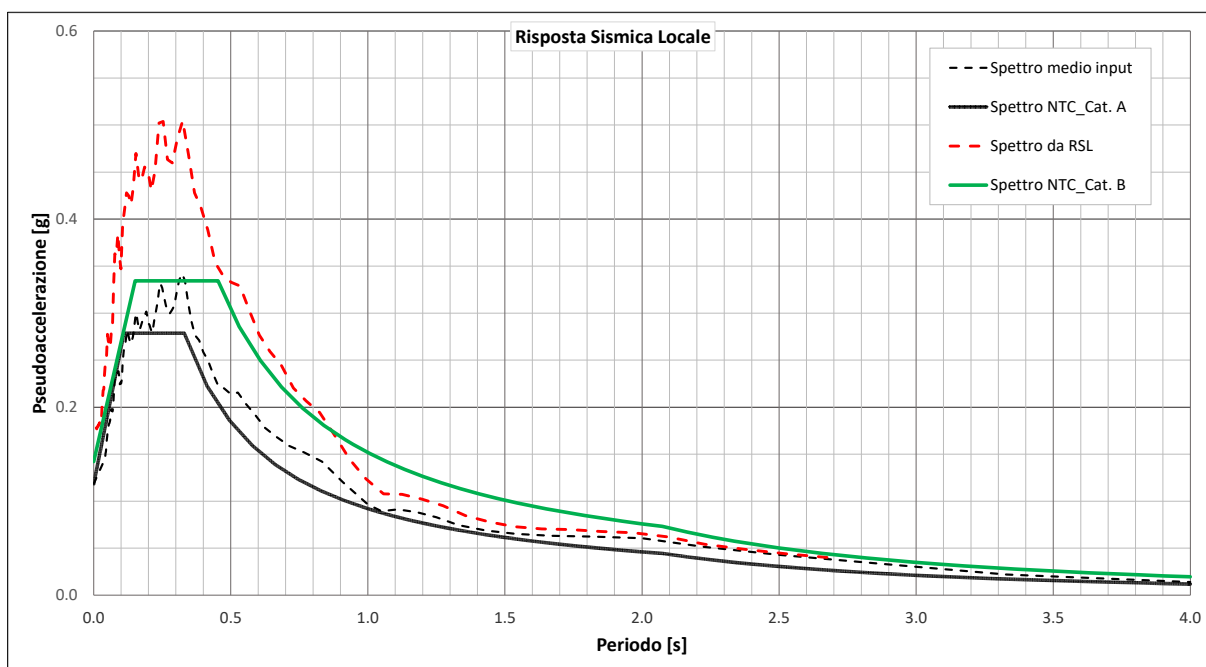
**Figura 11.2** - Grafico dello spettro di risposta allo SLV normalizzato e confrontato con lo spettro medio di output e con lo spettro da approccio semplificato NTC2018 “Cat. B”

#### 11.1.1 Analisi allo SLO (Stato limite di operatività)

I risultati delle analisi all'SLO sono di seguito presentati in termini di spettro di risposta in superficie medio dei 7 accelerogrammi, posto a confronto con quello medio di input (al bedrock) e con quelli da approccio semplificato secondo NTC2018<sup>18</sup>. Il risultato della simulazione è riportato in Figura 11.3.

<sup>18</sup> D.M. 17/01/2018, “Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni»”.

|                                                                                   |             |                                                                                  |                    |        |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------|--------|
|  | PROGETTISTA |  | COMMESSA           | UNITÀ  |
|                                                                                   |             |                                                                                  | 023116             | 00     |
|                                                                                   | LOCALITÀ    | MESSINA                                                                          | SPC. 00-CI-E-10001 |        |
|                                                                                   | PROGETTO    | Adeguamento Impianto di Compressione gas di Messina                              | Fg. 78 di 98       | Rev. 0 |



**Figura 11.3** - Spettro di risposta da analisi di risposta sismica locale 1D, spettro di input e spettri da approccio semplificato NTC2018 – SLO.

Lo spettro medio così ottenuto è stato normalizzato secondo la metodologia esposta nell'Ordinanza n° 55 del 24 aprile 2018<sup>19</sup>.

In particolare, in Tabella 11.3 sono riportati i parametri di forma spettrale normativi dai quali è possibile, inoltre, calcolare le ordinate spettrali per la componente verticale, secondo le formulazioni riportate in NTC2018, al paragrafo § 3.2.3.2.2 e circolare esplicativa § C3.2.3.2.2. In Tabella 11.4 si riporta un tabulato numerico dello spettro di output allo SLV che restituisce la risposta sito-specifica dell'oscillatore, mentre in Figura 11.4 si riporta il grafico dello spettro.

<sup>19</sup> Ordinanza n.55 del 24 aprile 2018 della Presidenza del Consiglio dei Ministri e il Commissario del governo per la ricostruzione nei territori interessati dal sisma del 24 agosto 2016



|                                                                                   |             |                                                                                  |                    |        |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------|--------|
|  | PROGETTISTA |  | COMMESSA           | UNITÀ  |
|                                                                                   |             |                                                                                  | 023116             | 00     |
|                                                                                   | LOCALITÀ    | MESSINA                                                                          | SPC. 00-CI-E-10001 |        |
|                                                                                   | PROGETTO    | Adeguamento Impianto di Compressione gas di Messina                              | Fg. 79 di 98       | Rev. 0 |

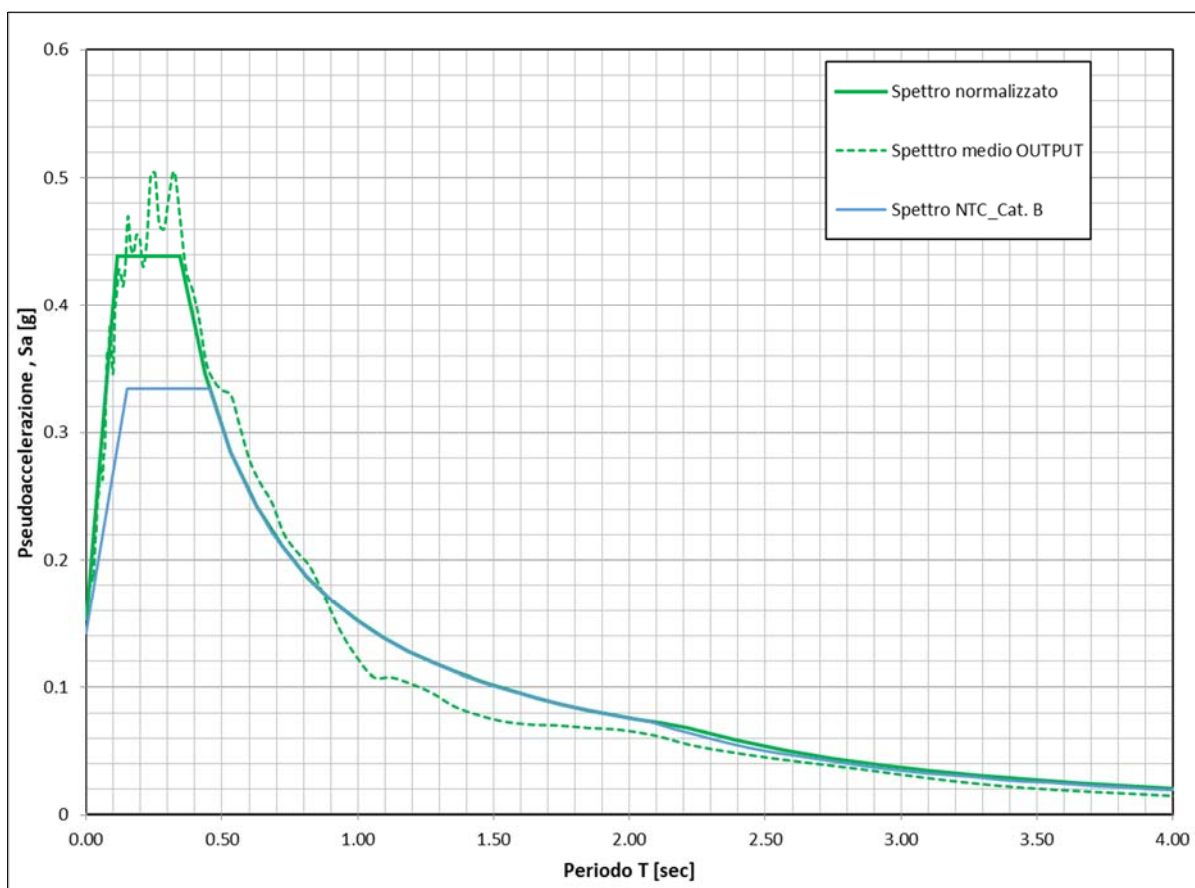
**Tabella 11.3** - Parametri normativi che definiscono la forma dello spettro derivante da RSL – SLO.

| Parametri descrittivi dello Spettro Normativo                                             |                          |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| $a_g$                                                                                     | 1.502 $m/s^2$<br>0.153 g |
| $F_0$                                                                                     | 2.865                    |
| $T_A$                                                                                     | 0.000 s                  |
| $T_B$                                                                                     | 0.115 s                  |
| $T_C$                                                                                     | 0.346 s                  |
| $T_D$                                                                                     | 2.212 s                  |
| i restanti parametri ( $S_s$ , $S_r$ , $\eta$ ) sono fittiziamente assunti pari all'unità |                          |

**Tabella 11.4**– Spettro di output da RSL normalizzato allo SLO.

| Tabella T1.4 Spettro di output da FCE normalizzato allo SGE. |       |        |                |       |        |  |       |        |       |       |
|--------------------------------------------------------------|-------|--------|----------------|-------|--------|--|-------|--------|-------|-------|
| Spettro normalizzato                                         |       |        |                |       |        |  |       |        |       |       |
|                                                              | T [s] | Sa [g] |                | T [s] | Sa [g] |  | T [s] | Sa [g] |       |       |
| T <sub>A</sub>                                               | 0.000 | 0.153  |                | 1.653 | 0.092  |  | 4.000 | 0.021  | 6.860 | 0.007 |
| T <sub>B</sub>                                               | 0.115 | 0.439  |                | 1.746 | 0.087  |  | 4.179 | 0.019  | 7.039 | 0.007 |
| T <sub>C</sub>                                               | 0.346 | 0.439  |                | 1.839 | 0.083  |  | 4.358 | 0.018  | 7.218 | 0.006 |
|                                                              | 0.439 | 0.346  | T <sub>D</sub> | 1.932 | 0.079  |  | 4.536 | 0.016  | 7.396 | 0.006 |
|                                                              | 0.533 | 0.285  |                | 2.026 | 0.075  |  | 4.715 | 0.015  | 7.575 | 0.006 |
|                                                              | 0.626 | 0.243  |                | 2.119 | 0.072  |  | 4.894 | 0.014  | 7.754 | 0.006 |
|                                                              | 0.719 | 0.211  |                | 2.212 | 0.069  |  | 5.073 | 0.013  | 7.933 | 0.005 |
|                                                              | 0.813 | 0.187  |                | 2.391 | 0.059  |  | 5.251 | 0.012  | 8.111 | 0.005 |
|                                                              | 0.906 | 0.168  |                | 2.570 | 0.051  |  | 5.430 | 0.011  | 8.290 | 0.005 |
|                                                              | 0.999 | 0.152  |                | 2.749 | 0.044  |  | 5.609 | 0.011  | 8.469 | 0.005 |
|                                                              | 1.093 | 0.139  |                | 2.927 | 0.039  |  | 5.788 | 0.010  | 8.648 | 0.004 |
|                                                              | 1.186 | 0.128  |                | 3.106 | 0.035  |  | 5.966 | 0.009  | 8.826 | 0.004 |
|                                                              | 1.279 | 0.119  |                | 3.285 | 0.031  |  | 6.145 | 0.009  | 9.005 | 0.004 |
|                                                              | 1.373 | 0.111  |                | 3.464 | 0.028  |  | 6.324 | 0.008  | 9.184 | 0.004 |
|                                                              | 1.466 | 0.104  |                | 3.642 | 0.025  |  | 6.503 | 0.008  | 8.000 | 0.005 |
|                                                              | 1.559 | 0.097  |                | 3.821 | 0.023  |  | 6.681 | 0.008  |       |       |

|                                                                                   |             |                                                                                  |               |                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------|----------------------------------------------------------------------------------|---------------|------------------|
|  | PROGETTISTA |  | COMMESSA      | UNITÀ            |
|                                                                                   |             |                                                                                  | <b>023116</b> | <b>00</b>        |
|                                                                                   | LOCALITÀ    | <b>MESSINA</b>                                                                   |               |                  |
|                                                                                   | PROGETTO    | <b>Adeguamento Impianto di Compressione gas di Messina</b>                       | Fg. 80 di 98  | Rev.<br><b>0</b> |



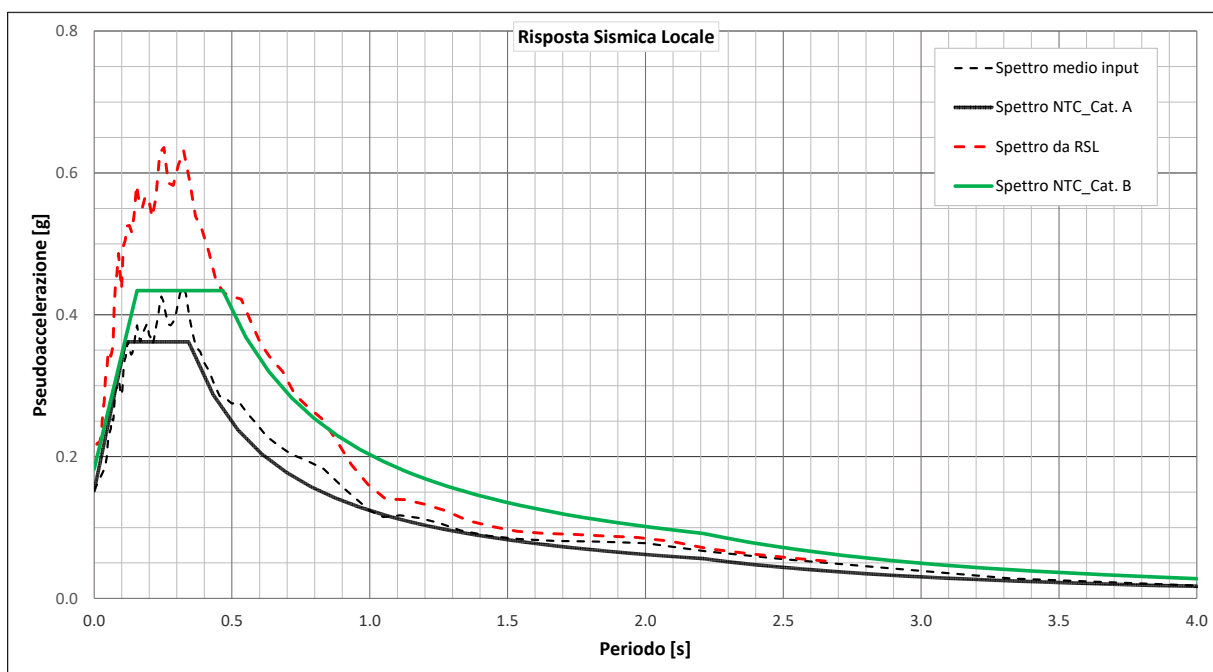
**Figura 11.4** - Grafico dello spettro di risposta allo SLO normalizzato e confrontato con lo spettro medio di output e con lo spettro da approccio semplificato NTC2018 “Cat. B”

#### 11.1.2 Analisi allo SLD (Stato limite di danno)

I risultati delle analisi all'SLD sono di seguito presentati in termini di spettro di risposta in superficie medio dei 7 accelerogrammi, posto a confronto con quello medio di input (al bedrock) e con quelli da approccio semplificato secondo NTC2018<sup>20</sup>. Il risultato della simulazione è riportato in Figura 11.5.

<sup>20</sup> D.M. 17/01/2018, “Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni»”.

|                                                                                   |             |                                                                                  |                    |        |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------|--------|
|  | PROGETTISTA |  | COMMESSA           | UNITÀ  |
|                                                                                   |             |                                                                                  | 023116             | 00     |
|                                                                                   | LOCALITÀ    | MESSINA                                                                          | SPC. 00-CI-E-10001 |        |
|                                                                                   | PROGETTO    | Adeguamento Impianto di Compressione gas di Messina                              | Fg. 81 di 98       | Rev. 0 |



**Figura 11.5** - Spettro di risposta da analisi di risposta sismica locale 1D, spettro di input e spettri da approccio semplificato NTC 2018 - SLD.

Lo spettro medio così ottenuto è stato normalizzato secondo la metodologia esposta nell'Ordinanza n° 55 del 24 aprile 2018<sup>21</sup>.

In particolare, in Tabella 11.5 sono riportati i parametri di forma spettrale normativi dai quali è possibile, inoltre, calcolare le ordinate spettrali per la componente verticale, secondo le formulazioni riportate in NTC2018, al paragrafo § 3.2.3.2.2 e circolare esplicativa § C3.2.3.2.2. In Tabella 11.6 si riporta un tabulato numerico dello spettro di output allo SLV che restituisce la risposta sito-specifica dell'oscillatore, mentre in Figura 11.6 si riporta il grafico dello spettro.

<sup>21</sup> Ordinanza n.55 del 24 aprile 2018 della Presidenza del Consiglio dei Ministri e il Commissario del governo per la ricostruzione nei territori interessati dal sisma del 24 agosto 2016

|                                                                                   |             |                                                                                  |              |        |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------|----------------------------------------------------------------------------------|--------------|--------|
|  | PROGETTISTA |  | COMMESSA     | UNITÀ  |
|                                                                                   | LOCALITÀ    | MESSINA                                                                          | 023116       | 00     |
|                                                                                   | PROGETTO    | Adeguamento Impianto di Compressione gas di Messina                              | Fg. 82 di 98 | Rev. 0 |

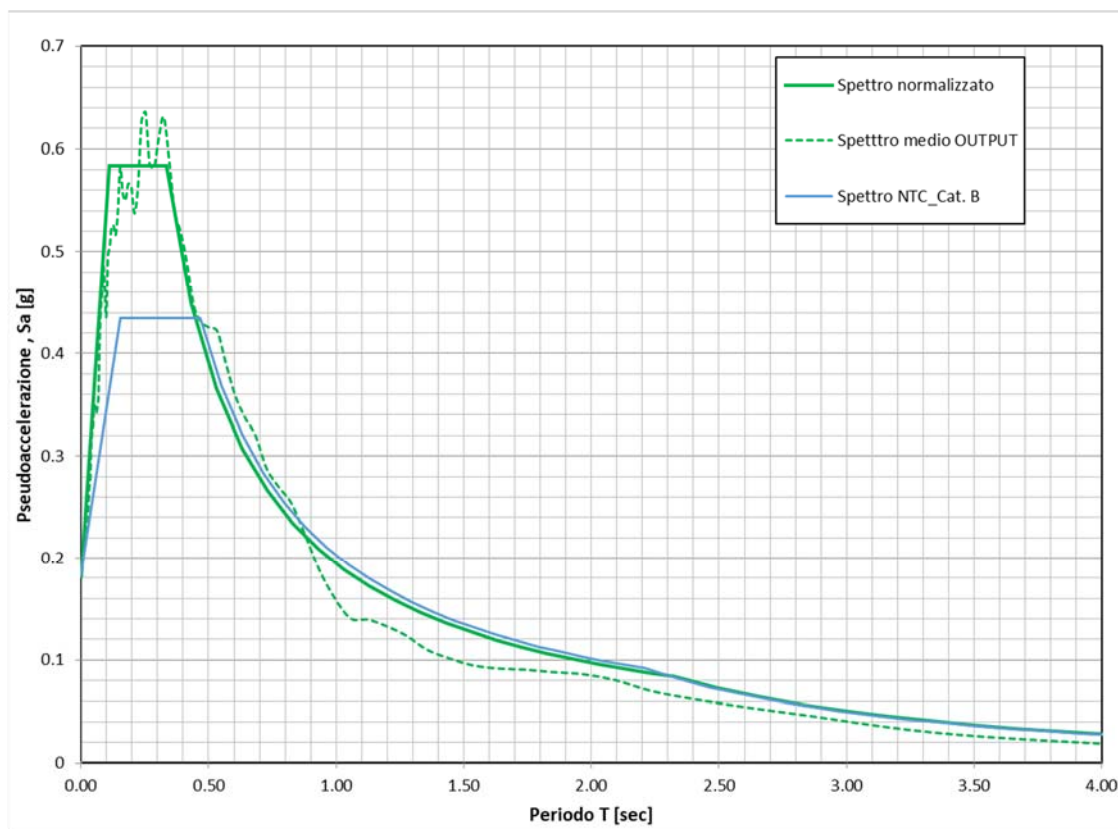
**Tabella 11.5** - Parametri normativi che definiscono la forma dello spettro derivante da RSL - SLD.

| Parametri descrittivi dello Spettro Normativo                                             |                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| $a_g$                                                                                     | $\frac{1.777}{0.181} \frac{m}{s^2} g$ |
| $F_0$                                                                                     | 3.222                                 |
| $T_A$                                                                                     | 0.000 s                               |
| $T_B$                                                                                     | 0.111 s                               |
| $T_C$                                                                                     | 0.333 s                               |
| $T_D$                                                                                     | 2.325 s                               |
| i restanti parametri ( $S_s$ , $S_r$ , $\eta$ ) sono fittiziamente assunti pari all'unità |                                       |

**Tabella 11.6** - Spettro di output da RSL normalizzato allo SLD.

| Spettro normalizzato |       |        |       |       |        |  |       |        |       |
|----------------------|-------|--------|-------|-------|--------|--|-------|--------|-------|
|                      | T [s] | Sa [g] |       | T [s] | Sa [g] |  | T [s] | Sa [g] |       |
| $T_A$                | 0.000 | 0.181  |       | 1.727 | 0.113  |  | 4.000 | 0.028  | 6.680 |
| $T_B$                | 0.111 | 0.584  |       | 1.827 | 0.106  |  | 4.168 | 0.026  | 6.848 |
| $T_C$                | 0.333 | 0.584  |       | 1.926 | 0.101  |  | 4.335 | 0.024  | 7.015 |
|                      | 0.433 | 0.449  |       | 2.026 | 0.096  |  | 4.503 | 0.022  | 7.183 |
|                      | 0.532 | 0.365  |       | 2.126 | 0.092  |  | 4.670 | 0.021  | 7.350 |
|                      | 0.632 | 0.308  |       | 2.225 | 0.087  |  | 4.838 | 0.019  | 7.518 |
|                      | 0.732 | 0.266  | $T_D$ | 2.325 | 0.084  |  | 5.005 | 0.018  | 7.686 |
|                      | 0.831 | 0.234  |       | 2.492 | 0.073  |  | 5.173 | 0.017  | 7.853 |
|                      | 0.931 | 0.209  |       | 2.660 | 0.064  |  | 5.340 | 0.016  | 8.021 |
|                      | 1.030 | 0.189  |       | 2.827 | 0.057  |  | 5.508 | 0.015  | 8.188 |
|                      | 1.130 | 0.172  |       | 2.995 | 0.050  |  | 5.675 | 0.014  | 8.356 |
|                      | 1.229 | 0.158  |       | 3.162 | 0.045  |  | 5.843 | 0.013  | 8.523 |
|                      | 1.329 | 0.146  |       | 3.330 | 0.041  |  | 6.010 | 0.013  | 8.691 |
|                      | 1.429 | 0.136  |       | 3.497 | 0.037  |  | 6.178 | 0.012  | 8.858 |
|                      | 1.528 | 0.127  |       | 3.665 | 0.034  |  | 6.345 | 0.011  | 8.000 |
|                      | 1.628 | 0.120  |       | 3.832 | 0.031  |  | 6.513 | 0.011  | 0.007 |

|                                                                                   |             |                                                                                  |                    |        |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------|--------|
|  | PROGETTISTA |  | COMMESSA           | UNITÀ  |
|                                                                                   |             |                                                                                  | 023116             | 00     |
|                                                                                   | LOCALITÀ    | MESSINA                                                                          | SPC. 00-CI-E-10001 |        |
|                                                                                   | PROGETTO    | Adeguamento Impianto di Compressione gas di Messina                              | Fg. 83 di 98       | Rev. 0 |



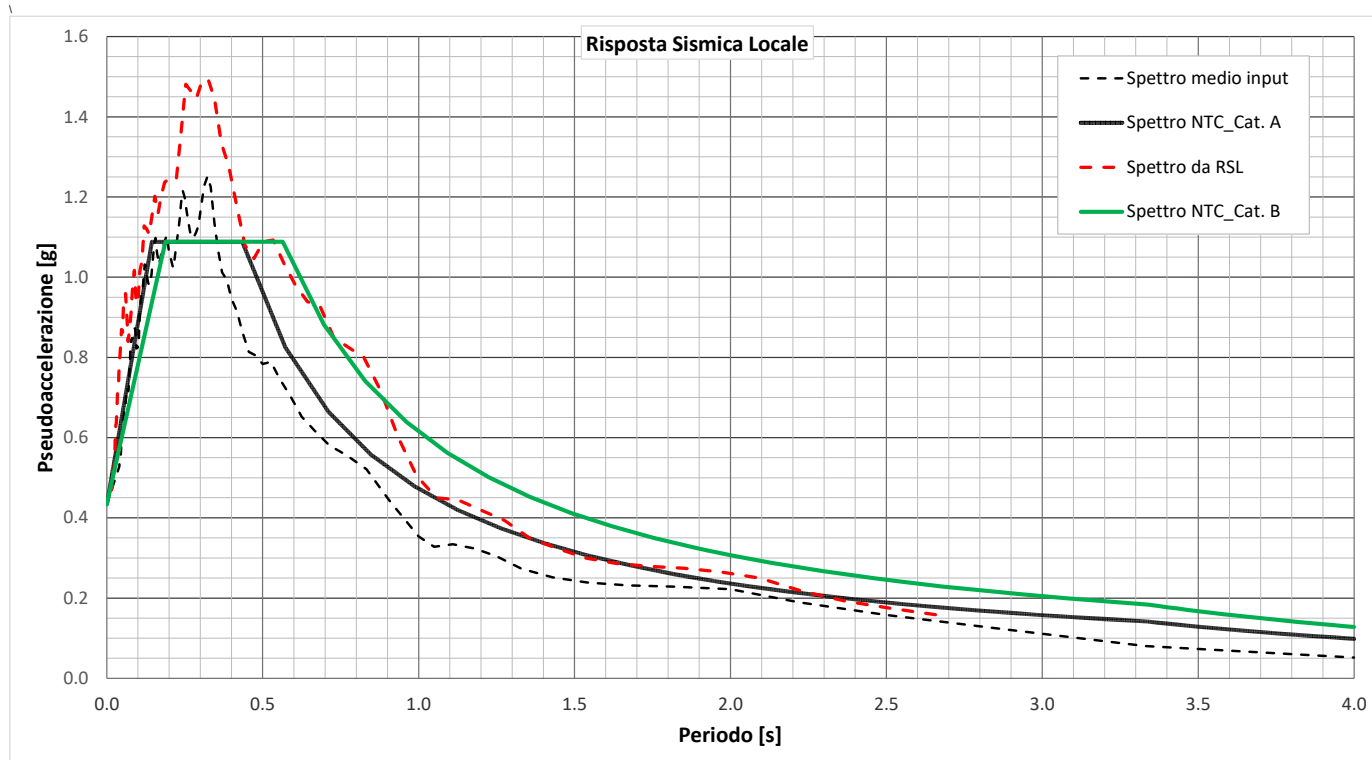
**Figura 11.6** - Grafico dello spettro di risposta allo SLD normalizzato e confrontato con lo spettro medio di output e con lo spettro da approccio semplificato NTC2018 "Cat. B"

### 11.1.3 Analisi allo SLC (Stato limite di collasso)

I risultati delle analisi all'SLC sono di seguito presentati in termini di spettro di risposta in superficie medio dei 7 accelerogrammi, posto a confronto con quello medio di input (al bedrock) e con quelli da approccio semplificato secondo NTC2018. Il risultato della simulazione è riportato in Figura 11.7.



|                                                                                   |             |                                                                                  |                    |        |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------|--------|
|  | PROGETTISTA |  | COMMESSA           | UNITÀ  |
|                                                                                   |             |                                                                                  | 023116             | 00     |
|                                                                                   | LOCALITÀ    | MESSINA                                                                          | SPC. 00-CI-E-10001 |        |
|                                                                                   | PROGETTO    | Adeguamento Impianto di Compressione gas di Messina                              | Fg. 84 di 98       | Rev. 0 |



**Figura 11.7** - Spettro di risposta da analisi di risposta sismica locale 1D, spettro di input e spettri da approccio semplificato NTC2018 -SLC.

Lo spettro medio così ottenuto è stato normalizzato secondo la metodologia esposta nell'Ordinanza n° 55 del 24 aprile 2018<sup>22</sup>.

In particolare, in Tabella 11.7 sono riportati i parametri di forma spettrale normativi dai quali è possibile, inoltre, calcolare le ordinate spettrali per la componente verticale, secondo le formulazioni riportate in NTC2018, al paragrafo § 3.2.3.2.2 e circolare esplicativa § C3.2.3.2.2. In Tabella 11.8 si riporta un tabulato numerico dello spettro di output allo SLV che restituisce la risposta sito-specifica dell'oscillatore, mentre in Figura 11.8 si riporta il grafico dello spettro.

<sup>22</sup> Ordinanza n.55 del 24 aprile 2018 della Presidenza del Consiglio dei Ministri e il Commissario del governo per la ricostruzione nei territori interessati dal sisma del 24 agosto 2016

|                                                                                   |             |                                                                                  |                           |                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------|----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|------------------|
|  | PROGETTISTA |  | COMMESSA                  | UNITÀ            |
|                                                                                   |             |                                                                                  | <b>023116</b>             | <b>00</b>        |
|                                                                                   | LOCALITÀ    | <b>MESSINA</b>                                                                   | <b>SPC. 00-CI-E-10001</b> |                  |
|                                                                                   | PROGETTO    | <b>Adeguamento Impianto di Compressione gas di Messina</b>                       | Fg. 85 di 98              | Rev.<br><b>0</b> |

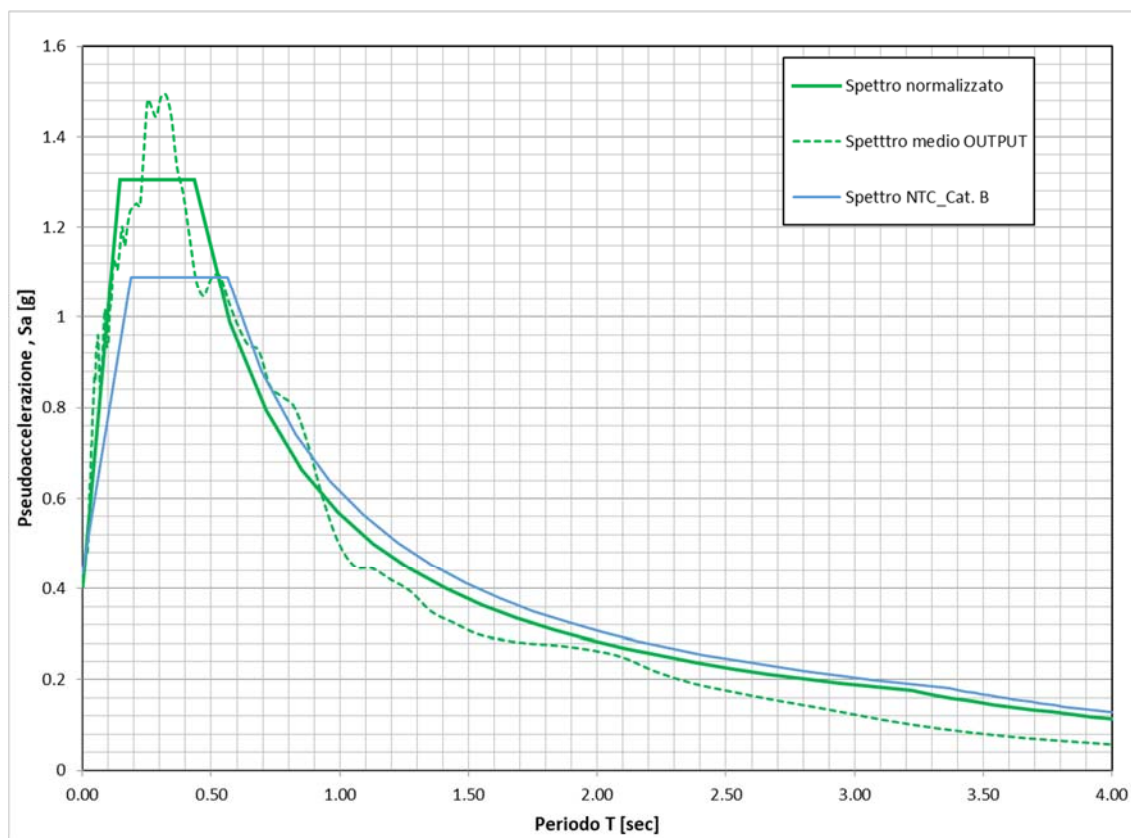
**Tabella 11.7** - parametri normativi che definiscono la forma dello spettro derivante da RSL - SLC.

| Parametri descrittivi dello Spettro Normativo                                       |                                               |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| $a_g$                                                                               | $\frac{3.983 \text{ m/s}^2}{0.406 \text{ g}}$ |
| $F_0$                                                                               | 3.215                                         |
| $T_A$                                                                               | 0.000 s                                       |
| $T_B$                                                                               | 0.144 s                                       |
| $T_C$                                                                               | 0.433 s                                       |
| $T_D$                                                                               | 3.224 s                                       |
| i restanti parametri ( $S_s, S_r, \eta$ ) sono fittiziamente assunti pari all'unità |                                               |

**Tabella 11.8** - Spettro di output da RSL normalizzato allo SLC.

| Spettro normalizzato |              |              |  |              |              |  |       |        |       |
|----------------------|--------------|--------------|--|--------------|--------------|--|-------|--------|-------|
|                      | T [s]        | Sa [g]       |  | T [s]        | Sa [g]       |  | T [s] | Sa [g] |       |
| $T_A$                | <b>0.000</b> | <b>0.406</b> |  | 2.387        | 0.237        |  | 4.000 | 0.114  | 5.242 |
| $T_B$                | <b>0.144</b> | <b>1.305</b> |  | 2.526        | 0.224        |  | 4.078 | 0.110  | 5.319 |
| $T_C$                | <b>0.433</b> | <b>1.305</b> |  | 2.666        | 0.212        |  | 4.155 | 0.106  | 5.397 |
|                      | 0.573        | 0.987        |  | 2.805        | 0.202        |  | 4.233 | 0.102  | 5.474 |
|                      | 0.712        | 0.794        |  | 2.945        | 0.192        |  | 4.310 | 0.098  | 5.552 |
|                      | 0.852        | 0.664        |  | 3.084        | 0.183        |  | 4.388 | 0.095  | 5.630 |
|                      | 0.991        | 0.570        |  | <b>3.224</b> | <b>0.175</b> |  | 4.466 | 0.091  | 5.707 |
|                      | 1.131        | 0.500        |  | 3.302        | 0.167        |  | 4.543 | 0.088  | 5.785 |
|                      | 1.271        | 0.445        |  | 3.379        | 0.160        |  | 4.621 | 0.085  | 5.862 |
|                      | 1.410        | 0.401        |  | 3.457        | 0.153        |  | 4.698 | 0.083  | 5.940 |
|                      | 1.550        | 0.365        |  | 3.534        | 0.146        |  | 4.776 | 0.080  | 6.018 |
|                      | 1.689        | 0.335        |  | 3.612        | 0.140        |  | 4.854 | 0.077  | 6.095 |
|                      | 1.829        | 0.309        |  | 3.690        | 0.134        |  | 4.931 | 0.075  | 6.173 |
|                      | 1.968        | 0.287        |  | 3.767        | 0.128        |  | 5.009 | 0.073  | 6.250 |
|                      | 2.108        | 0.268        |  | 3.845        | 0.123        |  | 5.086 | 0.070  | 8.000 |
|                      | 2.247        | 0.252        |  | 3.922        | 0.119        |  | 5.164 | 0.068  | 0.028 |

|                                                                                   |             |                                                                                  |                    |        |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------|--------|
|  | PROGETTISTA |  | COMMESSA           | UNITÀ  |
|                                                                                   |             |                                                                                  | 023116             | 00     |
|                                                                                   | LOCALITÀ    | MESSINA                                                                          | SPC. 00-CI-E-10001 |        |
|                                                                                   | PROGETTO    | Adeguamento Impianto di Compressione gas di Messina                              | Fg. 86 di 98       | Rev. 0 |



**Figura 11.8** - Grafico dello spettro di risposta allo SLC normalizzato e confrontato con lo spettro medio di output e con lo spettro da approccio semplificato NTC2018 “Cat. B”

#### 11.1.4 Commento ai Risultati

I risultati finali sono stati presentati nei grafici sopra riportati a confronto con gli spettri da approccio normativo semplificato. Come si può vedere, l'analisi sito specifica fornisce valori grosso modo coincidenti con quelli di pertinenza della categoria di sottosuolo B a partire da periodi  $> 0.5$  sec; per periodi più bassi si registra un effetto amplificativo sulle accelerazioni spettrali da parte dei terreni locali, in relazione alle notevoli rigidezze dei terreni locali ed ai seppur minimi contrasti di impedenza che è stato necessario introdurre nei profili  $V_s$  al fine della modellazione.

|                                                                                   |             |                                                                                  |                    |        |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------|--------|
|  | PROGETTISTA |  | COMMESSA           | UNITÀ  |
|                                                                                   |             |                                                                                  | 023116             | 00     |
|                                                                                   | LOCALITÀ    | MESSINA                                                                          | SPC. 00-CI-E-10001 |        |
|                                                                                   | PROGETTO    | Adeguamento Impianto di Compressione gas di Messina                              | Fg. 87 di 98       | Rev. 0 |

## 12 VALUTAZIONE DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE SECONDO LE NTC2018

Per quanto attiene alla possibilità di perdita di resistenza del terreno, per fenomeni di liquefazione, questi ultimi possono instaurarsi in terreni saturi, non coesivi, soggetti a sollecitazioni di taglio cicliche o monotoniche, conseguenti all'annullamento degli sforzi efficaci interstiziali. Il termine **liquefazione** denota infatti la circostanza, causata dall'aumento di pressione interstiziale in un terreno saturo non coesivo, durante lo scuotimento sismico, caratterizzata da deformazioni permanenti significative.

Nel sito in esame, il livello dell'acqua, a fine perforazione, è risultato assente in tutti i sondaggi, nonostante la massima profondità investigata variasse da 30 a 50 m di profondità rispetto al p.c. esistente nella Centrale.

### 12.1 Metodologia di analisi e criteri di esclusione

Ai sensi del D.M. 17/01/2018 paragrafo 7.11.3.4.2 sono stati analizzati i criteri di esclusione della verifica a liquefazione.

#### 12.1.1 Criteri di esclusione ai sensi del DM 17/01/2018

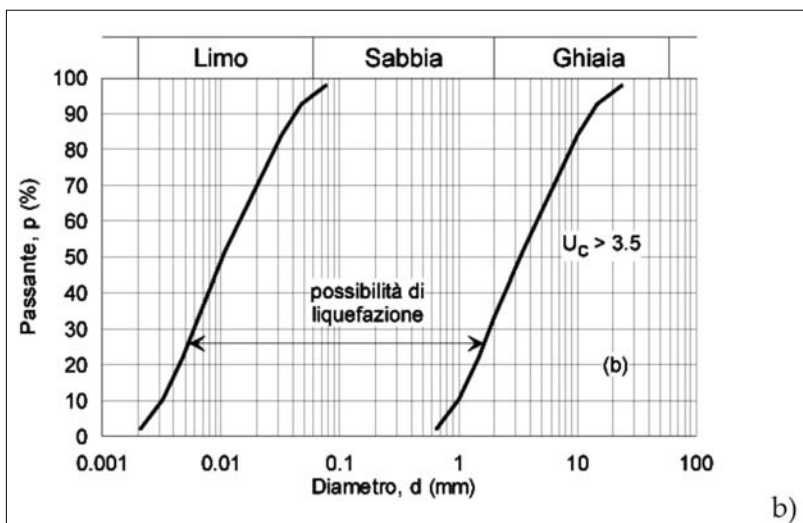
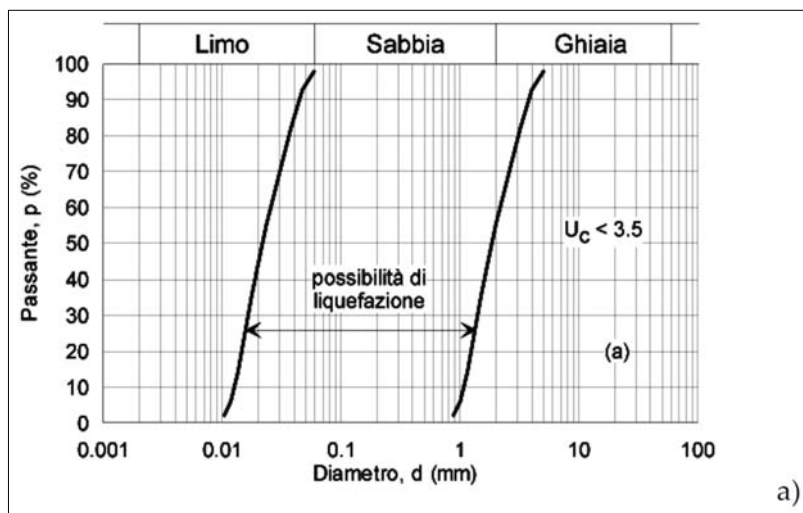
La vigente normativa NTC2018, al par. **7.11.3.4.2 Esclusione della verifica a liquefazione**, riporta quanto segue:

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

1. Accelerazioni massime attese al piano campagna di assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0.1 g;
2. Profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
3. Depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata  $N_{1(60)} > 30$  oppure  $q_{c1N} > 180$  dove  $N_{1(60)}$  è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e  $q_{c1N}$  è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
4. Distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Fig.7.11.1(a) NTC2018 [Figura 12.1](a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità  $U_c < 3.5$  e in Fig.7.11.1(b) NTC2018 [Figura 12.1(b)] nel caso di terreni con coefficiente di uniformità  $U_c > 3.5$ .

|  |  |
|--|--|
|  |  |
|--|--|

|                                                                                   |                                                                                                        |                                  |                           |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|---------------------------|
|  | <b>PROGETTISTA</b><br> | <b>COMMESSA</b><br><b>023116</b> | <b>UNITÀ</b><br><b>00</b> |
|                                                                                   | <b>LOCALITÀ</b><br><b>MESSINA</b>                                                                      | <b>SPC. 00-CI-E-10001</b>        |                           |
|                                                                                   | <b>PROGETTO</b> Adeguamento Impianto di Compressione gas di Messina                                    | Fg. 88 di 98                     | <b>Rev.</b><br><b>0</b>   |



**Figura 12.1** - Fusi Granulometrici di terreni suscettibili a liquefazione (da Fig.7.11.1 NTC2018)

Nel caso in esame la condizione dettata dal punto 2. è rispettata, in quanto non è mai stata riscontrata la presenza di una falda freatica a livello locale fino alle massime profondità investigate 20-30-50m.

|                                                                                   |                                                                                                        |                                  |                           |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|---------------------------|
|  | <b>PROGETTISTA</b><br> | <b>COMMESSA</b><br><b>023116</b> | <b>UNITÀ</b><br><b>00</b> |
|                                                                                   | <b>LOCALITÀ</b><br><b>MESSINA</b>                                                                      | <b>SPC. 00-CI-E-10001</b>        |                           |
|                                                                                   | <b>PROGETTO</b> <b>Adeguamento Impianto di<br/>Compressione gas di Messina</b>                         | Fg. 89 di 98                     | <b>Rev.</b><br><b>0</b>   |

### 13 ALLEGATI

- Allegato 1    [Rif. 2.]        L.&R. Laboratori e Ricerche S.r.l. - RdP881/CON21 - Indagini geognostiche ambientali e geofisiche per il Progetto di Adeguamento della Centrale SNAM di Messina – RAPPORTO DI PROVA – Rev. 0 del 21.06.2021.
- Allegato 2    [Rif. 1.]        ISMGEO (Istituto Sperimentale Modelli GEOTecnici) - Impianto SRG Messina PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO - Prog. L001; Doc. RAT 168/2021, Rev. 00 del 23/07/2021.
- Allegato 3    METODOLOGIA DI CALCOLO DELLA CAPACITÀ PORTANTE DI FONDAZIONI SUPERFICIALI. Meyerhof (1951, 1963)
- Allegato 4    Riassunto degli schemi delle fondazioni dei principali fabbricati previsti nell'ambito dell'Adeguamento Centrale Snam Rete Gas di Messina, sulla base dei seguenti Disegni Saipem.



|                                                                                   |                                                                                                     |                                      |                               |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------|
|  | <b>PROGETTISTA</b>  | <b>COMMESSA</b><br><br><b>023116</b> | <b>UNITÀ</b><br><br><b>00</b> |
|                                                                                   | <b>LOCALITÀ</b><br><br><b>MESSINA</b>                                                               | <b>SPC. 00-CI-E-10001</b>            |                               |
|                                                                                   | <b>PROGETTO</b> <b>Adeguamento Impianto di<br/>Compressione gas di Messina</b>                      | Fg. 90 di 98                         | <b>Rev.</b><br><b>0</b>       |

## ALLEGATO 1

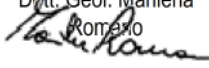
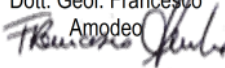
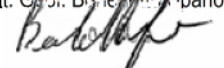
[Rif. 1.] L.&R. Laboratori e Ricerche S.r.l. - RdP881/CON21 - Indagini geognostiche ambientali e geofisiche per il Progetto di Adeguamento della Centrale SNAM di Messina – RAPPORTO DI PROVA – Rev. 0 del 21.06.2021.

## Indagini geognostiche ambientali e geofisiche

Per il progetto di adeguamento della centrale SNAM di Messina



## RAPPORTO DI PROVA

| REV. | DESCRIZIONE - DESCRIPTION | DATA       | REDATTO PREP'D                                                                                                     | CONTR. CHK'D                                                                                                         | APPR. APPR'D                                                                                                         | N° DOCUMENTO COMMESSA      |
|------|---------------------------|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| 0    | RAPPORTO DI PROVA         | 21/06/2021 | Dott. Geol. Marilena Romano<br> | Dott. Geol. Francesco Amodeo<br> | Dott. Geol. Benedetta Spanò<br> | RdP881/CON21<br>IP1235IP01 |

L&R Laboratori e Ricerche S.r.l.

Capitale Sociale, € 500.030 i.v.  
Codice fiscale, P. IVA e Iscrizione al Reg.  
delle imprese di Catania n. 04053900876  
Iscritta al R.E.A. 270647

www.LR-SRL.it  
lrcertificata@pec.it

Uffici e Sede legale

Via Pablo Picasso n. 2  
95037 San Giovanni La Punta (CT)  
info@lr-srl.it

Tel. +39 095 336490  
Fax +39 095 7336297

Laboratorio Aut. L. 1086/71

Zona Industriale, Capannone n.5  
94010 Calatanico (FN)  
laboratorio@lr-srl.it

Tel. +39 0935 75860  
Fax. +39 0935 75860

Member of CIBQ Federation



|            |                                                             |           |
|------------|-------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b>   | <b>PREMESSA</b>                                             | <b>3</b>  |
| <b>2</b>   | <b>ELABORATI</b>                                            | <b>3</b>  |
| <b>3</b>   | <b>SONDAGGI MECCANICI</b>                                   | <b>4</b>  |
| <b>3.1</b> | <b>Attrezzatura e utensili di perforazione</b>              | <b>5</b>  |
| 3.1.1      | <i>Rilievo stratigrafico del sondaggio</i>                  | 5         |
| 3.1.2      | <i>Prelievo di campioni</i>                                 | 6         |
| <b>4</b>   | <b>PROVE IN FORO</b>                                        | <b>7</b>  |
| <b>4.1</b> | <b>Prove penetrometriche dinamiche (SPT)</b>                | <b>7</b>  |
| <b>5</b>   | <b>INSTALLAZIONE STRUMENTAZIONE IN FORO</b>                 | <b>8</b>  |
| <b>5.1</b> | <b>Condizionamento del foro per prove sismiche</b>          | <b>8</b>  |
| <b>5.2</b> | <b>Piezometri idraulici a tubo aperto</b>                   | <b>8</b>  |
| <b>6</b>   | <b>INDAGINI GEOFISICHE</b>                                  | <b>9</b>  |
| <b>6.1</b> | <b>Sismica in foro del tipo down – hole</b>                 | <b>9</b>  |
| 6.1.1      | <i>Strumentazione ed acquisizione dati</i>                  | 9         |
| 6.1.2      | <i>Stima dei tempi di primo arrivo ed elaborazione dati</i> | 10        |
| 6.1.3      | <i>Moduli elastici</i>                                      | 11        |
| 6.1.4      | <i>Parametri geosismici</i>                                 | 12        |
| 6.1.5      | <i>Risultati down-hole</i>                                  | 13        |
| <b>6.2</b> | <b>Prospezione sismica HVSR</b>                             | <b>20</b> |
| 6.2.1      | <i>Generalità</i>                                           | 20        |
| 6.2.2      | <i>Strumentazione e tecniche di campionamento</i>           | 22        |

## 1 PREMESSA

Relativamente al “Progetto per l’adeguamento della centrale SNAM di Messina,” lo scrivente L.&R. Laboratori e Ricerche S.r.l., con sede in Via Pablo Picasso n. 2, San Giovanni La Punta (CT), ha effettuato le indagini geognostiche di seguito esposte:

- sondaggi meccanici geognostici e ambientali
- indagini geofisiche

## 2 ELABORATI

Tutti i dati raccolti ed analizzati sono stati utilizzati per la stesura della presente relazione, corredata dai seguenti elaborati:

- Annesso n° 1: Planimetria con ubicazione dei sondaggi meccanici
- Annesso n° 2: Monografie sondaggi meccanici
- Annesso n° 3: Indagini geofisiche HVSR

### 3 SONDAGGI MECCANICI

Sono state eseguite n° 10 perforazioni meccaniche a carotaggio continuo, a sviluppo verticale, caratterizzati dalle seguenti modalità esecutive:

- perforazione eseguita a secco o con l'ausilio di minime quantità di fluido di circolazione;
- carotaggio continuo integrale e rappresentativo del terreno attraversato eseguito con carotiere semplice;
- descrizione stratigrafica a carattere geotecnico dei terreni attraversati con indicazione delle profondità e degli spessori
- esecuzione di prove spt in foro
- prelievo di campioni ambientali, indisturbati e rimaneggiati;
- installazione di tubo in pvc per esecuzione di sismica in foro
- installazione di piezometri a tubo aperto

La tabella seguente riporta il riepilogo delle attività eseguite per singolo sondaggio:

| Sondaggio | Profondità (m) | n. campioni indisturbati | n. campioni ambientali | n. campioni rimaneggiati | n. prove SPT | Strumentazione installata |
|-----------|----------------|--------------------------|------------------------|--------------------------|--------------|---------------------------|
| S1        | 30.00          | 1                        | 4                      | 12                       | 11           | Tubo per sismica in foro  |
| S2        | 20.00          |                          | 4                      | 7                        | 8            | Piezometro a tubo aperto  |
| S3        | 20.00          |                          | 2                      | 8                        | 7            |                           |
| S6        | 15.00          |                          | 3                      | 8                        | 7            |                           |
| S7        | 20.00          |                          | 3                      | 8                        | 7            | Piezometro a tubo aperto  |
| S8        | 15.00          |                          | 3                      | 8                        | 7            |                           |
| S9        | 15.00          |                          | 4                      | 7                        | 6            |                           |
| S10       | 15.00          |                          | 3                      | 7                        | 7            |                           |
| S11       | 50.00          |                          | 4                      | 18                       | 14           |                           |
| S12       | 30.00          |                          | 3                      | 11                       | 10           | Piezometro a tubo aperto  |

Le modalità operative di esecuzione della perforazione sono state svolte adottando le specifiche tecniche riportate nelle *Raccomandazioni A.G.I. 1977*.

### 3.1 Attrezzatura e utensili di perforazione

Per la realizzazione dei sondaggi è stata adoperata una perforatrice idraulica con le seguenti caratteristiche:

| Foto 1 - Sonda oleodinamica BERETTA T45                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>BERETTA T45</b><br/> <i>Velocità di Rotazione:</i> 0 ~ 100 rpm;<br/> <i>Motore potenza:</i> 100 hp a 2600 rpm;<br/> <i>Coppia Massima:</i> 600 kgm;<br/> <i>Corsa Utile:</i> 3300 mm;<br/> <i>Spinta sull'utensile:</i> 2600 Kg;<br/> <i>Tiro:</i> 3800 kg;<br/> <i>Pompe Acqua Bellini NG 500 L:</i> 120 lt a 20 bar;<br/> <i>Scarotatrice:</i> 15 lt a 150 bar.</p> |  |

Nel corso della perforazione sono stati utilizzati:

- *carotieri semplici* con valvola in testa a sfera e calice;
- *corone di perforazione in widia; corona diamantata;*
- *aste di perforazione* con filettatura tronco-conica: diametro esterno  $\varnothing_{est} = 76-90$  mm; 23/8 Api Reg;
- *tubazioni di rivestimento provvisorio:* spessore del tubo  $s = 8 \div 10$  mm; diametro interno  $107 \div 162$  mm; lunghezza spezzoni  $l = 1.500$  mm;

#### 3.1.1 Rilievo stratigrafico del sondaggio

Il *rilevo stratigrafico del sondaggio* è stato ricavato dall'esame diretto dei campioni di terreno (carote) contenute nelle cassette catalogatrici, indicando tutti quei dati oggettivi rilevabili mediante osservazione diretta e semplici prove di cantiere. Nel corso delle perforazioni è stata costantemente rilevata la *percentuale di carotaggio* estratta. La percentuale di carotaggio è un indice che esprime il valore del recupero di materiale lungo la verticale del sondaggio, definito dal seguente rapporto:

$$\text{Percentuale di Carotaggio LC} = \frac{\text{Lunghezza reale della carota prelevata}}{\text{Lunghezza teorica della carota}} \times 100$$

I dati litostratigrafici riscontrati nel corso dei sondaggi meccanici sono stati descritti e schematizzati in apposite *colonne stratigrafiche*, dove sono inoltre indicati il diametro di perforazione e della tubazione di

5

#### L&R Laboratori e Ricerche S.r.l.

Capitale Sociale, € 500.000 i.v.  
 Codice Fiscale, P. IVA e Iscrizione al Reg.  
 delle imprese di Catania n. 04053900876  
 Iscritta al R.E.A. 270647

www.LR-SRL.it  
 lrcertificata@pec.it

#### Uffici e Sede legale

Via Pablo Picasso n. 2  
 95037 San Giovanni La Punta (CT)  
 info@lr-srl.it

Tel. +39 095 336490  
 Fax +39 095 7336297

#### Laboratorio Aut. L. 1086/71

Zona Industriale, Capannone n.5  
 94010 Calanina (EN)  
 laboratorio@lr-srl.it

Tel. +39 0935 75860  
 Fax. +39 0935 75860

Member of CIBQ Federation





rivestimento, la percentuale di carotaggio, le prove in foro eseguite, la quota di prelievo dei campioni e la strumentazione geotecnica installata.

### 3.1.2 Prelievo di campioni

Nel corso delle perforazioni è stato eseguito il prelievo di

- ***campioni ambientali***, in corrispondenza dei primi metri di terreno, scelti tra le parti integre e rappresentative di quanto carotato e riposti in cassetta catalogatrice; per ogni punto di campionamento, in funzione delle analisi da svolgere, i campioni di terreno destinati alle suddette analisi sono stati riposti in barattoli di vetro perfettamente puliti, chiusi ermeticamente e dotati di etichetta autoadesiva, ove è stata indicata la denominazione del punto di indagine, la quota di prelievo, e la numerazione con prefisso **CA**.
- ***campioni rimaneggiati*** in corrispondenza dei litotipi a consistenza terrosa, estraendo direttamente dal carotiere uno spezzone del materiale carotato nel corso della perforazione; immediatamente dopo il prelievo, essi sono stati posti in appositi sacchetti plastificati ove è stata indicata la denominazione del punto di indagine, la quota di prelievo, e la numerazione progressiva con prefisso **CR**
- ***campioni indisturbati*** utilizzando campionatore tipo Shelby, in corrispondenza di litotipi a consistenza terrosa; il campione indisturbato, paraffinato alle estremità e protetto con appositi tappi, è stato sigillato indicando la denominazione del punto di indagine, la quota di prelievo, e la numerazione progressiva con prefisso **SH**

Successivamente, i campioni sono stati consegnati ai laboratori incaricati per l'esecuzione delle prove previste.

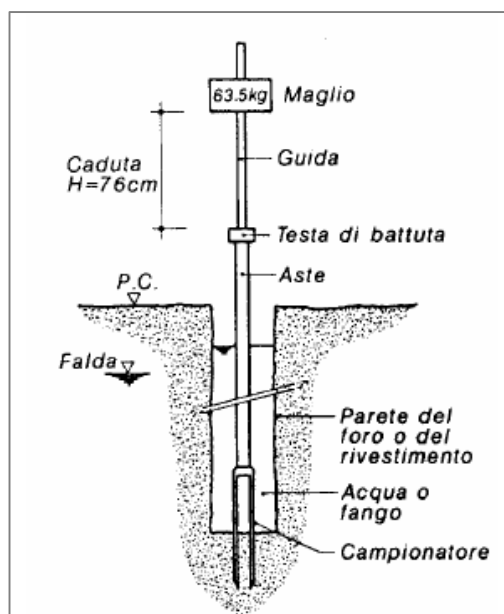
## 4 PROVE IN FORO

### 4.1 Prove penetrometriche dinamiche (SPT)

Le prove S.P.T. sono state eseguite adottando le specifiche tecniche standard suggerite dall'A.G.I. (Associazione Geotecnica Italiana) e hanno fornito i dati necessari per determinare le caratteristiche meccaniche dei terreni.

Si tratta di prove che vengono eseguite in avanzamento di perforazione sul fondo del foro di sondaggio adeguatamente pulito da eventuale materiale franato dalle pareti dello stesso. Tramite queste prove si ottengono dei valori quantitativi sulla resistenza del suolo alla penetrazione.

La resistenza alla penetrazione viene determinata in funzione del numero di colpi necessari ad infiggere nel terreno un particolare campionatore per una lunghezza pari a 30 cm.



La prova consiste nel far cadere una massa (maglio a sganciamento a caduta libera), di peso pari a 63.50 Kg, da un'altezza standard di 76,0 cm su una batteria di aste di collegamento a sezione circolare ( $L = 3.00$  m,  $\varnothing = 50$  mm).

Il numero di colpi  $N_{spt}$  è la somma dei valori relativi agli ultimi due tratti di prova (30 cm) e consente la definizione, con buon grado di precisione, dei principali parametri meccanici del terreno. I valori riferiti ai primi 15 cm, generalmente non vengono considerati in quanto rappresentativi di un terreno disturbato dalla perforazione. Per i terreni in cui si è registrato il rifiuto della prova non esistono in letteratura correlazioni con l'angolo di attrito e/o con la coesione. Indicativamente è

possibile individuare un valore di massima ponendo in tale caso  $N_{spt} = 50$ .

## 5 INSTALLAZIONE STRUMENTAZIONE IN FORO

### 5.1 Condizionamento del foro per prove sismiche

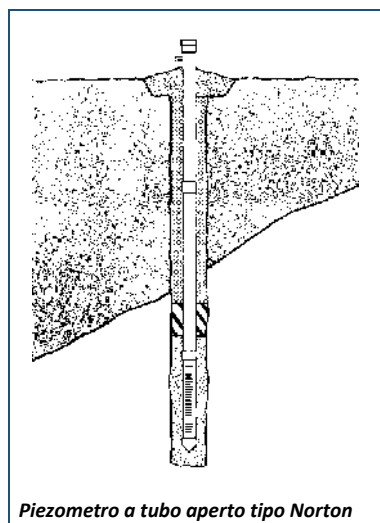
Al fine di consentire l'esecuzione di prove di *sismica in foro*, nel foro di sondaggio denominato S1, è stato eseguito un *rivestimento definitivo del foro* mediante *tubazione in PVC da 3"*.

La tubazione in PVC, opportunamente giuntata e chiusa al fondo, è stata resa solidale al terreno circostante mediante *cementazione con miscela di cemento e sabbia*. In superficie è stato realizzato un pozzetto di protezione.

### 5.2 Piezometri idraulici a tubo aperto

Per rilevare la distribuzione dei valori della pressione neutra nel sottosuolo, nei fori di sondaggio sono stati installati dei piezometri di tipo idraulico, attraverso i quali sarà possibile controllare nel tempo le variazioni del livello della falda. Con tale tipo di piezometro la misura della pressione neutra (solo se  $>0$ ) viene ricavata rilevando il livello dell'acqua all'interno dei tubi. Si evidenzia che i piezometri di tipo idraulico hanno un tempo di risposta che dipende dalle caratteristiche di permeabilità dei terreni attraversati. Ne deriva che i valori dei livelli idrici misurati prima che sia trascorso il tempo di risposta possono fornire misure non rappresentative delle reali condizioni idrauliche presenti al contorno.

Nel presente lavoro sono stati installati n. 3 *Piezometri a tubo aperto fenestrato (Norton)*.



Il piezometro idraulico a tubo aperto (tipo Norton) è costituito da un tubo in PVC, con diametro esterno di 3", posizionato direttamente nel foro di sondaggio. La parete del tubo destinata a costituire il tratto di misura è provvista di microfessure filtranti.

Ultimato il foro di sondaggio le operazioni d'installazione sono consistite nell'accurata pulizia del foro, nella deposizione di uno strato di sabbia pulita sul fondo, quindi è stato inserito il tubo piezometrico chiuso all'estremità inferiore; il tratto di misura è stato riempito con una miscela di sabbia e ghiaia ed è stato isolato superiormente con un tappo impermeabile realizzato con una miscela di cemento e bentonite.

La rimanente parte del foro è stata cementata e sulla sommità è stato realizzato un pozzetto di protezione.

## 6 INDAGINI GEOFISICHE

Nell'ambito del progetto sono state eseguite delle prove geofisiche:

- *sismica in foro - prova down Hole*
- *sismica di superficie -prova HVSR*

Di seguito sono tabulate le quantità eseguite:

| ID Sismica | n. |
|------------|----|
| HVSR       | 26 |
| DH_S1      | 1  |

Le metodologie geofisiche utilizzate sono descritte nei successivi paragrafi; i risultati della sismica in foro del tipo *down hole* sono riportati di seguito nel corrente testo, mentre i risultati della sismica di superficie del tipo *HVSR* sono riportati nell'annesso 3, al presente report.

### 6.1 Sismica in foro del tipo down – hole

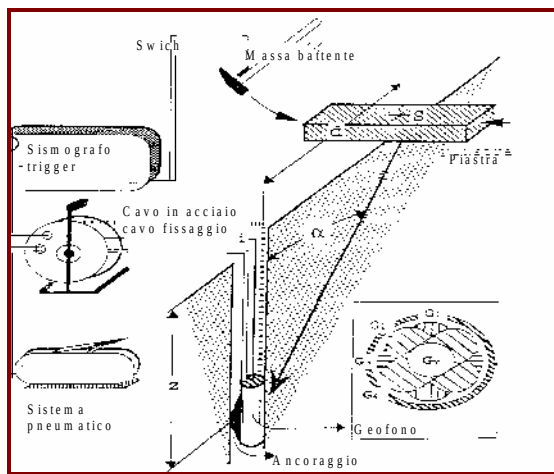
Mediante la tecnica di indagine di sismica in foro tipo down hole è possibile determinare la velocità di propagazione (media e d'intervallo) delle onde sismiche di compressione (P) e trasversali o di taglio (S). La metodologia down-hole, come le altre tecniche di sismica in foro, ha il vantaggio di non avere come condizione che la velocità aumenti con la profondità (es. sismica di rifrazione superficiale), giacché i tempi di arrivo delle onde elastiche vengono valutati via via che queste ultime penetrano negli strati più profondi del terreno. Con tale tecnica è altresì sempre possibile valutare eventuali inversioni di velocità nell'ambito del pacco di litotipi incontrati nella perforazione.

#### 6.1.1 Strumentazione ed acquisizione dati

La strumentazione utilizzata consiste in due geofoni 3D e di un sismografo con memoria incrementale. L'ancoraggio del sensore alle pareti del foro avviene tramite pistoncini pneumatici a mandata doppia.

Le caratteristiche tecniche del sistema sopra descritto sono:

- capacità di campionamento dei segnali tra 0.002 e 0.00003 sec;
- sistema di comunicazione e di trasmissione del "tempo zero" (time break);
- filtri High Pass e Band Reject;
- "Automatic Gain Control" ;
- convertitore A/D a 24 bit;
- n° 2 sensori a tre componenti con periodo proprio pari a 10 Hz.



**Sistema d'acquisizione Down - Hole**

L'energizzazione del terreno è effettuata mediante l'impatto verticale di una massa battente su una piastra d'acciaio posizionata sul terreno ad una distanza di 2 m. dall'asse foro, per la generazione delle onde longitudinali P.

Al fine di facilitare la generazione delle onde trasversali, per la valutazione della velocità di propagazione delle onde di taglio SH, il terreno è stato sollecitato tangenzialmente tramite impatto orizzontale di una massa oscillante battente su un parallelepipedo di legno ancorato al suolo.

### 6.1.2 Stima dei tempi di primo arrivo ed elaborazione dati

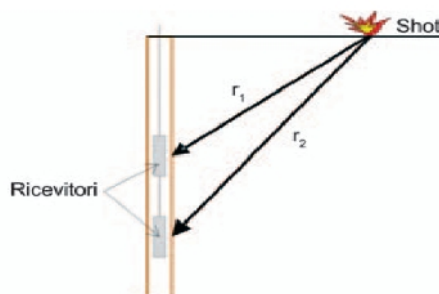
I segnali sismici registrati in formato digitale sono stati analizzati nel dominio del tempo con apposito software su piattaforma Linux (CWP/SU) per la stima del primo arrivo delle onde sismiche generate (P ed S).

I tempi di primo arrivo delle onde S sono stati determinati tramite la procedura di Boatwright (1987)<sup>1</sup>, che prevede la tecnica dell'inversione di fase previa rotazione delle componenti orizzontali del geofono.

L'elaborazione dei dati consiste nella consistere nel diagrammare i tempi di tragitto  $t$  misurati lungo il percorso sorgente-ricevitore in funzione della profondità  $z$ , secondo il metodo pseudo-intervallo modificato.

Il metodo pseudo-intervallo modificato consiste nel misurare i tempi di tragitto dell'onda sismica (velocità intervallo) fra due ricevitori consecutivi posti a differente profondità (figura 3). Rispetto al metodo diretto, consente una maggiore definizione del profilo di velocità (velocità intervallo reale). La velocità delle onde sismiche P ed S tra due ricevitori consecutivi è uguale a:

<sup>1</sup> Boatwright John, Porcella R., Fumal T., Liu Hsi-Ping, (1986), *Direct estimates of shear wave amplification from a borehole near Coalinga, California*, Earthquake Notes, v. 57, p.8.



$$V = \frac{r_2 - r_1}{t_{2CORR} - t_{1CORR}} \quad (2)$$

Percorso sismico metodo intervallo curvilineo dove

$r_1$ =distanza tra la sorgente e il primo ricevitore

$r_2$ =distanza tra la sorgente e il secondo ricevitore

$t_1$ =tempo di tragitto corretto tra la sorgente e il primo ricevitore

$t_2$ =tempo di tragitto corretto tra la sorgente e il secondo ricevitore.

Infine, i tempi misurati consentono, in funzione della distanza tra il punto d'energizzazione e la ricezione dei segnali, di definire, per i singoli intervalli, le velocità delle onde P ( $V_p$ ) e delle onde S ( $V_s$ ), il coefficiente di Poisson ( $\sigma$ ) ed i moduli elasto-dinamici e geosismici.

### 6.1.3 Moduli elastici

Il calcolo dei moduli elastici si basa sulla teoria dell'elasticità, la quale prevede che, per sforzi impulsivi e di piccola energia, i corpi subiscono deformazioni linearmente proporzionali alle forze che le originano.

In presenza di tali condizioni anche ai terreni ed alle rocce si possono attribuire le proprietà dei corpi elastici, vale a dire: omogeneità, isotropia e continuità. Pertanto, per sollecitazioni impulsive e di bassa energia, terreni e rocce rispondono nel campo della legge di Hooke:  $\sigma = \varepsilon K$

dove:

$\sigma$  = sforzo applicato

$\varepsilon$  = deformazione prodotta

$K$  = coefficiente di proporzionalità (è un generico coefficiente di proporzionalità che assume significato fisico diverso in relazione al tipo di forze applicate e deformazioni conseguenti).

Le deformazioni e le tensioni generate da un transiente sismico rispondono al requisito di sollecitazioni impulsive di bassa energia. Quindi i terreni e le rocce attraversate da radiazioni sismiche subiscono deformazioni di tipo elastico.

Tali deformazioni trovano un'intrinseca corrispondenza con le fasi P e S dell'input sismico. Infatti, le velocità di propagazione delle onde sismiche variano al variare delle caratteristiche geomeccaniche e fisiche dei litotipi coinvolti e, pertanto, consentono di ottenere informazioni sulle proprietà elastiche dei mezzi



attraversati.

Tali parametri, riportati nella tabella seguente, esprimono le caratteristiche elastiche di un corpo quando è sottoposto ad uno sforzo e sono:

- *modulo d'elasticità o di Young (E)* che fornisce una misura del rapporto sforzo-deformazione nel caso di una semplice torsione o compressione. Il modulo di Young dipende e dalla porosità dalla pressione litostatica. I valori minimi del modulo si registrano in litotipi ad alta porosità saturi in gas, mentre i valori massimi si hanno per litotipi a bassa porosità, sotto pressione e saturi d'acqua.
- *densità geofisica ( $\gamma^{din}$ )* è un parametro che indica lo stato di addensamento dei terreni ed è paragonabile al peso di volume geotecnica.
- *rapporto di Poisson ( $\sigma$ )* che dà la misura della deformazione geometrica subita da un corpo elastico e varia da 0.2 a 0.3 per le rocce compatte; da 0.3 a 0.35 per le sabbie e da 0.4 a 0.5 per le argille.
- *modulo di rigidità (G)* che esprime la misura del rapporto sforzo-deformazione nel caso di uno sforzo di taglio, stabilendo pertanto la resistenza del corpo alle variazioni di forma. Tale parametro è fortemente dipendente dalla porosità e dalla pressione litostatica. Assume valori più bassi in litotipi ad alta porosità, sottoposti a bassa pressione e saturi d'acqua.
- *modulo di volume o di compressibilità (K)* misura il rapporto sforzo-deformazione nel caso di una pressione idrostatica ed indica la resistenza del corpo alle variazioni di volume. Tale parametro varia con la porosità, con la pressione e con la quantità d'acqua presente nella roccia. Aumenta con il grado di saturazione, con il decrescere della porosità e con l'aumentare della pressione litostatica.
- *modulo di contrasto (M)* che esprime la misura del rapporto sforzo-deformazione nel caso di uno sforzo di compressione, stabilendo pertanto la resistenza del corpo alle variazioni in direzione perpendicolare al fronte di propagazione. Tale parametro è fortemente dipendente dalla porosità e dalla pressione litostatica. Assume valori più bassi in litotipi ad alta porosità, sottoposti a bassa pressione e privi d'acqua.

#### 6.1.4 Parametri geosismici

I parametri geosismici esprimono il comportamento sismico di un pacchetto lito - stratigrafico, in termini di potere di trasmissione dell'energia sismica da una formazione all'altra. Tale caratteristica è legata all'impedenza sismica ed a due coefficienti ad essa dipendenti: coefficiente di rifrazione ( $t$ ) e coefficiente di riflessione ( $\xi$ ).

- L'impedenza sismica (IS) è data dal prodotto della velocità di propagazione delle onde trasversali per la densità del mezzo in cui l'onda si propaga.
- L'IS è un parametro che permette di valutare l'amplificazione sismica al sito.
- I coefficienti di rifrazione ( $t$ ) e di riflessione ( $\xi$ ), sono altri due valori legati alla rigidità dei terreni. Tali

12

#### L&R Laboratori e Ricerche S.r.l.

Capitale Sociale, € 500.000 i.v.  
Codice Fiscale, P. IVA e Iscrizione al Reg.  
delle imprese di Catania n. 04053900876  
Iscritta al R.E.A. 270647

www.LR-SRL.it  
lrcertificata@pec.it

#### Uffici e Sede legale

Via Pablo Picasso n. 2  
95037 San Giovanni La Punta (CT)  
info@lr-srl.it

Tel. +39 095 336490  
Fax +39 095 7336297

#### Laboratorio Aut. L. 1086/71

Zona Industriale, Capannone n.5  
94010 Calenzano (FN)  
laboratorio@lr-srl.it

Tel. +39 0935 75860  
Fax. +39 0935 75860

Member of CIBQ Federation



coefficienti rappresentano il rapporto tra l'ampiezza dell'onda riflessa o rifratta con l'ampiezza dell'onda incidente.  $\xi$  può assumere valori compresi tra  $-1$  e  $+1$ : quando  $\xi$  tende a  $+1$ , l'onda riflessa ha la stessa fase ed ampiezza dell'onda incidente, mentre quando  $\xi$  tende a  $-1$ , l'onda riflessa avrà la stessa ampiezza dell'onda incidente, ma sarà in opposizione di fase.  $t$  è sempre positivo e, laddove i terreni hanno forte contrasto di impedenza sismica ( $\rho_2 \gg \rho_1$ ), il coefficiente  $t$  tende a  $2$ , cui corrisponde un aumento della frazione di energia trasmessa.

### 6.1.5 Risultati down-hole

L'elaborazione dei dati sismici consiste nel differenziare il sottosuolo sismostrati e di calcolarne le grandezze fisiche medie (Tabella "Valori Medi") e nel calcolare i valori intervallo (Vd Tabella valori intervallo) e nella loro rappresentazione grafica. Inoltre, è stato calcolato il valore VSEQ (1) per la definizione della categoria di sottosuolo, secondo quanto previsto dalla vigente normativa sismica.

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

dove

$h_i \Rightarrow$  spessore dell' $i$ -esimo strato;

$V_{S,i} \Rightarrow$  velocità delle onde di taglio nell' $i$ -esimo strato;

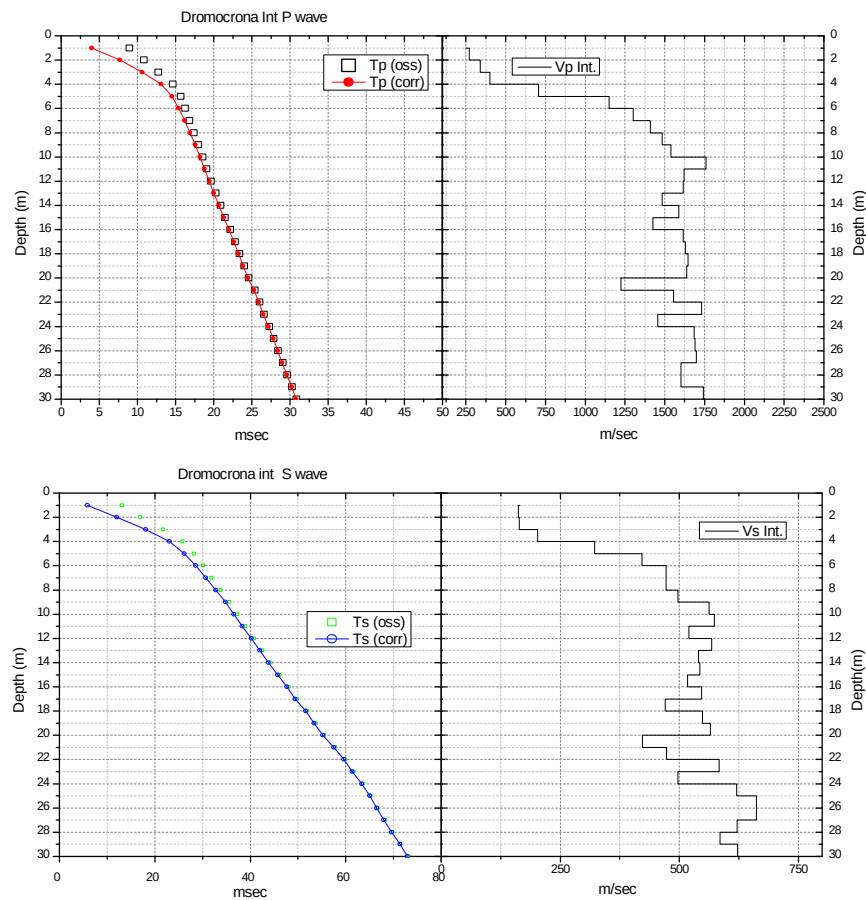
$N \Rightarrow$  numero di strati;

$H \Rightarrow$  profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da VS non inferiore a 800 m/s

Le funzioni intervallo sono caratterizzate da un andamento crescente con la profondità. Si rilevano inversioni di velocità legate allo stato di addensamento dei sedimenti sabbioso ghiaiosi che costituiscono il substrato investigato. Nella tabella seguente sono riportati, per intervalli omogeni di velocità, i valori medi che caratterizzano la verticale di misura eseguita.

**TABELLA VALORI MEDI DH\_S1**

| Profondità (m)      | G<br>(Kg/cmq) | K<br>(Kg/cmq) | E<br>(kg/cmq) | M<br>(kg/cmq) | Imp. Sismica<br>(t*m <sup>-2</sup> *sec <sup>-1</sup> ) |
|---------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------------------------------------------------|
| da 0 a - 5          | 393.42        | 204.13        | 1.57          | 0.27          | 1.88                                                    |
| da -6 a -24         | 1519.40       | 515.58        | 2.05          | 0.43          | 2.95                                                    |
| da -25 a fondo foro | 1669.41       | 628.89        | 2.09          | 0.42          | 2.66                                                    |
| Profondità (m)      | G<br>(Kg/cmq) | K<br>(Kg/cmq) | E<br>(kg/cmq) | M<br>(kg/cmq) | Imp. Sismica<br>(t*m <sup>-2</sup> *sec <sup>-1</sup> ) |
| da 0 a - 5          | 757.84        | 2084.30       | 1989.28       | 3094.76       | 326.80                                                  |
| da -6 a -24         | 5622.49       | 41483.64      | 16125.86      | 48980.29      | 1058.51                                                 |
| da -25 a fondo foro | 8440.17       | 48177.16      | 23913.19      | 59430.73      | 1313.59                                                 |



| Profondità (m)         | V <sub>Pi</sub> (m/sec) | V <sub>Si</sub> (m/sec) |
|------------------------|-------------------------|-------------------------|
| da 0 a - 5             | 393.42                  | 204.13                  |
| da -6 a -24            | 1519.40                 | 515.58                  |
| da -25 a fondo<br>foro | 1669.41                 | 628.89                  |

**Grafico 1.** Dromocrone, Velocità media ed intervallo

14

**L&R Laboratori e Ricerche S.r.l.**

Capitale Sociale, € 500.000 i.v.  
Codice Fiscale, P. IVA e Iscrizione al Reg.  
delle imprese di Catania n. 04053900876  
Iscritta al R.E.A. 270647

[www.LR-SRL.it](http://www.LR-SRL.it)  
[Ircertificata@pec.it](mailto:Ircertificata@pec.it)

**Uffici e Sede legale**

Via Pablo Picasso n.2  
95037 San Giovanni La Punta (CT)  
[info@lr-srl.it](mailto:info@lr-srl.it)

Tel. +39 095 336490  
Fax +39 095 7336297

**Laboratorio Aut. L. 1086/71**

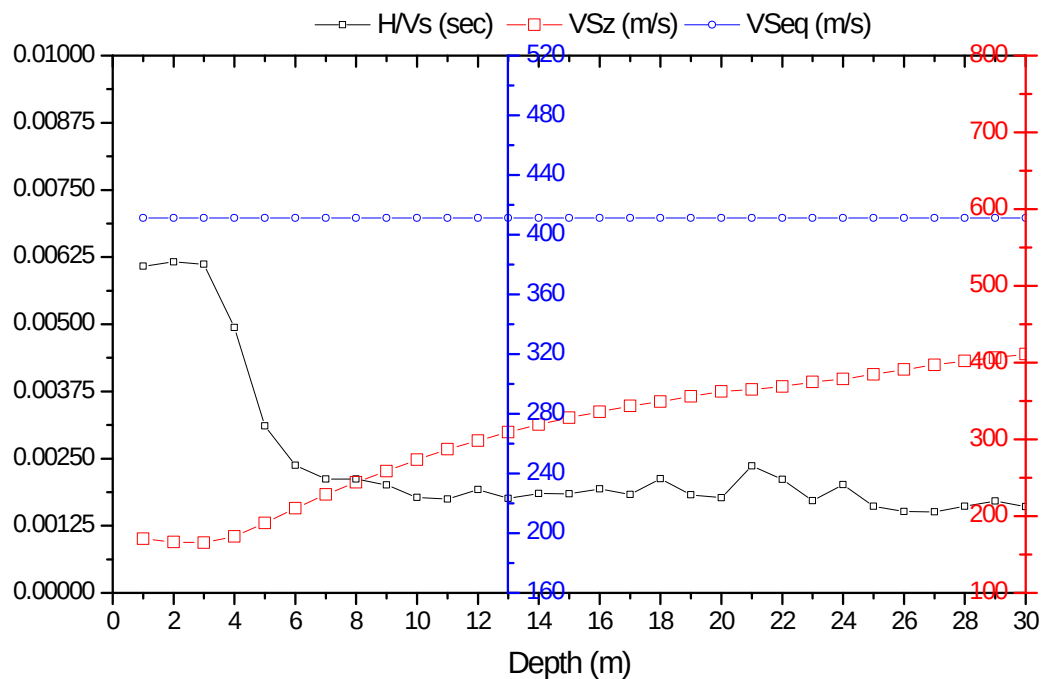
Zona Industriale, Capannone n.5  
94010 Calenzano (FN)  
[laboratorio@lr-srl.it](mailto:laboratorio@lr-srl.it)

Tel. +39 0935 75860  
Fax. +39 0935 75860



➤ Il valore del  $V_{SEQ(30m)}$  risulta uguale a 411.31 m/s

| Z (m) | Spessore<br>(h (m)) | $V_s$<br>(m/s) | $h/V_s$<br>(sec) | $V_s Z$<br>(m/s) | $V_{SEQ}$<br>(m/s) |
|-------|---------------------|----------------|------------------|------------------|--------------------|
| 1.00  | 1.0                 | 164.42         | 0.0061           | 164.42           | 411.31             |
| 2.00  | 1.0                 | 168.39         | 0.0059           | 166.38           |                    |
| 3.00  | 1.0                 | 163.46         | 0.0061           | 165.39           |                    |
| 4.00  | 1.0                 | 202.53         | 0.0049           | 173.34           |                    |
| 5.00  | 1.0                 | 321.87         | 0.0031           | 190.96           |                    |
| 6.00  | 1.0                 | 421.53         | 0.0024           | 210.12           |                    |
| 7.00  | 1.0                 | 472.31         | 0.0021           | 228.22           |                    |
| 8.00  | 1.0                 | 472.10         | 0.0021           | 243.97           |                    |
| 9.00  | 1.0                 | 497.45         | 0.0020           | 258.61           |                    |
| 10.00 | 1.0                 | 562.67         | 0.0018           | 273.39           |                    |
| 11.00 | 1.0                 | 573.58         | 0.0017           | 287.04           |                    |
| 12.00 | 1.0                 | 519.98         | 0.0019           | 298.17           |                    |
| 13.00 | 1.0                 | 567.88         | 0.0018           | 309.48           |                    |
| 14.00 | 1.0                 | 540.84         | 0.0018           | 319.24           |                    |
| 15.00 | 1.0                 | 543.23         | 0.0018           | 328.26           |                    |
| 16.00 | 1.0                 | 517.13         | 0.0019           | 335.93           |                    |
| 17.00 | 1.0                 | 546.58         | 0.0018           | 343.72           |                    |
| 18.00 | 1.0                 | 470.88         | 0.0021           | 348.96           |                    |
| 19.00 | 1.0                 | 548.73         | 0.0018           | 355.77           |                    |
| 20.00 | 1.0                 | 565.01         | 0.0018           | 362.48           |                    |
| 21.00 | 1.0                 | 422.86         | 0.0024           | 364.97           |                    |
| 22.00 | 1.0                 | 472.96         | 0.0021           | 368.79           |                    |
| 23.00 | 1.0                 | 583.29         | 0.0017           | 374.79           |                    |
| 24.00 | 1.0                 | 497.05         | 0.0020           | 378.67           |                    |
| 25.00 | 1.0                 | 620.33         | 0.0016           | 384.66           |                    |
| 26.00 | 1.0                 | 661.74         | 0.0015           | 390.96           |                    |
| 27.00 | 1.0                 | 662.20         | 0.0015           | 396.98           |                    |
| 28.00 | 1.0                 | 621.52         | 0.0016           | 402.17           |                    |
| 29.00 | 1.0                 | 585.50         | 0.0017           | 406.56           |                    |
| 30.00 | 1.0                 | 622.07         | 0.0016           | 411.31           |                    |

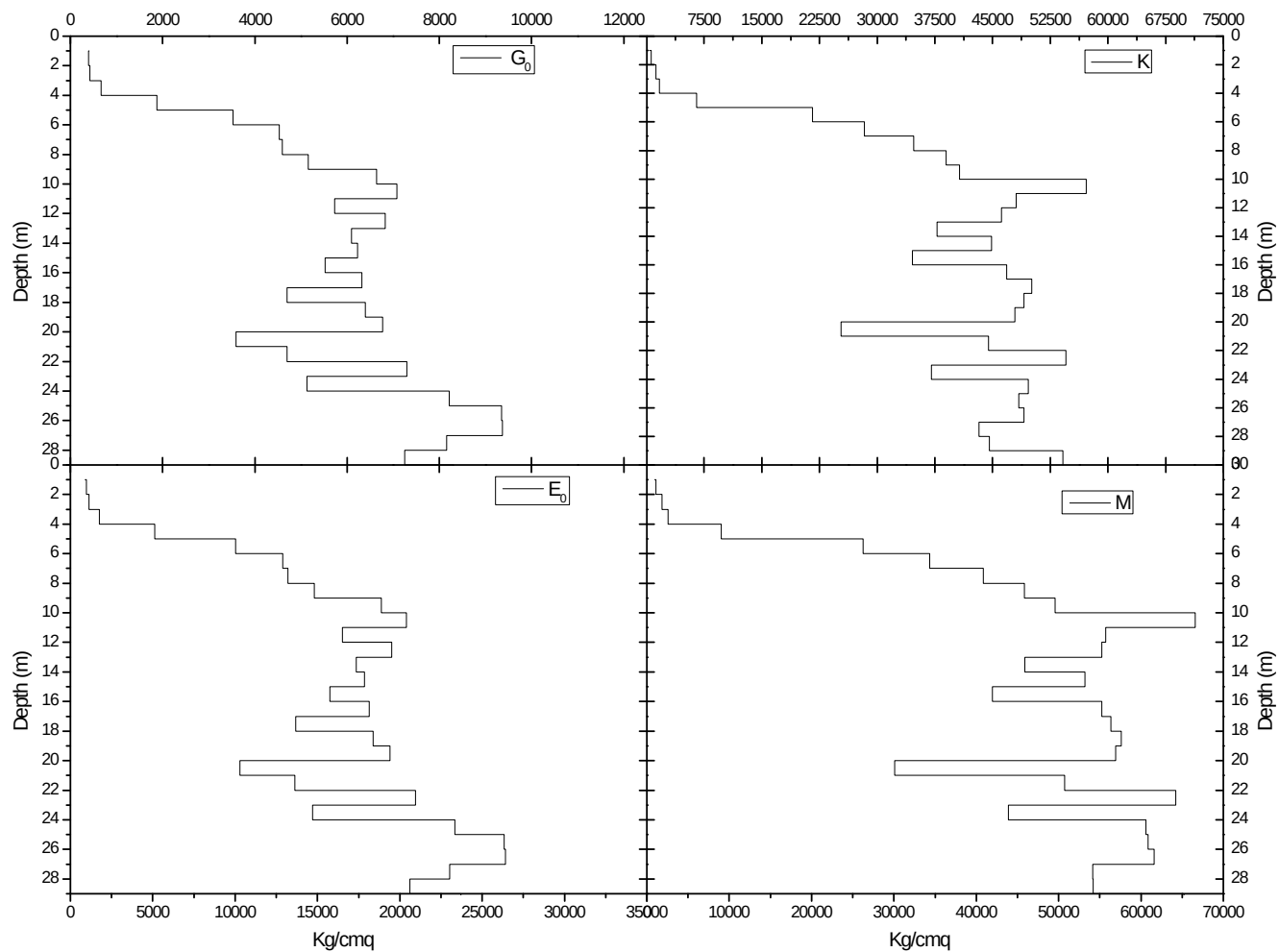


**Grafico 2.** Velocità media equivalente

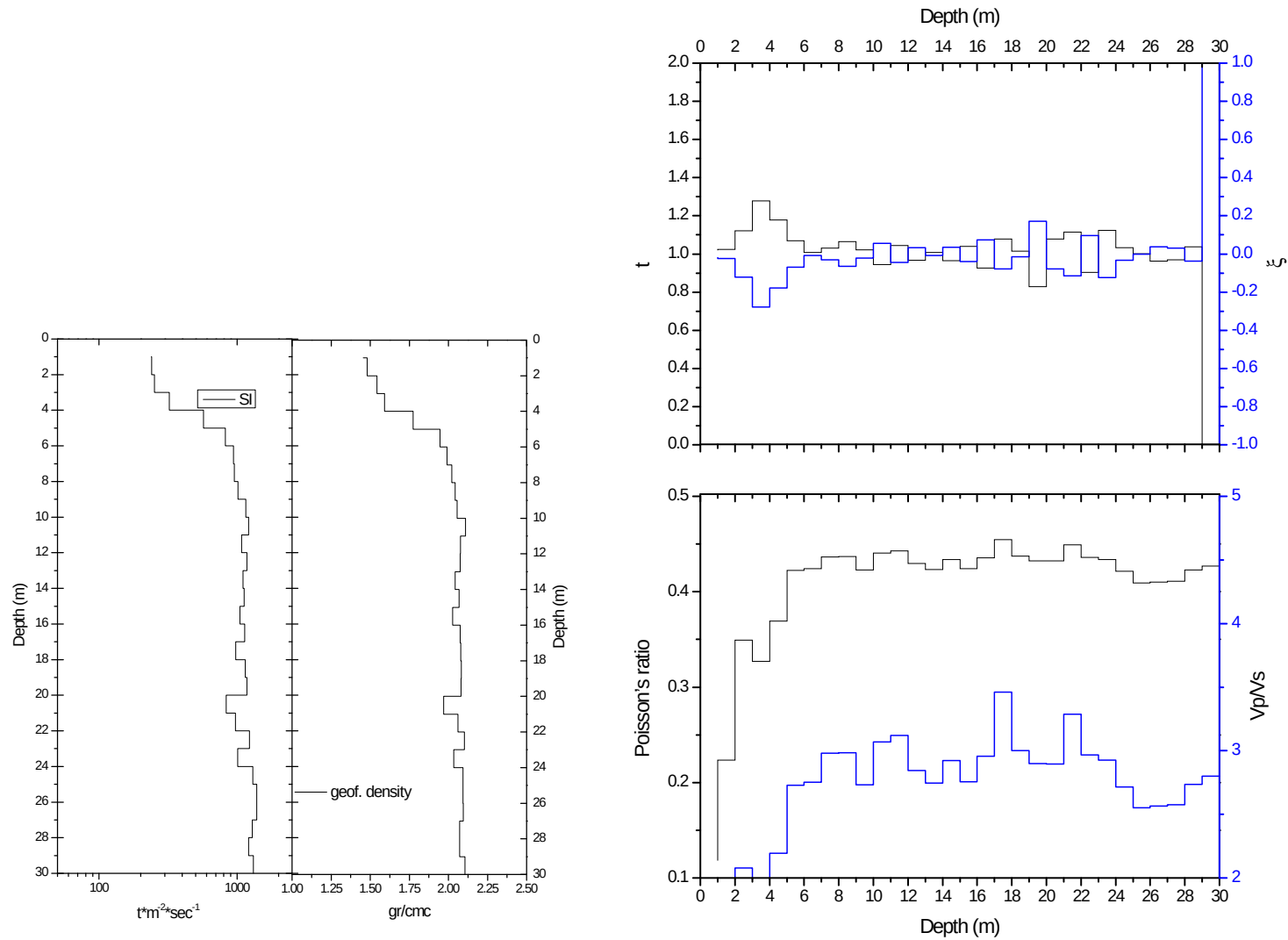
**TABELLA VALORI INTERVALLO**

| OFFSET<br>(m) | Prof.<br>(m) | VPI<br>(m/s) | VSI<br>(m/s) | $\gamma_{din}$<br>(gr/cm <sup>3</sup> ) | G<br>Kg/cmq | k<br>(Kg/cmq) | E<br>(Kg/cmq) | M<br>(Kg/cmq) | $\sigma$ | Vp/Vs | Imp. Sismica<br>(t*m <sup>-2</sup> *sec <sup>-1</sup> ) | Coeff.<br>t | Coeff.<br>$\xi$ |
|---------------|--------------|--------------|--------------|-----------------------------------------|-------------|---------------|---------------|---------------|----------|-------|---------------------------------------------------------|-------------|-----------------|
| 2             | 1.00         | 249.84       | 164.42       | 1.46                                    | 4.0E+02     | 3.9E+02       | 9.0E+02       | 9.3E+02       | 0.1180   | 1.52  | 239.37                                                  | 1.0199      | -0.0199         |
|               | 2.00         | 271.73       | 168.39       | 1.48                                    | 4.3E+02     | 5.4E+02       | 1.0E+03       | 1.1E+03       | 0.1883   | 1.61  | 249.09                                                  | 1.0063      | -0.0063         |
|               | 3.00         | 339.55       | 163.46       | 1.54                                    | 4.2E+02     | 1.3E+03       | 1.1E+03       | 1.8E+03       | 0.3492   | 2.08  | 252.26                                                  | 1.1220      | -0.1220         |
|               | 4.00         | 399.47       | 202.53       | 1.59                                    | 6.7E+02     | 1.7E+03       | 1.8E+03       | 2.6E+03       | 0.3270   | 1.97  | 322.36                                                  | 1.2783      | -0.2783         |
|               | 5.00         | 706.52       | 321.87       | 1.77                                    | 1.9E+03     | 6.5E+03       | 5.1E+03       | 9.0E+03       | 0.3690   | 2.20  | 570.94                                                  | 1.1792      | -0.1792         |
|               | 6.00         | 1150.33      | 421.53       | 1.95                                    | 3.5E+03     | 2.2E+04       | 1.0E+04       | 2.6E+04       | 0.4224   | 2.73  | 820.26                                                  | 1.0684      | -0.0684         |
|               | 7.00         | 1300.61      | 472.31       | 1.99                                    | 4.5E+03     | 2.8E+04       | 1.3E+04       | 3.4E+04       | 0.4240   | 2.75  | 940.78                                                  | 1.0073      | -0.0073         |
|               | 8.00         | 1407.84      | 472.10       | 2.02                                    | 4.6E+03     | 3.5E+04       | 1.3E+04       | 4.1E+04       | 0.4367   | 2.98  | 954.61                                                  | 1.0311      | -0.0311         |
|               | 9.00         | 1483.62      | 497.45       | 2.04                                    | 5.2E+03     | 3.9E+04       | 1.5E+04       | 4.6E+04       | 0.4367   | 2.98  | 1015.95                                                 | 1.0649      | -0.0649         |
|               | 10.00        | 1537.53      | 562.67       | 2.06                                    | 6.6E+03     | 4.1E+04       | 1.9E+04       | 5.0E+04       | 0.4227   | 2.73  | 1156.97                                                 | 1.0224      | -0.0224         |
|               | 11.00        | 1759.51      | 573.58       | 2.11                                    | 7.1E+03     | 5.7E+04       | 2.0E+04       | 6.7E+04       | 0.4405   | 3.07  | 1210.02                                                 | 0.9433      | 0.0567          |
|               | 12.00        | 1621.85      | 519.98       | 2.08                                    | 5.7E+03     | 4.8E+04       | 1.7E+04       | 5.6E+04       | 0.4427   | 3.12  | 1080.09                                                 | 1.0437      | -0.0437         |
|               | 13.00        | 1615.57      | 567.88       | 2.08                                    | 6.8E+03     | 4.6E+04       | 2.0E+04       | 5.5E+04       | 0.4295   | 2.84  | 1178.72                                                 | 0.9676      | 0.0324          |
|               | 14.00        | 1484.57      | 540.84       | 2.04                                    | 6.1E+03     | 3.8E+04       | 1.7E+04       | 4.6E+04       | 0.4235   | 2.74  | 1104.70                                                 | 1.0086      | -0.0086         |
|               | 15.00        | 1587.69      | 543.23       | 2.07                                    | 6.2E+03     | 4.5E+04       | 1.8E+04       | 5.3E+04       | 0.4337   | 2.92  | 1123.82                                                 | 0.9651      | 0.0349          |
|               | 16.00        | 1424.83      | 517.13       | 2.03                                    | 5.5E+03     | 3.5E+04       | 1.6E+04       | 4.2E+04       | 0.4241   | 2.76  | 1048.07                                                 | 1.0396      | -0.0396         |
|               | 17.00        | 1615.73      | 546.58       | 2.08                                    | 6.3E+03     | 4.7E+04       | 1.8E+04       | 5.5E+04       | 0.4354   | 2.96  | 1134.52                                                 | 0.9265      | 0.0735          |
|               | 18.00        | 1630.39      | 470.88       | 2.08                                    | 4.7E+03     | 5.0E+04       | 1.4E+04       | 5.6E+04       | 0.4545   | 3.46  | 979.08                                                  | 1.0773      | -0.0773         |
|               | 19.00        | 1646.64      | 548.73       | 2.08                                    | 6.4E+03     | 4.9E+04       | 1.8E+04       | 5.8E+04       | 0.4375   | 3.00  | 1143.10                                                 | 1.0141      | -0.0141         |
|               | 20.00        | 1637.69      | 565.01       | 2.08                                    | 6.8E+03     | 4.8E+04       | 1.9E+04       | 5.7E+04       | 0.4324   | 2.90  | 1175.80                                                 | 0.8292      | 0.1708          |
|               | 21.00        | 1224.47      | 422.86       | 1.97                                    | 3.6E+03     | 2.5E+04       | 1.0E+04       | 3.0E+04       | 0.4323   | 2.90  | 832.69                                                  | 1.0785      | -0.0785         |
|               | 22.00        | 1554.14      | 472.96       | 2.06                                    | 4.7E+03     | 4.4E+04       | 1.4E+04       | 5.1E+04       | 0.4490   | 3.29  | 974.48                                                  | 1.1146      | -0.1146         |
|               | 23.00        | 1730.85      | 583.29       | 2.10                                    | 7.3E+03     | 5.5E+04       | 2.1E+04       | 6.4E+04       | 0.4359   | 2.97  | 1226.66                                                 | 0.9038      | 0.0962          |
|               | 24.00        | 1454.72      | 497.05       | 2.03                                    | 5.1E+03     | 3.7E+04       | 1.5E+04       | 4.4E+04       | 0.4339   | 2.93  | 1011.33                                                 | 1.1241      | -0.1241         |
|               | 25.00        | 1685.05      | 620.33       | 2.09                                    | 8.2E+03     | 5.0E+04       | 2.3E+04       | 6.1E+04       | 0.4216   | 2.72  | 1297.92                                                 | 1.0325      | -0.0325         |
|               | 26.00        | 1688.58      | 661.74       | 2.09                                    | 9.3E+03     | 4.8E+04       | 2.6E+04       | 6.1E+04       | 0.4093   | 2.55  | 1385.11                                                 | 1.0009      | -0.0009         |
|               | 27.00        | 1697.70      | 662.20       | 2.10                                    | 9.4E+03     | 4.9E+04       | 2.6E+04       | 6.2E+04       | 0.4103   | 2.56  | 1387.49                                                 | 0.9627      | 0.0373          |
|               | 28.00        | 1600.41      | 621.52       | 2.07                                    | 8.2E+03     | 4.3E+04       | 2.3E+04       | 5.4E+04       | 0.4112   | 2.57  | 1287.74                                                 | 0.9702      | 0.0298          |
|               | 29.00        | 1601.80      | 585.50       | 2.07                                    | 7.2E+03     | 4.5E+04       | 2.1E+04       | 5.4E+04       | 0.4229   | 2.74  | 1213.31                                                 | 1.0383      | -0.0383         |
|               | 30.00        | 1742.90      | 622.07       | 2.11                                    | 8.3E+03     | 5.4E+04       | 2.4E+04       | 6.5E+04       | 0.4270   | 2.80  | 1309.95                                                 | 0.0000      | 1.0000          |





**Grafico 3. Moduli elastici / profondità.**



**Grafico 4.** - Impedenza sismica, Densità geofisica, Coefficiente di Poisson  $V_p/V_s$  Coefficiente di rifrazione e di riflessione /Profondità

## 6.2 Prospezione sismica HVSR

### 6.2.1 Generalità

Il metodo HVSR (*Horizontal to Vertical Spectral Ratio*) o QTS (*Quasi-Transfer Spectra*) o H/V, è una tecnica sperimentale, puntuale non invasiva, che nasce dalla constatazione della buona somiglianza, per lo stesso luogo, tra lo spettro delle vibrazioni registrate nel corso di un terremoto e quello del rumore sismico.

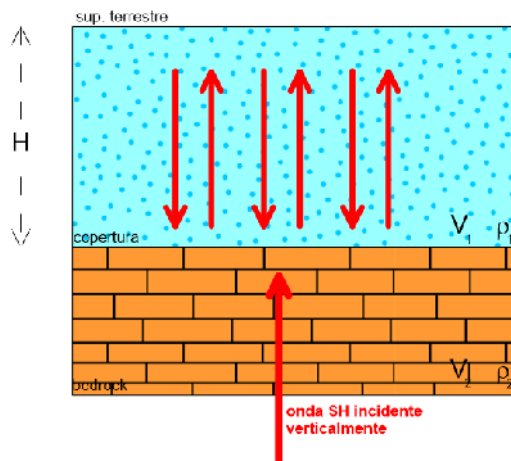
La tecnica dei rapporti spettrali prende in considerazione le vibrazioni sismiche ambientali, o rumore sismico, che sono il frutto di fenomeni casuali (pertanto non riproducibili), producenti oscillazioni del suolo di ampiezza prevalente più piccola di quella indotta dai terremoti che avvengono in un intorno alquanto vicino. Sebbene il campo d'onda del "noise sismico" sia la risultante di vari fattori legati alla sorgente, al percorso dalla sorgente alla stazione di registrazione e, infine, alle caratteristiche del substrato attraversato, la componente stazionaria di questo tipo di segnale sismico è direttamente influenzata dalle caratteristiche strutturali del terreno e, pertanto, il suo spettro costituisce l'impronta dell'assetto stratigrafico.

Attraverso il rapporto spettrale, in cui NS, EW e Z sono le tre componenti degli spettri di Fourier in funzione della frequenza di vibrazione, è possibile valutare la frequenza fondamentale del sito investigato ed estrarre importanti informazioni circa le condizioni sismo-stratigrafiche del sottosuolo. La misura sarà tanto più precisa quanto maggiore è il contrasto di impedenza sismica fra gli strati.

| Sintesi dei caratteri del rumore sismico |                                                         |                                            |
|------------------------------------------|---------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| Peculiarità generali                     | È molto debole                                          |                                            |
|                                          | Esiste sempre sulla superficie terrestre                |                                            |
|                                          | Ha natura essenzialmente stocastica                     |                                            |
|                                          | Frequenze di interesse pratico comprese tra 0,1 e 100Hz |                                            |
|                                          | Vibrazioni naturali                                     | Vibrazioni indotte dall'attività antropica |
| Nome                                     | Microsismi                                              | Microtremori                               |
| Frequenza                                | Tipicamente 0.1÷0.5<br>In generale <1 Hz                | Tipicamente 1÷10 Hz<br>In generale >1Hz    |
| Origine                                  | Oceani                                                  | Traffico / Industria / Attività umane      |
| Onda incidente                           | Onde di superficie                                      | Onde di superficie + Onde di volume        |
| Variabilità di Ampiezza                  | Correlati a tempeste oceaniche                          | Giorno / notte, settimana / week-end       |

La tecnica dei rapporti spettrali del rumore sismico è nata principalmente per valutare l'amplificazione sismica di sito ed è stata sviluppata, negli anni settanta, da Nogoshi e Igarashi e, successivamente, modificata e diffusa da Nakamura (1989). Essa tiene conto dei picchi del rapporto tra la media delle componenti orizzontali e quella verticale del moto vibratorio.

Secondo l'autore i picchi del rapporto spettrale H/V sono dovuti a fenomeni di riflessione multipla delle onde S e la corrispondente frequenza dei picchi stessi rappresenta la "frequenza di risonanza fondamentale del suolo".



L'immagine schematizza l'assetto stratigrafico di un terreno sedimentario sopra uno strato rigido (bedrock o strato assimilabile al bedrock) i cui parametri sono costanti in ognuno dei due mezzi (condizione 1D).

Un'onda sismica che si propaga nel mezzo 1, avente spessore  $h$ , viene riflessa dall'interfaccia tra i due strati ed interferisce con le onde incidenti, sommandosi e raggiungendo l'ampiezza massima (condizione di risonanza) quando la lunghezza d'onda incidente è 4 volte (o  $N$  multipli dispari) la profondità  $z = h$  del riflettore.

La frequenza di risonanza ( $F_0$ ) dello strato 1 relativa alle onde sismiche S è pari a :

$$F_0 = V_{s1} / 4h$$

In prima approssimazione, la frequenza di risonanza di un edificio è governata principalmente dalla sua altezza e può essere calcolata con la seguente formula:

$$freq. naturale edificio \approx 10Hz / \text{numero dei piani}$$

L'elaborazione dei dati registrati nel corso della campagna geognostica, è stata effettuata a posteriori, mediante un elaboratore elettronico dotato di software dedicato. Preliminarmente alla procedura di analisi dei rapporti spettrali, le tracce sismiche registrate sono state verificate ripulendole dai disturbi transienti e da quelle parti di registrazioni non adatte all'analisi.

Una volta selezionata la parte stazionaria del segnale sono stati calcolati, per ognuna delle tre componenti del moto, le ampiezze spettrali e gli spettri di potenza del "noise", procedendo successivamente, per il "rumore naturale", alla valutazione della distribuzione energetica in frequenza.

Lo step successivo alla costruzione della curva di ellitticità, che individua la frequenza propria

di risonanza del sito, è quello che conduce alla costruzione del profilo sismostratigrafico utile alla definizione del parametro VS,eq. Infatti, il profilo sismostratigrafico deriva dal calcolo iterativo di inversione effettuato sulla curva di ellitticità. Le procedure di calcolo sono state effettuate con il pacchetto software Sesarray (Geopsy e Dinver) mantenuto da Marc Wathelet e finanziato dal progetto europeo NERIES (<http://www.geopsy.org>).

### 6.2.2 Strumentazione e tecniche di campionamento

Lo strumento utilizzato per l'acquisizione del rumore sismico è un sismografo triassiale (SR04MT) realizzato dalla Sara E.I. che presenta le seguenti caratteristiche:

| Convertitore A/D            |                                                         |
|-----------------------------|---------------------------------------------------------|
| Risoluzione:                | 24 bits                                                 |
| Campionamento:              | Simultaneo sui tre canali pilotato dal microcontrollore |
| Frequenze di campionamento: | 10,20,25,50,100,200,600 SPS                             |
| Filtro anti-alias           | 1 pole 8,8 Hz standard                                  |
| Range di ingresso:          | 1,25V peak-to-peak (+/- 0,0625V)                        |
| Soglia di rumore:           | ≤ -124 dB @ 100 SPS                                     |

Lo strumento è dotato di livella ad occhio di bue e di GPS, utile per tarare l'orologio di sistema e tracciare le coordinate del punto di misura. La terna di velocimetri ha frequenza di 4,5Hz ed è alloggiata all'interno del digitalizzatore.

La tecnica di campionamento e la procedura di elaborazione utilizzate sono quelle consigliate dalle linee guida del SESAME (Site Effects assessment using Ambient Excitations), un progetto di ricerca europeo condotto, nel triennio 2003-2005, al fine di standardizzare e migliorare le tecniche di microzonazione sismica attraverso le misure del rumore ambientale.

E' noto che il rumore sismico sia generato sia dai fenomeni naturali (microsismi) che da quelli artificiali (microtremori), prodotti dalle attività dell'uomo, e l'acquisizione del segnale sismico viene effettuata senza che l'operatore effettui alcuna energizzazione del terreno (per tale motivo la metodica rientra nella categoria delle prospezioni sismiche passive).

Il sismografo viene collocato su terreno e orientato rispetto ai punti cardinali.

La durata del campionamento non è stata inferiore a 20 minuti primi, e tale da ritenersi soddisfatti i primi due criteri sull'affidabilità della curva H/V:

$$f_0 > 10/l_w \quad \text{e} \quad n_c(f_0) > 200$$

# Annexo 1

## Planimetria con ubicazione dei sondaggi

### L&R Laboratori e Ricerche S.r.l.

Capitale Sociale, € 500.000 i.v.  
Codice Fiscale, P. IVA e Iscrizione al Reg.  
delle imprese di Catania n. 04053900876  
Iscritta al R.E.A. 270647

[www.LR-SRL.it](http://www.LR-SRL.it)  
[lr-certificata@pec.it](mailto:lr-certificata@pec.it)

### Uffici e Sede legale

Via Pablo Picasso n. 2  
95037 San Giovanni La Punta (CT)  
[info@lr-srl.it](mailto:info@lr-srl.it)

Tel. +39 095 336490  
Fax +39 095 7336297

### Laboratorio Aut. L. 1086/71

Zona Industriale, Capannone n.5  
94010 Calatanara (FN)  
[laboratorio@lr-srl.it](mailto:laboratorio@lr-srl.it)

Tel. +39 0935 75860  
Fax. +39 0935 75860





**PLANIMETRIA  
con ubicazione dei  
sondaggi meccanici**

Adeguamento  
Centrale SNAM  
Rete Gas di Messina



## **Annesso 2**

### **Monografia sondaggi meccanici**

---

#### **L&R Laboratori e Ricerche S.r.l.**

Capitale Sociale, € 500.000 i.v.  
Codice Fiscale, P. IVA e Iscrizione al Reg.  
delle imprese di Catania n. 04053900876  
Iscritta al R.E.A. 270647

[www.LR-SRL.it](http://www.LR-SRL.it)  
[lr-certificata@pec.it](mailto:lr-certificata@pec.it)

---

#### **Uffici e Sede legale**

Via Pablo Picasso n. 2  
95037 San Giovanni La Punta (CT)  
[info@lr-srl.it](mailto:info@lr-srl.it)

Tel. +39 095 336490  
Fax +39 095 7336297

---

#### **Laboratorio Aut. L. 1086/71**

Zona Industriale, Capannone n.5  
94010 Calatanara (FN)  
[laboratorio@lr-srl.it](mailto:laboratorio@lr-srl.it)

Tel. +39 0935 75860  
Fax. +39 0935 75860





## Sondaggio geognostico **S1**



|                                                                            |                                                            |                                                                        |
|----------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| <i>Profondità sondaggio:</i><br><b>30.00 m</b>                             | <i>Quota bocca foro s.l.m.:</i><br><b>168m</b>             | <i>Coordinate:</i><br><b>X: 38,272307° N</b><br><b>Y: 15,588021° E</b> |
| <i>Attrezzatura di perforazione:</i><br><b>Sonda idraulica Beretta T45</b> |                                                            | <i>Operatore alla sonda:</i><br><b>Sig. Salvatore Pirrera</b>          |
| Perforazione a carotaggio continuo diametro: <b>101 mm</b>                 | Rivestimento: <b>127 mm fino a 30.0 dal p.c.</b>           |                                                                        |
| Cassette catalogatrici: n° <b>6</b>                                        | Attrezzatura in foro: <b>Tubazione per sismica in foro</b> |                                                                        |
| Prove in foro: <b>n. 11 SPT</b>                                            | Campioni <b>ambientali: n. 4</b>                           |                                                                        |
| Campioni <b>rimaneggiati: n. 12</b>                                        | Campioni <b>indisturbati: n. 1</b>                         |                                                                        |
| Data inizio: <b>16/03/2021</b>                                             |                                                            | Data fine: <b>23/03/2021</b>                                           |

Il geologo responsabile del sondaggio  
Dott. Geol. Gabriele Denaro

**L&R Laboratori e Ricerche S.r.l.**

Capitale Sociale, € 500.000 i.v.  
Codice Fiscale, P. IVA e Iscrizione al Reg.  
delle Imprese di Catania n. 04053900876  
Iscritta al R.E.A. 270647

[www.LR-SRL.it](http://www.LR-SRL.it)  
[Ircertificata@pec.it](mailto:Ircertificata@pec.it)

**Uffici e Sede legale**

Via Pablo Picasso n. 2  
95037 San Giovanni La Punta (CT)  
[info@lr-srl.it](mailto:info@lr-srl.it)

Tel. +39 095 336490  
Fax +39 095 7336297

**Laboratorio Aut. L. 1086/71**

Zona Industriale, Capannone n.5  
94010 Catenanuova (EN)  
[laboratorio@lr-srl.it](mailto:laboratorio@lr-srl.it)

Tel. +39 0935 75860  
Fax. +39 0935 75860

Member of CISO Federation



| SONDAGGIO S1                             |           | OGGETTO: Adeguamento Centrale SNAM Rete Gas di Messina                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                   |     |                           |                                                   |                            |                                                       | Ordine n°:<br>IP1235IP01          |                                  | Pag 1/1                          |                      |
|------------------------------------------|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|-----|---------------------------|---------------------------------------------------|----------------------------|-------------------------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------|
| Redattore<br>Dott. Geol. Gabriele Denaro |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                   |     |                           |                                                   |                            |                                                       | Quota Bocca Foro s.l.m.:<br>168 m |                                  |                                  |                      |
| Operatore<br>S.re Salvatore Pirrera      |           | Profondità raggiunta<br>30,00 m                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Tipo Carotaggio<br>Continuo a rotazione idraulica |     | Tipo Sonda<br>Beretta T45 | Inizio/Fine Esecuzione<br>16/03/2021 - 23/03/2021 |                            | Coordinate<br>Lat: 38.272307° N<br>Long: 15.588021° E |                                   |                                  |                                  |                      |
| Scala<br>(mt.)                           | Litologia | Descrizione                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Quota<br>(m)                                      | RQD | %Carotaggio               | Livello<br>falda                                  | Prove in foro<br>S.P.T.    | Prelievo<br>Campioni                                  | Corona<br>Carotiere               | Pocket<br>penetrometer<br>Kg/cm² | Vane test<br>tascabile<br>Kg/cm² | Strument.<br>in foro |
| 1                                        |           | Sabbia a granulometria da fine a grossolana debolmente limosa con ghiaie di natura cristallina, millimetriche, subordinatamente eterometriche con ciottoli Dmax=17cm, arrotondati, raramente sub-angolari, struttura indistinta, umida. Nessuna reazione ad HCL. Da 0.0 a 0.15 m presenza di apparati radicali. Da 0.15 a 1.6 m sono presenti frammenti plastici e metallici. Colore giallo scuro | 1.60                                              |     |                           |                                                   |                            | CA1<br>0.0 - 0.5<br>CA2<br>1.00                       |                                   |                                  |                                  |                      |
| 2                                        |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 2.40                                              |     |                           |                                                   | PA - n. Colpi:<br>2/1/1    | CA3<br>2.00                                           | 2.00                              |                                  |                                  |                      |
| 3                                        |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 3.50                                              |     |                           |                                                   | 2.00 - 2.45 m              | CA4<br>3.00                                           | CR1<br>2.45                       | 2.45                             |                                  |                      |
| 4                                        |           | Sabbia a granulometria media, limosa e ghiaiosa,umida, colore bruno grigiastro. Struttura indistinta. Nessuna reazione ad HCL Elementi ghiaiosi di natura cristallina, millimetrici, subordinatamente centimetrici Dmax 5.5 cm da arrotondati a sub-arrotondati.                                                                                                                                  | 4.30                                              |     |                           |                                                   | PA - n. Colpi:<br>15/19/26 |                                                       | SH1<br>3.50                       | 3.00                             |                                  |                      |
| 5                                        |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                   |     |                           |                                                   | 4.50 - 4.95 m              |                                                       | CR2<br>4.00                       | 4.45                             |                                  |                      |
| 6                                        |           | Limo organico debolmente sabbioso debolmente ghiaioso, umido. La sabbia è a granulometria fine, gli elementi ghiaiosi di natura cristallina. Struttura indistinta. Nessuna reazione ad HCL. Colore bruno-grigiastro                                                                                                                                                                               |                                                   |     |                           |                                                   | PA - n. Colpi:<br>13/21/27 |                                                       |                                   | 6.00                             |                                  |                      |
| 7                                        |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                   |     |                           |                                                   | 6.00 - 6.45 m              |                                                       | CR3<br>6.45                       |                                  |                                  |                      |
| 8                                        |           | Sabbia fine con limo, localmente limo sabbioso. Sono presenti rari elementi ghiaiosi, cristallini, millimetrici, arrotondati. Struttura indistinta. I livelli limosi si presentano mediamente consistenti, i livelli sabbiosi poco addensati. Nessuna reazione ad HCL. Colore marrone                                                                                                             |                                                   |     |                           |                                                   | PA - n. Colpi:<br>18/23/32 |                                                       |                                   | 8.00                             |                                  |                      |
| 9                                        |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                   |     |                           |                                                   | 8.00 - 8.45 m              |                                                       | CR4<br>8.45                       |                                  |                                  |                      |
| 10                                       |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                   |     |                           |                                                   | PA - n. Colpi:<br>32/38/42 |                                                       |                                   | 10.00                            |                                  |                      |
| 11                                       |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                   |     |                           |                                                   | 10.00 - 10.45 m            |                                                       | CR5<br>10.45                      |                                  |                                  |                      |
| 12                                       |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                   |     |                           |                                                   | PA - n. Colpi:<br>19/25/34 |                                                       |                                   | 12.00                            |                                  |                      |
| 13                                       |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                   |     |                           |                                                   | 12.00 - 12.45 m            |                                                       | CR6<br>12.45                      |                                  |                                  |                      |
| 14                                       |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                   |     |                           |                                                   |                            |                                                       | 13.70<br>CR6bis<br>14.00          |                                  |                                  |                      |
| 15                                       |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                   |     |                           |                                                   | PA - n. Colpi:<br>25/37/44 |                                                       |                                   | 15.00                            |                                  |                      |
| 16                                       |           | Alternanza tra ghiaia fine con sabbia, localmente ghiaia fine sabbiosa, e sabbia ghiaiosa debolmente limosa.                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                   |     |                           |                                                   | 15.00 - 15.45 m            |                                                       | CR7<br>15.45                      |                                  |                                  |                      |
| 17                                       |           | Elementi ghiaiosi di natura cristallina, millimetrici rari elementi centimetrici con Dmax= 3 cm, da arrotondati a sub-arrotondati. Sabbia a granulometria da grossolana a media.                                                                                                                                                                                                                  |                                                   |     |                           |                                                   |                            |                                                       |                                   | 18.00                            |                                  |                      |
| 18                                       |           | Struttura indistinta, da molto addensata ad addensata. Nessuna reazione ad HCL.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                   |     |                           |                                                   | PA - n. Colpi:<br>20/23/34 |                                                       |                                   | CR8<br>18.45                     |                                  |                      |
| 19                                       |           | Colore giallo scuro, umida                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                   |     |                           |                                                   | 18.00 - 18.45 m            |                                                       |                                   |                                  |                                  |                      |
| 20                                       |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                   |     |                           |                                                   | PA - n. Colpi:<br>9/15/18  |                                                       |                                   | 20.00                            |                                  |                      |
| 21                                       |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                   |     |                           |                                                   | 20.00 - 20.45 m            |                                                       | CR9<br>20.45                      |                                  |                                  |                      |
| 22                                       |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 22.30                                             |     |                           |                                                   |                            |                                                       |                                   |                                  |                                  |                      |
| 23                                       |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                   |     |                           |                                                   |                            |                                                       |                                   |                                  |                                  |                      |
| 24                                       |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                   |     |                           |                                                   | PA - n. Colpi:<br>11/18/28 |                                                       |                                   | 24.00                            |                                  |                      |
| 25                                       |           | Sabbia granulometria da media a fine, ghiaiosa debolmente limosa. Elementi ghiaiosi di natura cristallina millimetrici, arrotondati. Si rileva a 24.6 ciottolo arenaceo D=8cm. Struttura indistinta, addensata, umida.                                                                                                                                                                            |                                                   |     |                           |                                                   | 24.00 - 24.45 m            |                                                       | CR10<br>24.45                     |                                  |                                  |                      |
| 26                                       |           | Nessuna reazione ad HCL. Colore giallo scuro                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                   |     |                           |                                                   |                            |                                                       |                                   |                                  |                                  |                      |
| 27                                       |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                   |     |                           |                                                   | PA - n. Colpi:<br>19/21/28 |                                                       |                                   | 27.00                            |                                  |                      |
| 28                                       |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                   |     |                           |                                                   | 28.00 - 28.45 m            |                                                       | CR11<br>27.45                     |                                  |                                  |                      |
| 29                                       |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                   |     |                           |                                                   |                            |                                                       |                                   |                                  |                                  |                      |
| 30                                       |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 30.00                                             |     |                           |                                                   |                            |                                                       |                                   |                                  |                                  |                      |

Perforazione: CS-Carotiere Semplice, CD-Carotiere Doppio,  
Corona: W-Widia, D-Diamantata  
PC: punta chiusa - PA: punta aperta  
Campioni: SH (Indisturbato) - CR (rimaneggiato) - CA (ambientale)

Cassette catologatrici N° 6  
Rivestimento fino a 30.0 m dal p.c.

Tubazione in PVC da 3" per sismica in foro

Tubazione in PVC da 3" per sismica in foro

Perforazione: CS-Carotiere Semplice, CD-Carotiere Doppio,  
Corona: W-Widia, D-Diamantata  
PC: punta chiusa - PA: punta aperta  
Campioni: SH (Indisturbato) - CR (rimaneggiato) - CA (ambientale)

**Cassette catalogatrici N° 6**  
**Rivestimento fino a 30.0 m dal p.c.**



Foto 1 – Cassetta n. 1 da 0.00 m a 5.00 m

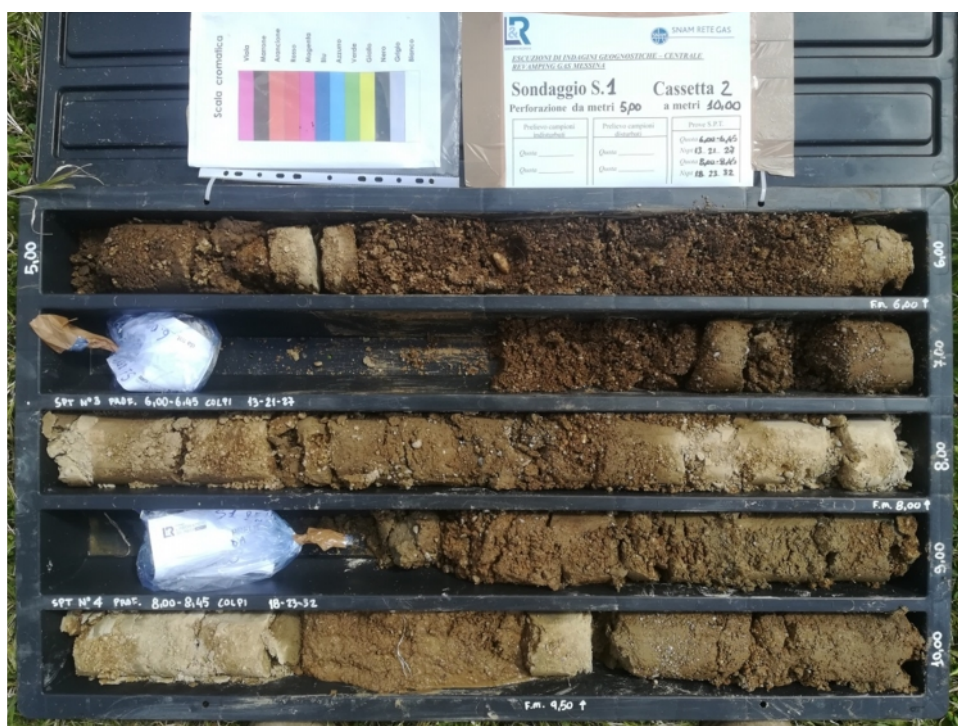


Foto 2 – Cassetta n. 2 da 5.00 m a 10.00 m

**L&R Laboratori e Ricerche S.r.l.**

Capitale Sociale, € 500.000 i.v.  
Codice Fiscale, P. IVA e Iscrizione al Reg.  
delle Imprese di Catania n. 04053900876  
Iscritta al R.E.A. 270647

www.LR-SRL.it  
Ircertificata@pec.it

**Uffici e Sede legale**

Via Pablo Picasso n. 2  
95037 San Giovanni La Punta (CT)  
info@lr-srl.it

Tel. +39 095 336490  
Fax +39 095 7336297

**Laboratorio Aut. L. 1086/71**

Zona Industriale, Capannone n.5  
94010 Catenanuova (EN)  
laboratorio@lr-srl.it

Tel. +39 0935 75860  
Fax. +39 0935 75860

Member of CISO Federation







Foto 3 – Cassetta n. 3 da 10,00 m a 15,00 m



Foto 4 – Cassetta n. 4 da 15,00 m a 20,00 m

**L&R Laboratori e Ricerche S.r.l.**

Capitale Sociale, € 500.000 i.v.  
Codice Fiscale, P. IVA e Iscrizione al Reg.  
delle Imprese di Catania n. 04053900876  
Iscritta al R.E.A. 270647

www.LR-SRL.it  
Ircertificata@pec.it

**Uffici e Sede legale**

Via Pablo Picasso n. 2  
95037 San Giovanni La Punta (CT)  
info@lr-srl.it

Tel. +39 095 336490  
Fax +39 095 7336297

**Laboratorio Aut. L. 1086/71**

Zona Industriale, Capannone n.5  
94010 Catenanuova (EN)  
laboratorio@lr-srl.it

Tel. +39 0935 75860  
Fax. +39 0935 75860

Member of CISO Federation





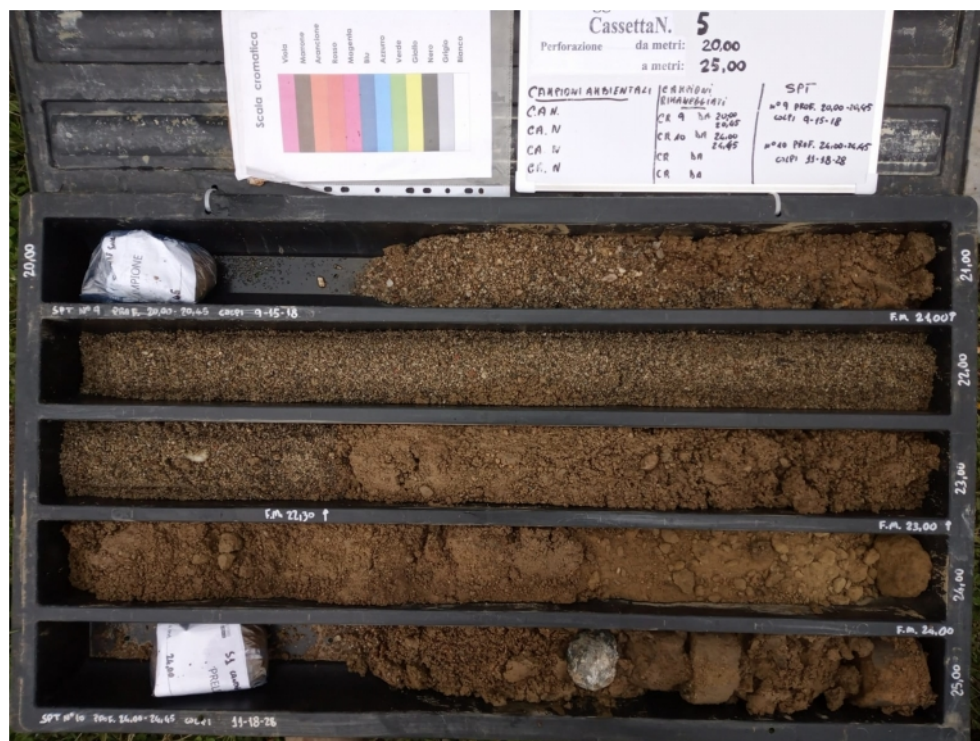


Foto 5 – Cassetta n. 5 da 200,00 m a 25,00 m



Foto 6 – Cassetta n. 6 da 25,00 m a 30,00 m

#### L&R Laboratori e Ricerche S.r.l.

Capitale Sociale, € 500.000 i.v.  
Codice Fiscale, P. IVA e Iscrizione al Reg.  
delle Imprese di Catania n. 04053900876  
Iscritta al R.E.A. 270647

www.LR-SRL.it  
Ircertificata@pec.it

#### Uffici e Sede legale

Via Pablo Picasso n. 2  
95037 San Giovanni La Punta (CT)  
info@lr-srl.it

Tel. +39 095 336490  
Fax +39 095 7336297

#### Laboratorio Aut. L. 1086/71

Zona Industriale, Capannone n.5  
94010 Catenanuova (EN)  
laboratorio@lr-s

## Sondaggio geognostico **S2**



|                                                                            |                                                       |                                                                        |
|----------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| <i>Profondità sondaggio:</i><br><b>20.00 m</b>                             | <i>Quota bocca foro s.l.m.:</i><br><b>168 m</b>       | <i>Coordinate:</i><br><b>X: 38,272346° N</b><br><b>Y: 15,588121° E</b> |
| <i>Attrezzatura di perforazione:</i><br><b>Sonda idraulica Beretta T45</b> |                                                       | <i>Operatore alla sonda:</i><br><b>Sig. Salvatore Pirrera</b>          |
| Perforazione a carotaggio continuo diametro: <b>101 mm</b>                 | Rivestimento: <b>127 mm fino a 20.0 dal p.c.</b>      |                                                                        |
| Cassette catalogatrici: n° <b>4</b>                                        | Attrezzatura in foro: <b>Piezometro a tubo aperto</b> |                                                                        |
| Prove in foro: <b>n. 8 SPT</b>                                             | Campioni <b>ambientali: n. 4</b>                      |                                                                        |
| Campioni <b>rimaneggiati: n. 7</b>                                         | Campioni <b>indisturbati: -</b>                       |                                                                        |
| Data inizio: <b>09/04/2021</b>                                             |                                                       | Data fine: <b>12/04/2021</b>                                           |

Il geologo responsabile del sondaggio  
Dott. Geol. Gabriele Denaro

**L&R Laboratori e Ricerche S.r.l.**

Capitale Sociale, € 500.000 i.v.  
Codice Fiscale, P. IVA e Iscrizione al Reg.  
delle Imprese di Catania n. 04053900876  
Iscritta al R.E.A. 270647

[www.LR-SRL.it](http://www.LR-SRL.it)  
[Ircertificata@pec.it](mailto:Ircertificata@pec.it)

**Uffici e Sede legale**

Via Pablo Picasso n. 2  
95037 San Giovanni La Punta (CT)  
[info@lr-srl.it](mailto:info@lr-srl.it)

Tel. +39 095 336490  
Fax +39 095 7336297

**Laboratorio Aut. L. 1086/71**

Zona Industriale, Capannone n.5  
94010 Catenanuova (EN)  
[laboratorio@lr-srl.it](mailto:laboratorio@lr-srl.it)

Tel. +39 0935 75860  
Fax. +39 0935 75860

Member of CISO Federation



| SONDAGGIO <b>S2</b>                      |           | OGGETTO: Adeguamento Centrale SNAM Rete Gas di Messina                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                   |           |                           |             |                                                   |                                            | Ordine n°:<br>IP1235IP01                              |                  | Pag 1/1                    |                            |                   |
|------------------------------------------|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|-----------|---------------------------|-------------|---------------------------------------------------|--------------------------------------------|-------------------------------------------------------|------------------|----------------------------|----------------------------|-------------------|
| Redattore<br>Dott. Geol. Gabriele Denaro |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                   |           |                           |             |                                                   |                                            | Quota Bocca Foro s.l.m.:<br>168 m                     |                  |                            |                            |                   |
| Operatore<br>S.re Salvatore Pirrera      |           | Profondità raggiunta<br>20,00 m                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Tipo Carotaggio<br>Continuo a rotazione idraulica |           | Tipo Sonda<br>Beretta T45 |             | Inizio/Fine Esecuzione<br>09/04/2021 - 12/04/2021 |                                            | Coordinate<br>Lat: 38.272346° N<br>Long: 15.588121° E |                  |                            |                            |                   |
| Scala                                    | Litologia | Descrizione                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                   | Quota (m) | RQD                       | %Carotaggio | Livello falda                                     | Prove in foro S.P.T.                       | Prelievo Campioni                                     | Corona Carotiere | Pocket penetrometer Kg/cm² | Vane test tascabile Kg/cm² | Strument. in foro |
|                                          |           | Sottofondo cementizio + binder                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                   | 0.15      |                           |             |                                                   |                                            | 0.00                                                  |                  |                            |                            |                   |
| 1                                        |           | Ghiaia con sabbia debolmente limosa. Elementi ghiaiosi di natura cristallina, da millimetrici a centimetrici, Dmax 4.5 cm, da sub-arrotondati ad arrotondati. Sabbia a granulometria media. Struttura indistinta, molto addensata, asciutta. Nessuna reazione ad HCL. Colore giallo scuro                                                          |                                                   |           |                           |             |                                                   | PA - n. Colpi: 50(R)<br>2.00 - 2.04 m      | C A1<br>1.00                                          |                  |                            |                            |                   |
| 2                                        |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                   |           |                           |             |                                                   |                                            | C A2<br>2.00                                          |                  |                            |                            |                   |
| 3                                        |           | Conglomerato cementizio, colore grigio chiaro                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                   | 2.50      |                           |             |                                                   |                                            | C A3<br>3.00                                          |                  |                            |                            |                   |
| 4                                        |           | Sabbia con ghiaia debolmente limosa. Sabbia a granulometria da media a grossolana. Elementi ghiaiosi di natura cristallina, da millimetrici a centimetrici, con Dmax= 4 cm, da sub-arrotondati a sub-angolari. Struttura indistinta, molto addensata, asciutta. Nessuna reazione ad HCL. Colore giallo scuro.                                      |                                                   | 3.80      |                           |             |                                                   | PA - n. Colpi: 7/12/18<br>4.00 - 4.45 m    | C A4<br>4.00                                          | 4.00             |                            |                            |                   |
| 5                                        |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                   |           |                           |             |                                                   |                                            | C R1<br>4.45                                          |                  |                            |                            |                   |
| 6                                        |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                   |           |                           |             |                                                   |                                            |                                                       |                  |                            |                            |                   |
| 7                                        |           | Sabbia con ghiaia limosa, localmente sabbia limosa debolmente ghiaiosa. Sabbia a granulometria da media a grossolana. Elementi ghiaiosi di natura cristallina, millimetrici, subordinatamente centimetrici, con Dmax=3 cm, sub-arrotondati. Struttura indistinta, molto addensata, asciutta. Nessuna reazione ad HCL. Colore giallo scuro.         |                                                   | 6.80      |                           |             |                                                   | PA - n. Colpi: 50(R)<br>6.00 - 6.07 m      |                                                       |                  |                            |                            |                   |
| 8                                        |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                   |           |                           |             |                                                   |                                            |                                                       |                  |                            |                            |                   |
| 9                                        |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                   |           |                           |             |                                                   |                                            |                                                       |                  |                            |                            |                   |
| 10                                       |           | Sabbia con ghiaia limosa, localmente sabbia limosa debolmente ghiaiosa. Sabbia a granulometria da media a grossolana. Elementi ghiaiosi di natura cristallina, millimetrici, subordinatamente centimetrici, con Dmax=3 cm, sub-arrotondati. Struttura indistinta, molto addensata, asciutta. Nessuna reazione ad HCL. Colore giallo scuro.         |                                                   | 11.00     |                           |             |                                                   | PA - n. Colpi: 50 (R)<br>8.00 - 8.11 m     | 8.00                                                  | C R2<br>8.11     |                            |                            |                   |
| 11                                       |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                   |           |                           |             |                                                   |                                            |                                                       |                  |                            |                            |                   |
| 12                                       |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                   |           |                           |             |                                                   |                                            |                                                       |                  |                            |                            |                   |
| 13                                       |           | Alternanza tra ghiaia con sabbia, debolmente limosa e sabbia con ghiaia, localmente sabbia ghiaiosa, limosa. Elementi ghiaiosi di natura cristallina, millimetrici raramente centimetrici con Dmax= 3 cm, da sub-angolari a sub-arrotondati. Struttura indistinta, molto addensata, debolmente umida. Nessuna reazione ad HCL. Colore giallo scuro |                                                   | 14.00     |                           |             |                                                   | PA - n. Colpi: 24/37/47<br>10.00 - 10.45 m | 10.00                                                 | C R3<br>10.45    | W<br>CS                    |                            |                   |
| 14                                       |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                   |           |                           |             |                                                   |                                            |                                                       |                  |                            |                            |                   |
| 15                                       |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                   |           |                           |             |                                                   |                                            |                                                       |                  |                            |                            |                   |
| 16                                       |           | Alternanza tra ghiaia con sabbia, debolmente limosa e sabbia con ghiaia, localmente sabbia ghiaiosa, limosa. Elementi ghiaiosi di natura cristallina, millimetrici raramente centimetrici con Dmax= 3 cm, da sub-angolari a sub-arrotondati. Struttura indistinta, molto addensata, debolmente umida. Nessuna reazione ad HCL. Colore giallo scuro |                                                   |           |                           |             |                                                   | PA - n. Colpi: 12/62/38<br>12.00 - 12.36 m | 12.00                                                 | C R4<br>12.36    |                            |                            |                   |
| 17                                       |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                   |           |                           |             |                                                   |                                            |                                                       |                  |                            |                            |                   |
| 18                                       |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                   |           |                           |             |                                                   |                                            |                                                       |                  |                            |                            |                   |
| 19                                       |           | Ghiaia con sabbia, debolmente limosa. Ghiaia fine, di natura cristallina, millimetrica raramente centimetrica con Dmax= 3 cm, da sub-angolare a sub-arrotondata. Sabbia da media a grossolana. Struttura indistinta, addensata, umida. Nessuna reazione ad HCL. Colore giallo scuro                                                                |                                                   | 14.00     |                           |             |                                                   | PA - n. Colpi: 28/43/48<br>18.00 - 18.45 m | 13.00                                                 | C R4bis<br>13.30 |                            |                            |                   |
| 20                                       |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                   |           |                           |             |                                                   |                                            |                                                       |                  |                            |                            |                   |
| 21                                       |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                   |           |                           |             |                                                   |                                            |                                                       |                  |                            |                            |                   |
| 22                                       |           | Ghiaia con sabbia, debolmente limosa. Ghiaia fine, di natura cristallina, millimetrica raramente centimetrica con Dmax= 3 cm, da sub-angolare a sub-arrotondata. Sabbia da media a grossolana. Struttura indistinta, addensata, umida. Nessuna reazione ad HCL. Colore giallo scuro                                                                |                                                   | 20.00     |                           |             |                                                   | PA - n. Colpi: 33/68/32<br>15.00-15.34 m   | 15.00                                                 | C R5<br>15.34    |                            |                            |                   |
| 23                                       |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                   |           |                           |             |                                                   |                                            |                                                       |                  |                            |                            |                   |
| 24                                       |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                   |           |                           |             |                                                   |                                            |                                                       |                  |                            |                            |                   |
| 25                                       |           | Ghiaia con sabbia, debolmente limosa. Ghiaia fine, di natura cristallina, millimetrica raramente centimetrica con Dmax= 3 cm, da sub-angolare a sub-arrotondata. Sabbia da media a grossolana. Struttura indistinta, addensata, umida. Nessuna reazione ad HCL. Colore giallo scuro                                                                |                                                   |           |                           |             |                                                   | PA - n. Colpi: 28/43/48<br>18.00 - 18.45 m | 18.00                                                 | C R6<br>18.45    |                            |                            |                   |
| 26                                       |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                   |           |                           |             |                                                   |                                            |                                                       |                  |                            |                            |                   |
| 27                                       |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                   |           |                           |             |                                                   |                                            |                                                       |                  |                            |                            |                   |

Perforazione: CS-Carotiere Semplice, CD-Carotiere Doppio,  
Corona: W-Widia, D-Diamantata  
PC: punta chiusa - PA: punta aperta  
Campioni: SH (Indisturbato) - CR (rimaneggiato) - CA (ambientale)

Cassette catologatrici N° 4  
Rivestimento fino a 20.0 m dal p.c.

Perforazione: CS-Carotiere Semplice, CD-Carotiere Doppio,  
Corona: W-Widia, D-Diamantata  
PC: punta chiusa - PA: punta aperta  
Campioni: SH (Indisturbato) - CR (rimaneggiato) - CA (ambientale)

**Cassette catalogatrici N° 4**

**Rivestimento fino a 20.0 m dal p.c.**

Piezometro aperto in PVC da 3"





Foto 1 – Cassetta n. 1 da 0.00 m a 5.00 m



Foto 2 – Cassetta n. 2 da 5.00 m a 10.00 m

**L&R Laboratori e Ricerche S.r.l.**

Capitale Sociale, € 500.000 i.v.  
Codice Fiscale, P. IVA e Iscrizione al Reg.  
delle Imprese di Catania n. 04053900876  
Iscritta al R.E.A. 270647

www.LR-SRL.it  
Ircertificata@pec.it

**Uffici e Sede legale**

Via Pablo Picasso n. 2  
95037 San Giovanni La Punta (CT)  
info@lr-srl.it

Tel. +39 095 336490  
Fax +39 095 7336297

**Laboratorio Aut. L. 1086/71**

Zona Industriale, Capannone n.5  
94010 Catenuova (EN)  
laboratorio@lr-srl.it

Tel. +39 0935 75860  
Fax. +39 0935 75860

Member of CISO Federation







Foto 3 – Cassetta n. 3 da 10,00 m a 15,00 m



Foto 4 – Cassetta n. 4 da 15,00 m a 20,00 m

**L&R Laboratori e Ricerche S.r.l.**

Capitale Sociale, € 500.000 i.v.  
Codice Fiscale, P. IVA e Iscrizione al Reg.  
delle Imprese di Catania n. 04053900876  
Iscritta al R.E.A. 270647

www.LR-SRL.it  
Ircertificata@pec.it

**Uffici e Sede legale**

Via Pablo Picasso n. 2  
95037 San Giovanni La Punta (CT)  
info@lr-srl.it

Tel. +39 095 336490  
Fax +39 095 7336297

**Laboratorio Aut. L. 1086/71**

Zona Industriale, Capannone n.5  
94010 Catenanuova (EN)  
laboratorio@lr-srl.it

Tel. +39 0935 75860  
Fax. +39 0935 75860

Member of CISO Federation



## Sondaggio geognostico **S3**



|                                                                            |                                                  |                                                                        |
|----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| <i>Profondità sondaggio:</i><br><b>20.00 m</b>                             | <i>Quota bocca foro s.l.m.:</i><br><b>168 m</b>  | <i>Coordinate:</i><br><b>X: 38,272461° N</b><br><b>Y: 15,587995° E</b> |
| <i>Attrezzatura di perforazione:</i><br><b>Sonda idraulica Beretta T45</b> |                                                  | <i>Operatore alla sonda:</i><br><b>Sig. Salvatore Pirrera</b>          |
| Perforazione a carotaggio continuo diametro: <b>101 mm</b>                 | Rivestimento: <b>127 mm fino a 13.5 dal p.c.</b> |                                                                        |
| Cassette catalogatrici: n° <b>4</b>                                        | Attrezzatura in foro:                            |                                                                        |
| Prove in foro: <b>n. 7 SPT</b>                                             | Campioni <b>ambientali: n. 2</b>                 |                                                                        |
| Campioni <b>rimaneggiati: n. 8</b>                                         | Campioni <b>indisturbati: -</b>                  |                                                                        |
| Data inizio: <b>01/04/2021</b>                                             |                                                  | Data fine: <b>08/04/2021</b>                                           |

Il geologo responsabile del sondaggio  
Dott. Geol. Gabriele Denaro

**L&R Laboratori e Ricerche S.r.l.**

Capitale Sociale, € 500.000 i.v.  
Codice Fiscale, P. IVA e Iscrizione al Reg.  
delle Imprese di Catania n. 04053900876  
Iscritta al R.E.A. 270647

[www.LR-SRL.it](http://www.LR-SRL.it)  
[Ircertificata@pec.it](mailto:Ircertificata@pec.it)

**Uffici e Sede legale**

Via Pablo Picasso n. 2  
95037 San Giovanni La Punta (CT)  
[info@lr-srl.it](mailto:info@lr-srl.it)

Tel. +39 095 336490  
Fax +39 095 7336297

**Laboratorio Aut. L. 1086/71**

Zona Industriale, Capannone n.5  
94010 Catenanuova (EN)  
[laboratorio@lr-srl.it](mailto:laboratorio@lr-srl.it)

Tel. +39 0935 75860  
Fax. +39 0935 75860

Member of CISO Federation





**Cassette catologatrici N° 4**  
**Rivestimento fino a 13.5 m dal p.c.**



Foto 1 – Cassetta n. 1 da 0.00 m a 5.00 m



Foto 2 – Cassetta n. 2 da 5.00 m a 10.00 m

**L&R Laboratori e Ricerche S.r.l.**

Capitale Sociale, € 500.000 i.v.  
Codice Fiscale, P. IVA e Iscrizione al Reg.  
delle Imprese di Catania n. 04053900876  
Iscritta al R.E.A. 270647

www.LR-SRL.it  
Ircertificata@pec.it

**Uffici e Sede legale**

Via Pablo Picasso n. 2  
95037 San Giovanni La Punta (CT)  
info@lr-srl.it

Tel. +39 095 336490  
Fax +39 095 7336297

**Laboratorio Aut. L. 1086/71**

Zona Industriale, Capannone n.5  
94010 Catenanuova (EN)  
laboratorio@lr-srl.it

Tel. +39 0935 75860  
Fax. +39 0935 75860

Member of CISO Federation





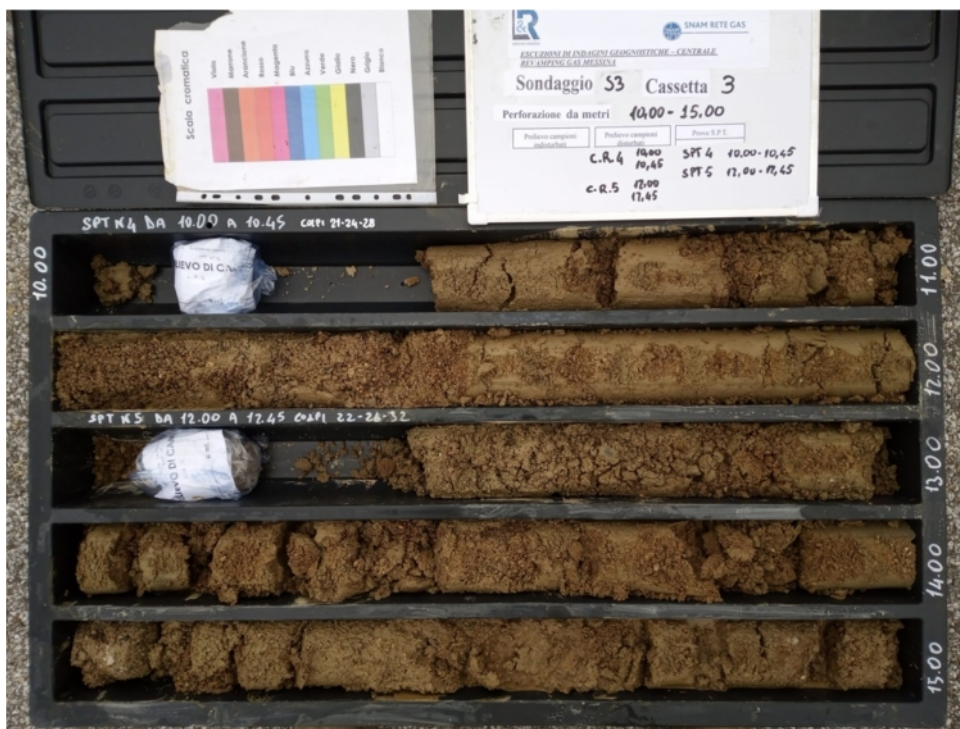


Foto 3 – Cassetta n. 3 da 10,00 m a 15,00 m



Foto 4 – Cassetta n. 4 da 15,00 m a 20,00 m

**L&R Laboratori e Ricerche S.r.l.**

Capitale Sociale, € 500.000 i.v.  
Codice Fiscale, P. IVA e Iscrizione al Reg.  
delle Imprese di Catania n. 04053900876  
Iscritta al R.E.A. 270647

www.LR-SRL.it  
Ircertificata@pec.it

**Uffici e Sede legale**

Via Pablo Picasso n. 2  
95037 San Giovanni La Punta (CT)  
info@lr-srl.it

Tel. +39 095 336490  
Fax +39 095 7336297

**Laboratorio Aut. L. 1086/71**

Zona Industriale, Capannone n.5  
94010 Catenanuova (EN)  
laboratorio@lr-srl.it

Tel. +39 0935 75860  
Fax. +39 0935 75860

Member of CISOQ Federation



## Sondaggio geognostico S6



|                                                                     |                                                  |                                                                 |
|---------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| Profondità sondaggio:<br><b>15.00 m</b>                             | Quota bocca foro s.l.m.:<br><b>167 m</b>         | Coordinate:<br><b>X: 38,272773° N</b><br><b>Y: 15,586899° E</b> |
| Attrezzatura di perforazione:<br><b>Sonda idraulica Beretta T45</b> |                                                  | Operatore alla sonda:<br><b>Sig. Salvatore Pirrera</b>          |
| Perforazione a carotaggio continuo diametro: <b>101 mm</b>          | Rivestimento: <b>127 mm fino a 13.5 dal p.c.</b> |                                                                 |
| Cassette catalogatrici: n° <b>3</b>                                 | Attrezzatura in foro:                            |                                                                 |
| Prove in foro: <b>n. 7 SPT</b>                                      | Campioni <b>ambientali: n. 3</b>                 |                                                                 |
| Campioni <b>rimaneggiati: n. 8</b>                                  | Campioni <b>indisturbati: -</b>                  |                                                                 |
| Data inizio: <b>30/03/2021</b>                                      |                                                  | Data fine: <b>31/03/2021</b>                                    |

Il geologo responsabile del sondaggio  
Dott. Geol. Gabriele Denaro

**L&R Laboratori e Ricerche S.r.l.**

Capitale Sociale, € 500.000 i.v.  
Codice Fiscale, P. IVA e Iscrizione al Reg.  
delle Imprese di Catania n. 04053900876  
Iscritta al R.E.A. 270647

[www.LR-SRL.it](http://www.LR-SRL.it)  
[Ircertificata@pec.it](mailto:Ircertificata@pec.it)

**Uffici e Sede legale**

Via Pablo Picasso n. 2  
95037 San Giovanni La Punta (CT)  
[info@lr-srl.it](mailto:info@lr-srl.it)

Tel. +39 095 336490  
Fax +39 095 7336297

**Laboratorio Aut. L. 1086/71**

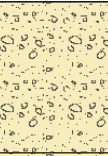
Zona Industriale, Capannone n.5  
94010 Catenanuova (EN)  
[laboratorio@lr-srl.it](mailto:laboratorio@lr-srl.it)

Tel. +39 0935 75860  
Fax. +39 0935 75860

Member of CISO Federation





| SONDAGGIO <b>S6</b>                      |                                                                                     | OGGETTO: Adeguamento Centrale SNAM Rete Gas di Messina                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                   |                           |                                                   |               |                                                       |                                                    | Ordine n°:<br>IP1235IP01          |                            | Pag 1/1                    |                   |  |
|------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|---------------------------|---------------------------------------------------|---------------|-------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------|----------------------------|-------------------|--|
| Redattore<br>Dott. Geol. Gabriele Denaro |                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                   |                           |                                                   |               |                                                       |                                                    | Quota Bocca Foro s.l.m.:<br>167 m |                            |                            |                   |  |
| Operatore<br>S.re Salvatore Pirrera      |                                                                                     | Profondità raggiunta<br>15,00 m                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Tipo Carotaggio<br>Continuo a rotazione idraulica | Tipo Sonda<br>Beretta T45 | Inizio/Fine Esecuzione<br>30/03/2021 - 31/03/2021 |               | Coordinate<br>Lat: 38.272773° N<br>Long: 15.586899° E |                                                    |                                   |                            |                            |                   |  |
| Scala                                    | Litologia                                                                           | Descrizione                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Quota (m)                                         | RQD                       | %Carotaggio                                       | Livello falda | Prove in foro S.P.T.                                  | Prelievo Campioni                                  | Corona Carotiere                  | Pocket penetrometer Kg/cm² | Vane test tascabile Kg/cm² | Strument. in foro |  |
| 1                                        |    | Ghiaia fine con sabbia limosa. Elementi ghiaiosi di natura cristallina, millimetrici, rari elementi centimetrici, Dmax= 2 cm, arrotondati, sabbia a granulometria da media a grossolana, struttura indistinta, moderatamente addensate, umida. Nessuna reazione ad HCL. Da 0.0 a 1.3 presenza di apparati radicali<br>Colore bruno rossastro                                               | 2.00                                              |                           |                                                   |               |                                                       | 0.00<br><b>C A1</b><br>1.00<br><b>C A2</b><br>2.00 |                                   |                            |                            |                   |  |
| 2                                        |                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                   |                           |                                                   |               | PA - n. Colpi:<br>9/12/15<br>2.00 - 2.45 m            | 2.00                                               | <b>C R1</b><br>2.45               |                            |                            |                   |  |
| 3                                        |                                                                                     | Alternanza di ghiaia fine con sabbia debolmente limosa e sabbia limosa ghiaiosa<br>Elementi ghiaiosi di natura cristallina, millimetrici, da sub arrotondati ad arrotondati, sabbia a granulometria da media a grossolana, struttura indistinta, moderatamente addensate, debolmente umida.<br>Nessuna reazione ad HCL.<br>Da 0.0 a 1.3 presenza di apparati radicali<br>Colore giallastro |                                                   |                           |                                                   |               | PA - n. Colpi:<br>9/9/18<br>4.00 - 4.45 m             | 3.00                                               | <b>C A3</b><br>3.00               |                            |                            |                   |  |
| 4                                        |                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                   |                           |                                                   |               |                                                       | 4.00                                               | <b>C R2</b><br>4.45               |                            |                            |                   |  |
| 5                                        |                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                   |                           |                                                   |               |                                                       |                                                    |                                   |                            |                            |                   |  |
| 6                                        |                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                   |                           |                                                   |               |                                                       | PA - n. Colpi:<br>12/16/17<br>6.00 - 6.45 m        | 6.00                              | <b>C R3</b><br>6.45        |                            |                   |  |
| 7                                        |                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 6.70                                              |                           |                                                   |               |                                                       |                                                    |                                   |                            |                            |                   |  |
| 8                                        |  | Alternanza tra ghiaia con sabbia, debolmente limosa e sabbia con ghiaia, localmente sabbia ghiaiosa, limosa<br>Elementi ghiaiosi di natura cristallina, millimetrici raramente centimetrici con Dmax= 3 cm, da sub-angolari a sub-arrotondati. Struttura indistinta, molto addensata, debolmente umida.<br>Nessuna reazione ad HCL. Colore giallo scuro                                    |                                                   |                           |                                                   |               | PA - n. Colpi:<br>10/14/17<br>8.00 - 8.45 m           | 8.00                                               | <b>C R4</b><br>8.45               |                            |                            |                   |  |
| 9                                        |                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                   |                           |                                                   |               |                                                       | 8.70                                               | <b>C R4bis</b><br>9.00            |                            |                            |                   |  |
| 10                                       |                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                   |                           |                                                   |               |                                                       | PA - n. Colpi:<br>11/15/17<br>10.00 - 10.45 m      | 10.00                             | <b>C R5</b><br>10.45       |                            |                   |  |
| 11                                       |                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                   |                           |                                                   |               |                                                       |                                                    |                                   |                            |                            |                   |  |
| 12                                       |                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                   |                           |                                                   |               |                                                       | PA - n. Colpi:<br>10/15/19<br>12.00 - 12.45 m      | 12.00                             | <b>C R6</b><br>12.45       |                            |                   |  |
| 13                                       |                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                   |                           |                                                   |               |                                                       |                                                    |                                   |                            |                            |                   |  |
| 14                                       |                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                   |                           |                                                   |               |                                                       | PA - n. Colpi:<br>12/15/21<br>14.00 - 14.45 m      | 14.00                             | <b>C R7</b><br>14.45       |                            |                   |  |
| 15                                       |                                                                                     | 15.00                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                   |                           |                                                   |               |                                                       |                                                    |                                   |                            |                            |                   |  |
| 16                                       |                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                   |                           |                                                   |               |                                                       |                                                    |                                   |                            |                            |                   |  |
| 17                                       |                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                   |                           |                                                   |               |                                                       |                                                    |                                   |                            |                            |                   |  |
| 18                                       |                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                   |                           |                                                   |               |                                                       |                                                    |                                   |                            |                            |                   |  |
| 19                                       |                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                   |                           |                                                   |               |                                                       |                                                    |                                   |                            |                            |                   |  |
| 20                                       |                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                   |                           |                                                   |               |                                                       |                                                    |                                   |                            |                            |                   |  |

Perforazione: CS-Carotiere Semplice, CD-Carotiere Doppio,  
Corona: W-Widia, D-Diamantata  
PC: punta chiusa - PA: punta aperta  
Campioni: SH (Indisturbato) - CR (rimaneggiato) - CA (ambientale)

Cassette catalogatrici N° 3  
Rivestimento fino a 15.0 m dal p.c.

Perforazione: CS-Carotiere Semplice, CD-Carotiere Doppio,  
Corona: W-Widia, D-Diamantata  
PC: punta chiusa - PA: punta aperta  
Campioni: SH (Indisturbato) - CR (rimaneggiato) - CA (ambientale)

**Cassette catalogatrici N° 3**  
**Rivestimento fino a 15.0 m dal p.c.**





Foto 1 – Cassetta n. 1 da 0.00 m a 5.00 m



Foto 2 – Cassetta n. 2 da 5.00 m a 10.00 m

**L&R Laboratori e Ricerche S.r.l.**

Capitale Sociale, € 500.000 i.v.  
Codice Fiscale, P. IVA e Iscrizione al Reg.  
delle Imprese di Catania n. 04053900876  
Iscritta al R.E.A. 270647

www.LR-SRL.it  
Ircertificata@pec.it

**Uffici e Sede legale**

Via Pablo Picasso n. 2  
95037 San Giovanni La Punta (CT)  
info@lr-srl.it

Tel. +39 095 336490  
Fax +39 095 7336297

**Laboratorio Aut. L. 1086/71**

Zona Industriale, Capannone n.5  
94010 Catenanuova (EN)  
laboratorio@lr-srl.it

Tel. +39 0935 75860  
Fax. +39 0935 75860

Member of CISOQ Federation





Foto 3 – Cassetta n. 3 da 10,00 m a 15,00 m

#### L&R Laboratori e Ricerche S.r.l.

Capitale Sociale, € 500.000 i.v.  
Codice Fiscale, P. IVA e Iscrizione al Reg.  
delle Imprese di Catania n. 04053900876  
Iscritta al R.E.A. 270647

[www.LR-SRL.it](http://www.LR-SRL.it)  
[Ircertificata@pec.it](mailto:Ircertificata@pec.it)

#### Uffici e Sede legale

Via Pablo Picasso n. 2  
95037 San Giovanni La Punta (CT)  
[info@lr-srl.it](mailto:info@lr-srl.it)

Tel. +39 095 336490  
Fax +39 095 7336297

#### Laboratorio Aut. L. 1086/71

Zona Industriale, Capannone n.5  
94010 Catenanuova (EN)  
[laboratorio@lr-srl.it](mailto:laboratorio@lr-srl.it)

Tel. +39 0935 75860  
Fax. +39 0935 75860

Member of CISO Federation





## Sondaggio geognostico **S7**



|                                                                            |                                                       |                                                                        |
|----------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| <i>Profondità sondaggio:</i><br><b>20.00 m</b>                             | <i>Quota bocca foro s.l.m.:</i><br><b>168 m</b>       | <i>Coordinate:</i><br><b>X: 38,272663° N</b><br><b>Y: 15,587161° E</b> |
| <i>Attrezzatura di perforazione:</i><br><b>Sonda idraulica Beretta T45</b> |                                                       | <i>Operatore alla sonda:</i><br><b>Sig. Salvatore Pirrera</b>          |
| Perforazione a carotaggio continuo diametro: <b>101 mm</b>                 | Rivestimento: <b>127 mm fino a 20.0 dal p.c.</b>      |                                                                        |
| Cassette catalogatrici: n° <b>4</b>                                        | Attrezzatura in foro: <b>Piezometro a tubo aperto</b> |                                                                        |
| Prove in foro: n. <b>7 SPT</b>                                             | Campioni <b>ambientali: n. 3</b>                      |                                                                        |
| Campioni <b>rimaneggiati: n. 8</b>                                         | Campioni <b>indisturbati: -</b>                       |                                                                        |
| Data inizio: <b>29/03/2021</b>                                             |                                                       | Data fine: <b>29/03/2021</b>                                           |

Il geologo responsabile del sondaggio  
Dott. Geol. Gabriele Denaro

### L&R Laboratori e Ricerche S.r.l.

Capitale Sociale, € 500.000 i.v.  
Codice Fiscale, P. IVA e Iscrizione al Reg.  
delle Imprese di Catania n. 04053900876  
Iscritta al R.E.A. 270647

www.LR-SRL.it  
Ircertificata@pec.it

### Uffici e Sede legale

Via Pablo Picasso n. 2  
95037 San Giovanni La Punta (CT)  
info@lr-srl.it

Tel. +39 095 336490  
Fax +39 095 7336297

### Laboratorio Aut. L. 1086/71

Zona Industriale, Capannone n.5  
94010 Catenanuova (EN)  
laboratorio@lr-srl.it

Tel. +39 0935 75860  
Fax. +39 0935 75860

Member of CISO Federation



| SONDAGGIO <b>S7</b>                             |           | OGGETTO: Adeguamento Centrale SNAM Rete Gas di Messina                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                          |     |                                  |               |                                                          |                               | Ordine n°:<br>IP1235IP01                                            |                            | Pag 1/1                    |                                           |
|-------------------------------------------------|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|-----|----------------------------------|---------------|----------------------------------------------------------|-------------------------------|---------------------------------------------------------------------|----------------------------|----------------------------|-------------------------------------------|
| Redattore<br><b>Dott. Geol. Gabriele Denaro</b> |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                          |     |                                  |               |                                                          |                               | Quota Bocca Foro s.l.m.:<br><b>168 m</b>                            |                            |                            |                                           |
| Operatore<br><b>S.re Salvatore Pirrera</b>      |           | Profondità raggiunta<br><b>20,00 m</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Tipo Carotaggio<br><b>Continuo a rotazione idraulica</b> |     | Tipo Sonda<br><b>Beretta T45</b> |               | Inizio/Fine Esecuzione<br><b>29/03/2021 - 29/03/2021</b> |                               | Coordinate<br><b>Lat: 38.272663° N</b><br><b>Long: 15.587161° E</b> |                            |                            |                                           |
| Scala                                           | Litologia | Descrizione                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Quota (m)                                                | RQD | %Carotaggio                      | Livello falda | Prove in foro S.P.T.                                     | Prelievo Campioni             | Corona Carotiere                                                    | Pocket penetrometer Kg/cm² | Vane test tascabile Kg/cm² | Strument. in foro                         |
| 1                                               |           | Ghiaia fine con sabbia debolmente limosa. Sabbia a granulometria da grossolana a media. Elementi ghiaiosi di natura cristallina, millimetrici, più raramente centimetrici Dmax=30 cm, da arrotondati a sub-arrotondati. Struttura indistinta, addensata, debolmente umida. Nessuna reazione ad HCL. Da 0.0 a 0.60 m presenza di apparati radicali. Colore bruno rossastro | 1.70                                                     |     |                                  |               |                                                          | 0.00<br><b>C A1</b><br>1.00   |                                                                     |                            |                            | <br><b>Piezometro aperto in PVC da 3"</b> |
| 2                                               |           | Sabbia ghiaiosa da debolmente limosa a limosa. Sabbia a granulometria da grossolana a media. Elementi ghiaiosi di natura cristallina, millimetrici, rari centimetrici. Presente ciottolo D=8.5 cm a 3.5 m, arrotondato ed appiattito. Struttura indistinta, moderatamente addensata debolmente umida. Colore bruno rossastro                                              | 4.00                                                     |     |                                  |               | PA - n. Colpi: 12/16/20<br>2.00 - 2.45 m                 | <b>C A2</b><br>2.00 2.00      |                                                                     |                            |                            |                                           |
| 3                                               |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                          |     |                                  |               |                                                          | <b>C R1</b><br>2.45           |                                                                     |                            |                            |                                           |
| 4                                               |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                          |     |                                  |               | PA - n. Colpi: 7/12/15<br>4.00 - 4.45 m                  | <b>C A3</b><br>3.00           |                                                                     |                            |                            |                                           |
| 5                                               |           | Sabbia con ghiaia debolmente limosa, localmente sabbia ghiaiosa, umida                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                          |     |                                  |               |                                                          | 4.00<br><b>C R2</b><br>4.45   |                                                                     |                            |                            |                                           |
| 6                                               |           | Sabbia a granulometria da media a grossolana. Elementi ghiaiosi di natura cristallina, millimetrici raramente centimetrici Dmax=3 cm, sub-arrotondati. Struttura indistinta, addensata, debolmente umida. Nessuna reazione ad HCL. Colore giallo scuro                                                                                                                    | 7.30                                                     |     |                                  |               | PA - n. Colpi: 9/15/18<br>6.00 - 6.45 m                  | <b>C R3</b><br>6.45           |                                                                     |                            |                            |                                           |
| 7                                               |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                          |     |                                  |               |                                                          |                               |                                                                     |                            |                            |                                           |
| 8                                               |           | Ghiaia con sabbia, localmente ghiaia sabbiosa debolmente limosa.                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                          |     |                                  |               | PA - n. Colpi: 18/21/23<br>8.00 - 8.45 m                 | 8.00<br><b>C R4</b><br>8.45   |                                                                     |                            |                            |                                           |
| 9                                               |           | Sabbia a granulometria da media a grossolana. Elementi ghiaiosi di natura cristallina, millimetrici raramente centimetrici Dmax=5 cm, sub-arrotondati. Struttura indistinta, addensata, debolmente umida. Nessuna reazione ad HCL. Colore giallo scuro                                                                                                                    | 10.0                                                     |     |                                  |               | PA - n. Colpi: 6/13/18<br>10.00 - 10.45 m                | <b>C R5</b><br>10.45          |                                                                     |                            |                            |                                           |
| 10                                              |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                          |     |                                  |               |                                                          |                               |                                                                     |                            |                            |                                           |
| 11                                              |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                          |     |                                  |               |                                                          |                               |                                                                     |                            |                            |                                           |
| 12                                              |           | Alternanza tra ghiaia con sabbia, debolmente limosa e sabbia ghiaiosa, debolmente limosa.                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                          |     |                                  |               | PA - n. Colpi: 9/16/22<br>12.00 - 12.45 m                | 12.00<br><b>C R6</b><br>12.45 |                                                                     |                            |                            |                                           |
| 13                                              |           | Sabbia a granulometria da media a grossolana. Elementi ghiaiosi di natura cristallina, millimetrici raramente centimetrici con Dmax= 4 cm, da sub-angolari a sub-arrotondati. Struttura indistinta, molto addensata, debolmente umida.                                                                                                                                    |                                                          |     |                                  |               | PA - n. Colpi: 8/14/25<br>14.00 - 14.45 m                | 14.00<br><b>C R7</b><br>14.45 |                                                                     |                            |                            |                                           |
| 14                                              |           | Nessuna reazione ad HCL. Colore giallo scuro                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                          |     |                                  |               |                                                          |                               |                                                                     |                            |                            |                                           |
| 15                                              |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                          |     |                                  |               |                                                          |                               |                                                                     |                            |                            |                                           |
| 16                                              |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                          |     |                                  |               |                                                          |                               |                                                                     |                            |                            |                                           |
| 17                                              |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                          |     |                                  |               |                                                          |                               |                                                                     |                            |                            |                                           |
| 18                                              |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                          |     |                                  |               |                                                          | 18.00<br><b>C R8</b><br>18.45 |                                                                     |                            |                            |                                           |
| 19                                              |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                          |     |                                  |               |                                                          |                               |                                                                     |                            |                            |                                           |
| 20                                              |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 20.00                                                    |     |                                  |               |                                                          |                               |                                                                     |                            |                            |                                           |

Perforazione: CS-Carotiere Semplice, CD-Carotiere Doppio,  
Corona: W-Widia, D-Diamantata  
PC: punta chiusa - PA: punta aperta  
Campioni: SH (Indisturbato) - CR (rimaneggiato) - CA (ambientale)

**Cassette catologatrici N° 4**  
**Rivestimento fino a 20.0 m dal p.c.**

Perforazione: CS-Carotiere Semplice, CD-Carotiere Doppio,  
Corona: W-Widia, D-Diamantata  
PC: punta chiusa - PA: punta aperta  
Campioni: SH (Indisturbato) - CR (rimaneggiato) - CA (ambientale)

**Cassette catalogatrici N° 4**  
**Rivestimento fino a 20.0 m dal p.c.**

Piezometro aperto in PVC da 3"





Foto 1 – Cassetta n. 1 da 0.00 m a 5.00 m



Foto 2 – Cassetta n. 2 da 5.00 m a 10.00 m

**L&R Laboratori e Ricerche S.r.l.**

Capitale Sociale, € 500.000 i.v.  
Codice Fiscale, P. IVA e Iscrizione al Reg.  
delle Imprese di Catania n. 04053900876  
Iscritta al R.E.A. 270647

www.LR-SRL.it  
Ircertificata@pec.it

**Uffici e Sede legale**

Via Pablo Picasso n. 2  
95037 San Giovanni La Punta (CT)  
info@lr-srl.it

Tel. +39 095 336490  
Fax +39 095 7336297

**Laboratorio Aut. L. 1086/71**

Zona Industriale, Capannone n.5  
94010 Catenanuova (EN)  
laboratorio@lr-srl.it

Tel. +39 0935 75860  
Fax. +39 0935 75860

Member of CISO Federation







## Sondaggio geognostico **S8**



|                                                                            |                                                  |                                                                        |
|----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| <i>Profondità sondaggio:</i><br><b>15.00 m</b>                             | <i>Quota bocca foro s.l.m.:</i><br><b>169 m</b>  | <i>Coordinate:</i><br><b>X: 38,272893° N</b><br><b>Y: 15,587245° E</b> |
| <i>Attrezzatura di perforazione:</i><br><b>Sonda idraulica Beretta T45</b> |                                                  | <i>Operatore alla sonda:</i><br><b>Sig. Salvatore Pirrera</b>          |
| Perforazione a carotaggio continuo diametro: <b>101 mm</b>                 | Rivestimento: <b>127 mm fino a 15.0 dal p.c.</b> |                                                                        |
| Cassette catalogatrici: n° <b>3</b>                                        | Attrezzatura in foro:                            |                                                                        |
| Prove in foro: <b>n. 7 SPT</b>                                             | Campioni <b>ambientali: n. 3</b>                 |                                                                        |
| Campioni <b>rimaneggiati: n. 7</b>                                         | Campioni <b>indisturbati: -</b>                  |                                                                        |
| Data inizio: <b>29/03/2021</b>                                             |                                                  | Data fine: <b>29/03/2021</b>                                           |

Il geologo responsabile del sondaggio  
Dott. Geol. Gabriele Denaro

**L&R Laboratori e Ricerche S.r.l.**

Capitale Sociale, € 500.000 i.v.  
Codice Fiscale, P. IVA e Iscrizione al Reg.  
delle Imprese di Catania n. 04053900876  
Iscritta al R.E.A. 270647

[www.LR-SRL.it](http://www.LR-SRL.it)  
[Ircertificata@pec.it](mailto:Ircertificata@pec.it)

**Uffici e Sede legale**

Via Pablo Picasso n. 2  
95037 San Giovanni La Punta (CT)  
[info@lr-srl.it](mailto:info@lr-srl.it)

Tel. +39 095 336490  
Fax +39 095 7336297

**Laboratorio Aut. L. 1086/71**

Zona Industriale, Capannone n.5  
94010 Catenanuova (EN)  
[laboratorio@lr-srl.it](mailto:laboratorio@lr-srl.it)

Tel. +39 0935 75860  
Fax. +39 0935 75860

Member of CISO Federation









Foto 1 – Cassetta n. 1 da 0.00 m a 5.00 m



Foto 2 – Cassetta n. 2 da 5.00 m a 10.00 m

**L&R Laboratori e Ricerche S.r.l.**

Capitale Sociale, € 500.000 i.v.  
Codice Fiscale, P. IVA e Iscrizione al Reg.  
delle Imprese di Catania n. 04053900876  
Iscritta al R.E.A. 270647

www.LR-SRL.it  
Ircertificata@pec.it

**Uffici e Sede legale**

Via Pablo Picasso n. 2  
95037 San Giovanni La Punta (CT)  
info@lr-srl.it

Tel. +39 095 336490  
Fax +39 095 7336297

**Laboratorio Aut. L. 1086/71**

Zona Industriale, Capannone n.5  
94010 Catenanuova (EN)  
laboratorio@lr-srl.it

Tel. +39 0935 75860  
Fax. +39 0935 75860

Member of CISO Federation





Foto 3 – Cassetta n. 3 da 10,00 m a 15,00 m

**L&R Laboratori e Ricerche S.r.l.**

Capitale Sociale, € 500.000 i.v.  
Codice Fiscale, P. IVA e Iscrizione al Reg.  
delle Imprese di Catania n. 04053900876  
Iscritta al R.E.A. 270647

www.LR-SRL.it  
Ircertificata@pec.it

**Uffici e Sede legale**

Via Pablo Picasso n. 2  
95037 San Giovanni La Punta (CT)  
info@lr-srl.it

Tel. +39 095 336490  
Fax +39 095 7336297

**Laboratorio Aut. L. 1086/71**

Zona Industriale, Capannone n.5  
94010 Catenanuova (EN)  
laboratorio@lr-srl.it

Tel. +39 0935 75860  
Fax. +39 0935 75860

Member of CISOQ Federation





## Sondaggio geognostico **S9**



|                                                                            |                                                  |                                                                        |
|----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| <i>Profondità sondaggio:</i><br><b>15.00 m</b>                             | <i>Quota bocca foro s.l.m.:</i><br><b>168 m</b>  | <i>Coordinate:</i><br><b>X: 38,272916° N</b><br><b>Y: 15,588414° E</b> |
| <i>Attrezzatura di perforazione:</i><br><b>Sonda idraulica Beretta T45</b> |                                                  | <i>Operatore alla sonda:</i><br><b>Sig. Salvatore Pirrera</b>          |
| Perforazione a carotaggio continuo diametro: <b>101 mm</b>                 | Rivestimento: <b>127 mm fino a 15.0 dal p.c.</b> |                                                                        |
| Cassette catalogatrici: n° <b>3</b>                                        | Attrezzatura in foro:                            |                                                                        |
| Prove in foro: <b>n. 6 SPT</b>                                             | Campioni <b>ambientali: n. 4</b>                 |                                                                        |
| Campioni <b>rimaneggiati: n. 7</b>                                         | Campioni <b>indisturbati: -</b>                  |                                                                        |
| Data inizio: <b>24/03/2021</b>                                             |                                                  | Data fine: <b>25/03/2021</b>                                           |

Il geologo responsabile del sondaggio  
Dott. Geol. Gabriele Denaro

### L&R Laboratori e Ricerche S.r.l.

Capitale Sociale, € 500.000 i.v.  
Codice Fiscale, P. IVA e Iscrizione al Reg.  
delle Imprese di Catania n. 04053900876  
Iscritta al R.E.A. 270647

www.LR-SRL.it  
Ircertificata@pec.it

### Uffici e Sede legale

Via Pablo Picasso n. 2  
95037 San Giovanni La Punta (CT)  
info@lr-srl.it

Tel. +39 095 336490  
Fax +39 095 7336297

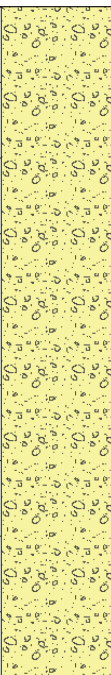
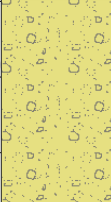
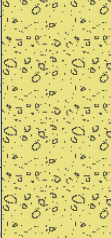
### Laboratorio Aut. L. 1086/71

Zona Industriale, Capannone n.5  
94010 Catenanuova (EN)  
laboratorio@lr-srl.it

Tel. +39 0935 75860  
Fax. +39 0935 75860

Member of CISO Federation



| SONDAGGIO <b>S9</b>                             |                                                                                     | OGGETTO: Adeguamento Centrale SNAM Rete Gas di Messina                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                          |     |                                  |               |                                                          |                                                                                                                         | Ordine n°:<br>IP1235IP01                                                              |                                                                                       | Pag 1/1                                                                               |                                                                                       |
|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|-----|----------------------------------|---------------|----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Redattore<br><b>Dott. Geol. Gabriele Denaro</b> |                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                          |     |                                  |               |                                                          |                                                                                                                         | Quota Bocca Foro s.l.m.:<br><b>168 m</b>                                              |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |
| Operatore<br><b>S.re Salvatore Pirrera</b>      |                                                                                     | Profondità raggiunta<br><b>15,00 m</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Tipo Carotaggio<br><b>Continuo a rotazione idraulica</b> |     | Tipo Sonda<br><b>Beretta T45</b> |               | Inizio/Fine Esecuzione<br><b>24/03/2021 - 25/03/2021</b> |                                                                                                                         | Coordinate<br><b>Lat: 38.272916° N</b><br><b>Long: 15.588414° E</b>                   |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |
| Scala                                           | Litologia                                                                           | Descrizione                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Quota (m)                                                | RQD | %Carotaggio                      | Livello falda | Prove in foro S.P.T.                                     | Prelievo Campioni                                                                                                       | Corona Carotiere                                                                      | Pocket penetrometer Kg/cm²                                                            | Vane test tascabile Kg/cm²                                                            | Strument. in foro                                                                     |
| 1                                               |   | Ghiaia fine con sabbia debolmente limosa, a granulometria da media a grossolana. Elementi ghiaiosi di natura cristallina, millimetrici. Da m. 6.90 ciottoli di dimensione centimetrica, Dmax=8.5 cm. Struttura indistinta, addensata, umido. Nessuna reazione ad HCL. Da 0.0 a 0.30 m presenza di apparati radicali. Colore giallo scuro. Da m 0.00-0.40 materiale di riporto costituito da ghiaia con sabbia, presenza di ciottoli e blocchi con Dmax=37 cm |                                                          |     |                                  |               | PA - n. Colpi: 15/15/17<br>2.00 - 2.45 m                 | 0.00<br><b>CA 1</b><br>0.50<br><b>CA 2</b><br>1.00<br><b>CA 3</b><br>2.00<br><b>CR 1</b><br>2.45<br><b>CA 4</b><br>3.00 |    |    |    |    |
| 2                                               |                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                          |     |                                  |               |                                                          | 2.00                                                                                                                    |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |
| 3                                               |                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                          |     |                                  |               |                                                          | 2.45                                                                                                                    |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |
| 4                                               |                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                          |     |                                  |               |                                                          | 4.00<br><b>CR 2</b><br>4.45                                                                                             |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |
| 5                                               |                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                          |     |                                  |               |                                                          | 6.00<br><b>CR 3</b><br>6.45                                                                                             |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |
| 6                                               |                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                          |     |                                  |               |                                                          | 8.00<br><b>CR 4</b><br>8.45                                                                                             |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |
| 7                                               |                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                          |     |                                  |               |                                                          | 12.00<br><b>CR 4bis</b><br>12.45                                                                                        |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |
| 8                                               |                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                          |     |                                  |               |                                                          | 12.00<br><b>CR 5</b><br>12.45                                                                                           |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |
| 9                                               |                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                          |     |                                  |               |                                                          | 14.00<br><b>CR 6</b><br>14.45                                                                                           |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |
| 10                                              |  | Sabbia ghiaiosa, con livelli di sabbia con ghiaia debolmente limosa. Sabbia a granulometria da media a grossolana. Elementi ghiaiosi di natura cristallina, millimetrici raramente centimetrici con Dmax=3.50 cm. Struttura indistinta, addensata, debolmente umida. Nessuna reazione ad HCL. Colore giallao scuro                                                                                                                                           | 9.00                                                     |     |                                  |               | PA - n. Colpi: 12/15/19<br>9.00 - 9.45 m                 | 8.70-9.00                                                                                                               |  |  |  |  |
| 11                                              |                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                          |     |                                  |               |                                                          |                                                                                                                         |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |
| 12                                              |                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                          |     |                                  |               |                                                          |                                                                                                                         |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |
| 13                                              |  | Ghiaia con sabbia limosa, con elementi ghiaiosi di natura cristallina, eterometrici, da sub-arrotondati ad angolari, con Dmax=5.5 cm. Struttura indistinta, da addensata a molto addensata, umida. Colore giallo scuro                                                                                                                                                                                                                                       | 11.70                                                    |     |                                  |               | PA - n. Colpi: 16/18/23<br>12.00 - 12.45 m               | 12.00<br><b>CR 5</b><br>12.45                                                                                           |  |  |  |  |
| 14                                              |                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                          |     |                                  |               |                                                          |                                                                                                                         |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |
| 15                                              |                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                          |     |                                  |               |                                                          |                                                                                                                         |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |
| 16                                              |                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 15.0                                                     |     |                                  |               |                                                          |                                                                                                                         |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |
| 17                                              |                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                          |     |                                  |               |                                                          |                                                                                                                         |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |
| 18                                              |                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                          |     |                                  |               |                                                          |                                                                                                                         |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |
| 19                                              |                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                          |     |                                  |               |                                                          |                                                                                                                         |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |
| 20                                              |                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                          |     |                                  |               |                                                          |                                                                                                                         |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |

Perforazione: CS-Carotiere Semplice, CD-Carotiere Doppio,  
Corona: W-Widia, D-Diamantata  
PC: punta chiusa - PA: punta aperta  
Campioni: SH (Indisturbato) - CR (rimaneggiato) - CA (ambientale)

Cassette catalogatrici N° 3

Rivestimento diam.127 mm fino a 15.0 m dal p.c.

Perforazione: CS-Carotiere Semplice, CD-Carotiere Doppio,  
 Corona: W-Widia, D-Diamantata  
 PC: punta chiusa - PA: punta aperta  
 Campioni: SH (Indisturbato) - CR (rimaneggiato) - CA (ambientale)

**Cassette catalogatrici N° 3**

**Rivestimento diam.127 mm fino a 15.0 m dal p.c.**



Foto 1 – Cassetta n. 1 da 0.00 m a 5.00 m



Foto 2 – Cassetta n. 2 da 5.00 m a 10.00 m

**L&R Laboratori e Ricerche S.r.l.**

Capitale Sociale, € 500.000 i.v.  
Codice Fiscale, P. IVA e Iscrizione al Reg.  
delle Imprese di Catania n. 04053900876  
Iscritta al R.E.A. 270647

www.LR-SRL.it  
Ircertificata@pec.it

**Uffici e Sede legale**

Via Pablo Picasso n. 2  
95037 San Giovanni La Punta (CT)  
info@lr-srl.it

Tel. +39 095 336490  
Fax +39 095 7336297

**Laboratorio Aut. L. 1086/71**

Zona Industriale, Capannone n.5  
94010 Catenanuova (EN)  
laboratorio@lr-srl.it

Tel. +39 0935 75860  
Fax. +39 0935 75860

Member of CISOQ Federation







Foto 3 – Cassetta n. 3 da 10,00 m a 15,00 m

**L&R Laboratori e Ricerche S.r.l.**

Capitale Sociale, € 500.000 i.v.  
Codice Fiscale, P. IVA e Iscrizione al Reg.  
delle Imprese di Catania n. 04053900876  
Iscritta al R.E.A. 270647

[www.LR-SRL.it](http://www.LR-SRL.it)  
[Ircertificata@pec.it](mailto:Ircertificata@pec.it)

**Uffici e Sede legale**

Via Pablo Picasso n. 2  
95037 San Giovanni La Punta (CT)  
[info@lr-srl.it](mailto:info@lr-srl.it)

Tel. +39 095 336490  
Fax +39 095 7336297

**Laboratorio Aut. L. 1086/71**

Zona Industriale, Capannone n.5  
94010 Catenanuova (EN)  
[laboratorio@lr-srl.it](mailto:laboratorio@lr-srl.it)

Tel. +39 0935 75860  
Fax. +39 0935 75860

Member of CISOQ Federation



## Sondaggio geognostico **S10**



|                                                                     |                                                  |                                                                 |
|---------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| Profondità sondaggio:<br><b>15.00 m</b>                             | Quota bocca foro s.l.m.:<br><b>165 m</b>         | Coordinate:<br><b>X: 38,272221° N</b><br><b>Y: 15,587199° E</b> |
| Attrezzatura di perforazione:<br><b>Sonda idraulica Beretta T45</b> |                                                  | Operatore alla sonda:<br><b>Sig. Salvatore Pirrera</b>          |
| Perforazione a carotaggio continuo diametro: <b>101 mm</b>          | Rivestimento: <b>127 mm fino a 15.0 dal p.c.</b> |                                                                 |
| Cassette catalogatrici: n° <b>3</b>                                 | Attrezzatura in foro:                            |                                                                 |
| Prove in foro: n. <b>7 SPT</b>                                      | Campioni <b>ambientali: n.3</b>                  |                                                                 |
| Campioni <b>rimaneggiati: n. 7</b>                                  | Campioni <b>indisturbati: -</b>                  |                                                                 |
| Data inizio: <b>31/03/2021</b>                                      |                                                  | Data fine: <b>01/04/2021</b>                                    |

Il geologo responsabile del sondaggio  
Dott. Geol. Gabriele Denaro

### L&R Laboratori e Ricerche S.r.l.

Capitale Sociale, € 500.000 i.v.  
Codice Fiscale, P. IVA e Iscrizione al Reg.  
delle Imprese di Catania n. 04053900876  
Iscritta al R.E.A. 270647

www.LR-SRL.it  
Ircertificata@pec.it

### Uffici e Sede legale

Via Pablo Picasso n. 2  
95037 San Giovanni La Punta (CT)  
info@lr-srl.it

Tel. +39 095 336490  
Fax +39 095 7336297

### Laboratorio Aut. L. 1086/71

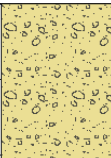
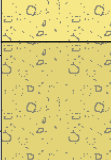
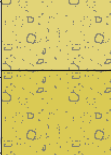
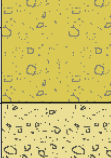
Zona Industriale, Capannone n.5  
94010 Catenanuova (EN)  
laboratorio@lr-srl.it

Tel. +39 0935 75860  
Fax. +39 0935 75860

Member of CISO Federation





| SONDAGGIO <b>S10</b>                     |                                                                                     | OGGETTO: Adeguamento Centrale SNAM Rete Gas di Messina                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                   |           |                           |             |                                                   |                                           | Ordine n°:<br>IP1235IP01                                      |                  | Pag 1/1                    |                            |                   |
|------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|-----------|---------------------------|-------------|---------------------------------------------------|-------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|------------------|----------------------------|----------------------------|-------------------|
| Redattore<br>Dott. Geol. Gabriele Denaro |                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                   |           |                           |             |                                                   |                                           | Quota Bocca Foro s.l.m.:<br>165 m                             |                  |                            |                            |                   |
| Operatore<br>S.re Salvatore Pirrera      |                                                                                     | Profondità raggiunta<br>15,00 m                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Tipo Carotaggio<br>Continuo a rotazione idraulica |           | Tipo Sonda<br>Beretta T45 |             | Inizio/Fine Esecuzione<br>31/03/2021 - 01/04/2021 |                                           | Coordinate<br>Lat: 38.272221° N<br>Long: 15.587199° E         |                  |                            |                            |                   |
| Scala                                    | Litologia                                                                           | Descrizione                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                   | Quota (m) | RQD                       | %Carotaggio | Livello falda                                     | Prove in foro S.P.T.                      | Prelievo Campioni                                             | Corona Carotiere | Pocket penetrometer Kg/cm² | Vane test tascabile Kg/cm² | Strument. in foro |
| 1                                        |    | Ghiaia con sabbia debolmente limosa. Elementi ghiaiosi di natura cristallina, eterometrici, con rari ciottoli con Dmax=7,5 cm, da arrotondati a sub-arrotondati. Struttura indistinta, da moderatamente addensata ad addensata, asciutta. Nessuna reazione ad HCL. Da 0.0 a 0.40 m presenza di apparati radicali. Colore giallastro |                                                   | 2.70      |                           |             |                                                   | PA - n. Colpi: 2/2/4<br>2.00 - 2.45 m     | 0.00<br><b>C A1</b><br>1.00                                   |                  |                            |                            |                   |
| 2                                        |                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                   |           |                           |             |                                                   |                                           | 2.00<br><b>C R1</b>                                           |                  |                            |                            |                   |
| 3                                        |                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                   |           |                           |             |                                                   |                                           | 2.45<br><b>C A3</b><br>3.00                                   |                  |                            |                            |                   |
| 4                                        |    | Sabbia ghiaiosa debolmente limosa a granulometria da media a grossolana. Elementi ghiaiosi di natura cristallina, millimetrici raramente centimetrici, con Dmax=5.5 cm., di forma arrotondata. Struttura indistinta, moderatamente addensata. Nessuna reazione ad HCL. Colore giallastro.                                           |                                                   | 5.80      |                           |             |                                                   | PA - n. Colpi: 2/8/10<br>4.00 - 4.45 m    | 4.00<br><b>C R2</b><br>4.45                                   |                  |                            |                            |                   |
| 5                                        |                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                   |           |                           |             |                                                   |                                           |                                                               |                  |                            |                            |                   |
| 6                                        |                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                   |           |                           |             |                                                   |                                           |                                                               |                  |                            |                            |                   |
| 7                                        |   | Sabbia limosa ghiaiosa, a tratti debolmente ghiaiosa. Sabbia a granulometria da fine a media. Elementi ghiaiosi di natura cristallina, millimetrici, arrotondati. Struttura indistinta, moderatamente addensata, debolmente umida. Nessuna reazione ad HCL. Colore giallo scuro                                                     |                                                   | 8.90      |                           |             |                                                   | PA - n. Colpi: 3/9/12<br>6.00 - 6.45 m    | 6.00<br><b>C R3</b><br>6.45                                   |                  |                            |                            |                   |
| 8                                        |                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                   |           |                           |             |                                                   |                                           |                                                               |                  |                            |                            |                   |
| 9                                        |                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                   |           |                           |             |                                                   |                                           |                                                               |                  |                            |                            |                   |
| 10                                       |  | Sabbia debolmente ghiaiosa debolmente limosa, a granulometria da media a fine. Elementi ghiaiosi di natura cristallina, millimetrici, arrotondati. Struttura indistinta, moderatamente addensata, debolmente umida. Nessuna reazione ad HCL. Colore giallo scuro.                                                                   |                                                   | 12.0      |                           |             |                                                   | PC - n. Colpi: 7/12/15<br>10.00 - 10.45 m | 7.70<br><b>C R3bis</b><br>8.05<br>8.70<br><b>C R4</b><br>9.00 | W/C              |                            |                            |                   |
| 11                                       |                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                   |           |                           |             |                                                   |                                           |                                                               |                  |                            |                            |                   |
| 12                                       |                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                   |           |                           |             |                                                   |                                           |                                                               |                  |                            |                            |                   |
| 13                                       |  | Ghiaia con sabbia debolmente limosa, con livelli di sabbia ghiaiosa. Elementi ghiaiosi di natura cristallina, millimetrici, da arrotondati a sub-arrotondati, con rari elementi centimetrici con Dmax=3 cm. Struttura indistinta, moderatamente addensata, umida. Nessuna reazione ad HCL. Colore giallastro in massa.              |                                                   | 15.0      |                           |             |                                                   | PC - n. Colpi: 7/12/14<br>12.00 - 12.45 m | 12.00<br><b>C R5</b><br>12.45                                 |                  |                            |                            |                   |
| 14                                       |                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                   |           |                           |             |                                                   |                                           |                                                               |                  |                            |                            |                   |
| 15                                       |                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                   |           |                           |             |                                                   |                                           |                                                               |                  |                            |                            |                   |
| 16                                       |                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                   |           |                           |             |                                                   |                                           |                                                               |                  |                            |                            |                   |
| 17                                       |                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                   |           |                           |             |                                                   |                                           |                                                               |                  |                            |                            |                   |
| 18                                       |                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                   |           |                           |             |                                                   |                                           |                                                               |                  |                            |                            |                   |
| 19                                       |                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                   |           |                           |             |                                                   |                                           |                                                               |                  |                            |                            |                   |
| 20                                       |                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                   |           |                           |             |                                                   |                                           |                                                               |                  |                            |                            |                   |

Perforazione: CS-Carotiere Semplice, CD-Carotiere Doppio,  
Corona: W-Widia, D-Diamantata  
PC: punta chiusa - PA: punta aperta  
Campioni: SH (Indisturbato) - CR (rimaneggiato) - CA (ambientale)

Cassette catalogatrici N° 3  
Rivestimento diam.127 mm fino a 12.0 m dal p.c.

Perforazione: CS-Carotiere Semplice, CD-Carotiere Doppio,  
 Corona: W-Widia, D-Diamantata  
 PC: punta chiusa - PA: punta aperta  
 Campioni: SH (Indisturbato) - CR (rimaneggiato) - CA (ambientale)

**Cassette catalogatrici N° 3**

**Rivestimento diam.127 mm fino a 12.0 m dal p.c.**



Foto 1 – Cassetta n. 1 da 0.00 m a 5.00 m



Foto 2 – Cassetta n. 2 da 5.00 m a 10.00 m

**L&R Laboratori e Ricerche S.r.l.**

Capitale Sociale, € 500.000 i.v.  
Codice Fiscale, P. IVA e Iscrizione al Reg.  
delle Imprese di Catania n. 04053900876  
Iscritta al R.E.A. 270647

www.LR-SRL.it  
Ircertificata@pec.it

**Uffici e Sede legale**

Via Pablo Picasso n. 2  
95037 San Giovanni La Punta (CT)  
info@lr-srl.it

Tel. +39 095 336490  
Fax +39 095 7336297

**Laboratorio Aut. L. 1086/71**

Zona Industriale, Capannone n.5  
94010 Catenanuova (EN)  
laboratorio@lr-srl.it

Tel. +39 0935 75860  
Fax. +39 0935 75860

Member of CISO Federation







Foto 3 – Cassetta n. 3 da 10,00 m a 15,00 m

**L&R Laboratori e Ricerche S.r.l.**

Capitale Sociale, € 500.000 i.v.  
Codice Fiscale, P. IVA e Iscrizione al Reg.  
delle Imprese di Catania n. 04053900876  
Iscritta al R.E.A. 270647

www.LR-SRL.it  
Ircertificata@pec.it

**Uffici e Sede legale**

Via Pablo Picasso n. 2  
95037 San Giovanni La Punta (CT)  
info@lr-srl.it

Tel. +39 095 336490  
Fax +39 095 7336297

**Laboratorio Aut. L. 1086/71**

Zona Industriale, Capannone n.5  
94010 Catenanuova (EN)  
laboratorio@lr-srl.it

Tel. +39 0935 75860  
Fax. +39 0935 75860

Member of CISOQ Federation



## Sondaggio geognostico **S11**



|                                                                            |                                                  |                                                                        |
|----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| <i>Profondità sondaggio:</i><br><b>50.00 m</b>                             | <i>Quota bocca foro s.l.m.:</i><br><b>168 m</b>  | <i>Coordinate:</i><br><b>X: 38,271359° N</b><br><b>Y: 15,589309° E</b> |
| <i>Attrezzatura di perforazione:</i><br><b>Sonda idraulica Beretta T45</b> |                                                  | <i>Operatore alla sonda:</i><br><b>Sig. Salvatore Pirrera</b>          |
| Perforazione a carotaggio continuo diametro: <b>101 mm</b>                 | Rivestimento: <b>127 mm fino a 30.0 dal p.c.</b> |                                                                        |
| Cassette catalogatrici: n° <b>10</b>                                       | Attrezzatura in foro:                            |                                                                        |
| Prove in foro: <b>n. 14 SPT</b>                                            | Campioni <b>ambientali: n.4</b>                  |                                                                        |
| Campioni <b>rimaneggiati: n. 18</b>                                        | Campioni <b>indisturbati: -</b>                  |                                                                        |
| Data inizio: <b>14/04/2021</b>                                             |                                                  | Data fine: <b>20/04/2021</b>                                           |

Il geologo responsabile del sondaggio  
Dott. Geol. Gabriele Denaro

**L&R Laboratori e Ricerche S.r.l.**

Capitale Sociale, € 500.000 i.v.  
Codice Fiscale, P. IVA e Iscrizione al Reg.  
delle Imprese di Catania n. 04053900876  
Iscritta al R.E.A. 270647

[www.LR-SRL.it](http://www.LR-SRL.it)  
[Ircertificata@pec.it](mailto:Ircertificata@pec.it)

**Uffici e Sede legale**

Via Pablo Picasso n. 2  
95037 San Giovanni La Punta (CT)  
[info@lr-srl.it](mailto:info@lr-srl.it)

Tel. +39 095 336490  
Fax +39 095 7336297

**Laboratorio Aut. L. 1086/71**

Zona Industriale, Capannone n.5  
94010 Catenanuova (EN)  
[laboratorio@lr-srl.it](mailto:laboratorio@lr-srl.it)

Tel. +39 0935 75860  
Fax. +39 0935 75860

Member of CISO Federation



**SONDAGGIO S11**
**OGGETTO: Adeguamento Centrale SNAM Rete Gas di Messina**

 Ordine n°:  
IP1235IP01

Pag 1/2

 Redattore  
Dott. Geol. Gabriele Denaro

 Quota Bocca Foro s.l.m.:  
168 m

 Operatore  
S.re Salvatore Pirrera

 Profondità raggiunta  
50,00 m

 Tipo Carotaggio  
Continuo a rotazione idraulica

 Tipo Sonda  
Beretta T45

 Inizio/Fine Esecuzione  
14/04/2021 - 20/04/2021

 Coordinate  
Lat: 38.271359° N  
Long: 15.589309° N

| Scala | Litologia | Descrizione                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Quota (m) | RQD | %Carotaggio | Livello falda | Prove in foro S.P.T.                       | Prelievo Campioni                                  | Corona Carotiere | Pocket penetrometer Kg/cm² | Vane test tascabile Kg/cm² | Strument. in foro |
|-------|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-----|-------------|---------------|--------------------------------------------|----------------------------------------------------|------------------|----------------------------|----------------------------|-------------------|
| 1     |           | Conglomerato cementizio da m 0.00-0.20. Riporto costituito da ghiaia con ciottoli e sabbia da m 0.20-0.50                                                                                                                                                                                                                          | 0.50      |     |             |               |                                            | CA1<br>0.50<br>CA2<br>1.00<br>PA - n. Colpi: 2/4/7 |                  |                            |                            |                   |
| 2     |           | Ghiaia fine con sabbia debolmente limosa. Ghiaia di natura cristallina, eterometrica con Dmax=5 cm, da arrotondata a sub-arrotondata, con struttura poco addensata (nessuna reazione HCL). Sabbia a granulometria media, asciutta. Colore giallastro in massa                                                                      |           |     |             |               | 1.60 - 2.05 m                              | CA3<br>1.60<br>CR1<br>1.95                         |                  |                            |                            |                   |
| 3     |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |           |     |             |               |                                            | CA4<br>2.00<br>3.00                                |                  |                            |                            |                   |
| 4     |           | Sabbia con ghiaia debolmente limosa, localmente limosa-sabbiosa a granulometria media. Elementi ghiaiosi di natura cristallina, eterometrici, con Dmax= 5 cm, da arrotondati a sub-arrotondati. Struttura indistinta, molto addensata, asciutti. Nessuna reazione ad HCL. Colore giallo scuro.                                     | 3.40      |     |             |               | PA - n. Colpi: 24/38/46<br>4.00 - 4.45 m   | CR2<br>4.00<br>4.45                                |                  |                            |                            |                   |
| 5     |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |           |     |             |               |                                            |                                                    |                  |                            |                            |                   |
| 6     |           | Ghiaia sabbiosa con livelli di ghiaia con sabbia limosa. Elementi ghiaiosi di natura cristallina, eterometrici, con Dmax= 10 cm. da arrotondati a sub-arrotondati. Struttura indistinta, molto addensata, debolmente umida. Nessuna reazione ad HCL. Colore giallastro.                                                            | 5.60      |     |             |               | PA - n. Colpi: 34/39/43<br>6.00 - 6.45 m   | CR3<br>6.00<br>6.45                                |                  |                            |                            |                   |
| 7     |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |           |     |             |               |                                            |                                                    |                  |                            |                            |                   |
| 8     |           | Ghiaia con sabbia debolmente limosa. Elementi ghiaiosi di natura cristallina, millimetrici raramente centimetrici, da sub-arrotondati a sub-angolari, con struttura indistinta. Molto addensata e debolmente umida. Nessuna reazione ad HCL. Colore giallo scuro in massa.                                                         | 6.90      |     |             |               | PA - n. Colpi: 20/31/42<br>8.00 - 8.45 m   | CR3bis<br>7.50-7.80<br>8.00<br>CR4<br>8.45         |                  |                            |                            |                   |
| 9     |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |           |     |             |               |                                            |                                                    |                  |                            |                            |                   |
| 10    |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |           |     |             |               | PA - n. Colpi: 21/25/29<br>10.00 - 10.45 m | CR5<br>10.00<br>10.45                              |                  |                            |                            |                   |
| 11    |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |           |     |             |               |                                            |                                                    |                  |                            |                            |                   |
| 12    |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 12.00     |     |             |               | PA - n. Colpi: 15/32/39<br>12.00 - 12.45 m | CR6<br>12.00<br>12.45                              |                  |                            |                            |                   |
| 13    |           | Sabbia con ghiaia debolmente limosa. Sabbia a granulometria da media a grossolana. Elementi ghiaiosi di natura cristallina, millimetrici con rari elementi eterometrici. Dmax= 10 cm, da sub-angolari ad arrotondati. Struttura indistinta, molto addensata, debolmente umida. Nessuna reazione ad HCL. Colore giallastro in massa |           |     |             |               | PA - n. Colpi: 24/30/37<br>15.00 - 15.45 m | CR7<br>15.00<br>15.45<br>16.00<br>CR7bis<br>16.45  |                  |                            |                            |                   |
| 14    |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |           |     |             |               |                                            |                                                    |                  |                            |                            |                   |
| 15    |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |           |     |             |               |                                            |                                                    |                  |                            |                            |                   |
| 16    |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |           |     |             |               |                                            |                                                    |                  |                            |                            |                   |
| 17    |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |           |     |             |               |                                            |                                                    |                  |                            |                            |                   |
| 18    |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 17.70     |     |             |               |                                            |                                                    |                  |                            |                            |                   |
| 19    |           | Alternanza ripetitiva di :<br>-Sabbia con ghiaia debolmente limosa, con granulometria da media a grossolana, di natura cristallina;<br>-Ghiaia con sabbia debolmente limosa, con gli elementi ghiaiosi di natura cristallina, millimetrici raramente centimetrici, da sub-arrotondati ad arrotondati.                              |           |     |             |               | PA - n. Colpi: 18/29/31<br>21.00 - 21.45 m | CR9<br>21.00<br>21.45                              |                  |                            |                            |                   |
| 20    |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |           |     |             |               |                                            |                                                    |                  |                            |                            |                   |
| 21    |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |           |     |             |               |                                            |                                                    |                  |                            |                            |                   |
| 22    |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |           |     |             |               |                                            |                                                    |                  |                            |                            |                   |
| 23    |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |           |     |             |               |                                            |                                                    |                  |                            |                            |                   |
| 24    |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |           |     |             |               | PA - n. Colpi: 23/40/48<br>24.00 - 24.45 m | CR10<br>24.00<br>24.45                             |                  |                            |                            |                   |
| 25    |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |           |     |             |               |                                            |                                                    |                  |                            |                            |                   |

 Perforazione: CS-Carotiere Semplice, CD-Carotiere Doppio,  
 Corona: W-Widia, D-Diamantata  
 PC: punta chiusa - PA: punta aperta  
 Campioni: SH (Indisturbato) - CR (rimaneggiato) - CA (ambientale)

**Cassette catalogatrici N° 10**  
**Rivestimento fino a 30.0 m dal p.c.**



| SONDAGGIO <b>S11</b>                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | OGGETTO: Adeguamento Centrale SNAM Rete Gas di Messina |                                                   |             |                           |                                                   |                   | Ordine n°:<br>IP1235IP01                              |                            | Pag 2/2                    |                   |               |  |  |  |  |
|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|-------------|---------------------------|---------------------------------------------------|-------------------|-------------------------------------------------------|----------------------------|----------------------------|-------------------|---------------|--|--|--|--|
| Redattore<br>Dott. Geol. Gabriele Denaro |                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                        |                                                   |             |                           |                                                   |                   | Quota Bocca Foro s.l.m.:<br>168 m                     |                            |                            |                   |               |  |  |  |  |
| Operatore<br>S.re Salvatore Pirrera      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Profondità raggiunta<br>50,00 m                        | Tipo Carotaggio<br>Continuo a rotazione idraulica |             | Tipo Sonda<br>Beretta T45 | Inizio/Fine Esecuzione<br>14/04/2021 - 20/04/2021 |                   | Coordinate<br>Lat: 38.271359° N<br>Long: 15.589309° N |                            |                            |                   |               |  |  |  |  |
| Litologia                                | Descrizione                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Quota (m)                                              | RQD                                               | %Carotaggio | Livello falda             | Prove in foro S.P.T.                              | Prelievo Campioni | Corona Carotiere                                      | Pocket penetrometer Kg/cm² | Vane test tascabile Kg/cm² | Strument. in foro |               |  |  |  |  |
| 26                                       | Sabbia ghiaiosa debolmente limosa.<br>Sabbia a granulometria grossolana.<br>Elementi ghiaiosi di natura cristallina, millimetrici raramente centimetrici, da sub-arrotondati a sub-angolari. Struttura indistinta, molto addensata, umida. Nessuna reazione ad HCL.<br>Colore giallastro in massa | 27.00                                                  |                                                   |             |                           | PA - n. Colpi:<br>21/24/31                        | 27.00             | W/Cs                                                  |                            |                            |                   |               |  |  |  |  |
| 27                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                        |                                                   |             |                           | 27.00 - 27.45 m                                   | CR11<br>27.45     |                                                       |                            |                            |                   |               |  |  |  |  |
| 28                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                        |                                                   |             |                           | PA - n. Colpi:<br>15/26/50                        | 30.00             |                                                       |                            |                            |                   |               |  |  |  |  |
| 29                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                        |                                                   |             |                           |                                                   |                   |                                                       |                            |                            |                   |               |  |  |  |  |
| 30                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                        |                                                   |             |                           | 30.00 - 30.45 m                                   | CR12<br>30.45     |                                                       |                            |                            |                   |               |  |  |  |  |
| 31                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                        |                                                   |             |                           | PA - n. Colpi:<br>17/28/49                        | 33.00             |                                                       |                            |                            |                   |               |  |  |  |  |
| 32                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                        |                                                   |             |                           |                                                   |                   |                                                       |                            |                            |                   |               |  |  |  |  |
| 33                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                        |                                                   |             |                           | 33.00 - 33.45 m                                   | CR13<br>33.45     |                                                       |                            |                            |                   |               |  |  |  |  |
| 34                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                        |                                                   |             |                           | PA - n. Colpi:<br>18/47/48                        | 36.00             |                                                       |                            |                            |                   |               |  |  |  |  |
| 35                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                        |                                                   |             |                           |                                                   |                   |                                                       |                            |                            |                   |               |  |  |  |  |
| 36                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                        |                                                   |             |                           | 36.00 - 36.45 m                                   | CR14<br>36.45     |                                                       |                            |                            |                   |               |  |  |  |  |
| 37                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                        |                                                   |             |                           | PA - n. Colpi:<br>27/48/51                        | 39.00             |                                                       |                            |                            |                   |               |  |  |  |  |
| 38                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                        |                                                   |             |                           |                                                   |                   |                                                       |                            |                            |                   |               |  |  |  |  |
| 39                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                        |                                                   |             |                           | 39.00 - 39.45 m                                   | 42.00             |                                                       |                            |                            |                   |               |  |  |  |  |
| 40                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                        |                                                   |             |                           |                                                   |                   |                                                       |                            |                            |                   |               |  |  |  |  |
| 41                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                        |                                                   |             |                           |                                                   |                   |                                                       |                            |                            |                   | CR15<br>42.45 |  |  |  |  |
| 42                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                        |                                                   |             |                           |                                                   | 45.00             |                                                       |                            |                            |                   |               |  |  |  |  |
| 43                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                        |                                                   |             |                           |                                                   |                   |                                                       |                            |                            |                   |               |  |  |  |  |
| 44                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                        |                                                   |             |                           |                                                   | 47.00             |                                                       |                            |                            |                   |               |  |  |  |  |
| 45                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                        |                                                   |             |                           |                                                   |                   |                                                       |                            |                            |                   |               |  |  |  |  |
| 46                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                        |                                                   |             |                           |                                                   |                   |                                                       |                            |                            |                   |               |  |  |  |  |
| 47                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                        |                                                   |             |                           |                                                   |                   |                                                       |                            |                            |                   |               |  |  |  |  |
| 48                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                        |                                                   |             |                           |                                                   |                   |                                                       |                            |                            |                   |               |  |  |  |  |
| 49                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                        |                                                   |             |                           |                                                   |                   |                                                       |                            |                            |                   | CR17<br>47.45 |  |  |  |  |
| 50                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 50.00                                                  |                                                   |             |                           |                                                   |                   |                                                       |                            |                            |                   |               |  |  |  |  |

Perforazione: CS-Carotiere Semplice, CD-Carotiere Doppio,  
 Corona: W-Widia, D-Diamantata  
 PC: punta chiusa - PA: punta aperta  
 Campioni: SH (Indisturbato) - CR (rimaneggiato) - CA (ambientale)

**Cassette catalogatrici N° 10**  
**Rivestimento fino a 30.0 m dal p.c.**



Foto 1 – Cassetta n. 1 da 0.00 m a 5.00 m



Foto 2 – Cassetta n. 2 da 5.00 m a 10.00 m

**L&R Laboratori e Ricerche S.r.l.**

Capitale Sociale, € 500.000 i.v.  
Codice Fiscale, P. IVA e Iscrizione al Reg.  
delle Imprese di Catania n. 04053900876  
Iscritta al R.E.A. 270647

www.LR-SRL.it  
Ircertificata@pec.it

**Uffici e Sede legale**

Via Pablo Picasso n. 2  
95037 San Giovanni La Punta (CT)  
info@lr-srl.it

Tel. +39 095 336490  
Fax +39 095 7336297

**Laboratorio Aut. L. 1086/71**

Zona Industriale, Capannone n.5  
94010 Catenanuova (EN)  
laboratorio@lr-srl.it

Tel. +39 0935 75860  
Fax. +39 0935 75860

Member of CISOQ Federation







Foto 3 – Cassetta n. 3 da 10,00 m a 15,00 m



Foto 4 – Cassetta n. 4 da 15,00 m a 20,00 m

**L&R Laboratori e Ricerche S.r.l.**

Capitale Sociale, € 500.000 i.v.  
Codice Fiscale, P. IVA e Iscrizione al Reg.  
delle Imprese di Catania n. 04053900876  
Iscritta al R.E.A. 270647

www.LR-SRL.it  
Ircertificata@pec.it

**Uffici e Sede legale**

Via Pablo Picasso n. 2  
95037 San Giovanni La Punta (CT)  
info@lr-srl.it

Tel. +39 095 336490  
Fax +39 095 7336297

**Laboratorio Aut. L. 1086/71**

Zona Industriale, Capannone n.5  
94010 Catenanuova (EN)  
laboratorio@lr-srl.it

Tel. +39 0935 75860  
Fax. +39 0935 75860

Member of C19Q Federation





Foto 5 – Cassetta n. 5 da 20,00 m a 25,00 m



Foto 6 – Cassetta n. 6 da 25,00 m a 30,00 m

**L&R Laboratori e Ricerche S.r.l.**

Capitale Sociale, € 500.000 i.v.  
Codice Fiscale, P. IVA e Iscrizione al Reg.  
delle Imprese di Catania n. 04053900876  
Iscritta al R.E.A. 270647

www.LR-SRL.it  
Ircertificata@pec.it

**Uffici e Sede legale**

Via Pablo Picasso n. 2  
95037 San Giovanni La Punta (CT)  
info@lr-srl.it

Tel. +39 095 336490  
Fax +39 095 7336297

**Laboratorio Aut. L. 1086/71**

Zona Industriale, Capannone n.5  
94010 Catenanuova (EN)  
laboratorio@lr-srl.it

Tel. +39 0935 75860  
Fax. +39 0935 75860

Member of C15Q Federation







Foto 7 – Cassetta n. 7 da 30,00 m a 35,00 m



Foto 8 – Cassetta n. 8 da 35,00 m a 40,00 m

**L&R Laboratori e Ricerche S.r.l.**

Capitale Sociale, € 500.000 i.v.  
Codice Fiscale, P. IVA e Iscrizione al Reg.  
delle Imprese di Catania n. 04053900876  
Iscritta al R.E.A. 270647

www.LR-SRL.it  
Ircertificata@pec.it

**Uffici e Sede legale**

Via Pablo Picasso n. 2  
95037 San Giovanni La Punta (CT)  
info@lr-srl.it

Tel. +39 095 336490  
Fax +39 095 7336297

**Laboratorio Aut. L. 1086/71**

Zona Industriale, Capannone n.5  
94010 Catenanuova (EN)  
laboratorio@lr-srl.it

Tel. +39 0935 75860  
Fax. +39 0935 75860

Member of CISOQ Federation





Foto 9 – Cassetta n. 9 da 40,00 m a 45,00 m



Foto 10 – Cassetta n. 10 da 45,00 m a 50,00 m

**L&R Laboratori e Ricerche S.r.l.**

Capitale Sociale, € 500.000 i.v.  
Codice Fiscale, P. IVA e Iscrizione al Reg.  
delle Imprese di Catania n. 04053900876  
Iscritta al R.E.A. 270647

www.LR-SRL.it  
Ircertificata@pec.it

**Uffici e Sede legale**

Via Pablo Picasso n. 2  
95037 San Giovanni La Punta (CT)  
info@lr-srl.it

Tel. +39 095 336490  
Fax +39 095 7336297

**Laboratorio Aut. L. 1086/71**

Zona Industriale, Capannone n.5  
94010 Catenanuova (EN)  
laboratorio@lr-srl.it

Tel. +39 0935 75860  
Fax. +39 0935 75860

Member of CISO Federation





## Sondaggio geognostico **S12**



|                                                                            |                                                       |                                                                        |
|----------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| <i>Profondità sondaggio:</i><br><b>30.00 m</b>                             | <i>Quota bocca foro s.l.m.:</i><br><b>164 m</b>       | <i>Coordinate:</i><br><b>X: 38,271089° N</b><br><b>Y: 15,590932° E</b> |
| <i>Attrezzatura di perforazione:</i><br><b>Sonda idraulica Beretta T45</b> |                                                       | <i>Operatore alla sonda:</i><br><b>Sig. Salvatore Pirrera</b>          |
| Perforazione a carotaggio continuo diametro: <b>101 mm</b>                 | Rivestimento: <b>127 mm fino a 30.0 dal p.c.</b>      |                                                                        |
| Cassette catalogatrici: n° <b>6</b>                                        | Attrezzatura in foro: <b>piezometro a tubo aperto</b> |                                                                        |
| Prove in foro: <b>n. 10 SPT</b>                                            | Campioni <b>ambientali: n. 3</b>                      |                                                                        |
| Campioni <b>rimaneggiati: n. 11</b>                                        | Campioni <b>indisturbati: -</b>                       |                                                                        |
| Data inizio: <b>26/04/2021</b>                                             |                                                       | Data fine: <b>28/04/2021</b>                                           |

Il geologo responsabile del sondaggio  
Dott. Geol. Gabriele Denaro

**L&R Laboratori e Ricerche S.r.l.**

Capitale Sociale, € 500.000 i.v.  
Codice Fiscale, P. IVA e Iscrizione al Reg.  
delle Imprese di Catania n. 04053900876  
Iscritta al R.E.A. 270647

[www.LR-SRL.it](http://www.LR-SRL.it)  
[Ircertificata@pec.it](mailto:Ircertificata@pec.it)

**Uffici e Sede legale**

Via Pablo Picasso n. 2  
95037 San Giovanni La Punta (CT)  
[info@lr-srl.it](mailto:info@lr-srl.it)

Tel. +39 095 336490  
Fax +39 095 7336297

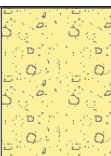
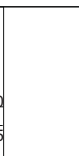
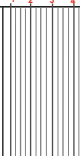
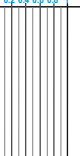
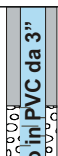
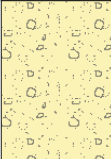
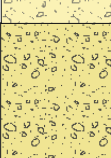
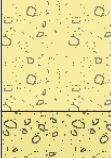
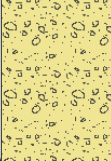
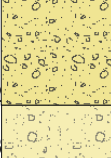
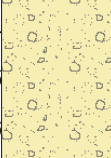
**Laboratorio Aut. L. 1086/71**

Zona Industriale, Capannone n.5  
94010 Catenanuova (EN)  
[laboratorio@lr-srl.it](mailto:laboratorio@lr-srl.it)

Tel. +39 0935 75860  
Fax. +39 0935 75860

Member of CISO Federation



| SONDAGGIO <b>S12</b>                     |                                                                                     | OGGETTO: Adeguamento Centrale SNAM Rete Gas di Messina                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                   |     |                           |               |                                                   | Ordine n°:<br>IP1235IP01                                     |                                                                                     | Pag 1/1                                                                             |                                                                                     |                                                                                     |  |  |                                          |              |  |  |                                          |                                                         |  |  |                                          |               |  |  |                                            |               |  |  |                                            |               |  |  |                                            |               |  |  |                                           |               |  |  |                                            |                |  |  |                                            |                |
|------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|---------------------------------------------------|-----|---------------------------|---------------|---------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--|--|------------------------------------------|--------------|--|--|------------------------------------------|---------------------------------------------------------|--|--|------------------------------------------|---------------|--|--|--------------------------------------------|---------------|--|--|--------------------------------------------|---------------|--|--|--------------------------------------------|---------------|--|--|-------------------------------------------|---------------|--|--|--------------------------------------------|----------------|--|--|--------------------------------------------|----------------|
| Redattore<br>Dott. Geol. Gabriele Denaro |                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  |                                                   |     |                           |               |                                                   | Quota Bocca Foro s.l.m.:<br>164 m                            |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |  |  |                                          |              |  |  |                                          |                                                         |  |  |                                          |               |  |  |                                            |               |  |  |                                            |               |  |  |                                            |               |  |  |                                           |               |  |  |                                            |                |  |  |                                            |                |
| Operatore<br>S.re Salvatore Pirrera      |                                                                                     | Profondità raggiunta<br>30,00 m                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  | Tipo Carotaggio<br>Continuo a rotazione idraulica |     | Tipo Sonda<br>Beretta T45 |               | Inizio/Fine Esecuzione<br>26/04/2021 - 28/04/2021 |                                                              | Coordinate<br>Lat: 38.271089° N<br>Long: 15.590932° E                               |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |  |  |                                          |              |  |  |                                          |                                                         |  |  |                                          |               |  |  |                                            |               |  |  |                                            |               |  |  |                                            |               |  |  |                                           |               |  |  |                                            |                |  |  |                                            |                |
| Scala                                    | Litologia                                                                           | Descrizione                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |  | Quota (m)                                         | RQD | %Carotaggio               | Livello falda | Prove in foro S.P.T.                              | Prelievo Campioni                                            | Corona Carotiere                                                                    | Pocket penetrometer Kg/cm²                                                          | Vane test tascabile Kg/cm²                                                          | Strument. in foro                                                                   |  |  |                                          |              |  |  |                                          |                                                         |  |  |                                          |               |  |  |                                            |               |  |  |                                            |               |  |  |                                            |               |  |  |                                           |               |  |  |                                            |                |  |  |                                            |                |
|                                          |                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  |                                                   |     | 25 40 60 80 100           |               |                                                   |                                                              |                                                                                     | 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10                                                                |                                                                                     |                                                                                     |  |  |                                          |              |  |  |                                          |                                                         |  |  |                                          |               |  |  |                                            |               |  |  |                                            |               |  |  |                                            |               |  |  |                                           |               |  |  |                                            |                |  |  |                                            |                |
| 1                                        |    | Sabbia con ghiaia debolmente limosa. Sabbia a granulometria da fine a media. Elementi ghiaiosi di natura cristallina, eterometrici, con Dmax= 5,8 cm, da sub-arrotondati a sub-angolari. Struttura indistinta, molto addensata, asciutta. Nessuna reazione ad HCL. Colore giallastro in massa.                                                                     |  | 3.20                                              |     |                           |               | PA - n. Colpi: 30/40/50<br>2.00 - 2.45 m          | C A1<br>1.00<br>C A2<br>2.00<br>C R1<br>2.45<br>C A3<br>3.00 |  |  |  |  |  |  |                                          |              |  |  |                                          |                                                         |  |  |                                          |               |  |  |                                            |               |  |  |                                            |               |  |  |                                            |               |  |  |                                           |               |  |  |                                            |                |  |  |                                            |                |
| 2                                        |                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  |                                                   |     |                           |               |                                                   |                                                              |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |  |  |                                          |              |  |  |                                          |                                                         |  |  |                                          |               |  |  |                                            |               |  |  |                                            |               |  |  |                                            |               |  |  |                                           |               |  |  |                                            |                |  |  |                                            |                |
| 3                                        |                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  |                                                   |     |                           |               |                                                   |                                                              |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |  |  |                                          |              |  |  |                                          |                                                         |  |  |                                          |               |  |  |                                            |               |  |  |                                            |               |  |  |                                            |               |  |  |                                           |               |  |  |                                            |                |  |  |                                            |                |
| 4                                        |    | Sabbia ghiaiosa debolmente limosa. Sabbia a granulometria da fine a media. Elementi ghiaiosi di natura cristallina, eterometrici, con Dmax= 5,0 cm, da sub-arrotondati, subordinatamente sub-angolari. Struttura indistinta, molto addensata, asciutta. Nessuna reazione ad HCL. Colore giallo chiaro.                                                             |  | 7.00                                              |     |                           |               |                                                   |                                                              |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |  |  | PA - n. Colpi: 22/31/37<br>4.00 - 4.45 m | C R2<br>4.45 |  |  |                                          |                                                         |  |  |                                          |               |  |  |                                            |               |  |  |                                            |               |  |  |                                            |               |  |  |                                           |               |  |  |                                            |                |  |  |                                            |                |
| 5                                        |                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  |                                                   |     |                           |               |                                                   |                                                              |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |  |  |                                          |              |  |  |                                          |                                                         |  |  |                                          |               |  |  |                                            |               |  |  |                                            |               |  |  |                                            |               |  |  |                                           |               |  |  |                                            |                |  |  |                                            |                |
| 6                                        |                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  |                                                   |     |                           |               |                                                   |                                                              |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |  |  |                                          |              |  |  |                                          |                                                         |  |  |                                          |               |  |  |                                            |               |  |  |                                            |               |  |  |                                            |               |  |  |                                           |               |  |  |                                            |                |  |  |                                            |                |
| 7                                        |   | Ghiaia con sabbia, a tratti ghiaia sabbiosa debolmente limosa. Sabbia a granulometria da media a grossolana. Elementi ghiaiosi di natura cristallina, millimetrici, raramente centimetrici, sub-arrotondati, raramente sub-angolari, struttura indistinta, Dmax= 5,5 cm. Molto addensata, debolmente umida. Nessuna reazione ad HCL. Colore giallo scuro in massa. |  | 10.00                                             |     |                           |               |                                                   |                                                              |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |  |  |                                          |              |  |  | PA - n. Colpi: 39/51/49<br>6.00 - 6.42 m | C R3<br>6.45<br>C R3bis<br>7.30<br>C R4<br>8.00<br>8.45 |  |  |                                          |               |  |  |                                            |               |  |  |                                            |               |  |  |                                            |               |  |  |                                           |               |  |  |                                            |                |  |  |                                            |                |
| 8                                        |                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  |                                                   |     |                           |               |                                                   |                                                              |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |  |  |                                          |              |  |  |                                          |                                                         |  |  |                                          |               |  |  |                                            |               |  |  |                                            |               |  |  |                                            |               |  |  |                                           |               |  |  |                                            |                |  |  |                                            |                |
| 9                                        |                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  |                                                   |     |                           |               |                                                   |                                                              |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |  |  |                                          |              |  |  |                                          |                                                         |  |  |                                          |               |  |  |                                            |               |  |  |                                            |               |  |  |                                            |               |  |  |                                           |               |  |  |                                            |                |  |  |                                            |                |
| 10                                       |  | Sabbia con ghiaia debolmente limosa. Sabbia a granulometria grossolana. Elementi ghiaiosi di natura cristallina, eterometrici, sub-arrotondati a struttura indistinta, molto addensata, debolmente umida. Nessuna reazione ad HCL. Colore giallo scuro in massa.                                                                                                   |  | 15.50                                             |     |                           |               |                                                   |                                                              |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |  |  |                                          |              |  |  |                                          |                                                         |  |  | PA - n. Colpi: 41/50/50<br>8.00 - 8.45 m | C R5<br>12.45 |  |  |                                            |               |  |  |                                            |               |  |  |                                            |               |  |  |                                           |               |  |  |                                            |                |  |  |                                            |                |
| 11                                       |                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  |                                                   |     |                           |               |                                                   |                                                              |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |  |  |                                          |              |  |  |                                          |                                                         |  |  |                                          |               |  |  |                                            |               |  |  |                                            |               |  |  |                                            |               |  |  |                                           |               |  |  |                                            |                |  |  |                                            |                |
| 12                                       |                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  |                                                   |     |                           |               |                                                   |                                                              |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |  |  |                                          |              |  |  |                                          |                                                         |  |  |                                          |               |  |  |                                            |               |  |  |                                            |               |  |  |                                            |               |  |  |                                           |               |  |  |                                            |                |  |  |                                            |                |
| 13                                       |  | Ghiaia con sabbia debolmente limosa. Sabbia a granulometria da media a grossolana. Elementi ghiaiosi di natura cristallina, eterometrici, con Dmax= 9 cm, da sub-arrotondati a sub-angolari. Struttura indistinta, molto addensata, debolmente umida. Nessuna reazione ad HCL. Colore giallo scuro in massa.                                                       |  | 22.00                                             |     |                           |               |                                                   |                                                              |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |  |  |                                          |              |  |  |                                          |                                                         |  |  |                                          |               |  |  | PA - n. Colpi: 21/32/39<br>12.00 - 12.45 m | C R6<br>15.45 |  |  |                                            |               |  |  |                                            |               |  |  |                                           |               |  |  |                                            |                |  |  |                                            |                |
| 14                                       |                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  |                                                   |     |                           |               |                                                   |                                                              |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |  |  |                                          |              |  |  |                                          |                                                         |  |  |                                          |               |  |  |                                            |               |  |  |                                            |               |  |  |                                            |               |  |  |                                           |               |  |  |                                            |                |  |  |                                            |                |
| 15                                       |                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  |                                                   |     |                           |               |                                                   |                                                              |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |  |  |                                          |              |  |  |                                          |                                                         |  |  |                                          |               |  |  |                                            |               |  |  |                                            |               |  |  |                                            |               |  |  |                                           |               |  |  |                                            |                |  |  |                                            |                |
| 16                                       |  | Sabbia ghiaiosa, a tratti sabbia debolmente ghiaiosa e limosa. Sabbia a granulometria da media a grossolana. Elementi ghiaiosi di natura cristallina, eterometrici, con Dmax= 9 cm, da sub-arrotondati a sub-angolari. Struttura indistinta, molto addensata, debolmente umida. Nessuna reazione ad HCL. Colore giallo scuro in massa.                             |  | 15.50                                             |     |                           |               |                                                   |                                                              |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |  |  |                                          |              |  |  |                                          |                                                         |  |  |                                          |               |  |  |                                            |               |  |  | PA - n. Colpi: 23/31/39<br>15.00 - 15.45 m | C R7<br>18.45 |  |  |                                            |               |  |  |                                           |               |  |  |                                            |                |  |  |                                            |                |
| 17                                       |                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  |                                                   |     |                           |               |                                                   |                                                              |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |  |  |                                          |              |  |  |                                          |                                                         |  |  |                                          |               |  |  |                                            |               |  |  |                                            |               |  |  |                                            |               |  |  |                                           |               |  |  |                                            |                |  |  |                                            |                |
| 18                                       |                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  |                                                   |     |                           |               |                                                   |                                                              |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |  |  |                                          |              |  |  |                                          |                                                         |  |  |                                          |               |  |  |                                            |               |  |  |                                            |               |  |  |                                            |               |  |  |                                           |               |  |  |                                            |                |  |  |                                            |                |
| 19                                       |  | Ghiaia con sabbia debolmente limosa. Sabbia a granulometria da media a grossolana. Elementi ghiaiosi di natura cristallina, eterometrici, con Dmax= 9 cm, da sub-arrotondati a sub-angolari. Struttura indistinta, molto addensata, debolmente umida. Nessuna reazione ad HCL. Colore giallo scuro in massa.                                                       |  | 22.00                                             |     |                           |               |                                                   |                                                              |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |  |  |                                          |              |  |  |                                          |                                                         |  |  |                                          |               |  |  |                                            |               |  |  |                                            |               |  |  | PA - n. Colpi: 24/31/40<br>18.00 - 18.45 m | C R8<br>21.45 |  |  |                                           |               |  |  |                                            |                |  |  |                                            |                |
| 20                                       |                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  |                                                   |     |                           |               |                                                   |                                                              |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |  |  |                                          |              |  |  |                                          |                                                         |  |  |                                          |               |  |  |                                            |               |  |  |                                            |               |  |  |                                            |               |  |  |                                           |               |  |  |                                            |                |  |  |                                            |                |
| 21                                       |                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  |                                                   |     |                           |               |                                                   |                                                              |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |  |  |                                          |              |  |  |                                          |                                                         |  |  |                                          |               |  |  |                                            |               |  |  |                                            |               |  |  |                                            |               |  |  |                                           |               |  |  |                                            |                |  |  |                                            |                |
| 22                                       |  | Sabbia ghiaiosa, a tratti sabbia debolmente ghiaiosa e limosa. Sabbia a granulometria da media a grossolana. Elementi ghiaiosi di natura cristallina, eterometrici, con Dmax= 9 cm, da sub-arrotondati a sub-angolari. Struttura indistinta, molto addensata, debolmente umida. Nessuna reazione ad HCL. Colore giallo scuro in massa.                             |  | 22.00                                             |     |                           |               |                                                   |                                                              |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |  |  |                                          |              |  |  |                                          |                                                         |  |  |                                          |               |  |  |                                            |               |  |  |                                            |               |  |  |                                            |               |  |  | PA - n. Colpi: 7/14/23<br>21.00 - 21.45 m | C R9<br>24.45 |  |  |                                            |                |  |  |                                            |                |
| 23                                       |                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  |                                                   |     |                           |               |                                                   |                                                              |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |  |  |                                          |              |  |  |                                          |                                                         |  |  |                                          |               |  |  |                                            |               |  |  |                                            |               |  |  |                                            |               |  |  |                                           |               |  |  |                                            |                |  |  |                                            |                |
| 24                                       |                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  |                                                   |     |                           |               |                                                   |                                                              |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |  |  |                                          |              |  |  |                                          |                                                         |  |  |                                          |               |  |  |                                            |               |  |  |                                            |               |  |  |                                            |               |  |  |                                           |               |  |  |                                            |                |  |  |                                            |                |
| 25                                       |  | Sabbia ghiaiosa, a tratti sabbia debolmente ghiaiosa e limosa. Sabbia a granulometria da media a grossolana. Elementi ghiaiosi di natura cristallina, eterometrici, con Dmax= 9 cm, da sub-arrotondati a sub-angolari. Struttura indistinta, molto addensata, debolmente umida. Nessuna reazione ad HCL. Colore giallo scuro in massa.                             |  | 22.00                                             |     |                           |               |                                                   |                                                              |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |  |  |                                          |              |  |  |                                          |                                                         |  |  |                                          |               |  |  |                                            |               |  |  |                                            |               |  |  |                                            |               |  |  |                                           |               |  |  | PA - n. Colpi: 14/16/19<br>24.00 - 24.45 m | C R10<br>27.45 |  |  |                                            |                |
| 26                                       |                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  |                                                   |     |                           |               |                                                   |                                                              |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |  |  |                                          |              |  |  |                                          |                                                         |  |  |                                          |               |  |  |                                            |               |  |  |                                            |               |  |  |                                            |               |  |  |                                           |               |  |  |                                            |                |  |  |                                            |                |
| 27                                       |                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  |                                                   |     |                           |               |                                                   |                                                              |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |  |  |                                          |              |  |  |                                          |                                                         |  |  |                                          |               |  |  |                                            |               |  |  |                                            |               |  |  |                                            |               |  |  |                                           |               |  |  |                                            |                |  |  |                                            |                |
| 28                                       |  | Sabbia ghiaiosa, a tratti sabbia debolmente ghiaiosa e limosa. Sabbia a granulometria da media a grossolana. Elementi ghiaiosi di natura cristallina, eterometrici, con Dmax= 9 cm, da sub-arrotondati a sub-angolari. Struttura indistinta, molto addensata, debolmente umida. Nessuna reazione ad HCL. Colore giallo scuro in massa.                             |  | 30.00                                             |     |                           |               |                                                   |                                                              |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |  |  |                                          |              |  |  |                                          |                                                         |  |  |                                          |               |  |  |                                            |               |  |  |                                            |               |  |  |                                            |               |  |  |                                           |               |  |  |                                            |                |  |  | PA - n. Colpi: 39/42/50<br>27.00 - 27.45 m | C R11<br>27.45 |
| 29                                       |                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  |                                                   |     |                           |               |                                                   |                                                              |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |  |  |                                          |              |  |  |                                          |                                                         |  |  |                                          |               |  |  |                                            |               |  |  |                                            |               |  |  |                                            |               |  |  |                                           |               |  |  |                                            |                |  |  |                                            |                |
| 30                                       |                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  |                                                   |     |                           |               |                                                   |                                                              |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |  |  |                                          |              |  |  |                                          |                                                         |  |  |                                          |               |  |  |                                            |               |  |  |                                            |               |  |  |                                            |               |  |  |                                           |               |  |  |                                            |                |  |  |                                            |                |

Piezometro aperto in PVC da 3"

Perforazione: CS-Carotiere Semplice, CD-Carotiere Doppio,  
Corona: W-Widia, D-Diamantata  
PC: punta chiusa - PA: punta aperta  
Campioni: SH (Indisturbato) - CR (rimaneggiato) - CA (ambientale)

**Cassette catalogatrici N° 6**  
**Rivestimento fino a 30.0 m dal p.c.**





Foto 1 – Cassetta n. 1 da 0.00 m a 5.00 m



Foto 2 – Cassetta n. 2 da 5.00 m a 10.00 m

**L&R Laboratori e Ricerche S.r.l.**

Capitale Sociale, € 500.000 i.v.  
Codice Fiscale, P. IVA e Iscrizione al Reg.  
delle Imprese di Catania n. 04053900876  
Iscritta al R.E.A. 270647

[www.LR-SRL.it](http://www.LR-SRL.it)  
[Ircertificata@pec.it](mailto:Ircertificata@pec.it)

**Uffici e Sede legale**

Via Pablo Picasso n. 2  
95037 San Giovanni La Punta (CT)  
[info@lr-srl.it](mailto:info@lr-srl.it)

Tel. +39 095 336490  
Fax +39 095 7336297

**Laboratorio Aut. L. 1086/71**

Zona Industriale, Capannone n.5  
94010 Catenanuova (EN)  
[laboratorio@lr-srl.it](mailto:laboratorio@lr-srl.it)

Tel. +39 0935 75860  
Fax. +39 0935 75860

Member of CISO Federation







Foto 3 – Cassetta n. 3 da 10,00 m a 15,00 m



Foto 4 – Cassetta n. 4 da 15,00 m a 20,00 m

**L&R Laboratori e Ricerche S.r.l.**

Capitale Sociale, € 500.000 i.v.  
Codice Fiscale, P. IVA e Iscrizione al Reg.  
delle Imprese di Catania n. 04053900876  
Iscritta al R.E.A. 270647

www.LR-SRL.it  
Ircertificata@pec.it

**Uffici e Sede legale**

Via Pablo Picasso n. 2  
95037 San Giovanni La Punta (CT)  
info@lr-srl.it

Tel. +39 095 336490  
Fax +39 095 7336297

**Laboratorio Aut. L. 1086/71**

Zona Industriale, Capannone n.5  
94010 Catenanuova (EN)  
laboratorio@lr-srl.it

Tel. +39 0935 75860  
Fax. +39 0935 75860

Member of CISO Federation







Foto 5 – Cassetta n. 5 da 200,00 m a 25,00 m



Foto 6 – Cassetta n. 6 da 25,00 m a 30,00 m

**L&R Laboratori e Ricerche S.r.l.**

Capitale Sociale, € 500.000 i.v.  
Codice Fiscale, P. IVA e Iscrizione al Reg.  
delle Imprese di Catania n. 04053900876  
Iscritta al R.E.A. 270647

www.LR-SRL.it  
Ircertificata@pec.it

**Uffici e Sede legale**

Via Pablo Picasso n. 2  
95037 San Giovanni La Punta (CT)  
info@lr-srl.it

Tel. +39 095 336490  
Fax +39 095 7336297

**Laboratorio Aut. L. 1086/71**

Zona Industriale, Capannone n.5  
94010 Catenuova (EN)  
laboratorio@lr-srl.it

Tel. +39 0935 75860  
Fax. +39 0935 75860

Member of CISOQ Federation



## **Annesso 3**

### **Indagini geofisiche HVSR**

---

#### **L&R Laboratori e Ricerche S.r.l.**

Capitale Sociale, € 500.000 i.v.  
Codice Fiscale, P. IVA e Iscrizione al Reg.  
delle Imprese di Catania n. 04053900876  
Iscritta al R.E.A. 270647

[www.LR-SRL.it](http://www.LR-SRL.it)  
[lr-certificata@pec.it](mailto:lr-certificata@pec.it)

---

#### **Uffici e Sede legale**

Via Pablo Picasso n. 2  
95037 San Giovanni La Punta (CT)  
[info@lr-srl.it](mailto:info@lr-srl.it)

Tel. +39 095 336490  
Fax +39 095 7336297

---

#### **Laboratorio Aut. L. 1086/71**

Zona Industriale, Capannone n.5  
94010 Calatanara (FN)  
[laboratorio@lr-srl.it](mailto:laboratorio@lr-srl.it)

Tel. +39 0935 75860  
Fax. +39 0935 75860





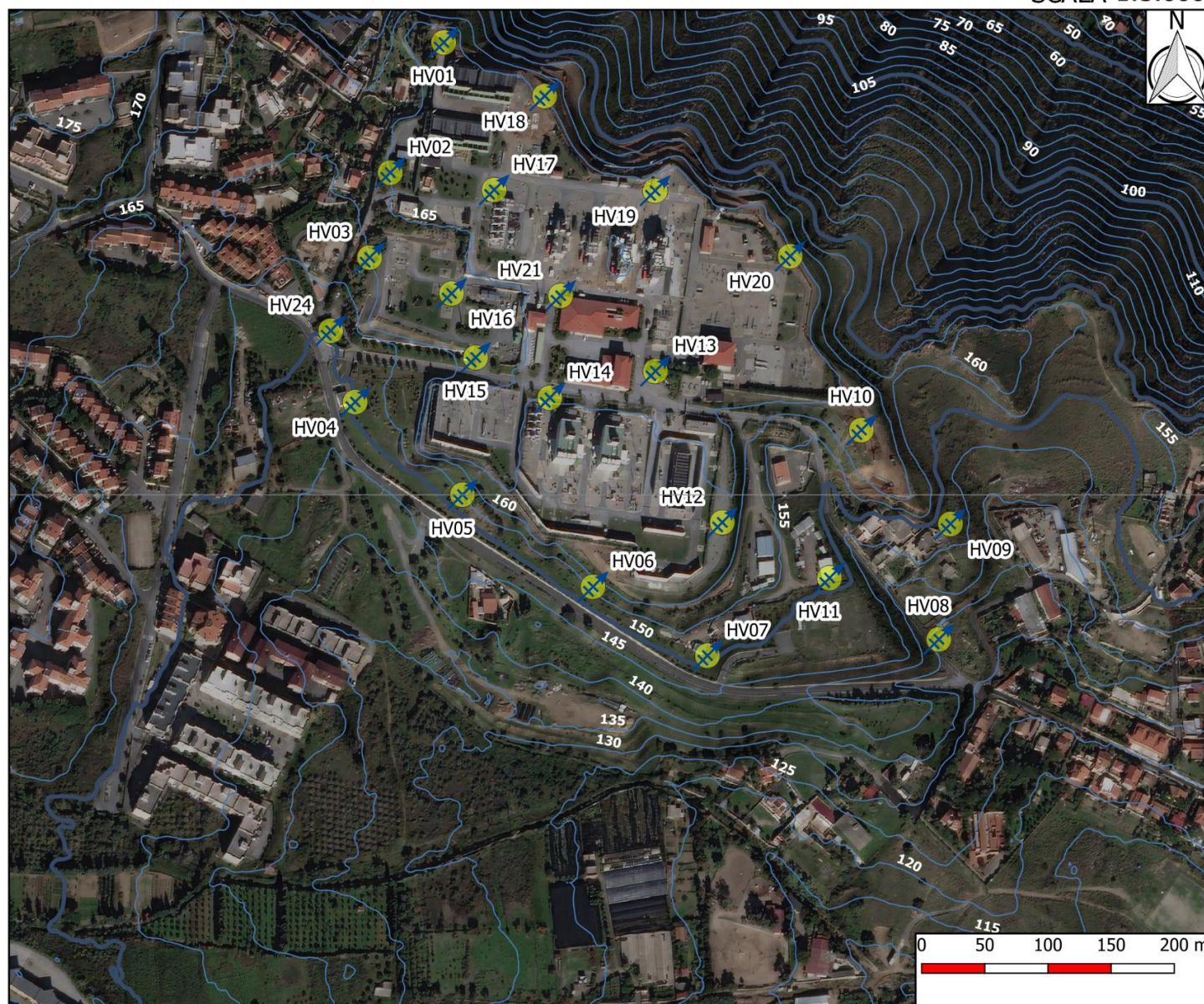
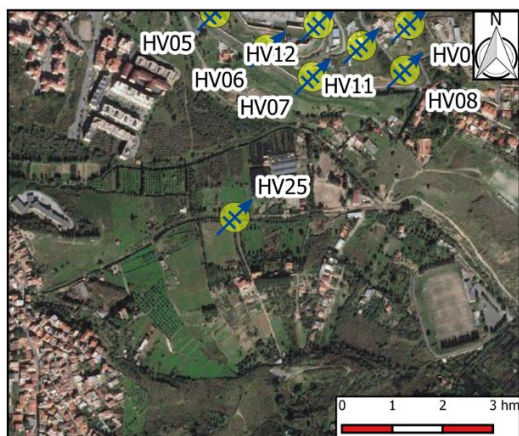
# PLANIMETRIA GENERALE

SCALA 1:5.000

## LEGENDA

-  HVSR
-  isoipse direttrici (50 m)
-  Isoipse ordinarie (5 m)

Ubicazioni indagini in aree esterne





## Indagine HV01



### COORDINATE INDAGINE HV01

| Tipo | Coord. X     | Coord. Y       | Quota (slm) | N. Foglio | N. Part. |
|------|--------------|----------------|-------------|-----------|----------|
| HVSR | 551.376,54 m | 4.236.357,98 m | 166.1 m     | 0021      | 321      |

Sistema di riferimento geografico ETRS89/UTM zone 33N

### Caratteristiche strumentazione

Sismografo triassiale (SR04MT) - Sara E.I.

#### Convertitore A/D

|                             |                                                         |
|-----------------------------|---------------------------------------------------------|
| Risoluzione:                | 24 bits                                                 |
| Campionamento:              | Simultaneo sui tre canali pilotato dal microcontrollore |
| Frequenze di campionamento: | 10,20,25,50,100,200,600 SPS                             |
| Filtro anti-alias           | 1 pole 8,8 Hz standard                                  |
| Range di ingresso:          | 1,25V peak-to-peak (+/- 0,0625V)                        |
| Soglia di rumore:           | ≤ -124 dB @ 100 SPS                                     |

### Parametri di acquisizione

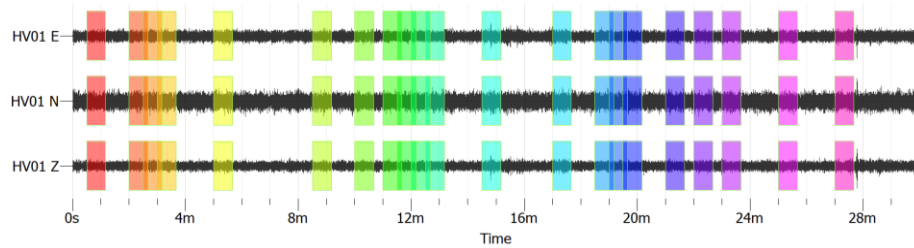
Nome file: **MT\_20210506\_150722.SAF**

| Name | Component | Time Reference   | T0 (s) | End Time (s) | Samp Freq (Hz) | Delta T | N Samples |
|------|-----------|------------------|--------|--------------|----------------|---------|-----------|
| R001 | Vertical  | 06/05/2021 15:07 | 0s     | 30m0.000000s | 300            | 0.0033  | 540000    |
| R001 | North     | 06/05/2021 15:07 | 0s     | 30m0.000000s | 300            | 0.0033  | 540000    |
| R001 | East      | 06/05/2021 15:07 | 0s     | 30m0.000000s | 300            | 0.0033  | 540000    |

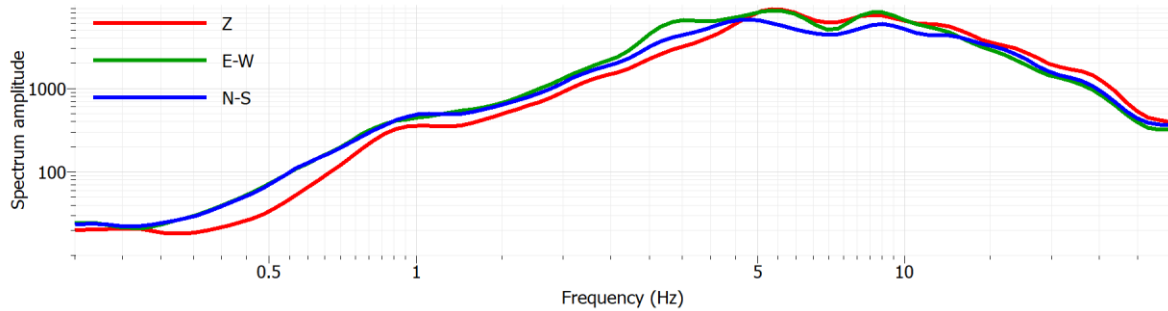
## Parametri di elaborazione e risultati

| Window length $l_w$ [s] | Number of windows $n_w$ | Number of significant cycles $n_c$ | Frequency statistics from individual windows |                 |       |                 | Grado del contrasto di impedenza sismica |
|-------------------------|-------------------------|------------------------------------|----------------------------------------------|-----------------|-------|-----------------|------------------------------------------|
|                         |                         |                                    | $f_0$ [Hz]                                   | $\sigma_f$ [Hz] | $A_0$ | $\sigma_A(f_0)$ |                                          |
| 35                      | 25                      | 436                                | 0.499                                        | 0.066           | 2.65  | 1.30            | BASSO                                    |

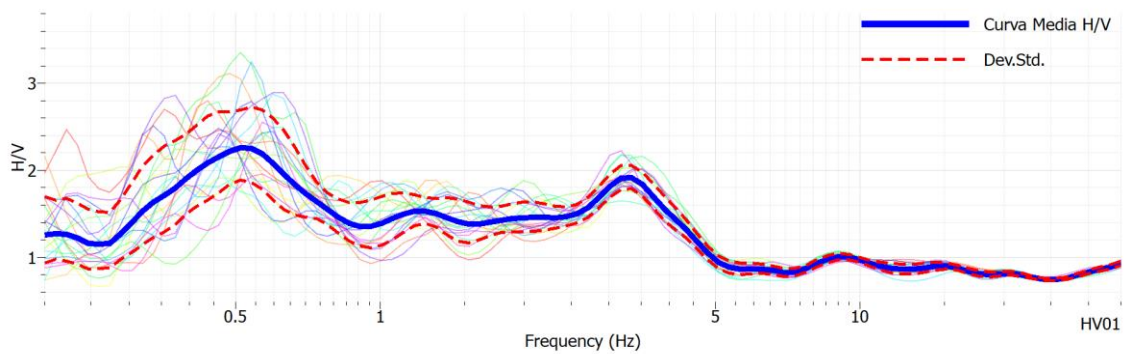
Tracce



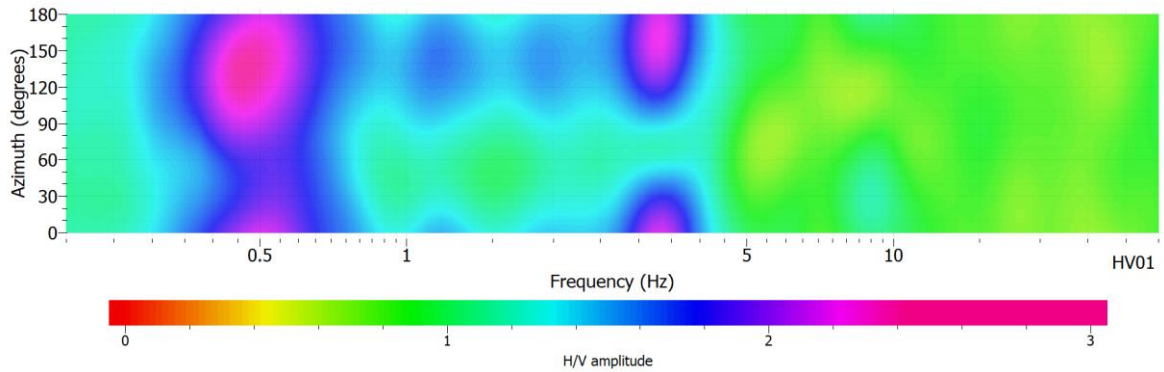
Spettro delle componenti



Spettro delle ampiezze H/V



Curva H/V sul piano orizzontale



| Criteri per una curva H/V affidabile                              |                                                              |                        |   |        |    |
|-------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|------------------------|---|--------|----|
| [Tutti i tre requisiti dovrebbero essere soddisfatti]             |                                                              |                        |   |        |    |
| $f_0 > 10/L_w$                                                    |                                                              | 0.50                   | > | 0.29   | OK |
| $n_c(f_0) > 200$                                                  |                                                              | 436                    | > | 200    | OK |
| $\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ |                                                              | Superato 0 volte su 27 |   |        | OK |
| $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$ |                                                              |                        |   |        |    |
| Criteri per un picco H/V chiaro                                   |                                                              |                        |   |        |    |
| [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]                     |                                                              |                        |   |        |    |
| Amplitude conditions                                              | Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$      | 1.21                   | < | 1.33   | OK |
|                                                                   | Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$       | 1.21                   | < | 1.31   | OK |
|                                                                   | $A_0 > 2$                                                    | 2.65                   | > | 2.00   | OK |
| Stability conditions                                              | $f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$ | $\Delta f$             | = | -0.051 | NO |
|                                                                   | $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$                                | 0.066                  | < | 0.100  | OK |
|                                                                   | $\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$                                | 1.30                   | < | 2.50   | OK |

### Velocità equivalente $V_S$

| n.strati | h    | z     | peso vol. | Vp      | Vs     |
|----------|------|-------|-----------|---------|--------|
|          | m    | m     | Kg/mc     | m/s     | m/s    |
| 1        | 0.59 | 0.59  | 1591.55   | 341.49  | 153.35 |
| 2        | 3.14 | 3.73  | 1749.19   | 730.27  | 289.42 |
| 3        | 3.87 | 7.60  | 1782.11   | 1119.73 | 381.93 |
| 4        | 3.05 | 10.65 | 1834.52   | 1362.87 | 424.89 |
| 5        | ---  | ---   | 1838.53   | 1650.35 | 520.92 |

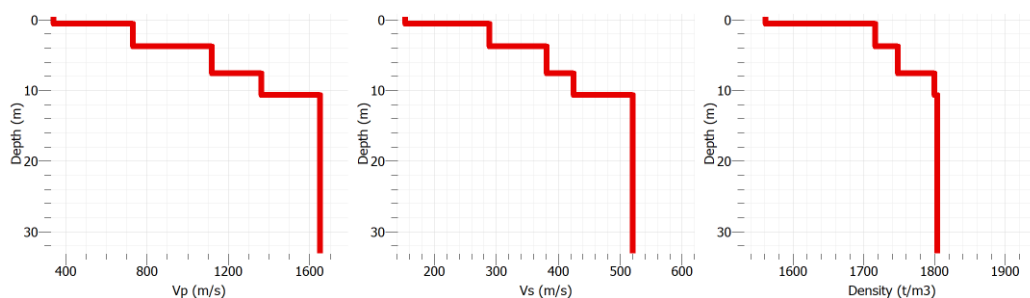
$$V_{S,eq}$$

$$\text{m/s}$$

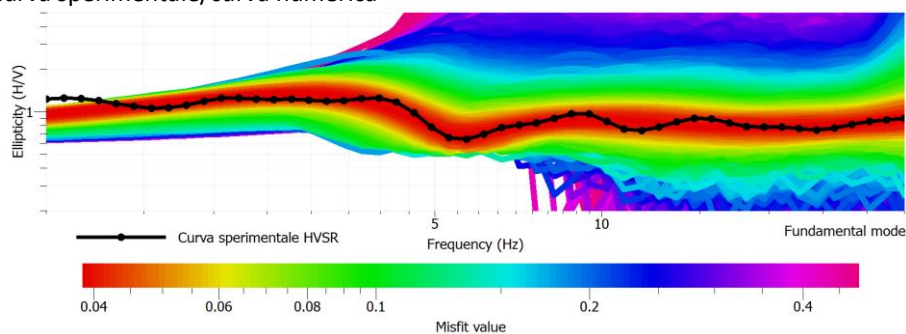
$$433.76$$

**Il valore della  $V_{S,eq}$  è compatibile con la Categoria di suolo tipo B**

Profilo sismostratigrafico



Adattamento curva sperimentale/curva numerica



Inversione numerica effettuata su curva H/V calcolata sulla direttrice  $70^\circ$  per non tenere conto degli effetti di direzionalità del moto di propagazione



## Indagine HV02



### COORDINATE INDAGINE HV02

| Tipo | Coord. X     | Coord. Y       | Quota (slm) | N. Foglio | N. Part. |
|------|--------------|----------------|-------------|-----------|----------|
| HVSR | 551.334,19 m | 4.236.254,92 m | 165.2 m     | 0040      | 1894     |

Sistema di riferimento geografico ETRS89/UTM zone 33N

### Caratteristiche strumentazione

Sismografo triassiale (SR04MT) - Sara E.I.

#### Convertitore A/D

|                             |                                                         |
|-----------------------------|---------------------------------------------------------|
| Risoluzione:                | 24 bits                                                 |
| Campionamento:              | Simultaneo sui tre canali pilotato dal microcontrollore |
| Frequenze di campionamento: | 10,20,25,50,100,200,600 SPS                             |
| Filtro anti-alias           | 1 pole 8,8 Hz standard                                  |
| Range di ingresso:          | 1,25V peak-to-peak (+/- 0,0625V)                        |
| Soglia di rumore:           | ≤ -124 dB @ 100 SPS                                     |

### Parametri di acquisizione

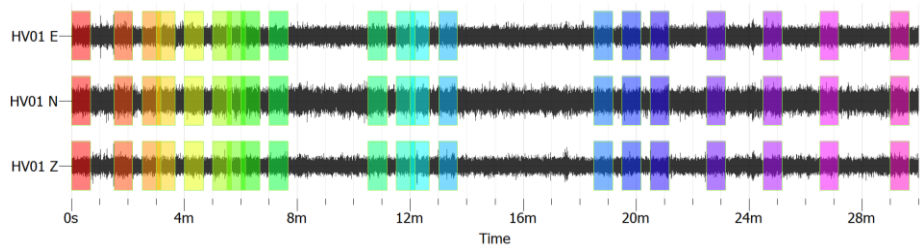
Nome file: **MT\_20210505\_120320.SAF**

| Name | Component       | Time Reference   | T0 (s) | End Time (s) | Samp Freq (Hz) | Delta T | N Samples |
|------|-----------------|------------------|--------|--------------|----------------|---------|-----------|
| R001 | <b>Vertical</b> | 05/05/2021 12:03 | 0s     | 30m0.000000s | 300            | 0.0033  | 540000    |
| R001 | <b>North</b>    | 05/05/2021 12:03 | 0s     | 30m0.000000s | 300            | 0.0033  | 540000    |
| R001 | <b>East</b>     | 05/05/2021 12:03 | 0s     | 30m0.000000s | 300            | 0.0033  | 540000    |

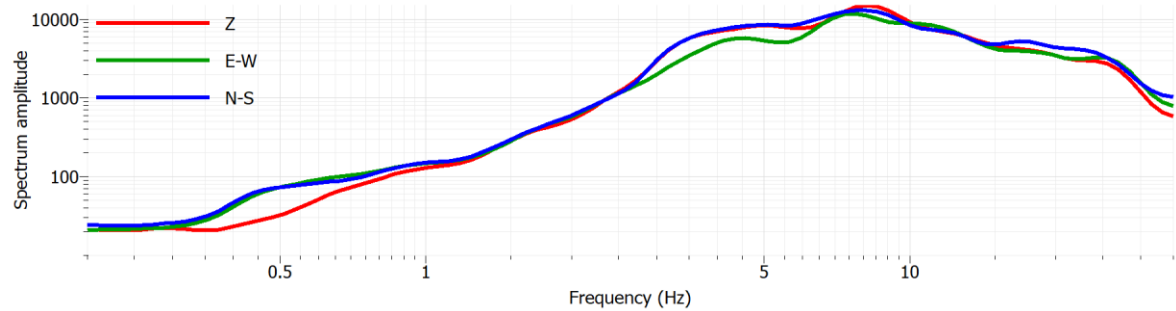
Parametri di elaborazione e risultati

| Window length $l_w$ [s] | Number of windows $n_w$ | Number of significant cycles $n_c$ | Frequency statistics from individual windows |                 |       |                 | Grado del contrasto di impedenza sismica |
|-------------------------|-------------------------|------------------------------------|----------------------------------------------|-----------------|-------|-----------------|------------------------------------------|
|                         |                         |                                    | $f_0$ [Hz]                                   | $\sigma_f$ [Hz] | $A_0$ | $\sigma_A(f_0)$ |                                          |
| 40                      | 20                      | 373                                | 0.466                                        | 0.036           | 2.48  | 1.12            | BASSO                                    |

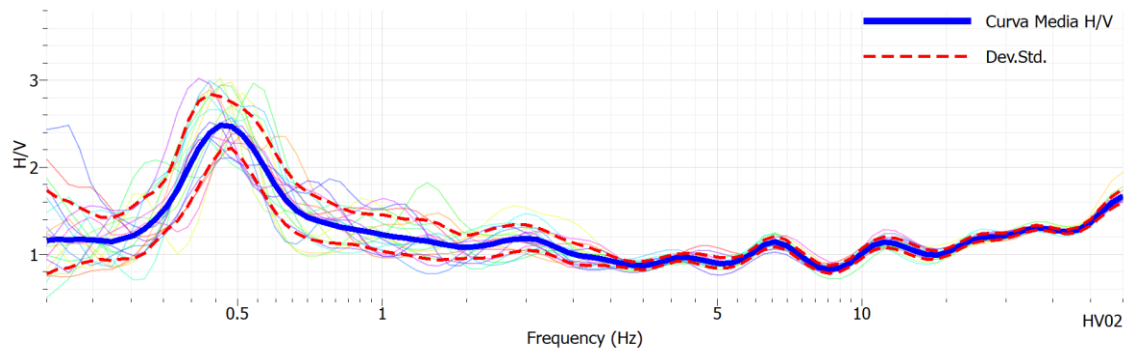
Tracce



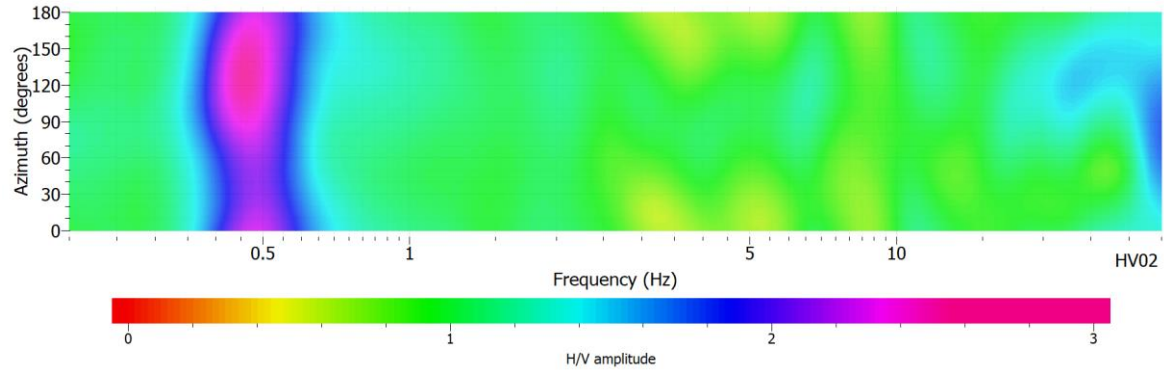
Spettro delle componenti



Spettro delle ampiezze H/V



Curva H/V sul piano orizzontale



| Criteri per una curva H/V affidabile                              |                                                              |                        |   |        |    |
|-------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|------------------------|---|--------|----|
| [Tutti i tre requisiti dovrebbero essere soddisfatti]             |                                                              |                        |   |        |    |
| $f_0 > 10/L_w$                                                    |                                                              | 0.47                   | > | 0.25   | OK |
| $n_c(f_0) > 200$                                                  |                                                              | 373                    | > | 200    | OK |
| $\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ |                                                              | Superato 0 volte su 28 |   |        | OK |
| $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$ |                                                              |                        |   |        |    |
| Criteri per un picco H/V chiaro                                   |                                                              |                        |   |        |    |
| [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]                     |                                                              |                        |   |        |    |
| Amplitude conditions                                              | Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$      | 1.15                   | < | 1.24   | OK |
|                                                                   | Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$       | 1.15                   | > | 1.08   | OK |
|                                                                   | $A_0 > 2$                                                    | 2.48                   | > | 2.00   | OK |
| Stability conditions                                              | $f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$ | $\Delta f$             | = | -0.048 | NO |
|                                                                   | $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$                                | 0.036                  | < | 0.093  | OK |
|                                                                   | $\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$                                | 1.12                   | < | 2.50   | OK |

### Velocità equivalente $V_S$

| n.strati | h    | z     | peso vol. | Vp      | Vs     |
|----------|------|-------|-----------|---------|--------|
|          | m    | m     | Kg/mc     | m/s     | m/s    |
| 1        | 0.81 | 0.81  | 1626.94   | 427.17  | 121.73 |
| 2        | 3.20 | 4.01  | 1726.61   | 622.97  | 287.11 |
| 3        | 4.72 | 8.73  | 1782.11   | 796.33  | 386.54 |
| 4        | 5.94 | 14.67 | 1789.25   | 870.94  | 392.24 |
| 5        | ---  | ---   | 1842.21   | 1660.28 | 563.15 |

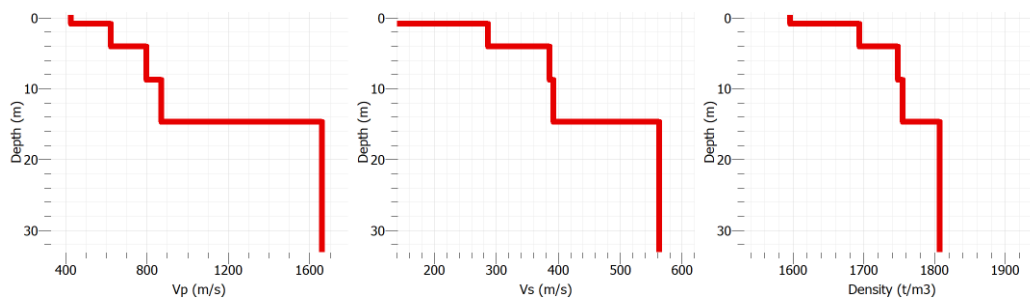
$$V_{S,eq}$$

m/s

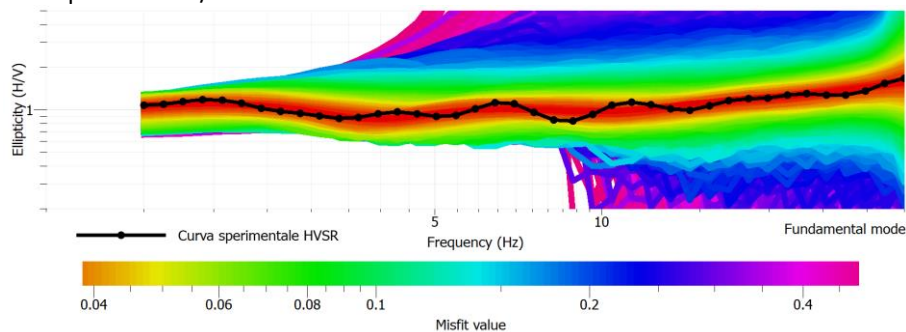
414.62

Il valore della  $V_{S,eq}$  è compatibile con la Categoria di suolo tipo B

Profilo sismostratigrafico



Adattamento curva sperimentale/curva numerica



## Indagine HV03



### COORDINATE INDAGINE HV03

| Tipo | Coord. X     | Coord. Y       | Quota (slm) | N. Foglio | N. Part. |
|------|--------------|----------------|-------------|-----------|----------|
| HVSR | 551.317,89 m | 4.236.187,75 m | 160.45 m    | 0040      | 1894     |

Sistema di riferimento geografico ETRS89/UTM zone 33N

### Caratteristiche strumentazione

Sismografo triassiale (SR04MT) - Sara E.I.

#### Convertitore A/D

|                             |                                                         |
|-----------------------------|---------------------------------------------------------|
| Risoluzione:                | 24 bits                                                 |
| Campionamento:              | Simultaneo sui tre canali pilotato dal microcontrollore |
| Frequenze di campionamento: | 10,20,25,50,100,200,600 SPS                             |
| Filtro anti-alias           | 1 pole 8,8 Hz standard                                  |
| Range di ingresso:          | 1,25V peak-to-peak (+/- 0,0625V)                        |
| Soglia di rumore:           | ≤ -124 dB @ 100 SPS                                     |

### Parametri di acquisizione

Nome file: **MT\_20210505\_110359.SAF**

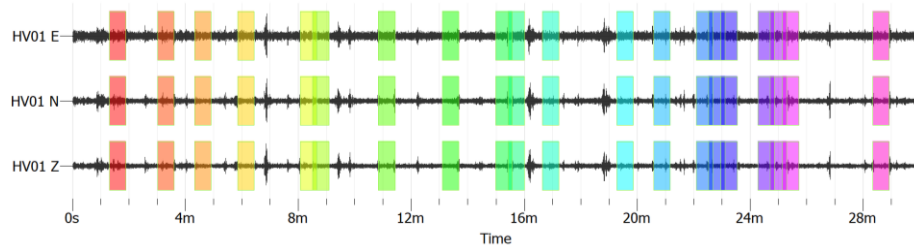
| Name | Component       | Time Reference   | T0 (s) | End Time (s) | Samp Freq (Hz) | Delta T | N Samples |
|------|-----------------|------------------|--------|--------------|----------------|---------|-----------|
| R001 | <b>Vertical</b> | 05/05/2021 11:03 | 0s     | 30m0.000000s | 300            | 0.0033  | 540000    |
| R001 | <b>North</b>    | 05/05/2021 11:03 | 0s     | 30m0.000000s | 300            | 0.0033  | 540000    |
| R001 | <b>East</b>     | 05/05/2021 11:03 | 0s     | 30m0.000000s | 300            | 0.0033  | 540000    |



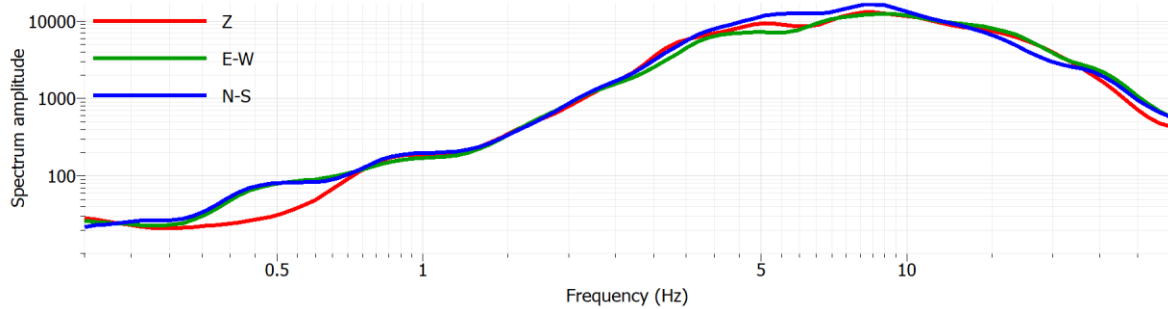
## Parametri di elaborazione e risultati

| Window length $l_w$ [s] | Number of windows $n_w$ | Number of significant cycles $n_c$ | Frequency statistics from individual windows |                 |       |                 | Grado del contrasto di impedenza sismica |
|-------------------------|-------------------------|------------------------------------|----------------------------------------------|-----------------|-------|-----------------|------------------------------------------|
|                         |                         |                                    | $f_0$ [Hz]                                   | $\sigma_f$ [Hz] | $A_0$ | $\sigma_A(f_0)$ |                                          |
| 35                      | 20                      | 330                                | 0.472                                        | 0.036           | 2.83  | 1.12            | BASSO                                    |

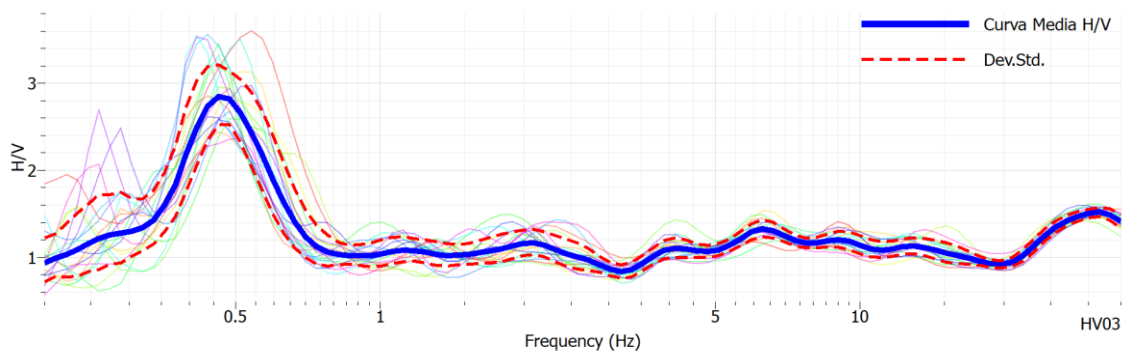
Tracce



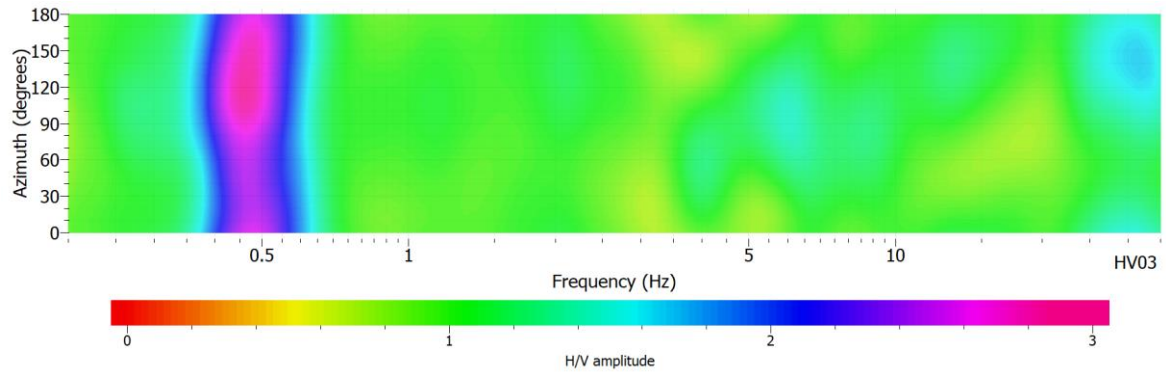
Spettro delle componenti



Spettro delle ampiezze H/V



Curva H/V sul piano orizzontale



| Criteri per una curva H/V affidabile                              |                                                              |                        |   |       |    |
|-------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|------------------------|---|-------|----|
| [Tutti i tre requisiti dovrebbero essere soddisfatti]             |                                                              |                        |   |       |    |
| $f_0 > 10/L_w$                                                    |                                                              | 0.47                   | > | 0.29  | OK |
| $n_c(f_0) > 200$                                                  |                                                              | 330                    | > | 200   | OK |
| $\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ |                                                              | Superato 0 volte su 27 |   |       | OK |
| $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$ |                                                              |                        |   |       |    |
| Criteri per un picco H/V chiaro                                   |                                                              |                        |   |       |    |
| [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]                     |                                                              |                        |   |       |    |
| Amplitude conditions                                              | Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$      | 0.94                   | < | 1.42  | OK |
|                                                                   | Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$       | 0.94                   | < | 1.02  | OK |
|                                                                   | $A_0 > 2$                                                    | 2.83                   | > | 2.00  | OK |
| Stability conditions                                              | $f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$ | $\Delta f$             | = | 0.000 | OK |
|                                                                   | $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$                                | 0.036                  | < | 0.094 | OK |
|                                                                   | $\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$                                | 1.12                   | < | 2.50  | OK |

### Velocità equivalente $V_s$

| n.strati | h    | z     | peso vol. | Vp      | Vs     |
|----------|------|-------|-----------|---------|--------|
|          | m    | m     | Kg/mc     | m/s     | m/s    |
| 1        | 0.83 | 0.83  | 1503.41   | 298.08  | 99.18  |
| 2        | 3.57 | 4.40  | 1642.44   | 741.30  | 236.74 |
| 3        | 4.77 | 9.17  | 1748.58   | 1127.59 | 378.51 |
| 4        | 4.68 | 13.85 | 1791.04   | 1238.17 | 384.09 |
| 5        | ---  | ---   | 1961.94   | 1633.94 | 544.11 |

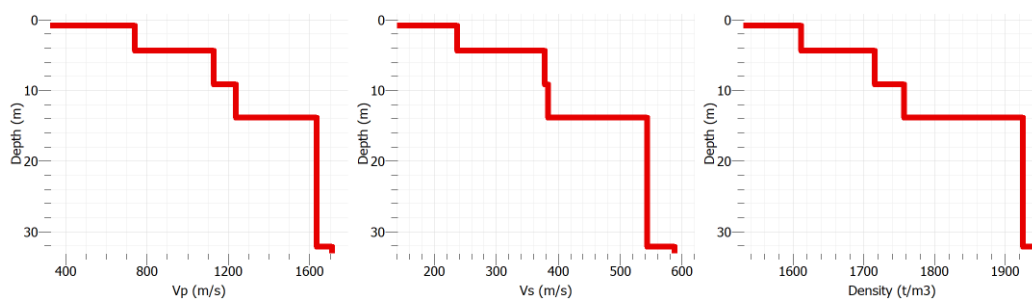
$$V_{s,eq}$$

m/s

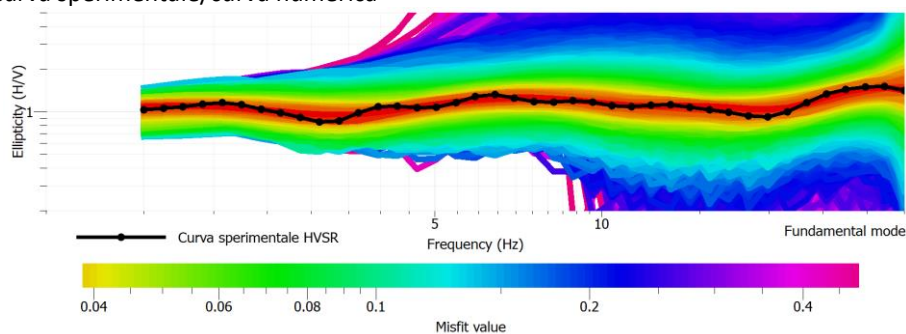
384.98

**Il valore della  $V_{s,eq}$  è compatibile con la Categoria di suolo tipo B**

Profilo sismostratigrafico



Adattamento curva sperimentale/curva numerica



## Indagine HV04



### COORDINATE INDAGINE HV04

| Tipo | Coord. X     | Coord. Y       | Quota (slm) | N. Foglio | N. Part. |
|------|--------------|----------------|-------------|-----------|----------|
| HVSR | 551.306,46 m | 4.236.073,49 m | 150.2 m     | 0040      | 1894     |

Sistema di riferimento geografico ETRS89/UTM zone 33N

### Caratteristiche strumentazione

Sismografo triassiale (SR04MT) - Sara E.I.

#### Convertitore A/D

|                             |                                                         |
|-----------------------------|---------------------------------------------------------|
| Risoluzione:                | 24 bits                                                 |
| Campionamento:              | Simultaneo sui tre canali pilotato dal microcontrollore |
| Frequenze di campionamento: | 10,20,25,50,100,200,600 SPS                             |
| Filtro anti-alias           | 1 pole 8,8 Hz standard                                  |
| Range di ingresso:          | 1,25V peak-to-peak (+/- 0,0625V)                        |
| Soglia di rumore:           | ≤ -124 dB @ 100 SPS                                     |

### Parametri di acquisizione

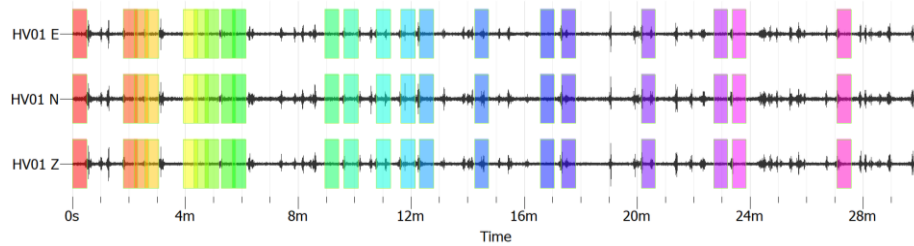
Nome file: **MT\_20210505\_092604.SAF**

| Name | Component       | Time Reference   | T0 (s) | End Time (s) | Samp Freq (Hz) | Delta T | N Samples |
|------|-----------------|------------------|--------|--------------|----------------|---------|-----------|
| R001 | <b>Vertical</b> | 05/05/2021 09:26 | 0s     | 30m0.000000s | 300            | 0.0033  | 540000    |
| R001 | <b>North</b>    | 05/05/2021 09:26 | 0s     | 30m0.000000s | 300            | 0.0033  | 540000    |
| R001 | <b>East</b>     | 05/05/2021 09:26 | 0s     | 30m0.000000s | 300            | 0.0033  | 540000    |

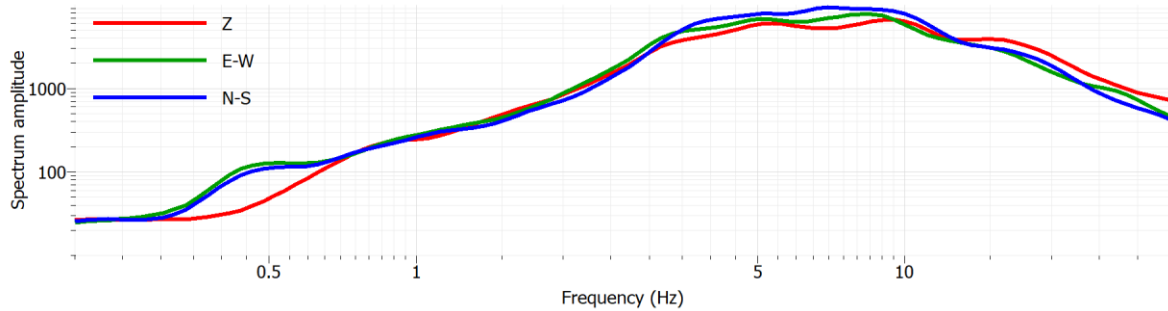
## Parametri di elaborazione e risultati

| Window length $l_w$ [s] | Number of windows $n_w$ | Number of significant cycles $n_c$ | Frequency statistics from individual windows |                 |       |                 | Grado del contrasto di impedenza sismica |
|-------------------------|-------------------------|------------------------------------|----------------------------------------------|-----------------|-------|-----------------|------------------------------------------|
|                         |                         |                                    | $f_0$ [Hz]                                   | $\sigma_f$ [Hz] | $A_0$ | $\sigma_A(f_0)$ |                                          |
| 30                      | 21                      | 290                                | 0.460                                        | 0.034           | 3.06  | 1.24            | MODERATO                                 |

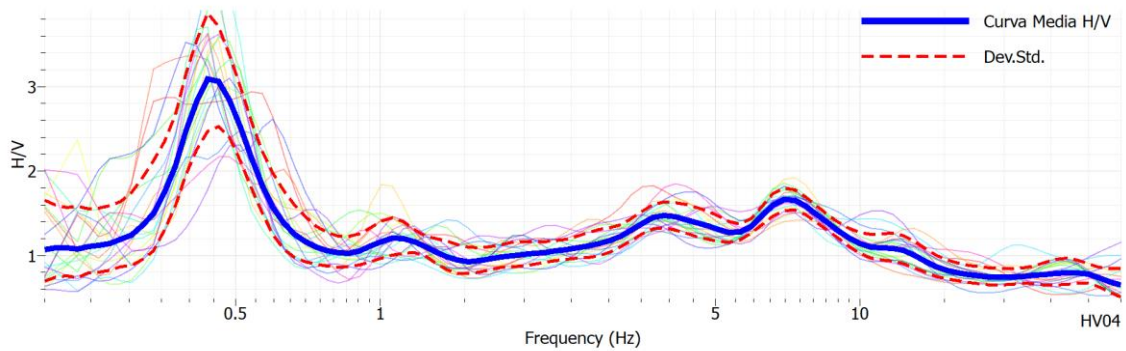
Tracce



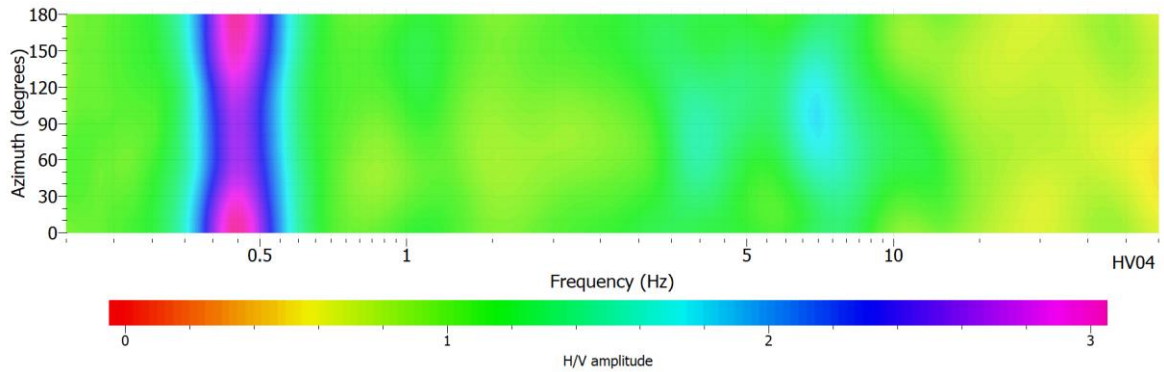
Spettro delle componenti



Spettro delle ampiezze H/V



Curva H/V sul piano orizzontale





| Criteri per una curva H/V affidabile                  |                                                                   |                        |   |        |    |
|-------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|------------------------|---|--------|----|
| [Tutti i tre requisiti dovrebbero essere soddisfatti] |                                                                   |                        |   |        |    |
|                                                       | $f_0 > 10/L_w$                                                    | 0.46                   | > | 0.33   | OK |
|                                                       | $n_c(f_0) > 200$                                                  | 290                    | > | 200    | OK |
|                                                       | $\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ | Superato 0 volte su 28 |   |        | OK |
|                                                       | $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$ |                        |   |        |    |
| Criteri per un picco H/V chiaro                       |                                                                   |                        |   |        |    |
| [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]         |                                                                   |                        |   |        |    |
| Amplitude conditions                                  | Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$           | 1.06                   | < | 1.53   | OK |
|                                                       | Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$            | 1.06                   | > | 0.93   | OK |
|                                                       | $A_0 > 2$                                                         | 3.06                   | > | 2.00   | OK |
| Stability conditions                                  | $f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$      | $\Delta f$             | = | -0.023 | OK |
|                                                       | $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$                                     | 0.034                  | < | 0.092  | OK |
|                                                       | $\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$                                     | 1.24                   | < | 2.50   | OK |

### Velocità equivalente $V_s$

| n.strati | h    | z     | peso vol. | Vp      | Vs     |
|----------|------|-------|-----------|---------|--------|
|          | m    | m     | Kg/mc     | m/s     | m/s    |
| 1        | 0.90 | 0.90  | 1612.37   | 378.14  | 144.42 |
| 2        | 3.27 | 4.17  | 1634.25   | 587.88  | 234.39 |
| 3        | 4.77 | 8.94  | 1739.87   | 867.81  | 360.42 |
| 4        | 4.91 | 13.85 | 1746.84   | 893.87  | 400.56 |
| 5        | ---  | ---   | 1940.49   | 1603.20 | 594.73 |

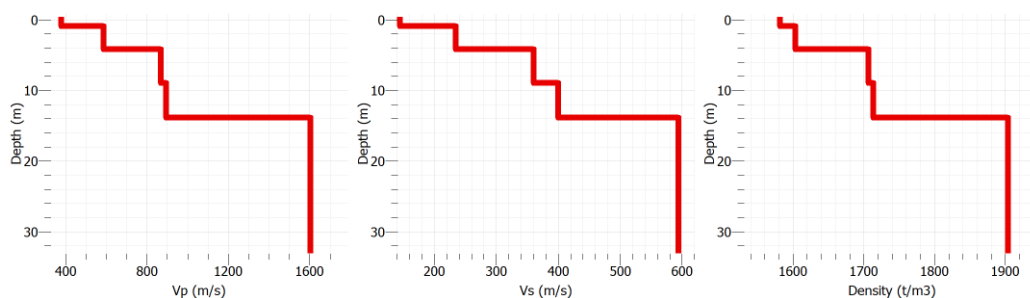
$$V_{s,eq}$$

$$\text{m/s}$$

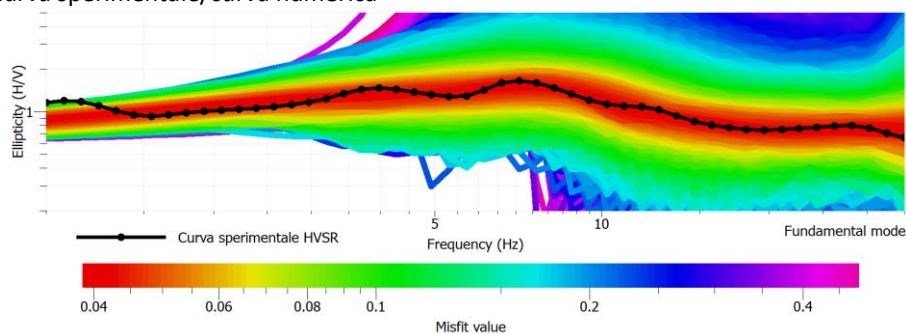
$$411.96$$

**Il valore della  $V_{s,eq}$  è compatibile con la Categoria di suolo tipo B**

Profilo sismostratigrafico



Adattamento curva sperimentale/curva numerica



## Indagine HV05



### COORDINATE INDAGINE HV05

| Tipo | Coord. X     | Coord. Y       | Quota (slm) | N. Foglio | N. Part. |
|------|--------------|----------------|-------------|-----------|----------|
| HVSR | 551.391,32 m | 4.236.000,12 m | 155.45 m    | 0040      | 1894     |

Sistema di riferimento geografico ETRS89/UTM zone 33N

### Caratteristiche strumentazione

Sismografo triassiale (SR04MT) - Sara E.I.

#### Convertitore A/D

|                             |                                                         |
|-----------------------------|---------------------------------------------------------|
| Risoluzione:                | 24 bits                                                 |
| Campionamento:              | Simultaneo sui tre canali pilotato dal microcontrollore |
| Frequenze di campionamento: | 10,20,25,50,100,200,600 SPS                             |
| Filtro anti-alias           | 1 pole 8,8 Hz standard                                  |
| Range di ingresso:          | 1,25V peak-to-peak (+/- 0,0625V)                        |
| Soglia di rumore:           | ≤ -124 dB @ 100 SPS                                     |

### Parametri di acquisizione

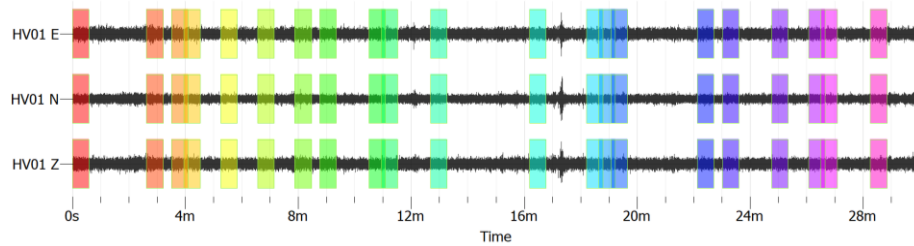
Nome file: **MT\_20210506\_102152.SAF**

| Name | Component       | Time Reference   | T0 (s) | End Time (s) | Samp Freq (Hz) | Delta T | N Samples |
|------|-----------------|------------------|--------|--------------|----------------|---------|-----------|
| R001 | <b>Vertical</b> | 06/05/2021 10:21 | 0s     | 30m0.000000s | 300            | 0.0033  | 540000    |
| R001 | <b>North</b>    | 06/05/2021 10:21 | 0s     | 30m0.000000s | 300            | 0.0033  | 540000    |
| R001 | <b>East</b>     | 06/05/2021 10:21 | 0s     | 30m0.000000s | 300            | 0.0033  | 540000    |

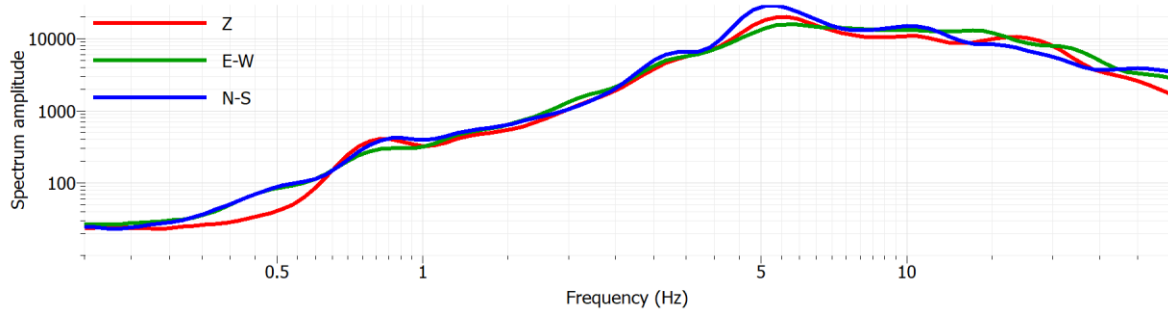
## Parametri di elaborazione e risultati

| Window length $l_w$ [s] | Number of windows $n_w$ | Number of significant cycles $n_c$ | Frequency statistics from individual windows |                 |       |                 | Grado del contrasto di impedenza sismica |
|-------------------------|-------------------------|------------------------------------|----------------------------------------------|-----------------|-------|-----------------|------------------------------------------|
|                         |                         |                                    | $f_0$ [Hz]                                   | $\sigma_f$ [Hz] | $A_0$ | $\sigma_A(f_0)$ |                                          |
| 35                      | 21                      | 352                                | 0.479                                        | 0.044           | 2.29  | 1.15            | BASSO                                    |

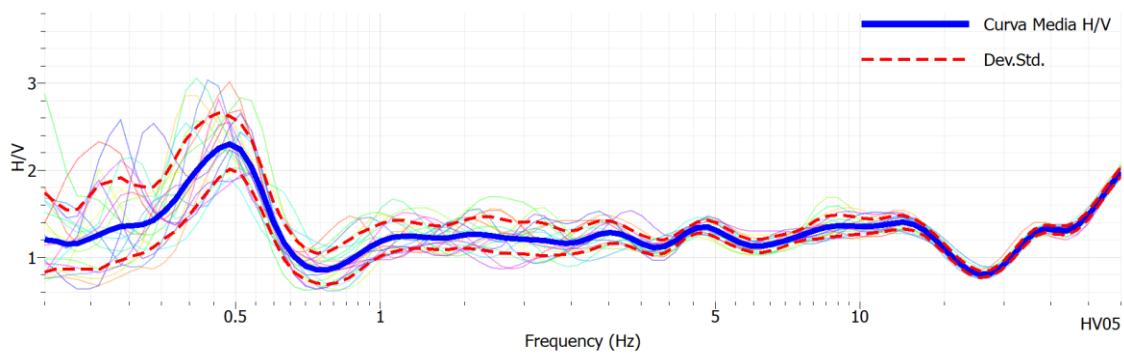
Tracce



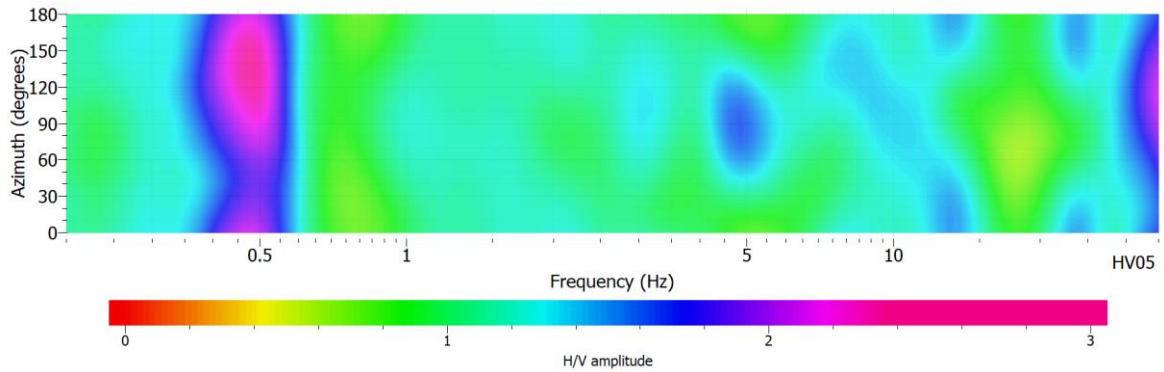
Spettro delle componenti



Spettro delle ampiezze H/V



Curva H/V sul piano orizzontale



| Criteri per una curva H/V affidabile                              |                                                              |                        |   |        |    |
|-------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|------------------------|---|--------|----|
| [Tutti i tre requisiti dovrebbero essere soddisfatti]             |                                                              |                        |   |        |    |
| $f_0 > 10/L_w$                                                    |                                                              | 0.48                   | > | 0.29   | OK |
| $n_c(f_0) > 200$                                                  |                                                              | 352                    | > | 200    | OK |
| $\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ |                                                              | Superato 0 volte su 28 |   |        | OK |
| $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$ |                                                              |                        |   |        |    |
| Criteri per un picco H/V chiaro                                   |                                                              |                        |   |        |    |
| [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]                     |                                                              |                        |   |        |    |
| Amplitude conditions                                              | Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$      | 1.17                   | > | 1.14   | NO |
|                                                                   | Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$       | 1.17                   | > | 0.86   | OK |
|                                                                   | $A_0 > 2$                                                    | 2.29                   | > | 2.00   | OK |
| Stability conditions                                              | $f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$ | $\Delta f$             | = | -0.025 | OK |
|                                                                   | $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$                                | 0.044                  | < | 0.096  | OK |
|                                                                   | $\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$                                | 1.15                   | < | 2.50   | OK |

### Velocità equivalente $V_s$

| n.strati | h     | z     | peso vol. | Vp      | Vs     |
|----------|-------|-------|-----------|---------|--------|
|          | m     | m     | Kg/mc     | m/s     | m/s    |
| 1        | 0.65  | 0.65  | 1574.15   | 403.92  | 89.39  |
| 2        | 3.05  | 3.70  | 1695.82   | 604.57  | 220.31 |
| 3        | 2.13  | 5.83  | 1800.01   | 726.37  | 295.12 |
| 4        | 2.70  | 8.53  | 1856.66   | 1008.78 | 359.57 |
| 5        | 10.89 | 19.42 | 1868.17   | 1635.57 | 444.88 |
| 6        | ---   | ---   | 2129.72   | 1653.65 | 582.47 |

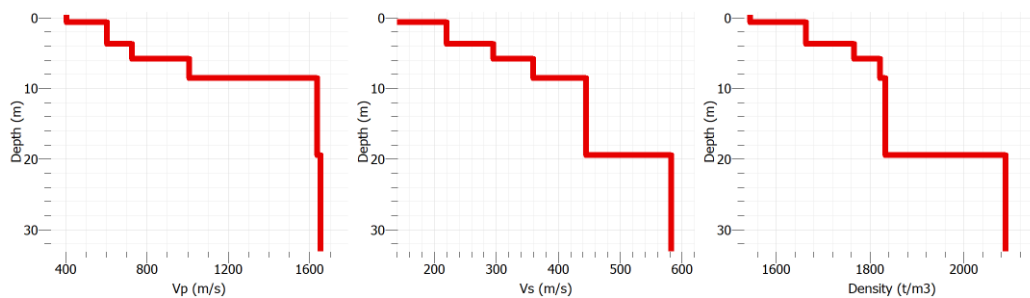
$$V_{s,eq}$$

m/s

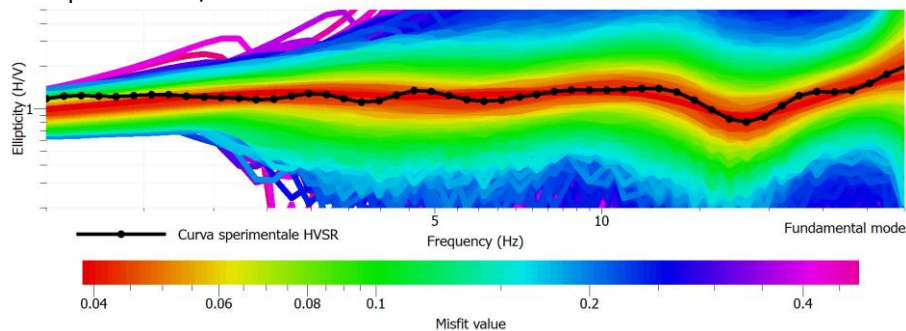
382.34

**Il valore della  $V_{s,eq}$  è compatibile con la Categoria di suolo tipo B**

Profilo sismostratigrafico



Adattamento curva sperimentale/curva numerica





## Indagine HV06



### COORDINATE INDAGINE HV06

| Tipo | Coord. X     | Coord. Y       | Quota (slm) | N. Foglio | N. Part. |
|------|--------------|----------------|-------------|-----------|----------|
| HVSR | 551.494,68 m | 4.235.927,28 m | 156.65 m    | 0040      | 1894     |

Sistema di riferimento geografico ETRS89/UTM zone 33N

### Caratteristiche strumentazione

Sismografo triassiale (SR04MT) - Sara E.I.

#### Convertitore A/D

|                             |                                                         |
|-----------------------------|---------------------------------------------------------|
| Risoluzione:                | 24 bits                                                 |
| Campionamento:              | Simultaneo sui tre canali pilotato dal microcontrollore |
| Frequenze di campionamento: | 10,20,25,50,100,200,600 SPS                             |
| Filtro anti-alias           | 1 pole 8,8 Hz standard                                  |
| Range di ingresso:          | 1,25V peak-to-peak (+/- 0,0625V)                        |
| Soglia di rumore:           | ≤ -124 dB @ 100 SPS                                     |

### Parametri di acquisizione

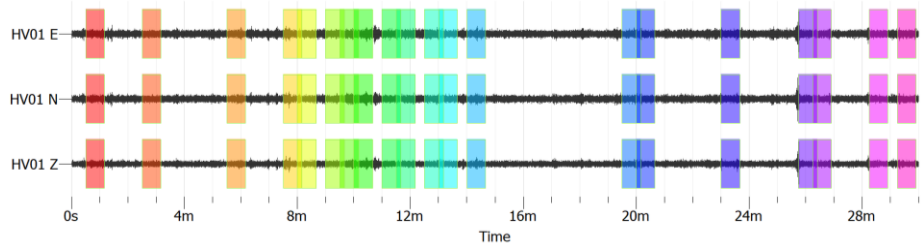
Nome file: **MT\_20210506\_092319.SAF**

| Name | Component       | Time Reference   | T0 (s) | End Time (s) | Samp Freq (Hz) | Delta T | N Samples |
|------|-----------------|------------------|--------|--------------|----------------|---------|-----------|
| R001 | <b>Vertical</b> | 06/05/2021 09:23 | 0s     | 30m0.000000s | 300            | 0.0033  | 540000    |
| R001 | <b>North</b>    | 06/05/2021 09:23 | 0s     | 30m0.000000s | 300            | 0.0033  | 540000    |
| R001 | <b>East</b>     | 06/05/2021 09:23 | 0s     | 30m0.000000s | 300            | 0.0033  | 540000    |

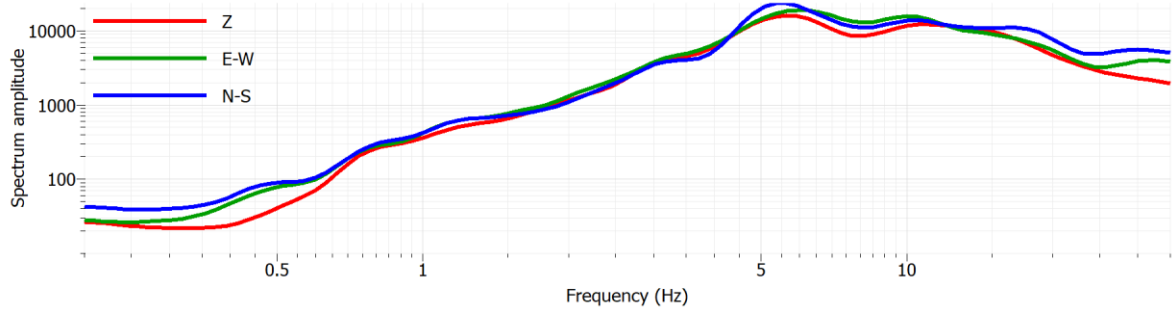
Parametri di elaborazione e risultati

| Window length $l_w$ [s] | Number of windows $n_w$ | Number of significant cycles $n_c$ | Frequency statistics from individual windows |                 |       |                 | Grado del contrasto di impedenza sismica |
|-------------------------|-------------------------|------------------------------------|----------------------------------------------|-----------------|-------|-----------------|------------------------------------------|
|                         |                         |                                    | $f_0$ [Hz]                                   | $\sigma_f$ [Hz] | $A_0$ | $\sigma_A(f_0)$ |                                          |
| 40                      | 20                      | 342                                | 0.427                                        | 0.051           | 2.48  | 1.18            | BASSO                                    |

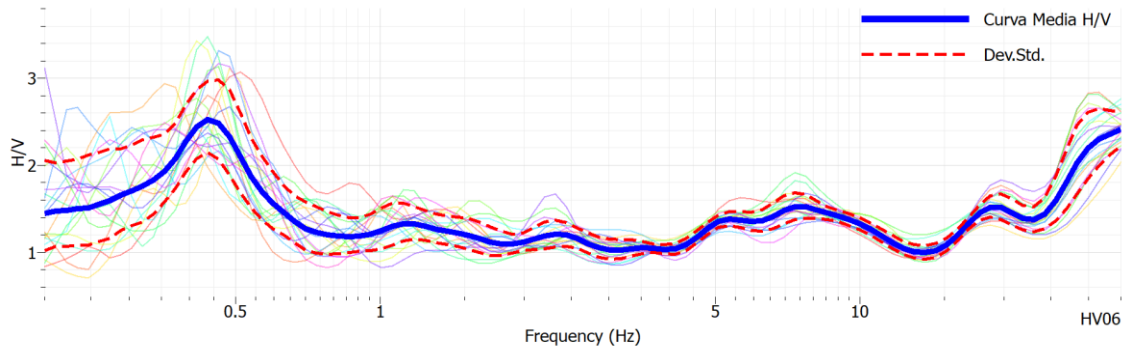
Tracce



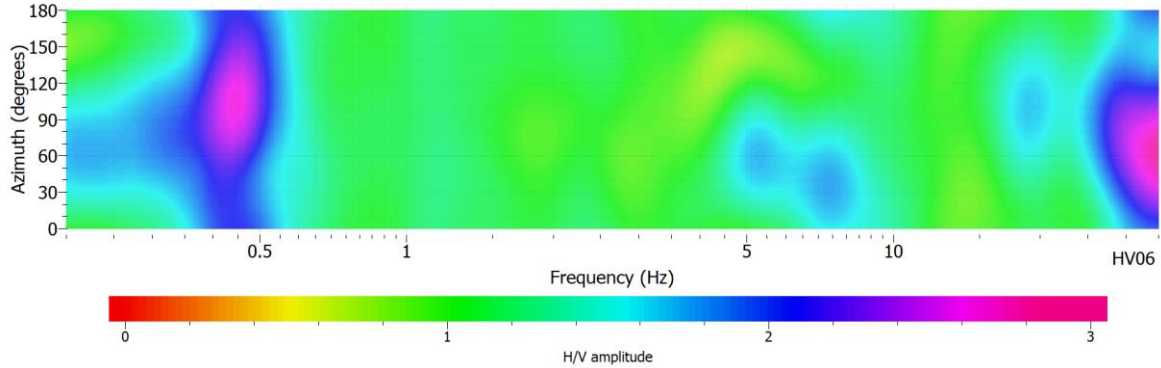
Spettro delle componenti



Spettro delle ampiezze H/V



Curva H/V sul piano orizzontale



| Criteri per una curva H/V affidabile                              |                                                              |                        |   |         |    |
|-------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|------------------------|---|---------|----|
| [Tutti i tre requisiti dovrebbero essere soddisfatti]             |                                                              |                        |   |         |    |
| $f_0 > 10/L_w$                                                    |                                                              | 0.43                   | > | 0.25    | OK |
| $n_c(f_0) > 200$                                                  |                                                              | 342                    | > | 200     | OK |
| $\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ |                                                              | Superato 0 volte su 27 |   |         | OK |
| $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$ |                                                              |                        |   |         |    |
| Criteri per un picco H/V chiaro                                   |                                                              |                        |   |         |    |
| [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]                     |                                                              |                        |   |         |    |
| Amplitude conditions                                              | Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$      | 1.42                   | > | 1.24    | NO |
|                                                                   | Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$       | 1.42                   | > | 1.12    | OK |
|                                                                   | $A_0 > 2$                                                    | 2.48                   | > | 2.00    | OK |
| Stability conditions                                              | $f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$ | $\Delta f$             | = | -34.539 | NO |
|                                                                   | $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$                                | 0.051                  | < | 0.085   | OK |
|                                                                   | $\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$                                | 1.18                   | < | 2.50    | OK |

### Velocità equivalente $V_s$

| n.strati | h    | z     | peso vol. | Vp      | Vs     |
|----------|------|-------|-----------|---------|--------|
|          | m    | m     | Kg/mc     | m/s     | m/s    |
| 1        | 0.77 | 0.77  | 1520.03   | 464.59  | 93.69  |
| 2        | 3.33 | 4.10  | 1743.95   | 572.23  | 236.27 |
| 3        | 4.82 | 8.92  | 1791.04   | 720.59  | 322.90 |
| 4        | 4.32 | 13.23 | 1892.25   | 1011.81 | 399.36 |
| 5        | ---  | ---   | 1967.84   | 1645.41 | 515.81 |

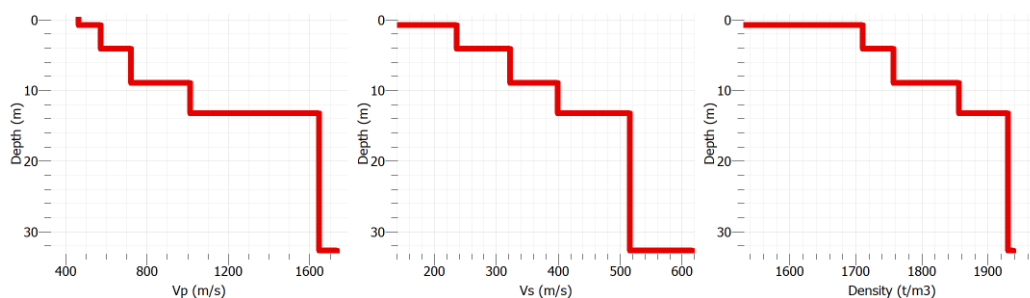
$$V_{s,eq}$$

$$\text{m/s}$$

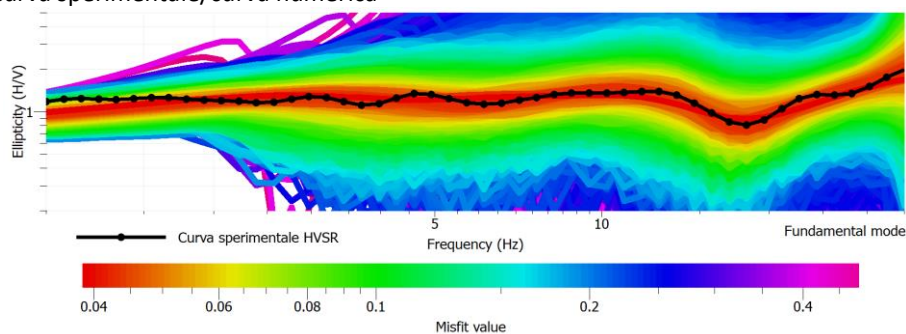
$$372.55$$

**Il valore della  $V_{s,eq}$  è compatibile con la Categoria di suolo tipo B**

Profilo sismostratigrafico



Adattamento curva sperimentale/curva numerica



## Indagine HV07



### COORDINATE INDAGINE HV07

| Tipo | Coord. X     | Coord. Y       | Quota (slm) | N. Foglio | N. Part. |
|------|--------------|----------------|-------------|-----------|----------|
| HVS  | 551.585,20 m | 4.235.872,79 m | 153.3 m     | 0040      | 1894     |

Sistema di riferimento geografico ETRS89/UTM zone 33N

### Caratteristiche strumentazione

Sismografo triassiale (SR04MT) - Sara E.I.

#### Convertitore A/D

|                             |                                                         |
|-----------------------------|---------------------------------------------------------|
| Risoluzione:                | 24 bits                                                 |
| Campionamento:              | Simultaneo sui tre canali pilotato dal microcontrollore |
| Frequenze di campionamento: | 10,20,25,50,100,200,600 SPS                             |
| Filtro anti-alias           | 1 pole 8,8 Hz standard                                  |
| Range di ingresso:          | 1,25V peak-to-peak (+/- 0,0625V)                        |
| Soglia di rumore:           | ≤ -124 dB @ 100 SPS                                     |

### Parametri di acquisizione

Nome file: **MT\_20210506\_092319.SAF**

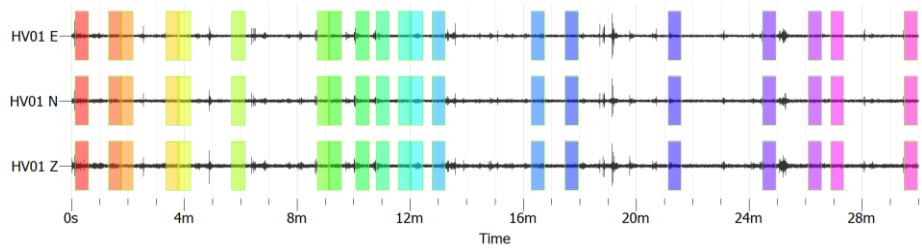
| Name | Component       | Time Reference   | T0 (s) | End Time (s) | Samp Freq (Hz) | Delta T | N Samples |
|------|-----------------|------------------|--------|--------------|----------------|---------|-----------|
| R001 | <b>Vertical</b> | 06/05/2021 09:23 | 0s     | 30m0.000000s | 300            | 0.0033  | 540000    |
| R001 | <b>North</b>    | 06/05/2021 09:23 | 0s     | 30m0.000000s | 300            | 0.0033  | 540000    |
| R001 | <b>East</b>     | 06/05/2021 09:23 | 0s     | 30m0.000000s | 300            | 0.0033  | 540000    |



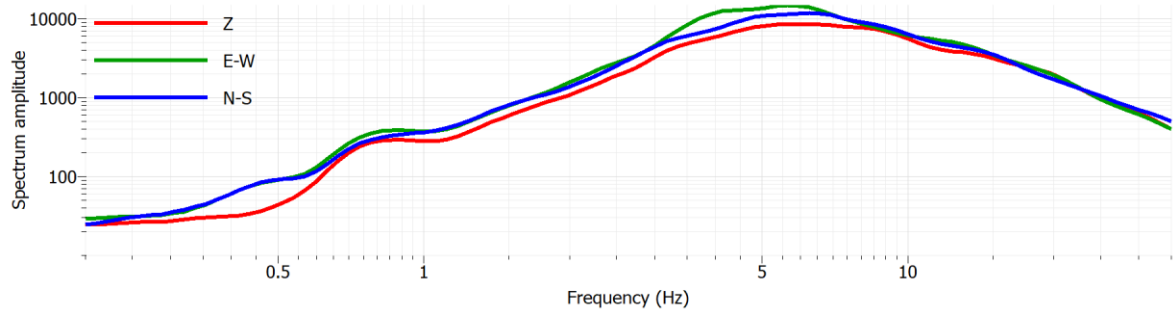
Parametri di elaborazione e risultati

| Window length $l_w$ [s] | Number of windows $n_w$ | Number of significant cycles $n_c$ | Frequency statistics from individual windows |                 |       |                 | Grado del contrasto di impedenza sismica |
|-------------------------|-------------------------|------------------------------------|----------------------------------------------|-----------------|-------|-----------------|------------------------------------------|
|                         |                         |                                    | $f_0$ [Hz]                                   | $\sigma_f$ [Hz] | $A_0$ | $\sigma_A(f_0)$ |                                          |
| 28                      | 20                      | 254                                | 0.454                                        | 0.037           | 2.52  | 1.19            | BASSO                                    |

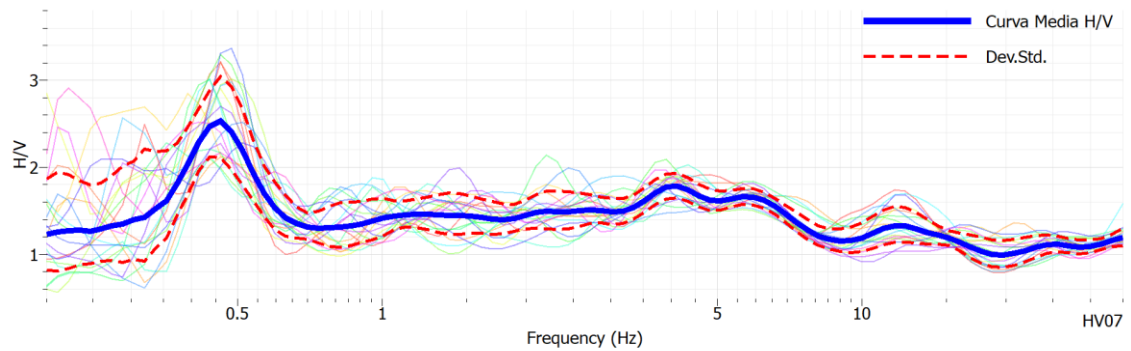
Tracce



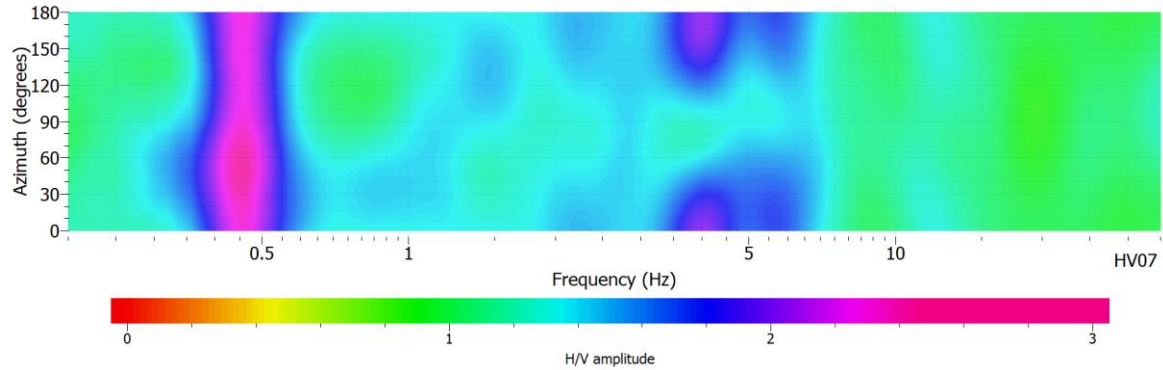
Spettro delle componenti



Spettro delle ampiezze H/V



Curva H/V sul piano orizzontale



| Criteri per una curva H/V affidabile                              |                                                              |                        |   |       |    |
|-------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|------------------------|---|-------|----|
| [Tutti i tre requisiti dovrebbero essere soddisfatti]             |                                                              |                        |   |       |    |
| $f_0 > 10/L_w$                                                    |                                                              | 0.45                   | > | 0.36  | OK |
| $n_c(f_0) > 200$                                                  |                                                              | 254                    | > | 200   | OK |
| $\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ |                                                              | Superato 0 volte su 28 |   |       | OK |
| $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$ |                                                              |                        |   |       |    |
| Criteri per un picco H/V chiaro                                   |                                                              |                        |   |       |    |
| [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]                     |                                                              |                        |   |       |    |
| Amplitude conditions                                              | Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$      | 1.23                   | < | 1.26  | OK |
|                                                                   | Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$       | 1.23                   | < | 1.30  | NO |
|                                                                   | $A_0 > 2$                                                    | 2.52                   | > | 2.00  | OK |
| Stability conditions                                              | $f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$ | $\Delta f$             | = | 0.023 | OK |
|                                                                   | $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$                                | 0.037                  | < | 0.091 | OK |
|                                                                   | $\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$                                | 1.19                   | < | 2.50  | OK |

### Velocità equivalente $V_s$

| n.strati | h<br>m | z<br>m | peso vol.<br>Kg/mc | Vp<br>m/s | Vs<br>m/s |
|----------|--------|--------|--------------------|-----------|-----------|
| 1        | 0.65   | 0.65   | 1538.37            | 267.31    | 83.35     |
| 2        | 3.40   | 4.05   | 1690.74            | 423.87    | 183.55    |
| 3        | 4.36   | 8.41   | 1975.35            | 886.22    | 303.49    |
| 4        | 4.19   | 12.60  | 1743.35            | 958.65    | 350.35    |
| 5        | 5.82   | 18.42  | 1879.41            | 1680.31   | 402.97    |
| 6        | ---    | ---    | 1958.21            | 1766.42   | 574.38    |

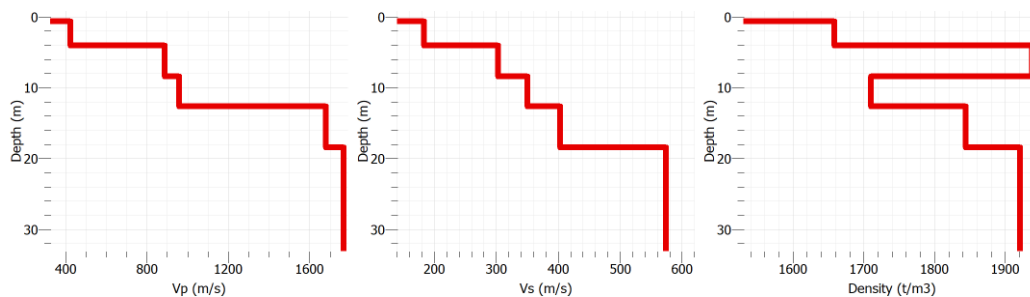
$$V_{s,eq}$$

m/s

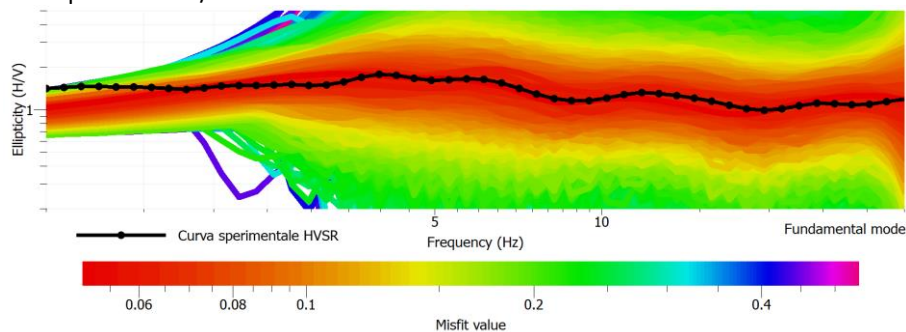
343.92

**Il valore della  $V_{s,eq}$  è compatibile con la Categoria di suolo tipo C**

Profilo sismostratigrafico



Adattamento curva sperimentale/curva numerica



## Indagine HV08



### COORDINATE INDAGINE HV08

| Tipo | Coord. X     | Coord. Y       | Quota (slm) | N. Foglio | N. Part. |
|------|--------------|----------------|-------------|-----------|----------|
| HVSR | 551.768,36 m | 4.235.885,68 m | 134.4 m     | 0040      | 1901     |

Sistema di riferimento geografico ETRS89/UTM zone 33N

### Caratteristiche strumentazione

Sismografo triassiale (SR04MT) - Sara E.I.

#### Convertitore A/D

|                             |                                                         |
|-----------------------------|---------------------------------------------------------|
| Risoluzione:                | 24 bits                                                 |
| Campionamento:              | Simultaneo sui tre canali pilotato dal microcontrollore |
| Frequenze di campionamento: | 10,20,25,50,100,200,600 SPS                             |
| Filtro anti-alias           | 1 pole 8,8 Hz standard                                  |
| Range di ingresso:          | 1,25V peak-to-peak (+/- 0,0625V)                        |
| Soglia di rumore:           | ≤ -124 dB @ 100 SPS                                     |

### Parametri di acquisizione

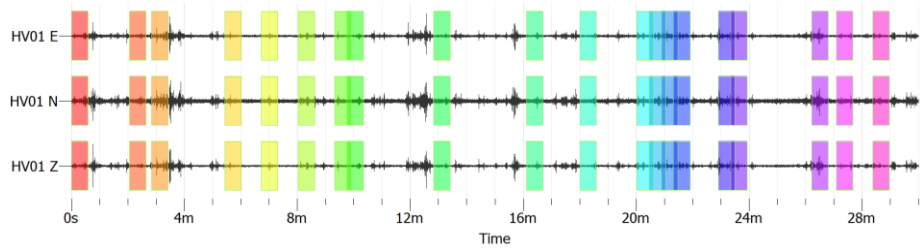
Nome file: **MT\_20210506\_171630.SAF**

| Name | Component       | Time Reference   | T0 (s) | End Time (s) | Samp Freq (Hz) | Delta T | N Samples |
|------|-----------------|------------------|--------|--------------|----------------|---------|-----------|
| R001 | <b>Vertical</b> | 06/05/2021 17:16 | 0s     | 30m0.000000s | 300            | 0.0033  | 540000    |
| R001 | <b>North</b>    | 06/05/2021 17:16 | 0s     | 30m0.000000s | 300            | 0.0033  | 540000    |
| R001 | <b>East</b>     | 06/05/2021 17:16 | 0s     | 30m0.000000s | 300            | 0.0033  | 540000    |

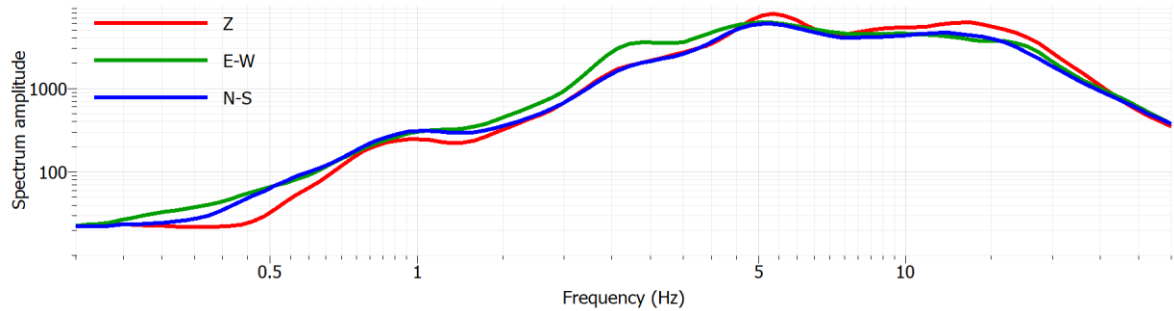
Parametri di elaborazione e risultati

| Window length $l_w$ [s] | Number of windows $n_w$ | Number of significant cycles $n_c$ | Frequency statistics from individual windows |                 |       |                 | Grado del contrasto di impedenza sismica |
|-------------------------|-------------------------|------------------------------------|----------------------------------------------|-----------------|-------|-----------------|------------------------------------------|
|                         |                         |                                    | $f_0$ [Hz]                                   | $\sigma_f$ [Hz] | $A_0$ | $\sigma_A(f_0)$ |                                          |
| 35                      | 20                      | 329                                | 0.470                                        | 0.057           | 2.25  | 1.29            | BASSO                                    |

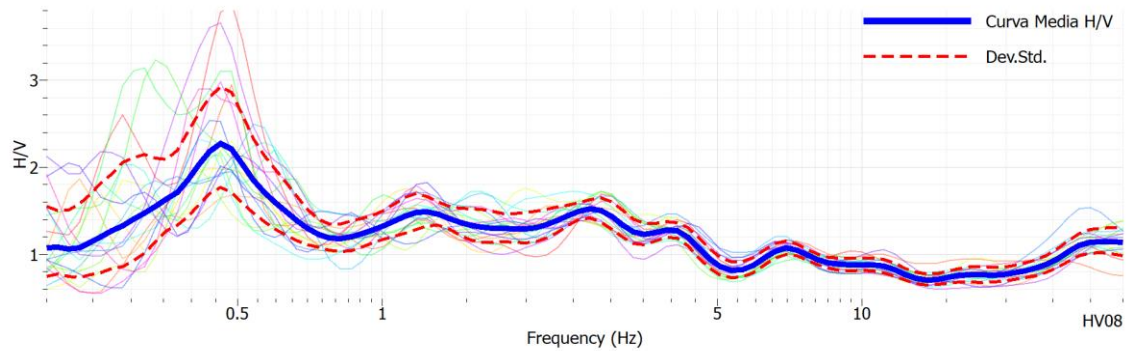
Tracce



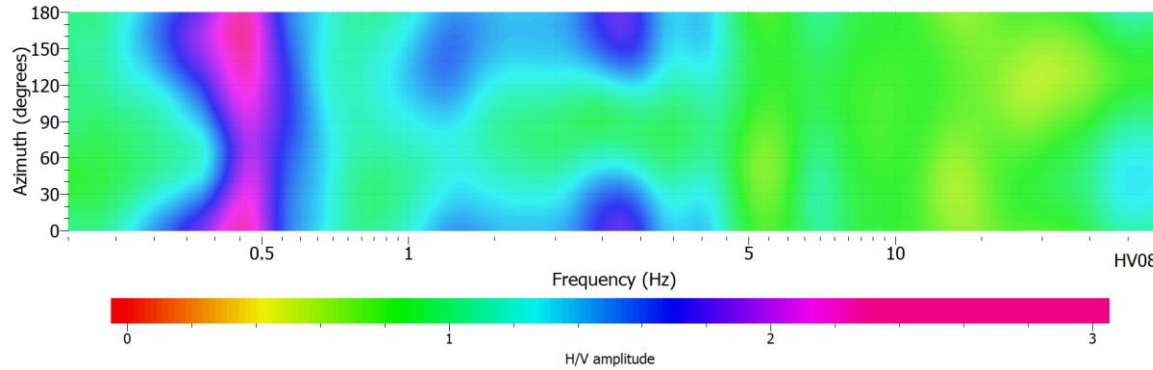
Spettro delle componenti



Spettro delle ampiezze H/V



Curva H/V sul piano orizzontale





| Criteri per una curva H/V affidabile                       |                                                         |                        |   |       |    |
|------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|------------------------|---|-------|----|
| [Tutti i tre requisiti dovrebbero essere soddisfatti]      |                                                         |                        |   |       |    |
| $f_0 > 10/Lw$                                              |                                                         | 0.47                   | > | 0.29  | OK |
| $n_c(f_0) > 200$                                           |                                                         | 329                    | > | 200   | OK |
| $\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5Hz$ |                                                         | Superato 0 volte su 27 |   |       | OK |
| $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5Hz$ |                                                         |                        |   |       |    |
| Criteri per un picco H/V chiaro                            |                                                         |                        |   |       |    |
| [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]              |                                                         |                        |   |       |    |
| Amplitude conditions                                       | Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$ | 1.06                   | < | 1.13  | OK |
|                                                            | Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$  | 1.06                   | < | 1.18  | NO |
|                                                            | $A_0 > 2$                                               | 2.25                   | > | 2.00  | OK |
| Stability conditions                                       | $f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$   | $\Delta f$             | = | 0.000 | OK |
|                                                            | $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$                           | 0.057                  | < | 0.094 | OK |
|                                                            | $\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$                           | 1.29                   | < | 2.50  | OK |

### Velocità equivalente $V_s$

| n.strati | h    | z     | peso vol. | Vp      | Vs     |
|----------|------|-------|-----------|---------|--------|
|          | m    | m     | Kg/mc     | m/s     | m/s    |
| 1        | 0.70 | 0.70  | 1599.53   | 272.17  | 109.06 |
| 2        | 3.27 | 3.97  | 1731.79   | 728.63  | 231.69 |
| 3        | 4.68 | 8.64  | 1965.50   | 1109.71 | 304.71 |
| 4        | 3.11 | 11.75 | 1767.92   | 1269.50 | 387.56 |
| 5        | 6.82 | 18.58 | 1923.11   | 1624.17 | 465.35 |
| 6        | ---  | ---   | 2042.16   | 1709.11 | 503.38 |

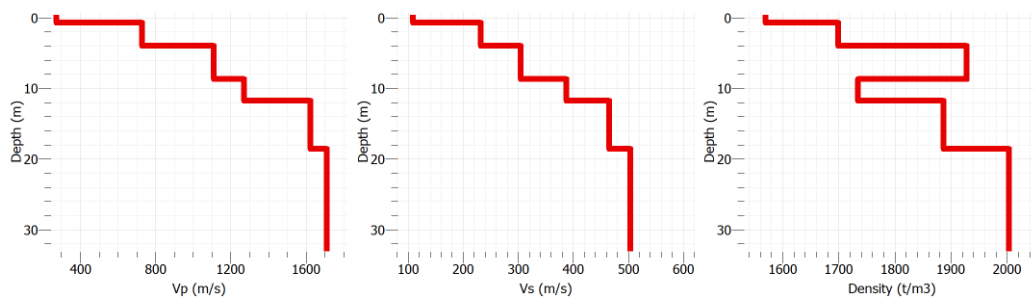
$$V_{s,eq}$$

m/s

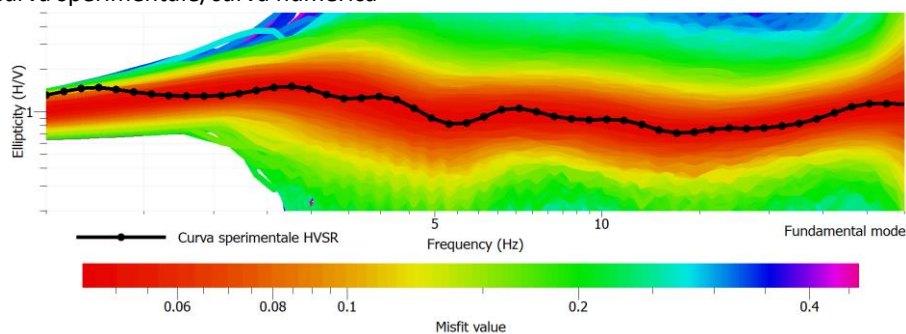
369.20

**Il valore della  $V_{s,eq}$  è compatibile con la Categoria di suolo tipo B**

Profilo sismostratigrafico



Adattamento curva sperimentale/curva numerica



## Indagine HV09



### COORDINATE INDAGINE HV09

| Tipo | Coord. X     | Coord. Y       | Quota (slm) | N. Foglio | N. Part. |
|------|--------------|----------------|-------------|-----------|----------|
| HVSR | 551.777,61 m | 4.235.976,99 m | 147.9 m     | 0040      | 1981     |

Sistema di riferimento geografico ETRS89/UTM zone 33N

### Caratteristiche strumentazione

Sismografo triassiale (SR04MT) - Sara E.I.

#### Convertitore A/D

|                             |                                                         |
|-----------------------------|---------------------------------------------------------|
| Risoluzione:                | 24 bits                                                 |
| Campionamento:              | Simultaneo sui tre canali pilotato dal microcontrollore |
| Frequenze di campionamento: | 10,20,25,50,100,200,600 SPS                             |
| Filtro anti-alias           | 1 pole 8,8 Hz standard                                  |
| Range di ingresso:          | 1,25V peak-to-peak (+/- 0,0625V)                        |
| Soglia di rumore:           | ≤ -124 dB @ 100 SPS                                     |

### Parametri di acquisizione

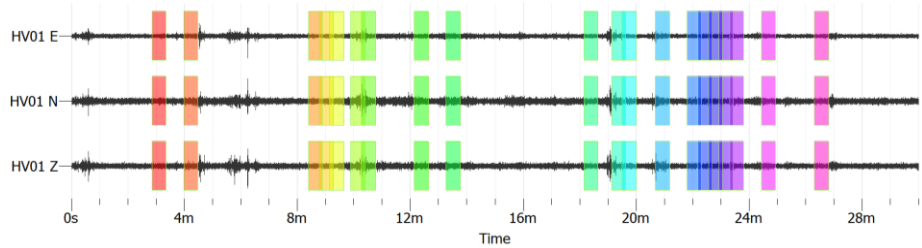
Nome file: **MT\_20210506\_161322.SAF**

| Name | Component       | Time Reference   | T0 (s) | End Time (s) | Samp Freq (Hz) | Delta T | N Samples |
|------|-----------------|------------------|--------|--------------|----------------|---------|-----------|
| R001 | <b>Vertical</b> | 06/05/2021 16:13 | 0s     | 30m0.000000s | 300            | 0.0033  | 540000    |
| R001 | <b>North</b>    | 06/05/2021 16:13 | 0s     | 30m0.000000s | 300            | 0.0033  | 540000    |
| R001 | <b>East</b>     | 06/05/2021 16:13 | 0s     | 30m0.000000s | 300            | 0.0033  | 540000    |

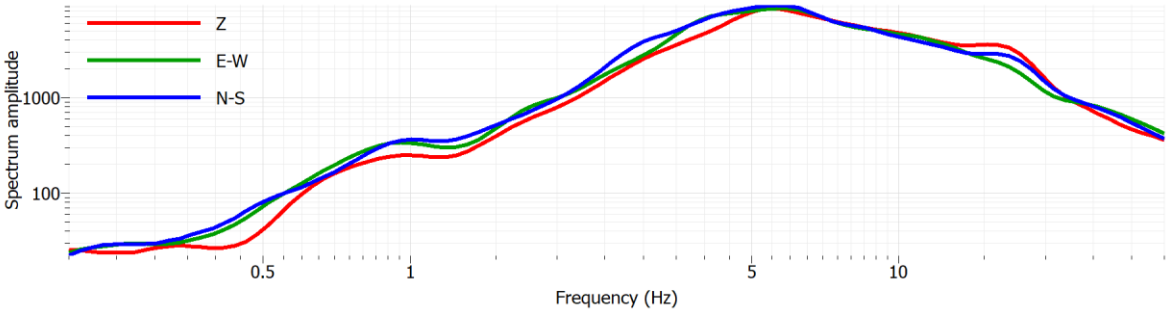
Parametri di elaborazione e risultati

| Window length $l_w$ [s] | Number of windows $n_w$ | Number of significant cycles $n_c$ | Frequency statistics from individual windows |                 |       |                 | Grado del contrasto di impedenza sismica |
|-------------------------|-------------------------|------------------------------------|----------------------------------------------|-----------------|-------|-----------------|------------------------------------------|
|                         |                         |                                    | $f_0$ [Hz]                                   | $\sigma_f$ [Hz] | $A_0$ | $\sigma_A(f_0)$ |                                          |
| 30                      | 20                      | 281                                | 0.469                                        | 0.030           | 2.09  | 1.16            | BASSO                                    |

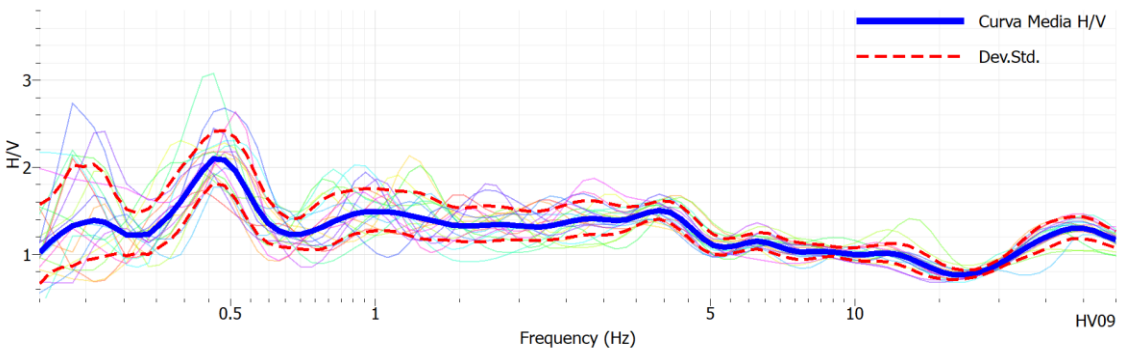
Tracce



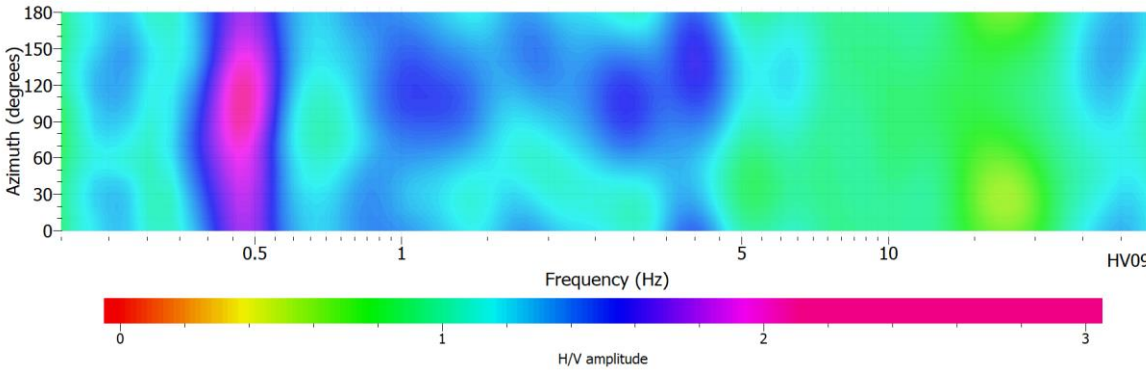
Spettro delle componenti



Spettro delle ampiezze H/V



Curva H/V sul piano orizzontale



| Criteri per una curva H/V affidabile                              |                                                              |                        |   |       |    |
|-------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|------------------------|---|-------|----|
| [Tutti i tre requisiti dovrebbero essere soddisfatti]             |                                                              |                        |   |       |    |
| $f_0 > 10/L_w$                                                    |                                                              | 0.47                   | > | 0.33  | OK |
| $n_c(f_0) > 200$                                                  |                                                              | 281                    | > | 200   | OK |
| $\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ |                                                              | Superato 0 volte su 27 |   |       | OK |
| $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$ |                                                              |                        |   |       |    |
| Criteri per un picco H/V chiaro                                   |                                                              |                        |   |       |    |
| [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]                     |                                                              |                        |   |       |    |
| Amplitude conditions                                              | Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$      | 1.02                   | < | 1.04  | OK |
|                                                                   | Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$       | 1.02                   | < | 1.23  | NO |
|                                                                   | $A_0 > 2$                                                    | 2.09                   | > | 2.00  | OK |
| Stability conditions                                              | $f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$ | $\Delta f$             | = | 0.025 | OK |
|                                                                   | $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$                                | 0.030                  | < | 0.094 | OK |
|                                                                   | $\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$                                | 1.16                   | < | 2.50  | OK |

### Velocità equivalente $V_s$

| n.strati | h    | z     | peso vol. | Vp      | Vs     |
|----------|------|-------|-----------|---------|--------|
|          | m    | m     | Kg/mc     | m/s     | m/s    |
| 1        | 0.70 | 0.70  | 1599.53   | 272.17  | 109.06 |
| 2        | 3.27 | 3.97  | 1731.79   | 728.63  | 231.69 |
| 3        | 4.68 | 8.64  | 1965.50   | 1109.71 | 304.71 |
| 4        | 3.11 | 11.75 | 1767.92   | 1269.50 | 387.56 |
| 5        | 6.82 | 18.58 | 1923.11   | 1624.17 | 465.35 |
| 6        | ---  | ---   | 2042.16   | 1709.11 | 503.38 |

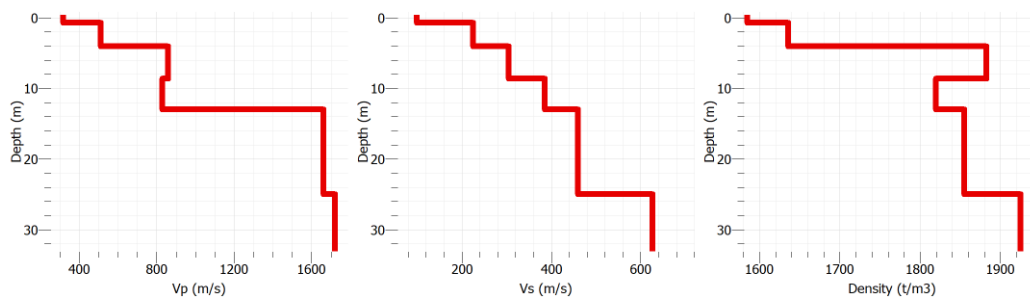
$$V_{s,eq}$$

m/s

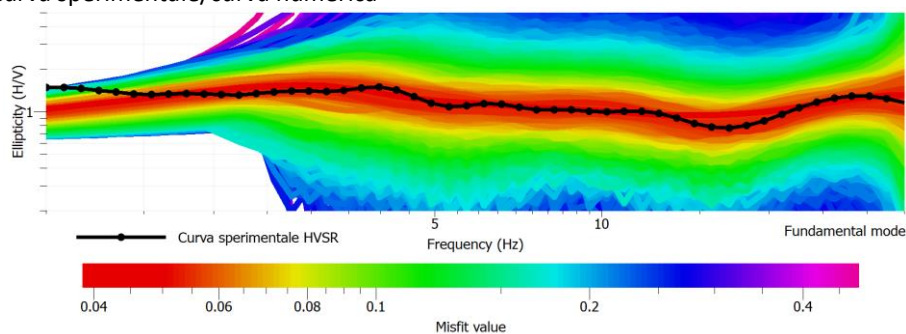
365.11

**Il valore della  $V_{s,eq}$  è compatibile con la Categoria di suolo tipo B**

Profilo sismostratigrafico



Adattamento curva sperimentale/curva numerica





## Indagine HV10



### COORDINATE INDAGINE HV10

| Tipo | Coord. X     | Coord. Y       | Quota (slm) | N. Foglio | N. Part. |
|------|--------------|----------------|-------------|-----------|----------|
| HVSR | 551.707,09 m | 4.236.051,24 m | 164.25 m    | 0040      | 27       |

Sistema di riferimento geografico ETRS89/UTM zone 33N

### Caratteristiche strumentazione

Sismografo triassiale (SR04MT) - Sara E.I.

#### Convertitore A/D

|                             |                                                         |
|-----------------------------|---------------------------------------------------------|
| Risoluzione:                | 24 bits                                                 |
| Campionamento:              | Simultaneo sui tre canali pilotato dal microcontrollore |
| Frequenze di campionamento: | 10,20,25,50,100,200,600 SPS                             |
| Filtro anti-alias           | 1 pole 8,8 Hz standard                                  |
| Range di ingresso:          | 1,25V peak-to-peak (+/- 0,0625V)                        |
| Soglia di rumore:           | ≤ -124 dB @ 100 SPS                                     |

### Parametri di acquisizione

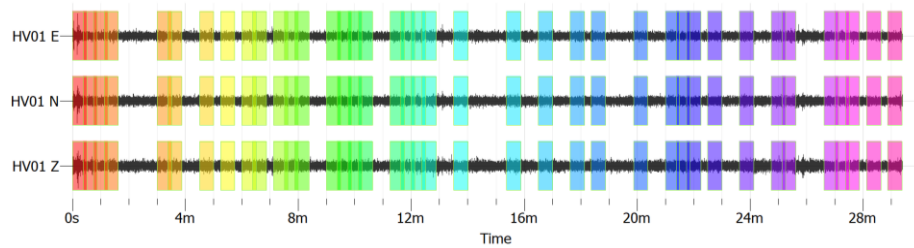
Nome file: **MTR\_20210503\_094205.SAF**

| Name | Component       | Time Reference   | T0 (s) | End Time (s)  | Samp Freq (Hz) | Delta T | N Samples |
|------|-----------------|------------------|--------|---------------|----------------|---------|-----------|
| R001 | <b>Vertical</b> | 03/05/2021 09:42 | 0s     | 29m24.000000s | 300            | 0.0033  | 529200    |
| R001 | <b>North</b>    | 03/05/2021 09:42 | 0s     | 29m24.000000s | 300            | 0.0033  | 529200    |
| R001 | <b>East</b>     | 03/05/2021 09:42 | 0s     | 29m24.000000s | 300            | 0.0033  | 529200    |

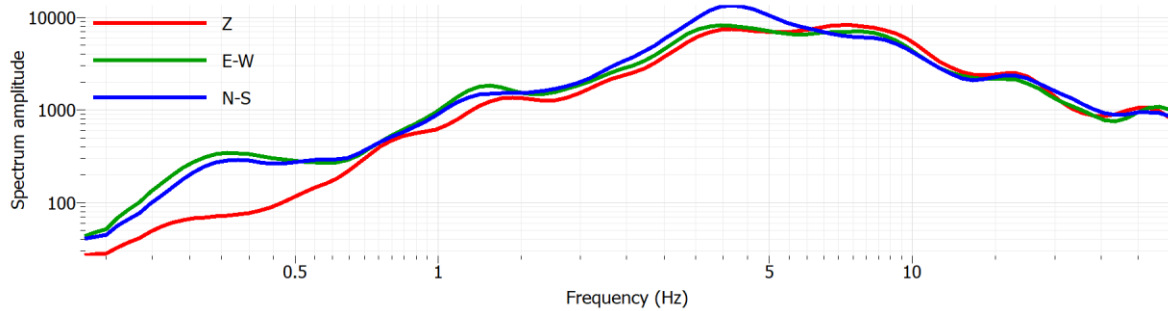
## Parametri di elaborazione e risultati

| Window length $l_w$ [s] | Number of windows $n_w$ | Number of significant cycles $n_c$ | Frequency statistics from individual windows |                 |       |                 | Grado del contrasto di impedenza sismica |
|-------------------------|-------------------------|------------------------------------|----------------------------------------------|-----------------|-------|-----------------|------------------------------------------|
|                         |                         |                                    | $f_0$ [Hz]                                   | $\sigma_f$ [Hz] | $A_0$ | $\sigma_A(f_0)$ |                                          |
| 30                      | 39                      | 429                                | 0.366                                        | 0.042           | 4.65  | 1.32            | ALTO                                     |

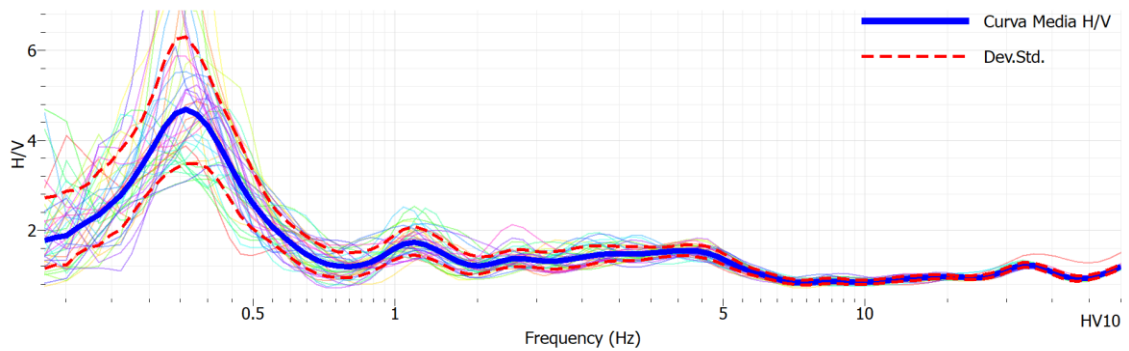
Tracce



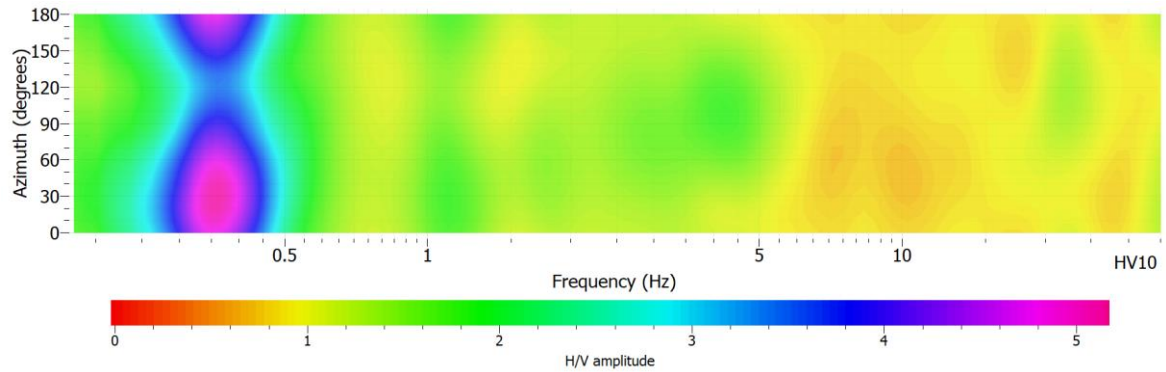
Spettro delle componenti



Spettro delle ampiezze H/V



Curva H/V sul piano orizzontale



| Criteri per una curva H/V affidabile                  |                                                                   |                        |   |        |    |
|-------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|------------------------|---|--------|----|
| [Tutti i tre requisiti dovrebbero essere soddisfatti] |                                                                   |                        |   |        |    |
|                                                       | $f_0 > 10/L_w$                                                    | 0.37                   | > | 0.33   | OK |
|                                                       | $n_c(f_0) > 200$                                                  | 429                    | > | 200    | OK |
|                                                       | $\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ | Superato 0 volte su 27 |   |        | OK |
|                                                       | $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$ |                        |   |        |    |
| Criteri per un picco H/V chiaro                       |                                                                   |                        |   |        |    |
| [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]         |                                                                   |                        |   |        |    |
| Amplitude conditions                                  | Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$           | 1.78                   | < | 2.32   | OK |
|                                                       | Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$            | 1.78                   | > | 1.19   | OK |
|                                                       | $A_0 > 2$                                                         | 4.65                   | > | 2.00   | OK |
| Stability conditions                                  | $f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$      | $\Delta f$             | = | -0.020 | OK |
|                                                       | $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$                                     | 0.042                  | < | 0.073  | OK |
|                                                       | $\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$                                     | 1.32                   | < | 2.50   | OK |

### Velocità equivalente $V_s$

| n.strati | h     | z     | peso vol. | Vp      | Vs     |
|----------|-------|-------|-----------|---------|--------|
|          | m     | m     | Kg/mc     | m/s     | m/s    |
| 1        | 0.86  | 0.86  | 1488.46   | 287.55  | 124.94 |
| 2        | 5.70  | 6.57  | 1642.44   | 458.70  | 241.14 |
| 3        | 3.08  | 9.65  | 1871.56   | 724.03  | 263.53 |
| 4        | 3.43  | 13.08 | 1748.58   | 943.44  | 374.24 |
| 5        | 10.57 | 23.65 | 1913.53   | 1627.42 | 382.18 |
| 6        | ---   | ---   | 2110.65   | 1687.04 | 585.97 |

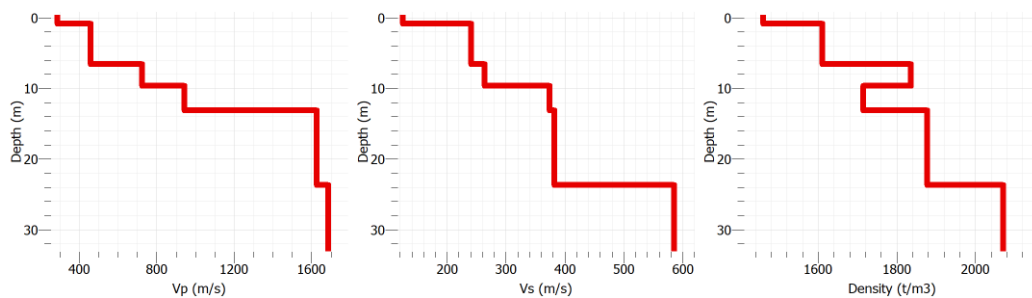
$$V_{s,eq}$$

m/s

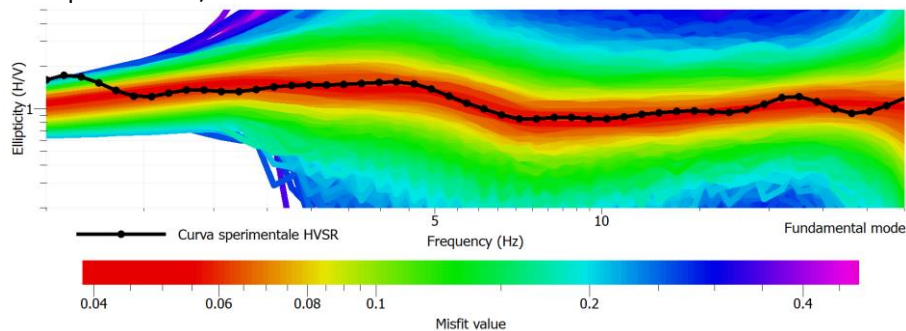
333.61

**Il valore della  $V_{s,eq}$  è compatibile con la Categoria di suolo tipo C**

Profilo sismostratigrafico



Adattamento curva sperimentale/curva numerica



## Indagine HV11



### COORDINATE INDAGINE HV11

| Tipo | Coord. X     | Coord. Y       | Quota (slm) | N. Foglio | N. Part. |
|------|--------------|----------------|-------------|-----------|----------|
| HVSR | 551.681,81 m | 4.235.934,21 m | 151.5 m     | 0040      | 1894     |

Sistema di riferimento geografico ETRS89/UTM zone 33N

### Caratteristiche strumentazione

Sismografo triassiale (SR04MT) - Sara E.I.

#### Convertitore A/D

|                             |                                                         |
|-----------------------------|---------------------------------------------------------|
| Risoluzione:                | 24 bits                                                 |
| Campionamento:              | Simultaneo sui tre canali pilotato dal microcontrollore |
| Frequenze di campionamento: | 10,20,25,50,100,200,600 SPS                             |
| Filtro anti-alias           | 1 pole 8,8 Hz standard                                  |
| Range di ingresso:          | 1,25V peak-to-peak (+/- 0,0625V)                        |
| Soglia di rumore:           | ≤ -124 dB @ 100 SPS                                     |

### Parametri di acquisizione

Nome file: **MT\_20210506\_112514.SAF**

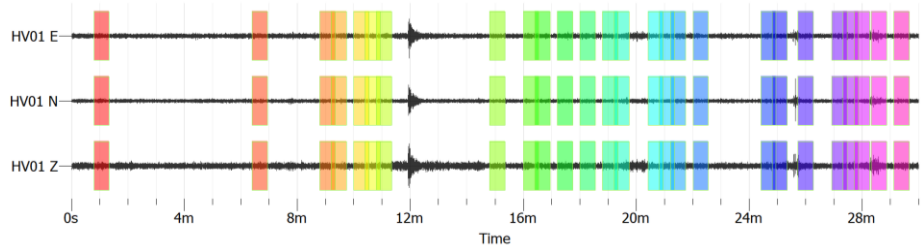
| Name | Component       | Time Reference   | T0 (s) | End Time (s) | Samp Freq (Hz) | Delta T | N Samples |
|------|-----------------|------------------|--------|--------------|----------------|---------|-----------|
| R001 | <b>Vertical</b> | 06/05/2021 00:00 | 11h25m | 11h55m       | 300            | 0.0033  | 540000    |
| R001 | <b>North</b>    | 06/05/2021 00:00 | 11h25m | 11h55m       | 300            | 0.0033  | 540000    |
| R001 | <b>East</b>     | 06/05/2021 00:00 | 11h25m | 11h55m       | 300            | 0.0033  | 540000    |



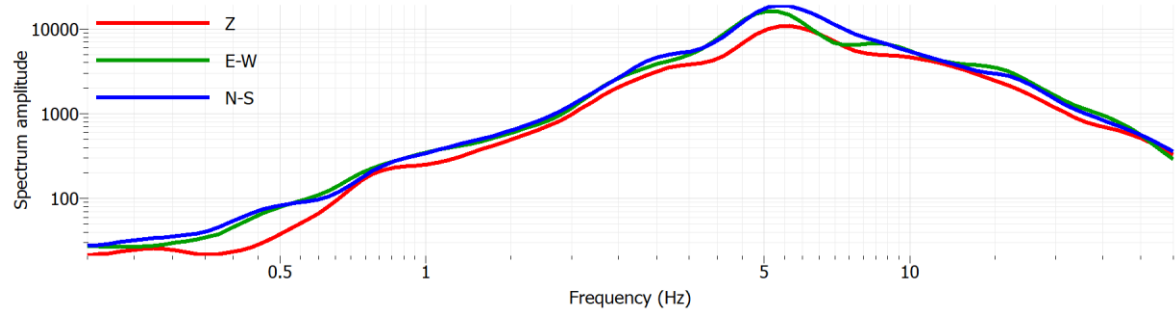
Parametri di elaborazione e risultati

| Window length $l_w$ [s] | Number of windows $n_w$ | Number of significant cycles $n_c$ | Frequency statistics from individual windows |                 |       |                 | Grado del contrasto di impedenza sismica |
|-------------------------|-------------------------|------------------------------------|----------------------------------------------|-----------------|-------|-----------------|------------------------------------------|
|                         |                         |                                    | $f_0$ [Hz]                                   | $\sigma_f$ [Hz] | $A_0$ | $\sigma_A(f_0)$ |                                          |
| 32                      | 26                      | 361                                | 0.434                                        | 0.049           | 2.55  | 1.24            | BASSO                                    |

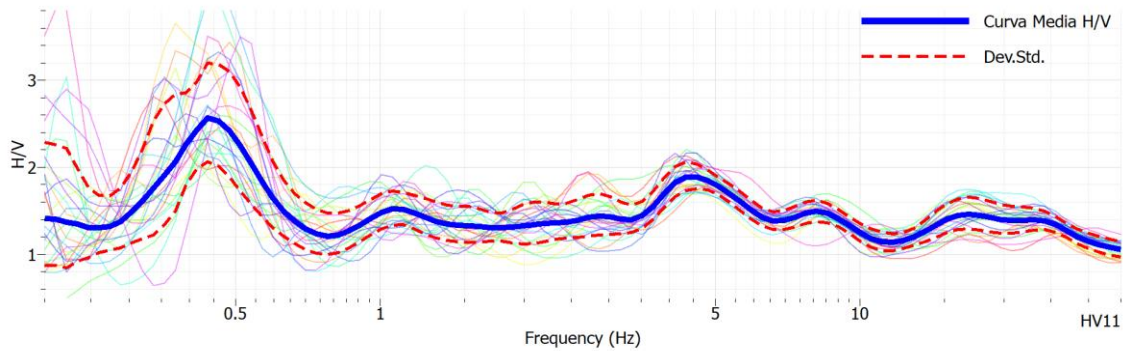
Tracce



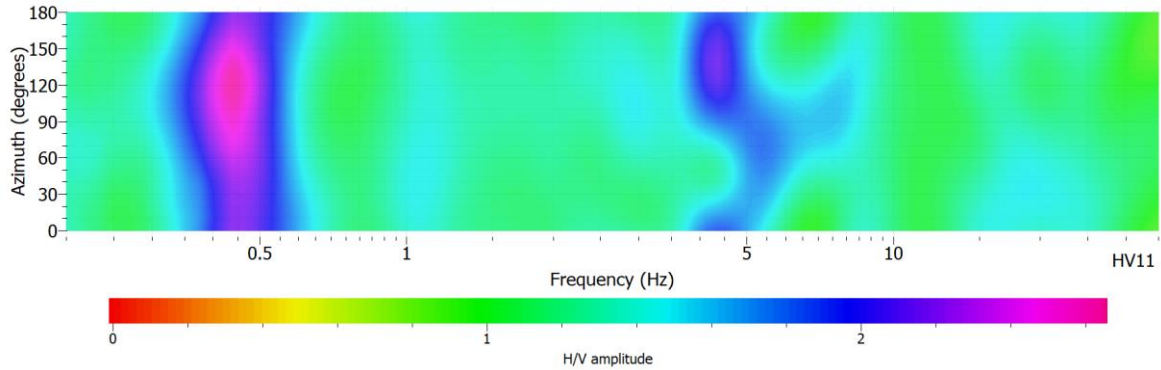
Spettro delle componenti



Spettro delle ampiezze H/V



Curva H/V sul piano orizzontale



| Criteri per una curva H/V affidabile                              |                                                              |                        |   |       |    |
|-------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|------------------------|---|-------|----|
| [Tutti i tre requisiti dovrebbero essere soddisfatti]             |                                                              |                        |   |       |    |
| $f_0 > 10/L_w$                                                    |                                                              | 0.43                   | > | 0.31  | OK |
| $n_c(f_0) > 200$                                                  |                                                              | 361                    | > | 200   | OK |
| $\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ |                                                              | Superato 0 volte su 28 |   |       | OK |
| $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$ |                                                              |                        |   |       |    |
| Criteri per un picco H/V chiaro                                   |                                                              |                        |   |       |    |
| [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]                     |                                                              |                        |   |       |    |
| Amplitude conditions                                              | Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$      | 1.30                   | > | 1.27  | NO |
|                                                                   | Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$       | 1.30                   | > | 1.21  | OK |
|                                                                   | $A_0 > 2$                                                    | 2.55                   | > | 2.00  | OK |
| Stability conditions                                              | $f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$ | $\Delta f$             | = | 0.000 | OK |
|                                                                   | $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$                                | 0.049                  | < | 0.087 | OK |
|                                                                   | $\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$                                | 1.24                   | < | 2.50  | OK |

### Velocità equivalente $V_s$

| n.strati | h    | z     | peso vol. | Vp      | Vs     |
|----------|------|-------|-----------|---------|--------|
|          | m    | m     | Kg/mc     | m/s     | m/s    |
| 1        | 0.98 | 0.98  | 1485.49   | 298.68  | 102.91 |
| 2        | 5.37 | 6.36  | 1702.61   | 460.08  | 234.48 |
| 3        | 8.24 | 14.60 | 1821.73   | 740.13  | 381.84 |
| 4        | 1.20 | 15.80 | 1979.30   | 890.30  | 362.10 |
| 5        | 4.96 | 20.76 | 2027.74   | 1606.41 | 429.16 |
| 6        | ---  | ---   | 2031.98   | 1640.48 | 583.05 |

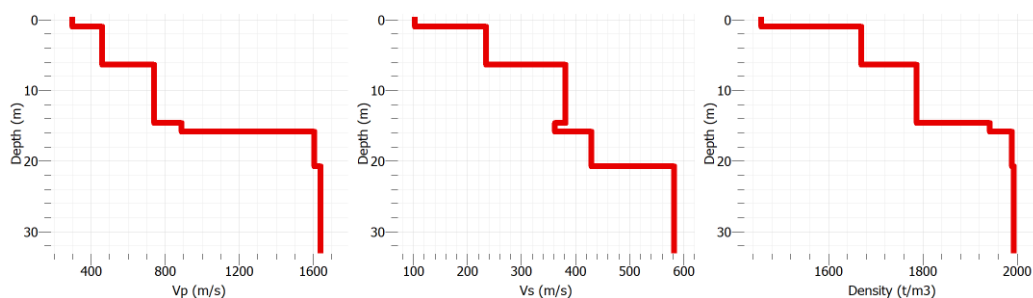
$$V_{s,eq}$$

m/s

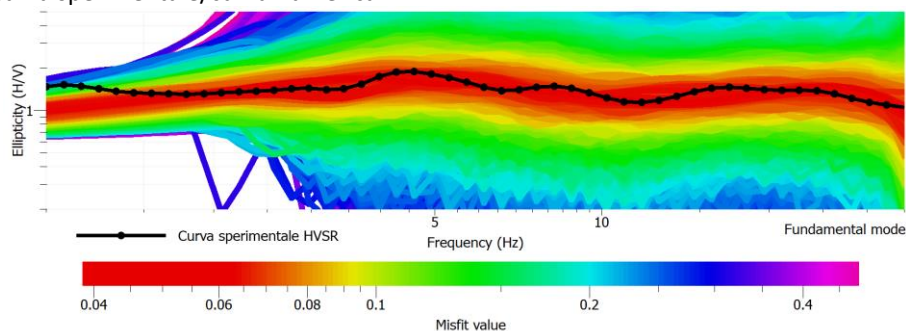
353.85

**Il valore della  $V_{s,eq}$  è compatibile con la Categoria di suolo tipo C**

Profilo sismostratigrafico



Adattamento curva sperimentale/curva numerica



## Indagine HV12



### COORDINATE INDAGINE HV12

| Tipo | Coord. X     | Coord. Y       | Quota (slm) | N. Foglio | N. Part. |
|------|--------------|----------------|-------------|-----------|----------|
| HVSr | 551.596,95 m | 4.235.978,20 m | 163.6 m     | 0040      | 1894     |

Sistema di riferimento geografico ETRS89/UTM zone 33N

### Caratteristiche strumentazione

Sismografo triassiale (SR04MT) - Sara E.I.

#### Convertitore A/D

|                             |                                                         |
|-----------------------------|---------------------------------------------------------|
| Risoluzione:                | 24 bits                                                 |
| Campionamento:              | Simultaneo sui tre canali pilotato dal microcontrollore |
| Frequenze di campionamento: | 10,20,25,50,100,200,600 SPS                             |
| Filtro anti-alias           | 1 pole 8,8 Hz standard                                  |
| Range di ingresso:          | 1,25V peak-to-peak (+/- 0,0625V)                        |
| Soglia di rumore:           | ≤ -124 dB @ 100 SPS                                     |

### Parametri di acquisizione

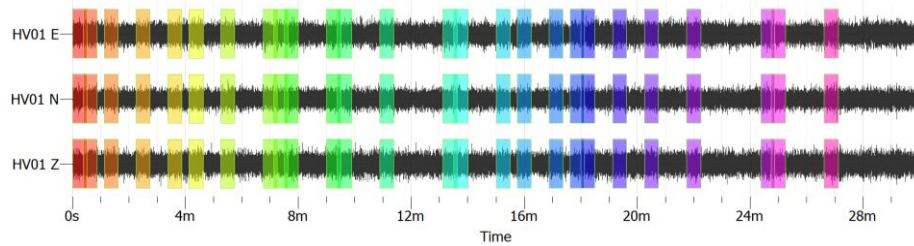
Nome file: **MT\_20210506\_123224.SAF**

| Name | Component       | Time Reference   | T0 (s) | End Time (s) | Samp Freq (Hz) | Delta T | N Samples |
|------|-----------------|------------------|--------|--------------|----------------|---------|-----------|
| R001 | <b>Vertical</b> | 06/05/2021 12:32 | 0s     | 30m0.000000s | 300            | 0.0033  | 540000    |
| R001 | <b>North</b>    | 06/05/2021 12:32 | 0s     | 30m0.000000s | 300            | 0.0033  | 540000    |
| R001 | <b>East</b>     | 06/05/2021 12:32 | 0s     | 30m0.000000s | 300            | 0.0033  | 540000    |

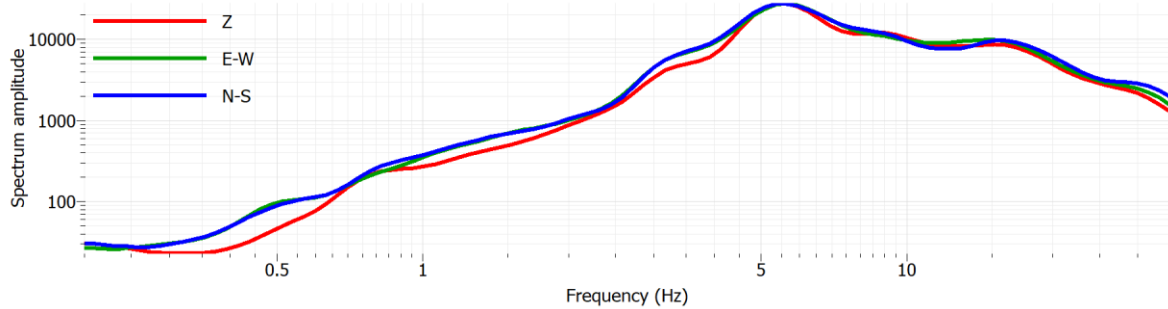
## Parametri di elaborazione e risultati

| Window length $l_w$ [s] | Number of windows $n_w$ | Number of significant cycles $n_c$ | Frequency statistics from individual windows |                 |       |                 | Grado del contrasto di impedenza sismica |
|-------------------------|-------------------------|------------------------------------|----------------------------------------------|-----------------|-------|-----------------|------------------------------------------|
|                         |                         |                                    | $f_0$ [Hz]                                   | $\sigma_f$ [Hz] | $A_0$ | $\sigma_A(f_0)$ |                                          |
| 30                      | 26                      | 363                                | 0.465                                        | 0.078           | 2.26  | 1.24            | BASSO                                    |

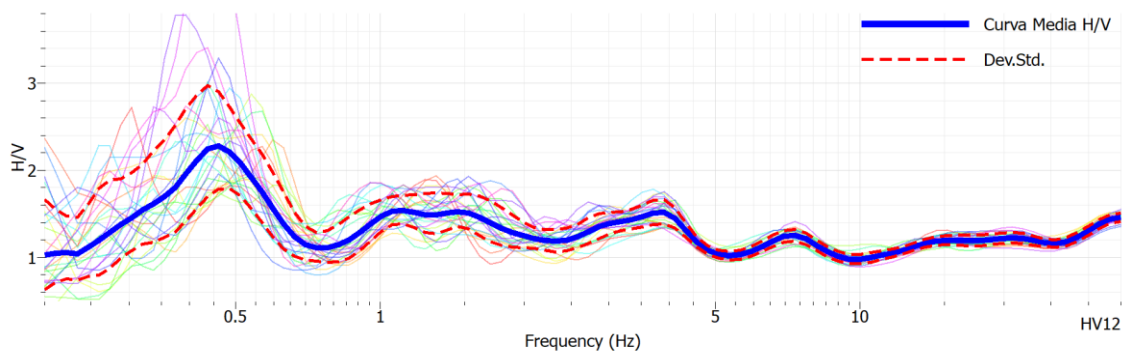
### Tracce



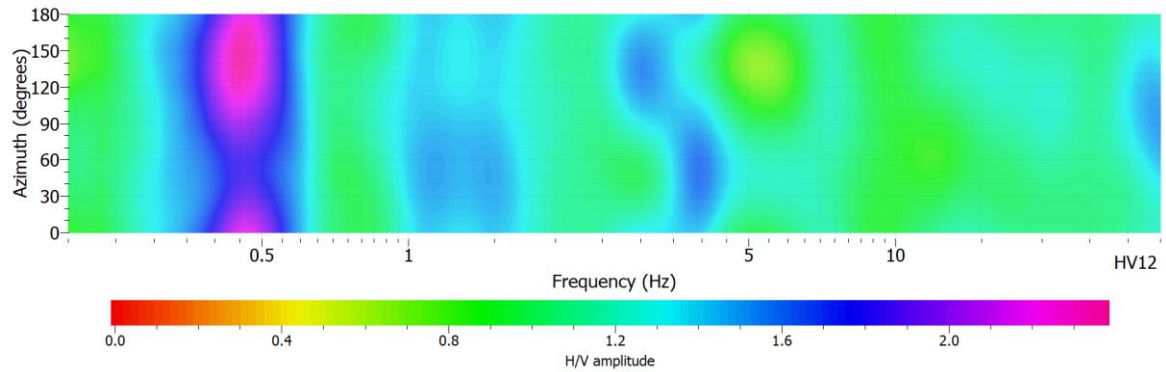
### Spettro delle componenti



### Spettro delle ampiezze H/V



### Curva H/V sul piano orizzontale





| Criteri per una curva H/V affidabile                              |                                                              |                        |   |        |    |
|-------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|------------------------|---|--------|----|
| [Tutti i tre requisiti dovrebbero essere soddisfatti]             |                                                              |                        |   |        |    |
| $f_0 > 10/L_w$                                                    |                                                              | 0.47                   | > | 0.33   | OK |
| $n_c(f_0) > 200$                                                  |                                                              | 363                    | > | 200    | OK |
| $\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ |                                                              | Superato 0 volte su 28 |   |        | OK |
| $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$ |                                                              |                        |   |        |    |
| Criteri per un picco H/V chiaro                                   |                                                              |                        |   |        |    |
| [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]                     |                                                              |                        |   |        |    |
| Amplitude conditions                                              | Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$      | 1.02                   | < | 1.13   | OK |
|                                                                   | Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$       | 1.02                   | < | 1.11   | OK |
|                                                                   | $A_0 > 2$                                                    | 2.26                   | > | 2.00   | OK |
| Stability conditions                                              | $f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$ | $\Delta f$             | = | -0.048 | NO |
|                                                                   | $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$                                | 0.078                  | < | 0.093  | OK |
|                                                                   | $\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$                                | 1.24                   | < | 2.50   | OK |

### Velocità equivalente $V_s$

| n.strati | h    | z     | peso vol. | Vp      | Vs     |
|----------|------|-------|-----------|---------|--------|
|          | m    | m     | Kg/mc     | m/s     | m/s    |
| 1        | 0.74 | 0.74  | 1553.83   | 332.06  | 92.66  |
| 2        | 4.87 | 5.61  | 1816.90   | 451.87  | 207.98 |
| 3        | 9.48 | 15.09 | 2031.41   | 604.82  | 323.14 |
| 4        | 4.49 | 19.58 | 1753.84   | 1007.77 | 381.03 |
| 5        | ---  | ---   | 2029.76   | 1681.99 | 471.91 |

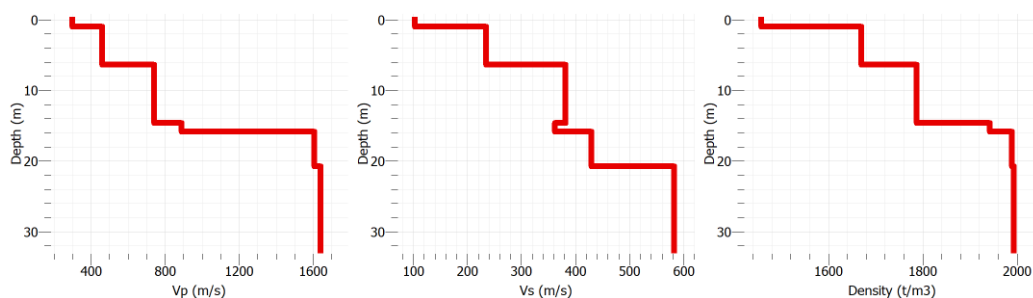
$$V_{s,eq}$$

$$\text{m/s}$$

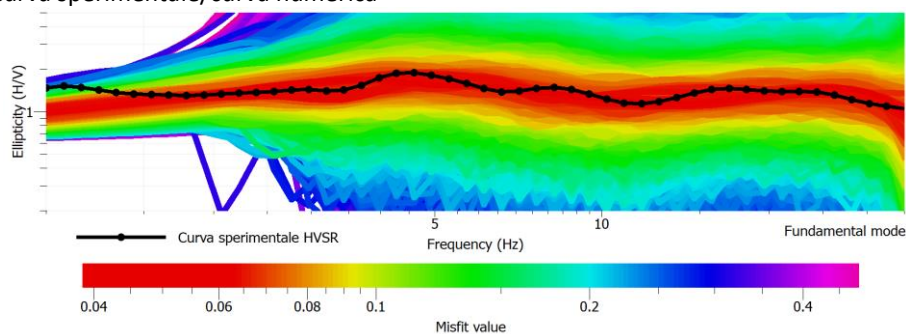
$$317.04$$

**Il valore della  $V_{s,eq}$  è compatibile con la Categoria di suolo tipo C**

Profilo sismostratigrafico



Adattamento curva sperimentale/curva numerica



## Indagine HV13



### COORDINATE INDAGINE HV13

| Tipo | Coord. X     | Coord. Y       | Quota (slm) | N. Foglio | N. Part. |
|------|--------------|----------------|-------------|-----------|----------|
| HVSr | 551.544,07 m | 4.236.097,86 m | 166.5 m     | 0040      | 1894     |

Sistema di riferimento geografico ETRS89/UTM zone 33N

### Caratteristiche strumentazione

Sismografo triassiale (SR04MT) - Sara E.I.

#### Convertitore A/D

|                             |                                                         |
|-----------------------------|---------------------------------------------------------|
| Risoluzione:                | 24 bits                                                 |
| Campionamento:              | Simultaneo sui tre canali pilotato dal microcontrollore |
| Frequenze di campionamento: | 10,20,25,50,100,200,600 SPS                             |
| Filtro anti-alias           | 1 pole 8,8 Hz standard                                  |
| Range di ingresso:          | 1,25V peak-to-peak (+/- 0,0625V)                        |
| Soglia di rumore:           | ≤ -124 dB @ 100 SPS                                     |

### Parametri di acquisizione

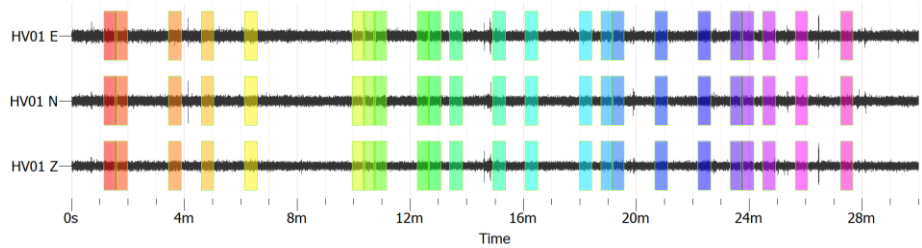
Nome file: **MT\_20210504\_093010.SAF**

| Name | Component       | Time Reference   | T0 (s) | End Time (s) | Samp Freq (Hz) | Delta T | N Samples |
|------|-----------------|------------------|--------|--------------|----------------|---------|-----------|
| R001 | <b>Vertical</b> | 04/05/2021 09:30 | 0s     | 30m0.000000s | 300            | 0.0033  | 540000    |
| R001 | <b>North</b>    | 04/05/2021 09:30 | 0s     | 30m0.000000s | 300            | 0.0033  | 540000    |
| R001 | <b>East</b>     | 04/05/2021 09:30 | 0s     | 30m0.000000s | 300            | 0.0033  | 540000    |

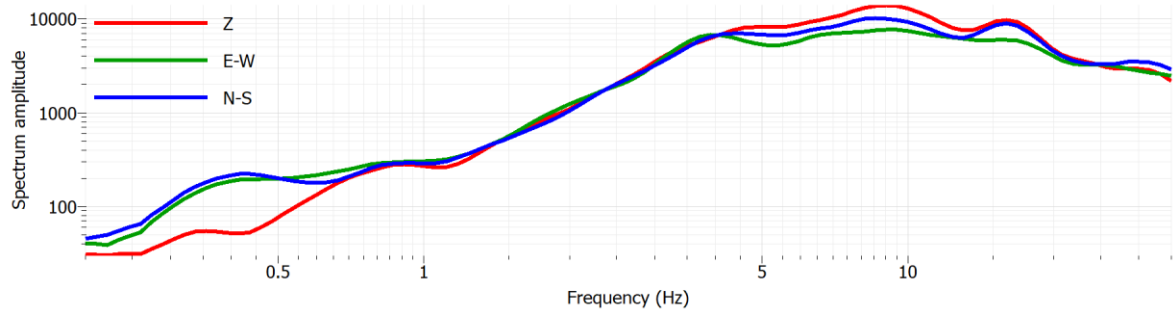
Parametri di elaborazione e risultati

| Window length $l_w$ [s] | Number of windows $n_w$ | Number of significant cycles $n_c$ | Frequency statistics from individual windows |                 |       |                 | Grado del contrasto di impedenza sismica |
|-------------------------|-------------------------|------------------------------------|----------------------------------------------|-----------------|-------|-----------------|------------------------------------------|
|                         |                         |                                    | $f_0$ [Hz]                                   | $\sigma_f$ [Hz] | $A_0$ | $\sigma_A(f_0)$ |                                          |
| 27                      | 23                      | 256                                | 0.413                                        | 0.035           | 4.33  | 1.21            | ALTO                                     |

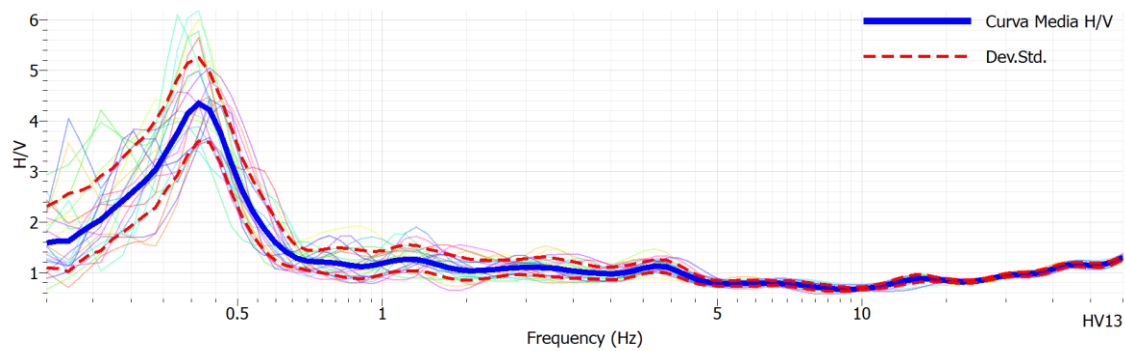
Tracce



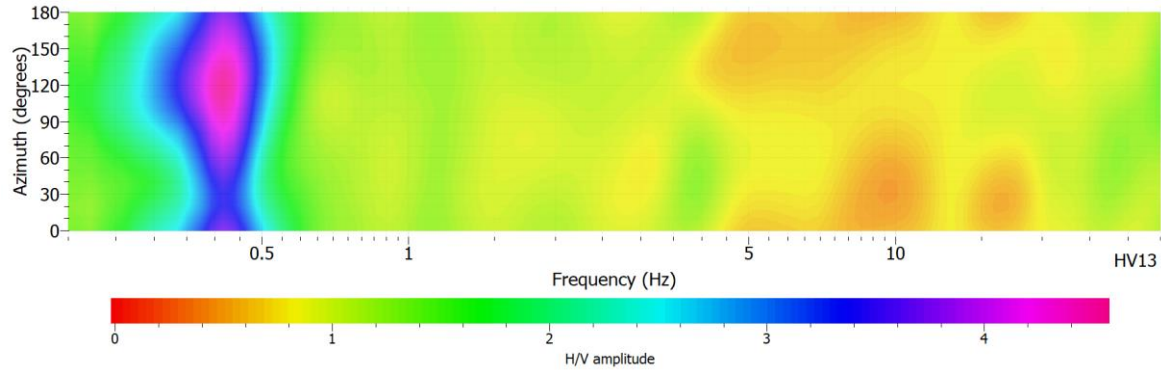
Spettro delle componenti



Spettro delle ampiezze H/V



Curva H/V sul piano orizzontale



| Criteri per una curva H/V affidabile                              |                                                              |                        |   |       |    |
|-------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|------------------------|---|-------|----|
| [Tutti i tre requisiti dovrebbero essere soddisfatti]             |                                                              |                        |   |       |    |
| $f_0 > 10/L_w$                                                    |                                                              | 0.41                   | > | 0.37  | OK |
| $n_c(f_0) > 200$                                                  |                                                              | 256                    | > | 200   | OK |
| $\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ |                                                              | Superato 0 volte su 28 |   |       | OK |
| $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$ |                                                              |                        |   |       |    |
| Criteri per un picco H/V chiaro                                   |                                                              |                        |   |       |    |
| [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]                     |                                                              |                        |   |       |    |
| Amplitude conditions                                              | Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$      | 1.61                   | < | 2.16  | OK |
|                                                                   | Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$       | 1.61                   | > | 1.04  | OK |
|                                                                   | $A_0 > 2$                                                    | 4.33                   | > | 2.00  | OK |
| Stability conditions                                              | $f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$ | $\Delta f$             | = | 0.000 | OK |
|                                                                   | $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$                                | 0.035                  | < | 0.083 | OK |
|                                                                   | $\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$                                | 1.21                   | < | 2.50  | OK |

### Velocità equivalente $V_s$

| n.strati | h    | z     | peso vol. | Vp      | Vs     |
|----------|------|-------|-----------|---------|--------|
|          | m    | m     | Kg/mc     | m/s     | m/s    |
| 1        | 0.51 | 0.51  | 1588.37   | 539.19  | 113.17 |
| 2        | 3.79 | 4.30  | 1652.32   | 666.61  | 288.67 |
| 3        | 9.67 | 13.97 | 1775.00   | 663.07  | 308.93 |
| 4        | 9.29 | 23.26 | 1748.58   | 967.31  | 457.51 |
| 5        | ---  | ---   | 2081.12   | 1666.93 | 503.58 |

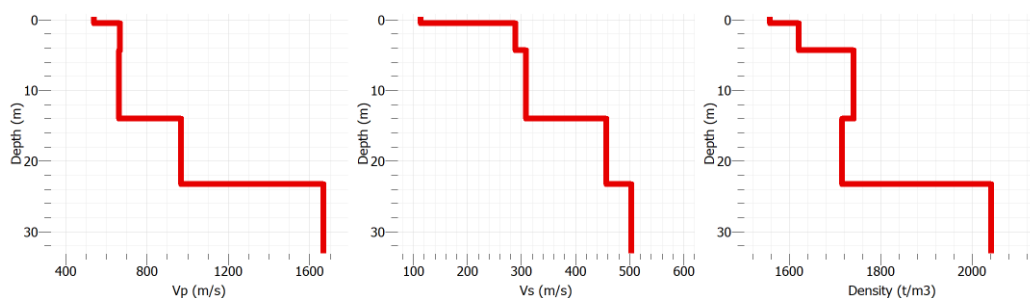
$$V_{s,eq}$$

$$\text{m/s}$$

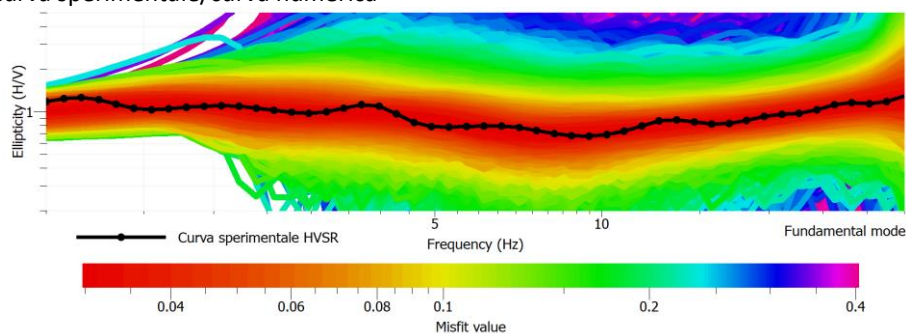
$$363.07$$

**Il valore della  $V_{s,eq}$  è compatibile con la Categoria di suolo tipo B**

Profilo sismostratigrafico



Adattamento curva sperimentale/curva numerica





## Indagine HV14



### COORDINATE INDAGINE HV14

| Tipo | Coord. X     | Coord. Y       | Quota (slm) | N. Foglio | N. Part. |
|------|--------------|----------------|-------------|-----------|----------|
| HVSR | 551.460,52 m | 4.236.076,81 m | 166.6 m     | 0040      | 1894     |

Sistema di riferimento geografico ETRS89/UTM zone 33N

### Caratteristiche strumentazione

Sismografo triassiale (SR04MT) - Sara E.I.

#### Convertitore A/D

|                             |                                                         |
|-----------------------------|---------------------------------------------------------|
| Risoluzione:                | 24 bits                                                 |
| Campionamento:              | Simultaneo sui tre canali pilotato dal microcontrollore |
| Frequenze di campionamento: | 10,20,25,50,100,200,600 SPS                             |
| Filtro anti-alias           | 1 pole 8,8 Hz standard                                  |
| Range di ingresso:          | 1,25V peak-to-peak (+/- 0,0625V)                        |
| Soglia di rumore:           | ≤ -124 dB @ 100 SPS                                     |

### Parametri di acquisizione

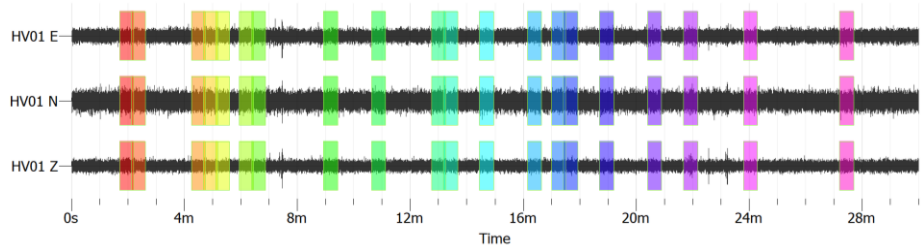
Nome file: **MT\_20210504\_103936.SAF**

| Name | Component       | Time Reference   | T0 (s) | End Time (s) | Samp Freq (Hz) | Delta T | N Samples |
|------|-----------------|------------------|--------|--------------|----------------|---------|-----------|
| R001 | <b>Vertical</b> | 04/05/2021 10:39 | 0s     | 30m0.000000s | 300            | 0.0033  | 540000    |
| R001 | <b>North</b>    | 04/05/2021 10:39 | 0s     | 30m0.000000s | 300            | 0.0033  | 540000    |
| R001 | <b>East</b>     | 04/05/2021 10:39 | 0s     | 30m0.000000s | 300            | 0.0033  | 540000    |

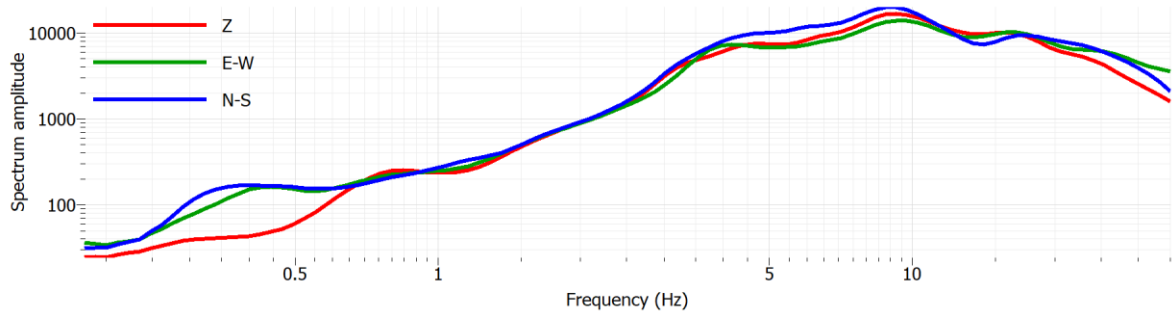
**Parametri di elaborazione e risultati**

| Window length $l_w$ [s] | Number of windows $n_w$ | Number of significant cycles $n_c$ | Frequency statistics from individual windows |                 |       |                 | Grado del contrasto di impedenza sismica |
|-------------------------|-------------------------|------------------------------------|----------------------------------------------|-----------------|-------|-----------------|------------------------------------------|
|                         |                         |                                    | $f_0$ [Hz]                                   | $\sigma_f$ [Hz] | $A_0$ | $\sigma_A(f_0)$ |                                          |
| 30                      | 20                      | 238                                | 0.397                                        | 0.040           | 3.91  | 1.17            | MODERATO                                 |

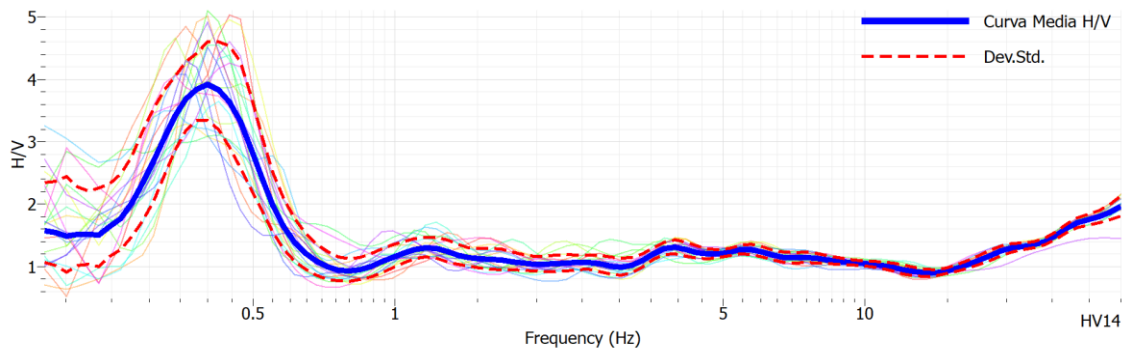
Tracce



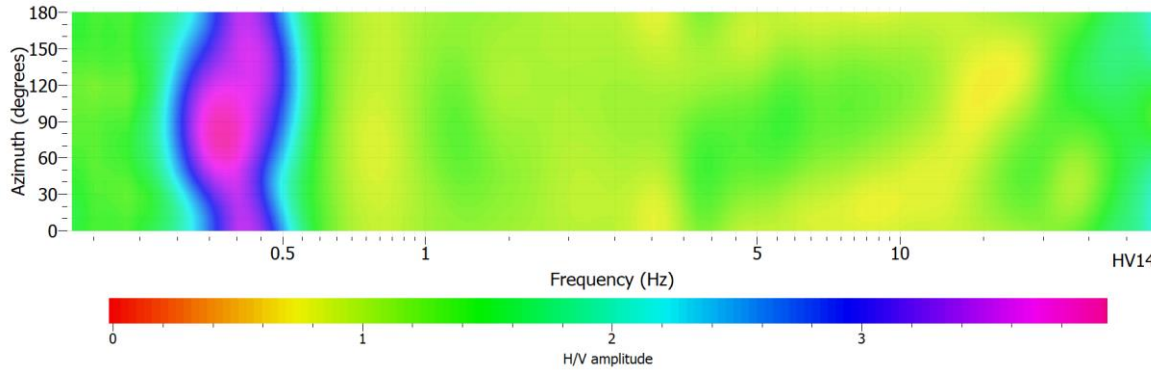
Spettro delle componenti



Spettro delle ampiezze H/V



Curva H/V sul piano orizzontale



| Criteri per una curva H/V affidabile                              |                                                              |                        |   |       |    |
|-------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|------------------------|---|-------|----|
| [Tutti i tre requisiti dovrebbero essere soddisfatti]             |                                                              |                        |   |       |    |
| $f_0 > 10/L_w$                                                    |                                                              | 0.40                   | > | 0.33  | OK |
| $n_c(f_0) > 200$                                                  |                                                              | 238                    | > | 200   | OK |
| $\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ |                                                              | Superato 0 volte su 27 |   |       | OK |
| $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$ |                                                              |                        |   |       |    |
| Criteri per un picco H/V chiaro                                   |                                                              |                        |   |       |    |
| [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]                     |                                                              |                        |   |       |    |
| Amplitude conditions                                              | Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$      | 1.49                   | < | 1.95  | OK |
|                                                                   | Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$       | 1.49                   | > | 0.93  | OK |
|                                                                   | $A_0 > 2$                                                    | 3.91                   | > | 2.00  | OK |
| Stability conditions                                              | $f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$ | $\Delta f$             | = | 0.021 | OK |
|                                                                   | $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$                                | 0.040                  | < | 0.079 | OK |
|                                                                   | $\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$                                | 1.17                   | < | 2.50  | OK |

### Velocità equivalente $V_s$

| n.strati | h    | z     | peso vol. | Vp      | Vs     |
|----------|------|-------|-----------|---------|--------|
|          | m    | m     | Kg/mc     | m/s     | m/s    |
| 1        | 0.63 | 0.63  | 1489.95   | 346.64  | 87.71  |
| 2        | 5.70 | 6.34  | 1759.71   | 435.03  | 221.94 |
| 3        | 6.06 | 12.40 | 1882.82   | 835.28  | 361.05 |
| 4        | 8.93 | 21.32 | 1792.83   | 1101.53 | 408.65 |
| 5        | ---  | ---   | 2021.66   | 1658.62 | 545.50 |

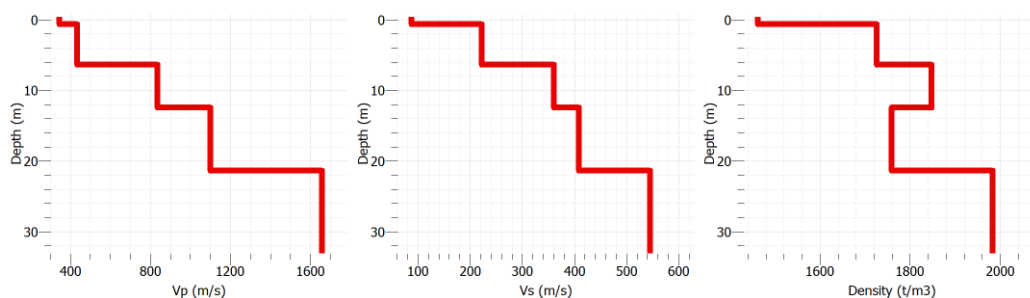
$$V_{s,eq}$$

$$\text{m/s}$$

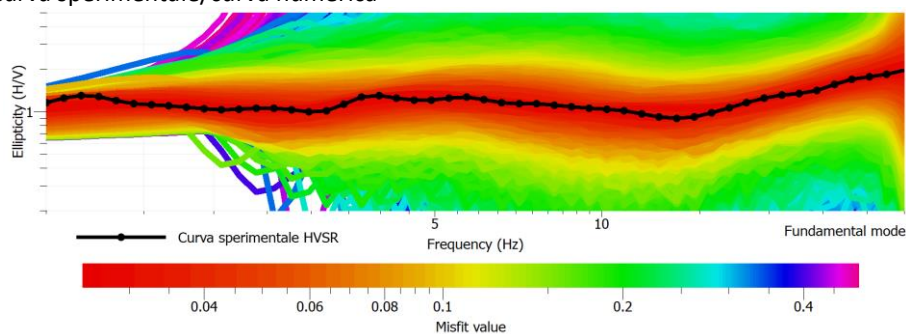
$$342.98$$

**Il valore della  $V_{s,eq}$  è compatibile con la Categoria di suolo tipo C**

Profilo sismostratigrafico



Adattamento curva sperimentale/curva numerica



## Indagine HV15



### COORDINATE INDAGINE HV15

| Tipo | Coord. X     | Coord. Y       | Quota (slm) | N. Foglio | N. Part. |
|------|--------------|----------------|-------------|-----------|----------|
| HVSR | 551.401,79 m | 4.236.108,70 m | 163.1 m     | 0040      | 1894     |

Sistema di riferimento geografico ETRS89/UTM zone 33N

### Caratteristiche strumentazione

Sismografo triassiale (SR04MT) - Sara E.I.

#### Convertitore A/D

|                             |                                                         |
|-----------------------------|---------------------------------------------------------|
| Risoluzione:                | 24 bits                                                 |
| Campionamento:              | Simultaneo sui tre canali pilotato dal microcontrollore |
| Frequenze di campionamento: | 10,20,25,50,100,200,600 SPS                             |
| Filtro anti-alias           | 1 pole 8,8 Hz standard                                  |
| Range di ingresso:          | 1,25V peak-to-peak (+/- 0,0625V)                        |
| Soglia di rumore:           | ≤ -124 dB @ 100 SPS                                     |

### Parametri di acquisizione

Nome file: **MT\_20210504\_113148.SAF**

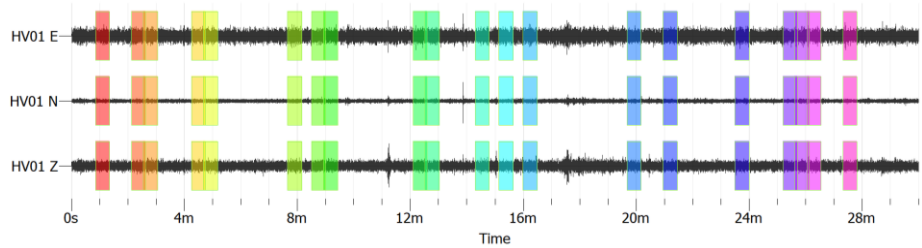
| Name | Component       | Time Reference   | T0 (s) | End Time (s) | Samp Freq (Hz) | Delta T | N Samples |
|------|-----------------|------------------|--------|--------------|----------------|---------|-----------|
| R001 | <b>Vertical</b> | 04/05/2021 11:31 | 0s     | 30m0.000000s | 300            | 0.0033  | 540000    |
| R001 | <b>North</b>    | 04/05/2021 11:31 | 0s     | 30m0.000000s | 300            | 0.0033  | 540000    |
| R001 | <b>East</b>     | 04/05/2021 11:31 | 0s     | 30m0.000000s | 300            | 0.0033  | 540000    |



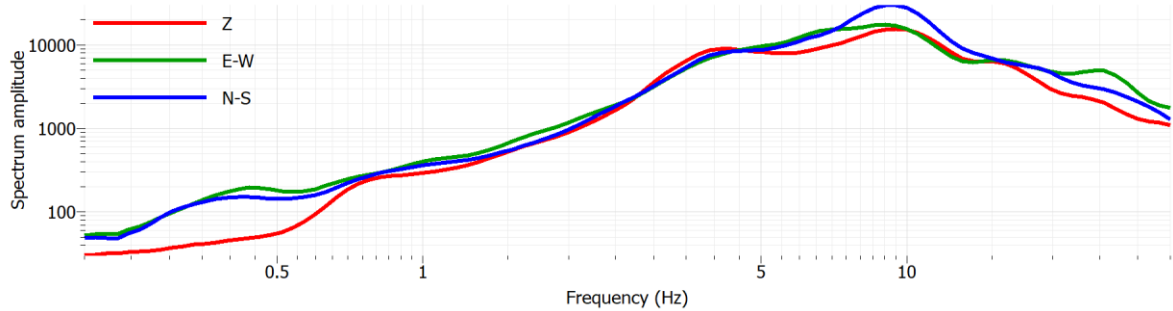
Parametri di elaborazione e risultati

| Window length $l_w$ [s] | Number of windows $n_w$ | Number of significant cycles $n_c$ | Frequency statistics from individual windows |                 |       |                 | Grado del contrasto di impedenza sismica |
|-------------------------|-------------------------|------------------------------------|----------------------------------------------|-----------------|-------|-----------------|------------------------------------------|
|                         |                         |                                    | $f_0$ [Hz]                                   | $\sigma_f$ [Hz] | $A_0$ | $\sigma_A(f_0)$ |                                          |
| 30                      | 20                      | 244                                | 0.407                                        | 0.058           | 3.90  | 1.24            | MODERATO                                 |

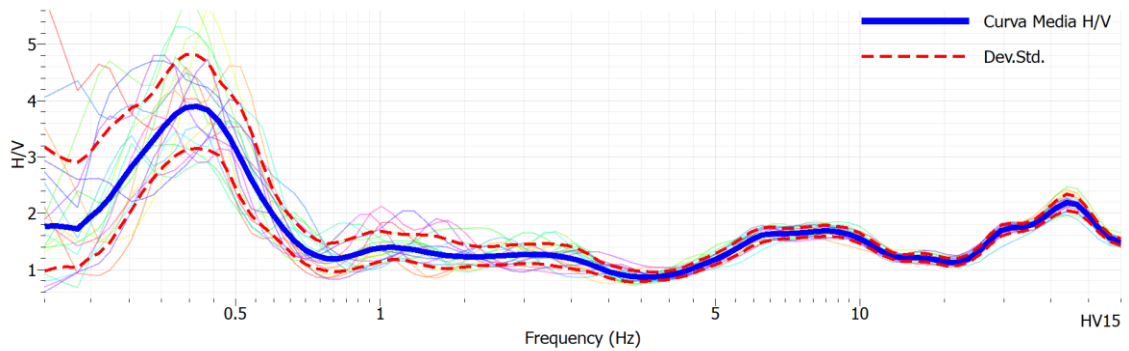
Tracce



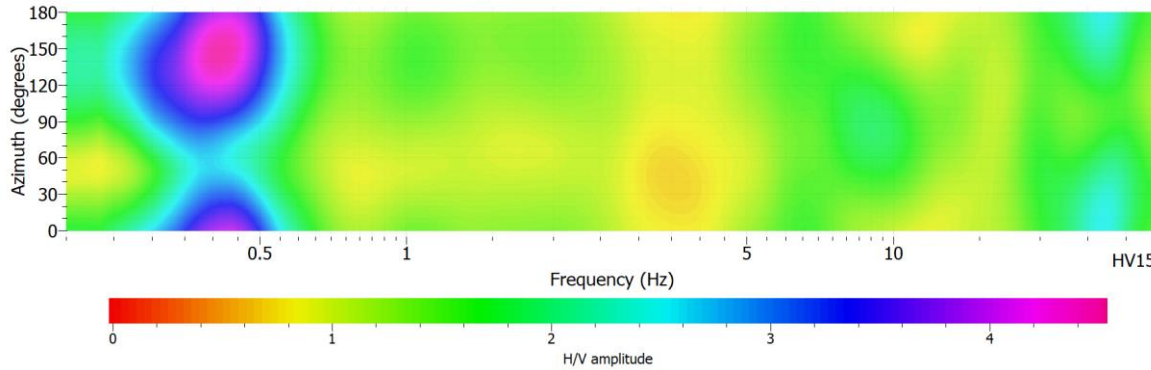
Spettro delle componenti



Spettro delle ampiezze H/V



Curva H/V sul piano orizzontale



| Criteri per una curva H/V affidabile                              |                                                              |                        |   |        |    |
|-------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|------------------------|---|--------|----|
| [Tutti i tre requisiti dovrebbero essere soddisfatti]             |                                                              |                        |   |        |    |
| $f_0 > 10/L_w$                                                    |                                                              | 0.41                   | > | 0.33   | OK |
| $n_c(f_0) > 200$                                                  |                                                              | 244                    | > | 200    | OK |
| $\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ |                                                              | Superato 0 volte su 27 |   |        | OK |
| $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$ |                                                              |                        |   |        |    |
| Criteri per un picco H/V chiaro                                   |                                                              |                        |   |        |    |
| [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]                     |                                                              |                        |   |        |    |
| Amplitude conditions                                              | Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$      | 1.73                   | < | 1.95   | OK |
|                                                                   | Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$       | 1.73                   | > | 1.20   | OK |
|                                                                   | $A_0 > 2$                                                    | 3.90                   | > | 2.00   | OK |
| Stability conditions                                              | $f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$ | $\Delta f$             | = | -0.021 | OK |
|                                                                   | $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$                                | 0.058                  | < | 0.081  | OK |
|                                                                   | $\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$                                | 1.24                   | < | 2.50   | OK |

### Velocità equivalente $V_s$

| n.strati | h    | z     | peso vol. | Vp      | Vs     |
|----------|------|-------|-----------|---------|--------|
|          | m    | m     | Kg/mc     | m/s     | m/s    |
| 1        | 0.96 | 0.96  | 1546.08   | 454.94  | 95.10  |
| 2        | 5.76 | 6.73  | 1833.32   | 455.96  | 232.62 |
| 3        | 2.65 | 9.38  | 1851.10   | 1050.11 | 394.64 |
| 4        | 4.49 | 13.87 | 1821.73   | 902.85  | 437.39 |
| 5        | ---  | ---   | 1883.17   | 1611.23 | 492.63 |

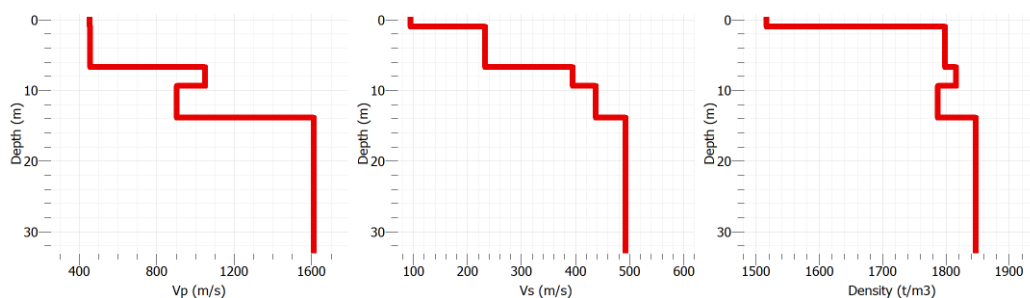
$$V_{s,eq}$$

$$\text{m/s}$$

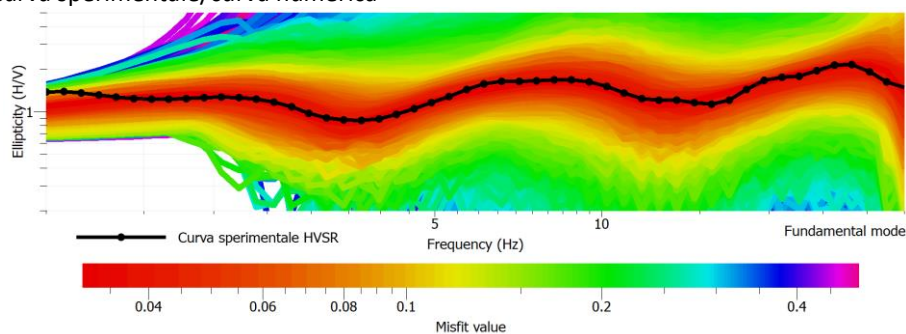
$$354.44$$

**Il valore della  $V_{s,eq}$  è compatibile con la Categoria di suolo tipo C**

Profilo sismostratigrafico



Adattamento curva sperimentale/curva numerica



## Indagine HV16



### COORDINATE INDAGINE HV16

| Tipo | Coord. X     | Coord. Y       | Quota (slm) | N. Foglio | N. Part. |
|------|--------------|----------------|-------------|-----------|----------|
| HVSR | 551.382,72 m | 4.236.159,34 m | 163.45 m    | 0040      | 1894     |

Sistema di riferimento geografico ETRS89/UTM zone 33N

### Caratteristiche strumentazione

Sismografo triassiale (SR04MT) - Sara E.I.

#### Convertitore A/D

|                             |                                                         |
|-----------------------------|---------------------------------------------------------|
| Risoluzione:                | 24 bits                                                 |
| Campionamento:              | Simultaneo sui tre canali pilotato dal microcontrollore |
| Frequenze di campionamento: | 10,20,25,50,100,200,600 SPS                             |
| Filtro anti-alias           | 1 pole 8,8 Hz standard                                  |
| Range di ingresso:          | 1,25V peak-to-peak (+/- 0,0625V)                        |
| Soglia di rumore:           | ≤ -124 dB @ 100 SPS                                     |

### Parametri di acquisizione

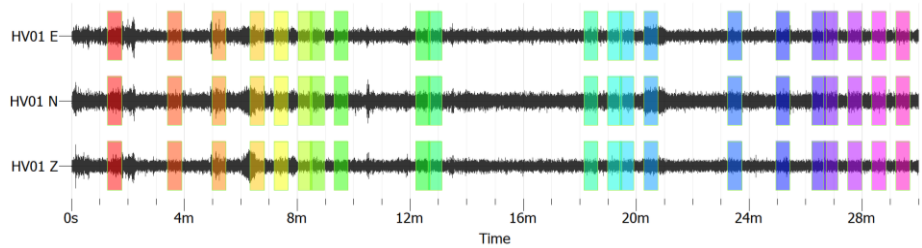
Nome file: **MT\_20210504\_132732.SAF**

| Name | Component       | Time Reference   | T0 (s) | End Time (s) | Samp Freq (Hz) | Delta T | N Samples |
|------|-----------------|------------------|--------|--------------|----------------|---------|-----------|
| R001 | <b>Vertical</b> | 04/05/2021 13:27 | 0s     | 30m0.000000s | 300            | 0.0033  | 540000    |
| R001 | <b>North</b>    | 04/05/2021 13:27 | 0s     | 30m0.000000s | 300            | 0.0033  | 540000    |
| R001 | <b>East</b>     | 04/05/2021 13:27 | 0s     | 30m0.000000s | 300            | 0.0033  | 540000    |

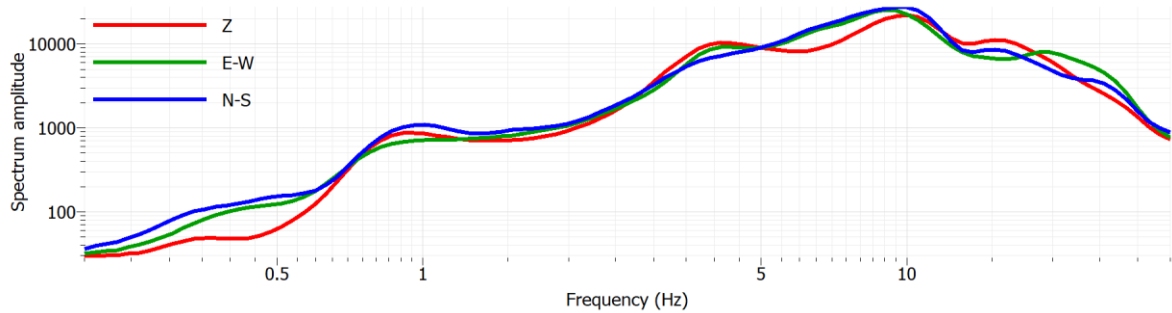
Parametri di elaborazione e risultati

| Window length $l_w$ [s] | Number of windows $n_w$ | Number of significant cycles $n_c$ | Frequency statistics from individual windows |                 |       |                 | Grado del contrasto di impedenza sismica |
|-------------------------|-------------------------|------------------------------------|----------------------------------------------|-----------------|-------|-----------------|------------------------------------------|
|                         |                         |                                    | $f_0$ [Hz]                                   | $\sigma_f$ [Hz] | $A_0$ | $\sigma_A(f_0)$ |                                          |
| 30                      | 21                      | 282                                | 0.448                                        | 0.051           | 2.73  | 1.22            | BASSO                                    |

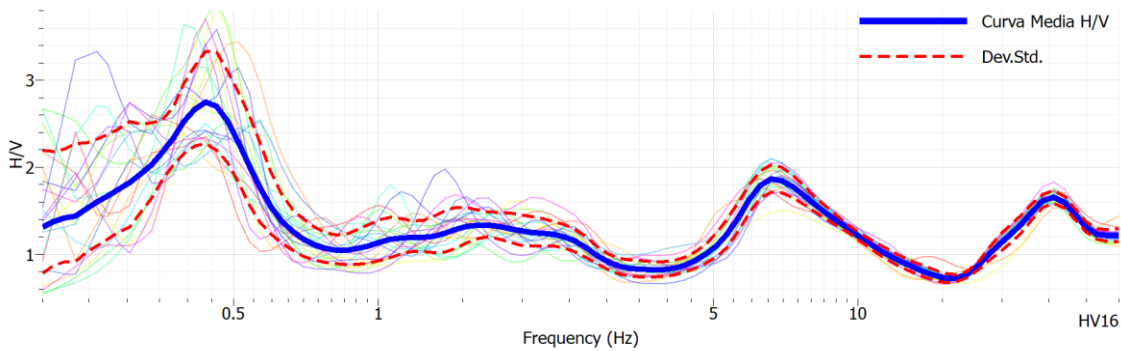
Tracce



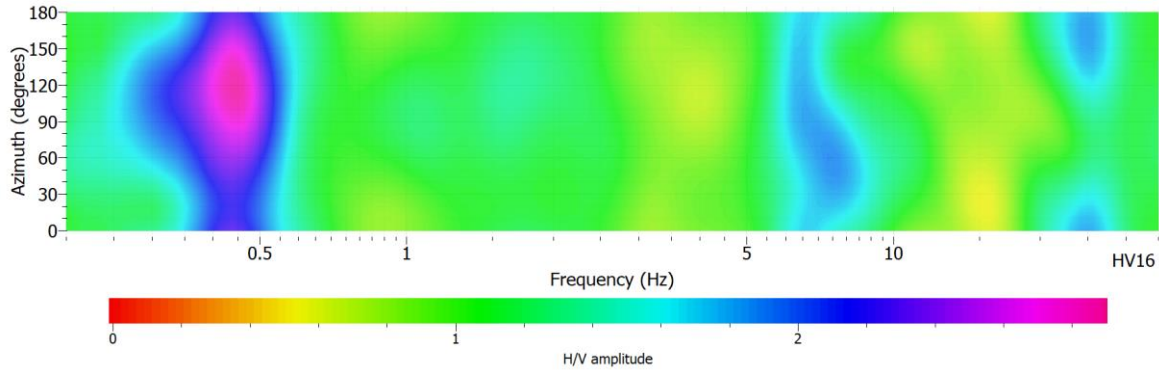
Spettro delle componenti



Spettro delle ampiezze H/V



Curva H/V sul piano orizzontale





| Criteri per una curva H/V affidabile                              |                                                              |                        |   |       |    |
|-------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|------------------------|---|-------|----|
| [Tutti i tre requisiti dovrebbero essere soddisfatti]             |                                                              |                        |   |       |    |
| $f_0 > 10/L_w$                                                    |                                                              | 0.45                   | > | 0.33  | OK |
| $n_c(f_0) > 200$                                                  |                                                              | 282                    | > | 200   | OK |
| $\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ |                                                              | Superato 0 volte su 27 |   |       | OK |
| $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$ |                                                              |                        |   |       |    |
| Criteri per un picco H/V chiaro                                   |                                                              |                        |   |       |    |
| [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]                     |                                                              |                        |   |       |    |
| Amplitude conditions                                              | Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$      | 1.32                   | < | 1.37  | OK |
|                                                                   | Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$       | 1.32                   | > | 1.04  | OK |
|                                                                   | $A_0 > 2$                                                    | 2.73                   | > | 2.00  | OK |
| Stability conditions                                              | $f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$ | $\Delta f$             | = | 0.000 | OK |
|                                                                   | $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$                                | 0.051                  | < | 0.090 | OK |
|                                                                   | $\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$                                | 1.22                   | < | 2.50  | OK |

### Velocità equivalente $V_s$

| n.strati | h    | z     | peso vol. | Vp      | Vs     |
|----------|------|-------|-----------|---------|--------|
|          | m    | m     | Kg/mc     | m/s     | m/s    |
| 1        | 0.87 | 0.87  | 1507.93   | 389.26  | 97.12  |
| 2        | 4.40 | 5.28  | 1668.92   | 568.66  | 229.61 |
| 3        | 1.03 | 6.31  | 1818.09   | 1019.09 | 254.22 |
| 4        | 3.37 | 9.67  | 1832.69   | 892.08  | 366.83 |
| 5        | 5.01 | 14.69 | 1838.53   | 1658.62 | 417.32 |
| 6        | ---  | ---   | 1944.56   | 1794.89 | 504.89 |

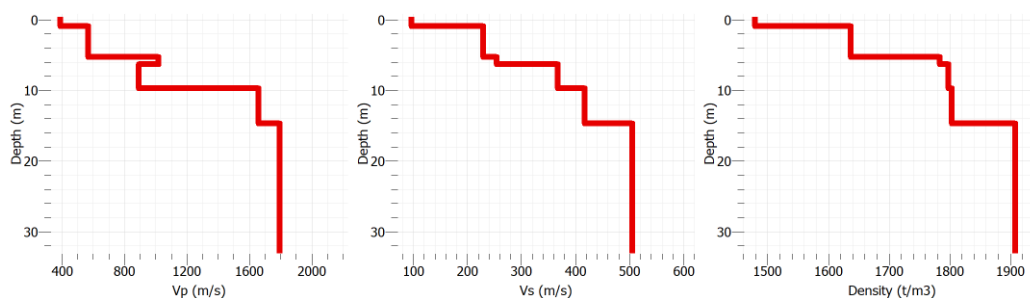
$$V_{s,eq}$$

$$\text{m/s}$$

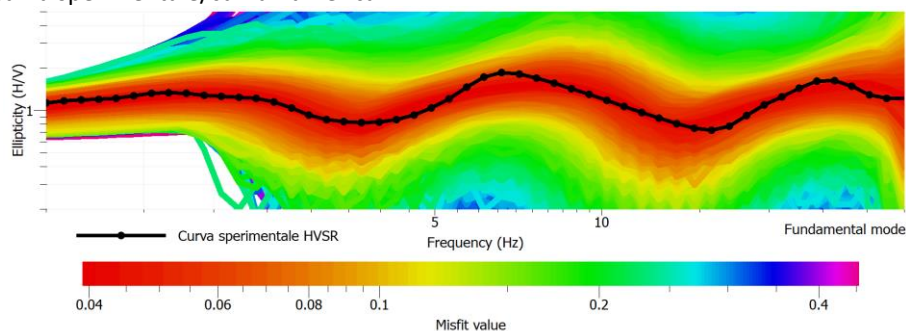
$$358.25$$

**Il valore della  $V_{s,eq}$  è compatibile con la Categoria di suolo tipo C**

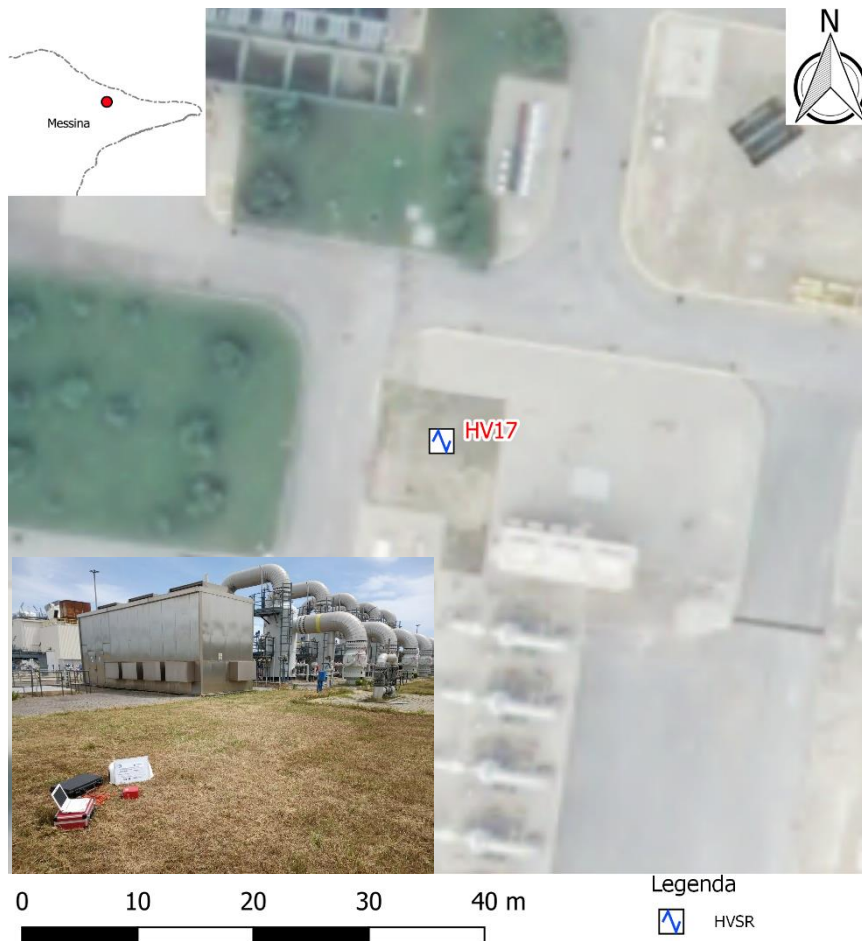
Profilo sismostratigrafico



Adattamento curva sperimentale/curva numerica



## Indagine HV17



### COORDINATE INDAGINE HV17

| Tipo | Coord. X     | Coord. Y       | Quota (slm) | N. Foglio | N. Part. |
|------|--------------|----------------|-------------|-----------|----------|
| HVSR | 551.416,45 m | 4.236.241,32 m | 166.25 m    | 0040      | 1894     |

Sistema di riferimento geografico ETRS89/UTM zone 33N

### Caratteristiche strumentazione

Sismografo triassiale (SR04MT) - Sara E.I.

#### Convertitore A/D

|                             |                                                         |
|-----------------------------|---------------------------------------------------------|
| Risoluzione:                | 24 bits                                                 |
| Campionamento:              | Simultaneo sui tre canali pilotato dal microcontrollore |
| Frequenze di campionamento: | 10,20,25,50,100,200,600 SPS                             |
| Filtro anti-alias           | 1 pole 8,8 Hz standard                                  |
| Range di ingresso:          | 1,25V peak-to-peak (+/- 0,0625V)                        |
| Soglia di rumore:           | ≤ -124 dB @ 100 SPS                                     |

### Parametri di acquisizione

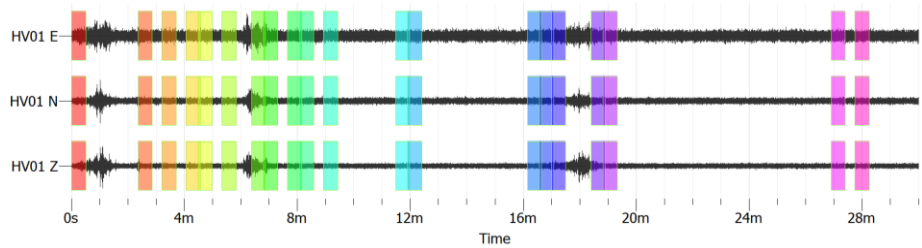
Nome file: **MT\_20210504\_141725.SAF**

| Name | Component | Time Reference   | T0 (s) | End Time (s) | Samp Freq (Hz) | Delta T | N Samples |
|------|-----------|------------------|--------|--------------|----------------|---------|-----------|
| 606  | Vertical  | 04/05/2021 14:17 | 0s     | 30m0.000000s | 300            | 0.0033  | 540000    |
| 606  | North     | 04/05/2021 14:17 | 0s     | 30m0.000000s | 300            | 0.0033  | 540000    |
| 606  | East      | 04/05/2021 14:17 | 0s     | 30m0.000000s | 300            | 0.0033  | 540000    |

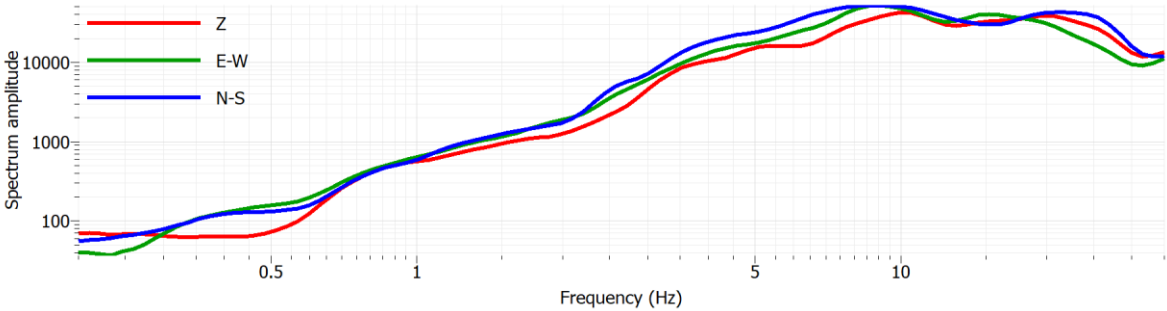
Parametri di elaborazione e risultati

| Window length $l_w$ [s] | Number of windows $n_w$ | Number of significant cycles $n_c$ | Frequency statistics from individual windows |                 |       |                 | Grado del contrasto di impedenza sismica |
|-------------------------|-------------------------|------------------------------------|----------------------------------------------|-----------------|-------|-----------------|------------------------------------------|
|                         |                         |                                    | $f_0$ [Hz]                                   | $\sigma_f$ [Hz] | $A_0$ | $\sigma_A(f_0)$ |                                          |
| 30                      | 20                      | 269                                | 0.449                                        | 0.059           | 2.28  | 1.30            | BASSO                                    |

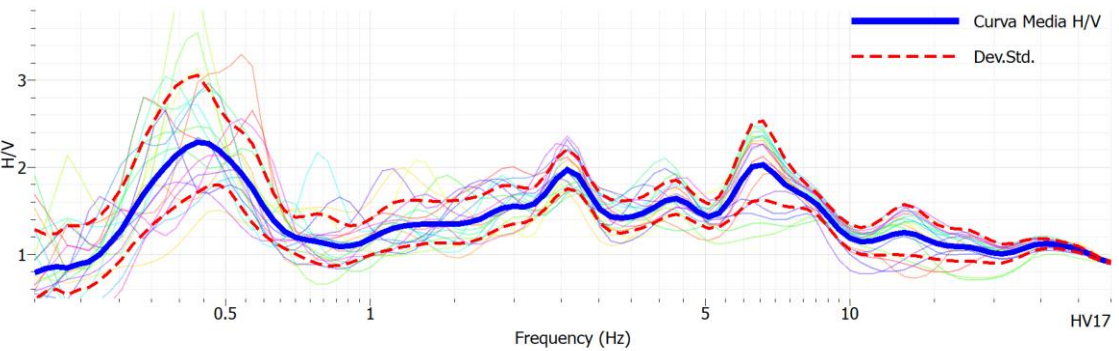
Tracce



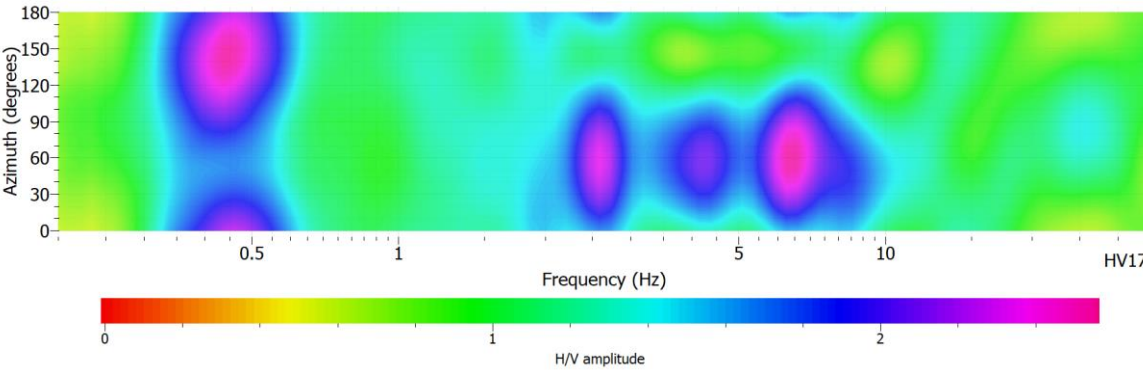
Spettro delle componenti



Spettro delle ampiezze H/V



Curva H/V sul piano orizzontale



| Criteri per una curva H/V affidabile                              |                                                              |                        |   |        |    |
|-------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|------------------------|---|--------|----|
| [Tutti i tre requisiti dovrebbero essere soddisfatti]             |                                                              |                        |   |        |    |
| $f_0 > 10/L_w$                                                    |                                                              | 0.45                   | > | 0.33   | OK |
| $n_c(f_0) > 200$                                                  |                                                              | 269                    | > | 200    | OK |
| $\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ |                                                              | Superato 0 volte su 27 |   |        | OK |
| $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$ |                                                              |                        |   |        |    |
| Criteri per un picco H/V chiaro                                   |                                                              |                        |   |        |    |
| [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]                     |                                                              |                        |   |        |    |
| Amplitude conditions                                              | Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$      | 0.81                   | < | 1.14   | OK |
|                                                                   | Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$       | 0.81                   | < | 1.09   | OK |
|                                                                   | $A_0 > 2$                                                    | 2.28                   | > | 2.00   | OK |
| Stability conditions                                              | $f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$ | $\Delta f$             | = | -0.048 | NO |
|                                                                   | $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$                                | 0.059                  | < | 0.090  | OK |
|                                                                   | $\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$                                | 1.30                   | < | 2.50   | OK |

### Velocità equivalente $V_s$

| n.strati | h    | z     | peso vol. | Vp      | Vs     |
|----------|------|-------|-----------|---------|--------|
|          | m    | m     | Kg/mc     | m/s     | m/s    |
| 1        | 0.60 | 0.60  | 1666.43   | 356.13  | 119.80 |
| 2        | 3.20 | 3.81  | 1813.27   | 450.97  | 218.64 |
| 3        | 8.41 | 12.22 | 1930.46   | 1068.11 | 345.17 |
| 4        | 1.89 | 14.11 | 1892.25   | 1145.31 | 424.47 |
| 5        | 3.05 | 17.16 | 1917.36   | 1687.04 | 516.84 |
| 6        | ---  | ---   | 1960.17   | 1710.82 | 520.26 |

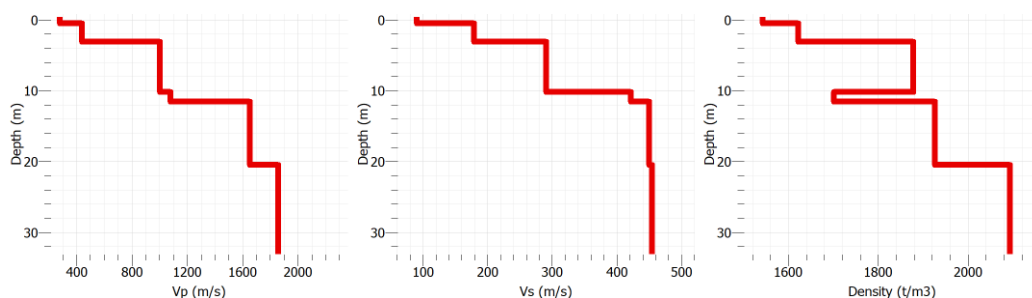
$$V_{s,eq}$$

m/s

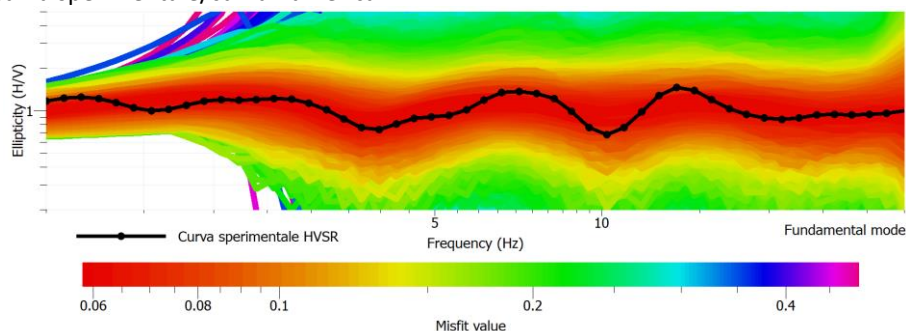
379.28

**Il valore della  $V_{s,eq}$  è compatibile con la Categoria di suolo tipo B**

Profilo sismostratigrafico



Adattamento curva sperimentale/curva numerica



Inversione numerica effettuata su curva H/V calcolata sulla direttrice 140° per non tenere conto degli effetti di direzionalità del moto di propagazione



## Indagine HV18



### COORDINATE INDAGINE HV18

| Tipo | Coord. X     | Coord. Y       | Quota (slm) | N. Foglio | N. Part. |
|------|--------------|----------------|-------------|-----------|----------|
| HVSR | 551.456,36 m | 4.236.315,55 m | 165.5 m     | 0021      | 318      |

Sistema di riferimento geografico ETRS89/UTM zone 33N

### Caratteristiche strumentazione

Sismografo triassiale (SR04MT) - Sara E.I.

#### Convertitore A/D

|                             |                                                         |
|-----------------------------|---------------------------------------------------------|
| Risoluzione:                | 24 bits                                                 |
| Campionamento:              | Simultaneo sui tre canali pilotato dal microcontrollore |
| Frequenze di campionamento: | 10,20,25,50,100,200,600 SPS                             |
| Filtro anti-alias           | 1 pole 8,8 Hz standard                                  |
| Range di ingresso:          | 1,25V peak-to-peak (+/- 0,0625V)                        |
| Soglia di rumore:           | ≤ -124 dB @ 100 SPS                                     |

### Parametri di acquisizione

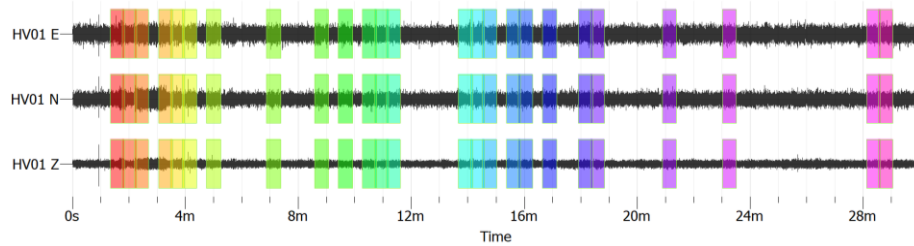
Nome file: **MT\_20210506\_142125.SAF**

| Name | Component | Time Reference   | T0 (s) | End Time (s) | Samp Freq (Hz) | Delta T | N Samples |
|------|-----------|------------------|--------|--------------|----------------|---------|-----------|
| 606  | Vertical  | 06/05/2021 14:21 | 0s     | 30m0.000000s | 300            | 0.0033  | 540000    |
| 606  | North     | 06/05/2021 14:21 | 0s     | 30m0.000000s | 300            | 0.0033  | 540000    |
| 606  | East      | 06/05/2021 14:21 | 0s     | 30m0.000000s | 300            | 0.0033  | 540000    |

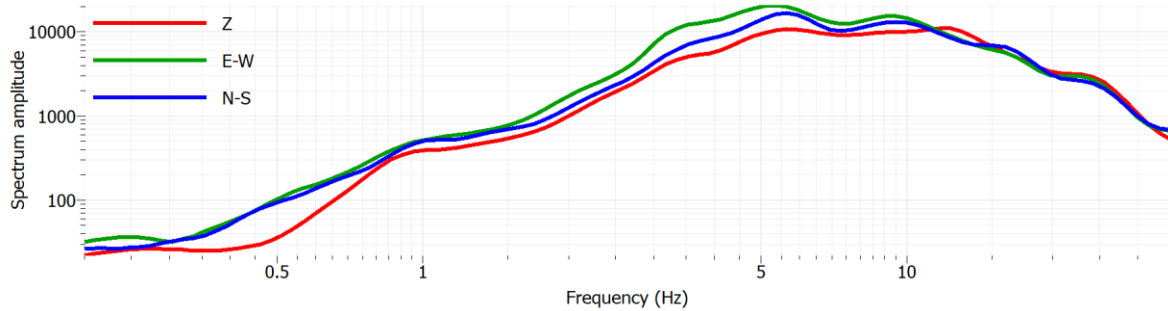
## Parametri di elaborazione e risultati

| Window length $l_w$ [s] | Number of windows $n_w$ | Number of significant cycles $n_c$ | Frequency statistics from individual windows |                 |       |                 | Grado del contrasto di impedenza sismica |
|-------------------------|-------------------------|------------------------------------|----------------------------------------------|-----------------|-------|-----------------|------------------------------------------|
|                         |                         |                                    | $f_0$ [Hz]                                   | $\sigma_f$ [Hz] | $A_0$ | $\sigma_A(f_0)$ |                                          |
| 30                      | 25                      | 369                                | 0.493                                        | 0.057           | 2.98  | 1.29            | BASSO                                    |

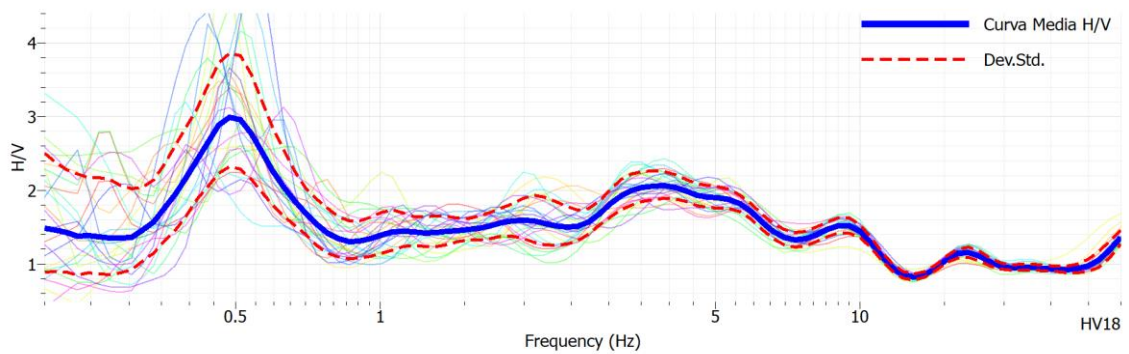
Tracce



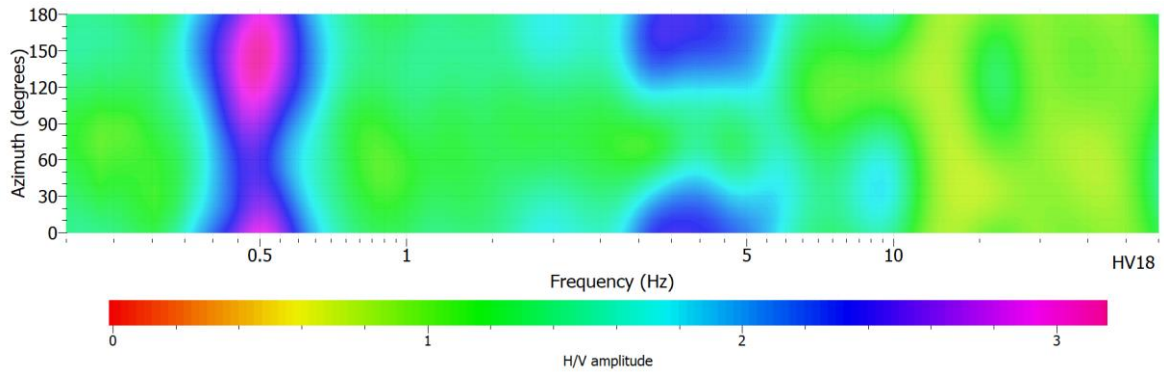
Spettro delle componenti



Spettro delle ampiezze H/V



Curva H/V sul piano orizzontale



| Criteri per una curva H/V affidabile                              |                                                              |                        |   |       |    |
|-------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|------------------------|---|-------|----|
| [Tutti i tre requisiti dovrebbero essere soddisfatti]             |                                                              |                        |   |       |    |
| $f_0 > 10/L_w$                                                    |                                                              | 0.49                   | > | 0.33  | OK |
| $n_c(f_0) > 200$                                                  |                                                              | 369                    | > | 200   | OK |
| $\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ |                                                              | Superato 0 volte su 28 |   |       | OK |
| $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$ |                                                              |                        |   |       |    |
| Criteri per un picco H/V chiaro                                   |                                                              |                        |   |       |    |
| [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]                     |                                                              |                        |   |       |    |
| Amplitude conditions                                              | Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$      | 1.35                   | < | 1.49  | OK |
|                                                                   | Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$       | 1.35                   | > | 1.30  | OK |
|                                                                   | $A_0 > 2$                                                    | 2.98                   | > | 2.00  | OK |
| Stability conditions                                              | $f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$ | $\Delta f$             | = | 0.000 | OK |
|                                                                   | $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$                                | 0.057                  | < | 0.099 | OK |
|                                                                   | $\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$                                | 1.29                   | < | 2.50  | OK |

### Velocità equivalente $V_s$

| n.strati | h    | z     | peso vol. | Vp      | Vs     |
|----------|------|-------|-----------|---------|--------|
|          | m    | m     | Kg/mc     | m/s     | m/s    |
| 1        | 0.59 | 0.59  | 1708.60   | 259.16  | 90.74  |
| 2        | 3.30 | 3.89  | 1716.28   | 412.18  | 190.66 |
| 3        | 6.12 | 10.01 | 1816.27   | 675.78  | 292.40 |
| 4        | 9.38 | 19.39 | 1879.06   | 1181.35 | 408.65 |
| 5        | 4.82 | 24.21 | 2013.60   | 1637.21 | 533.64 |
| 6        | 2.57 | 26.78 | 2064.74   | 1645.41 | 563.01 |
| 7        | ---  | ---   | 2111.32   | 1733.19 | 577.98 |

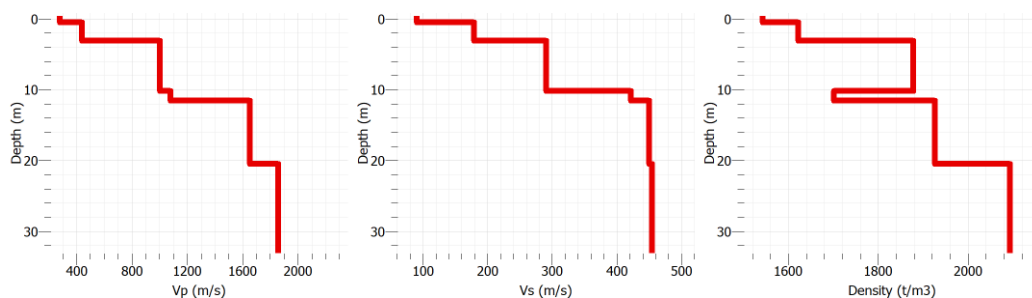
$$V_{S,eq}$$

m/s

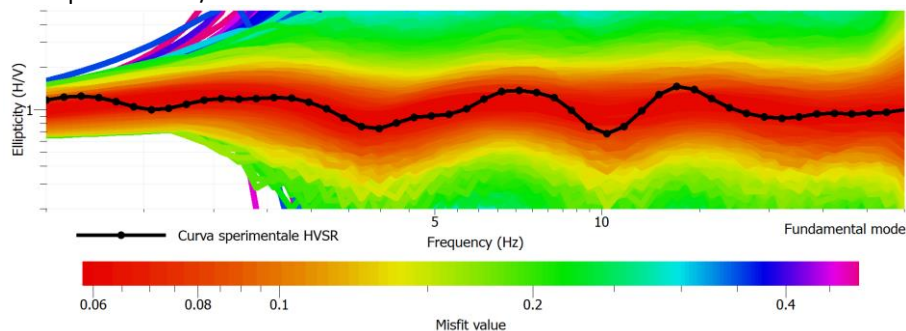
345.31

**Il valore della  $V_{S,eq}$  è compatibile con la Categoria di suolo tipo C**

Profilo sismostratigrafico



Adattamento curva sperimentale/curva numerica



## Indagine HV19



### COORDINATE INDAGINE HV19

| Tipo | Coord. X     | Coord. Y       | Quota (slm) | N. Foglio | N. Part. |
|------|--------------|----------------|-------------|-----------|----------|
| HVSR | 551.543,78 m | 4.236.240,61 m | 166.25 m    | 0040      | 1894     |

Sistema di riferimento geografico ETRS89/UTM zone 33N

### Caratteristiche strumentazione

Sismografo triassiale (SR04MT) - Sara E.I.

#### Convertitore A/D

|                             |                                                         |
|-----------------------------|---------------------------------------------------------|
| Risoluzione:                | 24 bits                                                 |
| Campionamento:              | Simultaneo sui tre canali pilotato dal microcontrollore |
| Frequenze di campionamento: | 10,20,25,50,100,200,600 SPS                             |
| Filtro anti-alias           | 1 pole 8,8 Hz standard                                  |
| Range di ingresso:          | 1,25V peak-to-peak (+/- 0,0625V)                        |
| Soglia di rumore:           | ≤ -124 dB @ 100 SPS                                     |

### Parametri di acquisizione

Nome file: **MT\_20210504\_150748.SAF**

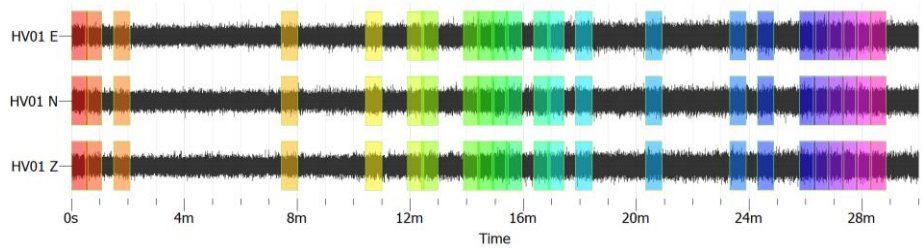
| Name | Component | Time Reference   | T0 (s) | End Time (s) | Samp Freq (Hz) | Delta T | N Samples |
|------|-----------|------------------|--------|--------------|----------------|---------|-----------|
| 606  | Vertical  | 04/05/2021 15:07 | 0s     | 30m0.000000s | 300            | 0.0033  | 540000    |
| 606  | North     | 04/05/2021 15:07 | 0s     | 30m0.000000s | 300            | 0.0033  | 540000    |
| 606  | East      | 04/05/2021 15:07 | 0s     | 30m0.000000s | 300            | 0.0033  | 540000    |



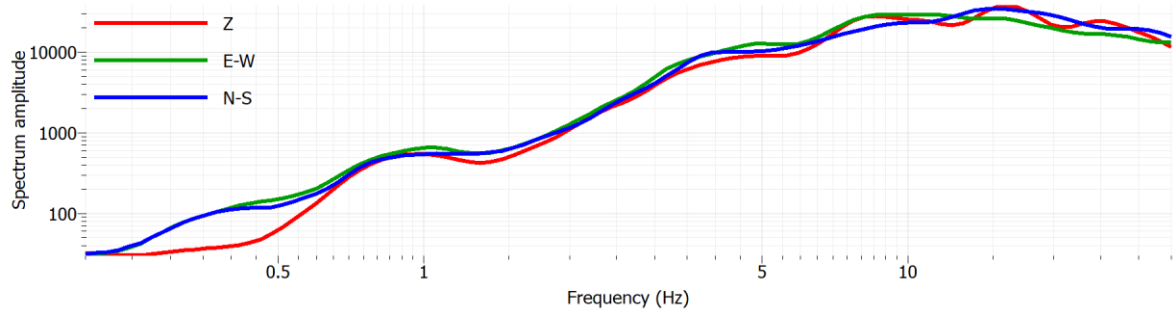
Parametri di elaborazione e risultati

| Window length $l_w$ [s] | Number of windows $n_w$ | Number of significant cycles $n_c$ | Frequency statistics from individual windows |                 |       |                 | Grado del contrasto di impedenza sismica |
|-------------------------|-------------------------|------------------------------------|----------------------------------------------|-----------------|-------|-----------------|------------------------------------------|
|                         |                         |                                    | $f_0$ [Hz]                                   | $\sigma_f$ [Hz] | $A_0$ | $\sigma_A(f_0)$ |                                          |
| 35                      | 23                      | 329                                | 0.409                                        | 0.044           | 3.16  | 1.24            | MODERATO                                 |

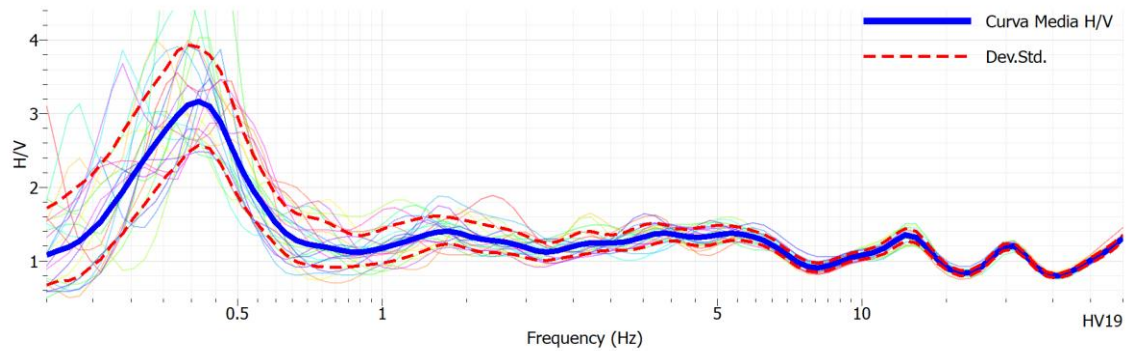
Tracce



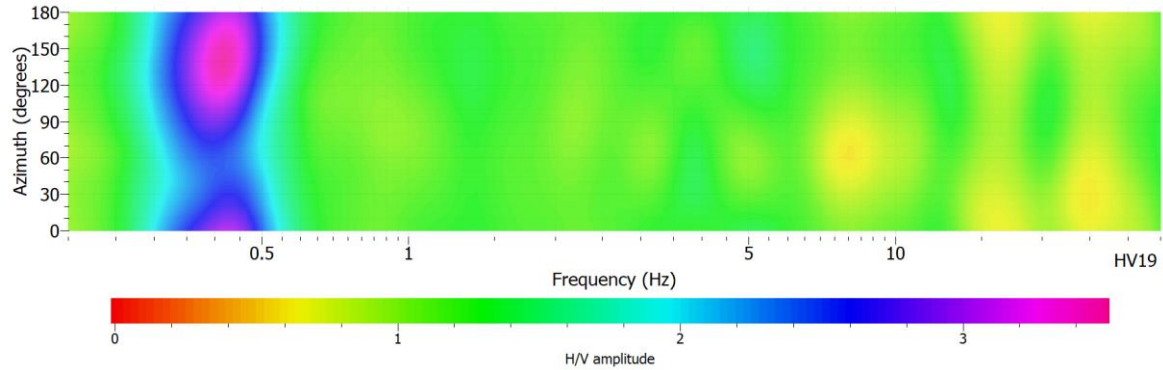
Spettro delle componenti



Spettro delle ampiezze H/V



Curva H/V sul piano orizzontale



| Criteri per una curva H/V affidabile                  |                                                                   |                        |   |        |    |
|-------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|------------------------|---|--------|----|
| [Tutti i tre requisiti dovrebbero essere soddisfatti] |                                                                   |                        |   |        |    |
|                                                       | $f_0 > 10/L_w$                                                    | 0.41                   | > | 0.29   | OK |
|                                                       | $n_c(f_0) > 200$                                                  | 329                    | > | 200    | OK |
|                                                       | $\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ | Superato 0 volte su 27 |   |        | OK |
|                                                       | $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$ |                        |   |        |    |
| Criteri per un picco H/V chiaro                       |                                                                   |                        |   |        |    |
| [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]         |                                                                   |                        |   |        |    |
| Amplitude conditions                                  | Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$           | 1.09                   | < | 1.58   | OK |
|                                                       | Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$            | 1.09                   | < | 1.12   | OK |
|                                                       | $A_0 > 2$                                                         | 3.16                   | > | 2.00   | OK |
| Stability conditions                                  | $f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$      | $\Delta f$             | = | -0.021 | OK |
|                                                       | $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$                                     | 0.044                  | < | 0.082  | OK |
|                                                       | $\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$                                     | 1.24                   | < | 2.50   | OK |

### Velocità equivalente $V_s$

| n.strati | h    | z     | peso vol. | Vp      | Vs     |
|----------|------|-------|-----------|---------|--------|
|          | m    | m     | Kg/mc     | m/s     | m/s    |
| 1        | 0.53 | 0.53  | 1693.30   | 341.83  | 84.02  |
| 2        | 2.96 | 3.48  | 1824.18   | 539.86  | 190.66 |
| 3        | 9.67 | 13.15 | 1780.33   | 752.06  | 337.67 |
| 4        | 2.79 | 15.94 | 1767.92   | 1279.69 | 426.17 |
| 5        | 6.36 | 22.30 | 1975.72   | 1640.48 | 441.34 |
| 6        | ---  | ---   | 1985.80   | 1733.19 | 611.10 |

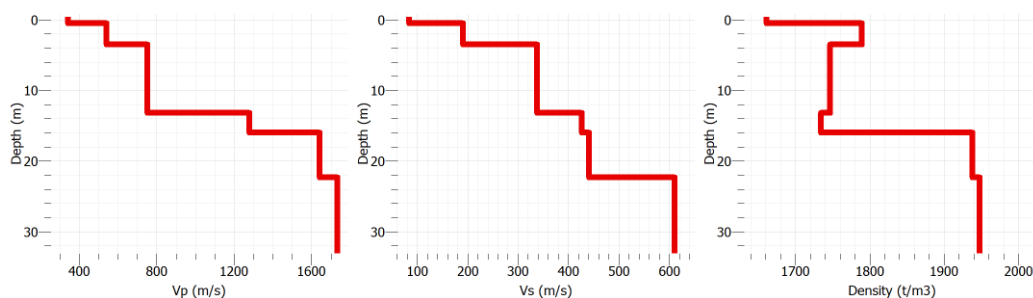
$$V_{s,eq}$$

$$\text{m/s}$$

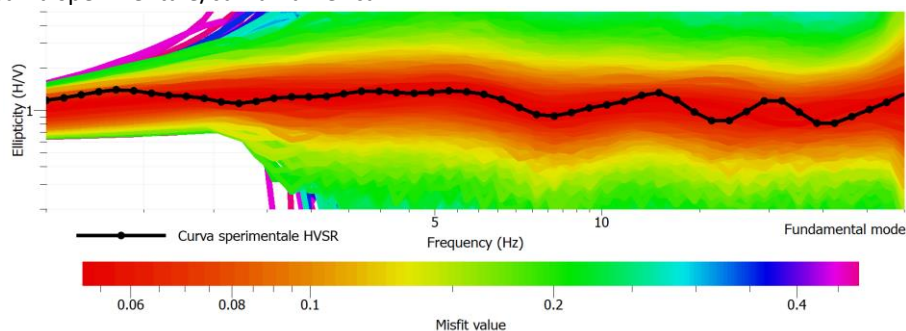
$$357.33$$

**Il valore della  $V_{s,eq}$  è compatibile con la Categoria di suolo tipo C**

Profilo sismostratigrafico



Adattamento curva sperimentale/curva numerica



## Indagine HV20



### COORDINATE INDAGINE HV20

| Tipo | Coord. X     | Coord. Y       | Quota (slm) | N. Foglio | N. Part. |
|------|--------------|----------------|-------------|-----------|----------|
| HVSR | 551.650,72 m | 4.236.188,78 m | 165.85 m    | 0021      | 236      |

Sistema di riferimento geografico ETRS89/UTM zone 33N

### Caratteristiche strumentazione

Sismografo triassiale (SR04MT) - Sara E.I.

#### Convertitore A/D

|                             |                                                         |
|-----------------------------|---------------------------------------------------------|
| Risoluzione:                | 24 bits                                                 |
| Campionamento:              | Simultaneo sui tre canali pilotato dal microcontrollore |
| Frequenze di campionamento: | 10,20,25,50,100,200,600 SPS                             |
| Filtro anti-alias           | 1 pole 8,8 Hz standard                                  |
| Range di ingresso:          | 1,25V peak-to-peak (+/- 0,0625V)                        |
| Soglia di rumore:           | ≤ -124 dB @ 100 SPS                                     |

### Parametri di acquisizione

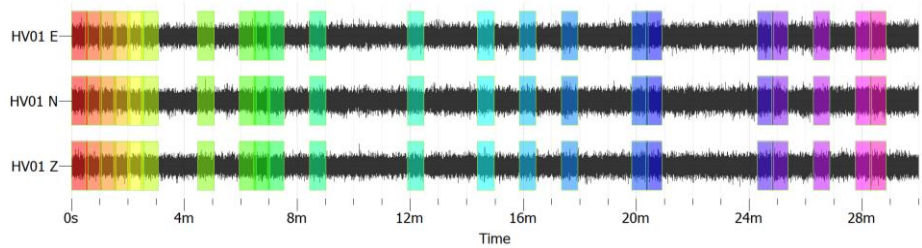
Nome file: **MT\_20210503\_110651.SAF**

| Name | Component | Time Reference   | T0 (s) | End Time (s) | Samp Freq (Hz) | Delta T | N Samples |
|------|-----------|------------------|--------|--------------|----------------|---------|-----------|
| 606  | Vertical  | 03/05/2021 11:06 | 0s     | 30m0.000000s | 300            | 0.0033  | 540000    |
| 606  | North     | 03/05/2021 11:06 | 0s     | 30m0.000000s | 300            | 0.0033  | 540000    |
| 606  | East      | 03/05/2021 11:06 | 0s     | 30m0.000000s | 300            | 0.0033  | 540000    |

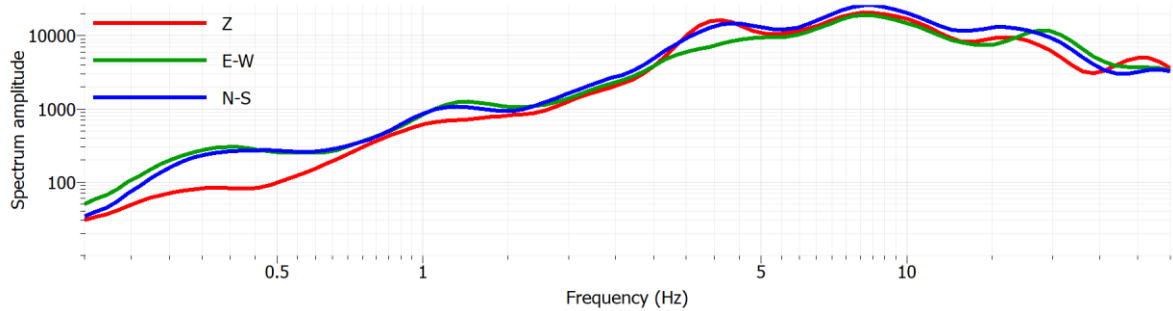
Parametri di elaborazione e risultati

| Window length $l_w$ [s] | Number of windows $n_w$ | Number of significant cycles $n_c$ | Frequency statistics from individual windows |                 |       |                 | Grado del contrasto di impedenza sismica |
|-------------------------|-------------------------|------------------------------------|----------------------------------------------|-----------------|-------|-----------------|------------------------------------------|
|                         |                         |                                    | $f_0$ [Hz]                                   | $\sigma_f$ [Hz] | $A_0$ | $\sigma_A(f_0)$ |                                          |
| 35                      | 22                      | 321                                | 0.417                                        | 0.061           | 3.72  | 1.30            | MODERATO                                 |

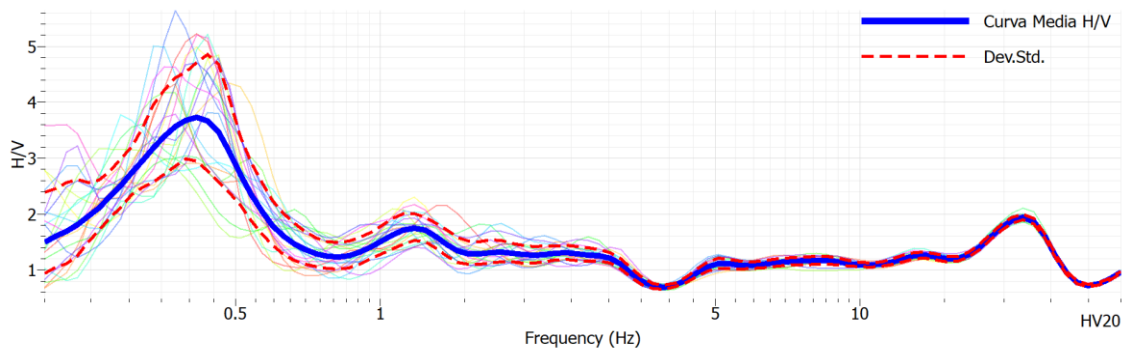
Tracce



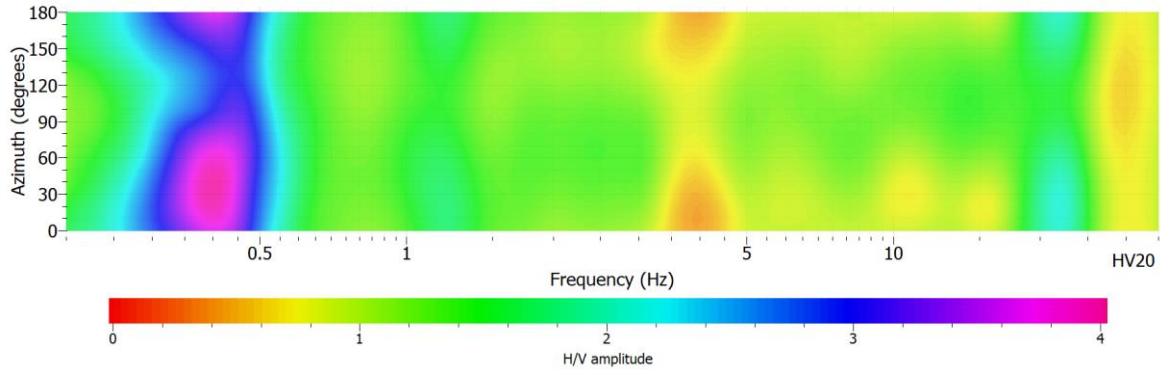
Spettro delle componenti



Spettro delle ampiezze H/V



Curva H/V sul piano orizzontale





| Criteri per una curva H/V affidabile                              |                                                              |                        |   |       |    |
|-------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|------------------------|---|-------|----|
| [Tutti i tre requisiti dovrebbero essere soddisfatti]             |                                                              |                        |   |       |    |
| $f_0 > 10/L_w$                                                    |                                                              | 0.42                   | > | 0.29  | OK |
| $n_c(f_0) > 200$                                                  |                                                              | 321                    | > | 200   | OK |
| $\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ |                                                              | Superato 0 volte su 28 |   |       | OK |
| $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$ |                                                              |                        |   |       |    |
| Criteri per un picco H/V chiaro                                   |                                                              |                        |   |       |    |
| [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]                     |                                                              |                        |   |       |    |
| Amplitude conditions                                              | Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$      | 1.50                   | < | 1.86  | OK |
|                                                                   | Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$       | 1.50                   | > | 1.23  | OK |
|                                                                   | $A_0 > 2$                                                    | 3.72                   | > | 2.00  | OK |
| Stability conditions                                              | $f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$ | $\Delta f$             | = | 0.043 | NO |
|                                                                   | $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$                                | 0.061                  | < | 0.083 | OK |
|                                                                   | $\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$                                | 1.30                   | < | 2.50  | OK |

### Velocità equivalente $V_s$

| n.strati | h    | z     | peso vol. | Vp      | Vs     |
|----------|------|-------|-----------|---------|--------|
|          | m    | m     | Kg/mc     | m/s     | m/s    |
| 1        | 0.56 | 0.56  | 1659.79   | 541.90  | 83.26  |
| 2        | 1.93 | 2.49  | 1730.06   | 646.27  | 181.37 |
| 3        | 7.84 | 10.34 | 1920.83   | 1105.03 | 314.85 |
| 4        | 6.69 | 17.02 | 1851.10   | 841.84  | 424.89 |
| 5        | ---  | ---   | 1853.29   | 1601.60 | 493.62 |

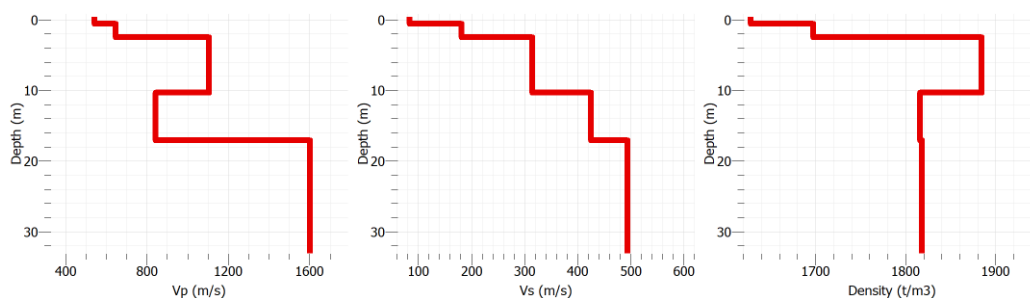
$$V_{s,eq}$$

$$\text{m/s}$$

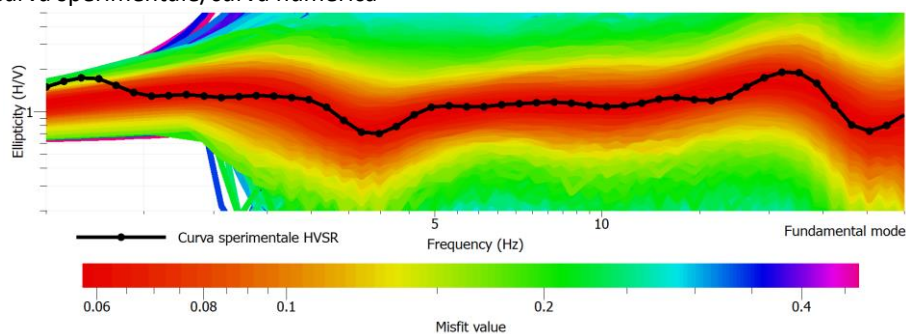
$$355.70$$

**Il valore della  $V_{s,eq}$  è compatibile con la Categoria di suolo tipo C**

Profilo sismostratigrafico



Adattamento curva sperimentale/curva numerica



## Indagine HV21



### COORDINATE INDAGINE HV21

| Tipo | Coord. X     | Coord. Y       | Quota (slm) | N. Foglio | N. Part. |
|------|--------------|----------------|-------------|-----------|----------|
| HVSR | 551.469,03 m | 4.236.157,54 m | 166.65 m    | 0040      | 1894     |

Sistema di riferimento geografico ETRS89/UTM zone 33N

### Caratteristiche strumentazione

Sismografo triassiale (SR04MT) - Sara E.I.

#### Convertitore A/D

|                             |                                                         |
|-----------------------------|---------------------------------------------------------|
| Risoluzione:                | 24 bits                                                 |
| Campionamento:              | Simultaneo sui tre canali pilotato dal microcontrollore |
| Frequenze di campionamento: | 10,20,25,50,100,200,600 SPS                             |
| Filtro anti-alias           | 1 pole 8,8 Hz standard                                  |
| Range di ingresso:          | 1,25V peak-to-peak (+/- 0,0625V)                        |
| Soglia di rumore:           | ≤ -124 dB @ 100 SPS                                     |

### Parametri di acquisizione

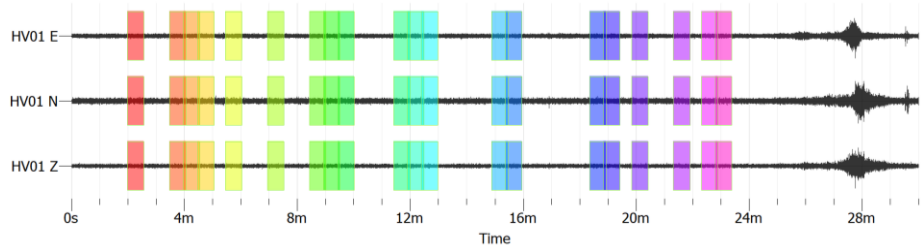
Nome file: **MT\_20210504\_160050.SAF**

| Name | Component | Time Reference   | T0 (s) | End Time (s) | Samp Freq (Hz) | Delta T | N Samples |
|------|-----------|------------------|--------|--------------|----------------|---------|-----------|
| R001 | Vertical  | 04/05/2021 16:00 | 0s     | 30m0.000000s | 300            | 0.0033  | 540000    |
| R001 | North     | 04/05/2021 16:00 | 0s     | 30m0.000000s | 300            | 0.0033  | 540000    |
| R001 | East      | 04/05/2021 16:00 | 0s     | 30m0.000000s | 300            | 0.0033  | 540000    |

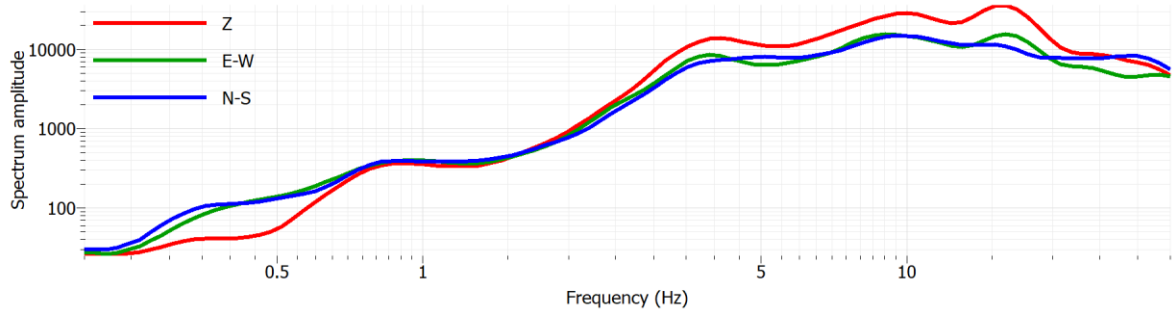
Parametri di elaborazione e risultati

| Window length $l_w$ [s] | Number of windows $n_w$ | Number of significant cycles $n_c$ | Frequency statistics from individual windows |                 |       |                 | Grado del contrasto di impedenza sismica |
|-------------------------|-------------------------|------------------------------------|----------------------------------------------|-----------------|-------|-----------------|------------------------------------------|
|                         |                         |                                    | $f_0$ [Hz]                                   | $\sigma_f$ [Hz] | $A_0$ | $\sigma_A(f_0)$ |                                          |
| 35                      | 20                      | 306                                | 0.437                                        | 0.048           | 3.03  | 1.15            | MODERATO                                 |

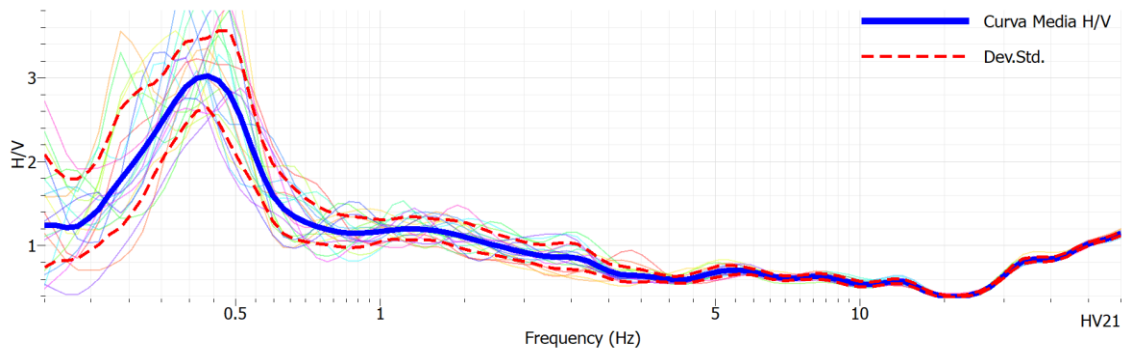
Tracce



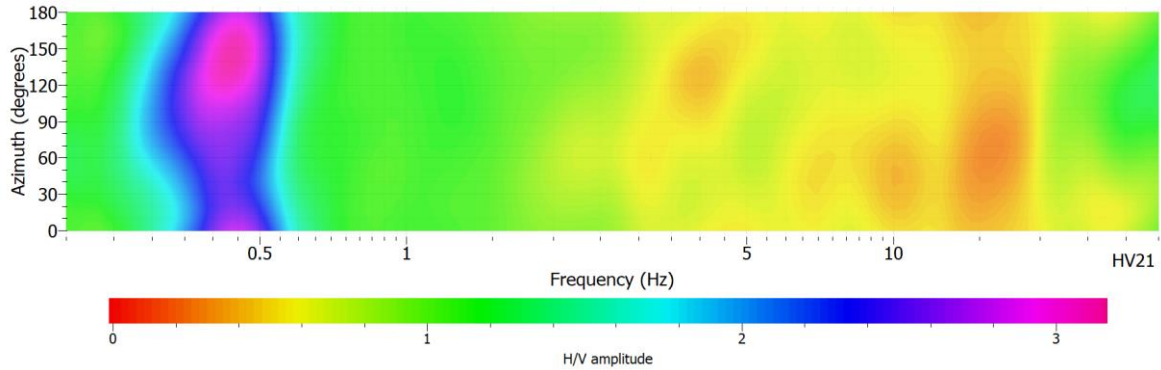
Spettro delle componenti



Spettro delle ampiezze H/V



Curva H/V sul piano orizzontale



| Criteri per una curva H/V affidabile                              |                                                              |                        |   |       |    |
|-------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|------------------------|---|-------|----|
| [Tutti i tre requisiti dovrebbero essere soddisfatti]             |                                                              |                        |   |       |    |
| $f_0 > 10/L_w$                                                    |                                                              | 0.44                   | > | 0.29  | OK |
| $n_c(f_0) > 200$                                                  |                                                              | 306                    | > | 200   | OK |
| $\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ |                                                              | Superato 0 volte su 28 |   |       | OK |
| $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$ |                                                              |                        |   |       |    |
| Criteri per un picco H/V chiaro                                   |                                                              |                        |   |       |    |
| [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]                     |                                                              |                        |   |       |    |
| Amplitude conditions                                              | Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$      | 1.20                   | < | 1.51  | OK |
|                                                                   | Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$       | 1.20                   | > | 1.02  | OK |
|                                                                   | $A_0 > 2$                                                    | 3.03                   | > | 2.00  | OK |
| Stability conditions                                              | $f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$ | $\Delta f$             | = | 0.048 | NO |
|                                                                   | $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$                                | 0.048                  | < | 0.087 | OK |
|                                                                   | $\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$                                | 1.15                   | < | 2.50  | OK |

### Velocità equivalente $V_s$

| n.strati | h     | z     | peso vol. | Vp      | Vs     |
|----------|-------|-------|-----------|---------|--------|
|          | m     | m     | Kg/mc     | m/s     | m/s    |
| 1        | 0.56  | 0.56  | 1727.49   | 513.94  | 126.70 |
| 2        | 1.36  | 1.92  | 1831.49   | 895.21  | 287.52 |
| 3        | 3.24  | 5.16  | 1812.65   | 1100.62 | 207.95 |
| 4        | 1.03  | 6.19  | 1738.13   | 1375.18 | 358.14 |
| 5        | 20.80 | 26.99 | 1888.83   | 1653.65 | 367.20 |
| 6        | ---   | ---   | 1968.02   | 1683.67 | 472.66 |

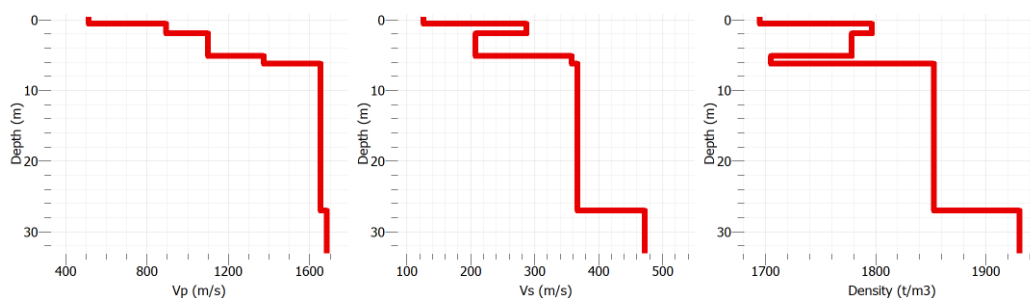
$$V_{s,eq}$$

m/s

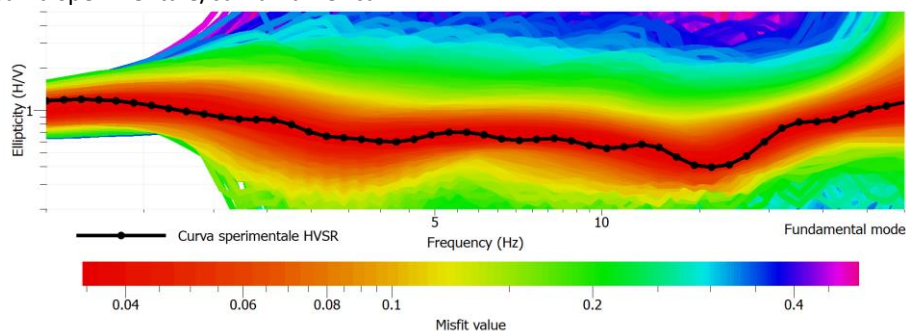
331.02

**Il valore della  $V_{s,eq}$  è compatibile con la Categoria di suolo tipo C**

Profilo sismostratigrafico



Adattamento curva sperimentale/curva numerica





## Indagine HV22



### COORDINATE INDAGINE HV22

| Tipo | Coord. X     | Coord. Y       | Quota (slm) | N. Foglio | N. Part. |
|------|--------------|----------------|-------------|-----------|----------|
| HVSR | 552.213,43 m | 4.236.643,74 m | 1.5 m       | 0021      | 583      |

Sistema di riferimento geografico ETRS89/UTM zone 33N

### Caratteristiche strumentazione

Sismografo triassiale (SR04MT) - Sara E.I.

#### Convertitore A/D

|                             |                                                         |
|-----------------------------|---------------------------------------------------------|
| Risoluzione:                | 24 bits                                                 |
| Campionamento:              | Simultaneo sui tre canali pilotato dal microcontrollore |
| Frequenze di campionamento: | 10,20,25,50,100,200,600 SPS                             |
| Filtro anti-alias           | 1 pole 8,8 Hz standard                                  |
| Range di ingresso:          | 1,25V peak-to-peak (+/- 0,0625V)                        |
| Soglia di rumore:           | ≤ -124 dB @ 100 SPS                                     |

### Parametri di acquisizione

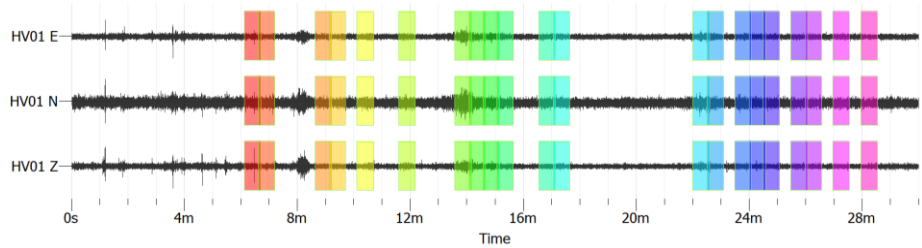
Nome file: **MT\_20210507\_115438.SAF**

| Name | Component | Time Reference   | T0 (s) | End Time (s) | Samp Freq (Hz) | Delta T | N Samples |
|------|-----------|------------------|--------|--------------|----------------|---------|-----------|
| R001 | Vertical  | 07/05/2021 11:54 | 0s     | 30m0.000000s | 300            | 0.0033  | 540000    |
| R001 | North     | 07/05/2021 11:54 | 0s     | 30m0.000000s | 300            | 0.0033  | 540000    |
| R001 | East      | 07/05/2021 11:54 | 0s     | 30m0.000000s | 300            | 0.0033  | 540000    |

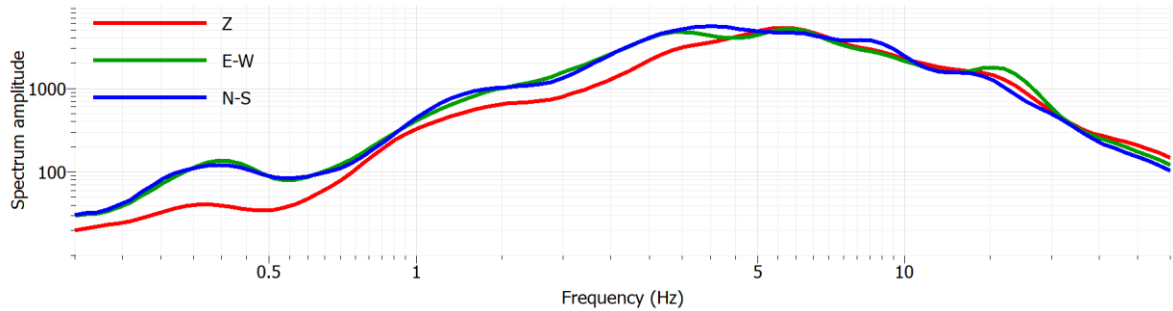
Parametri di elaborazione e risultati

| Window length $l_w$ [s] | Number of windows $n_w$ | Number of significant cycles $n_c$ | Frequency statistics from individual windows |                 |       |                 | Grado del contrasto di impedenza sismica |
|-------------------------|-------------------------|------------------------------------|----------------------------------------------|-----------------|-------|-----------------|------------------------------------------|
|                         |                         |                                    | $f_0$ [Hz]                                   | $\sigma_f$ [Hz] | $A_0$ | $\sigma_A(f_0)$ |                                          |
| 35                      | 21                      | 308                                | 0.419                                        | 0.053           | 3.56  | 1.24            | MODERATO                                 |

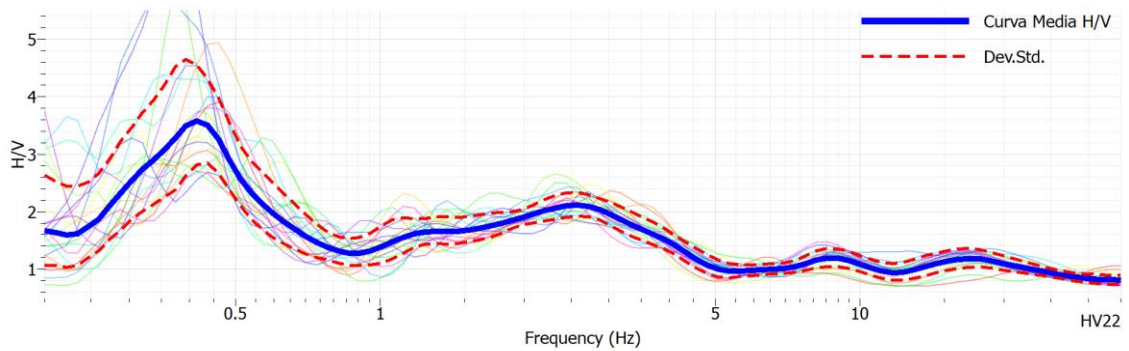
Tracce



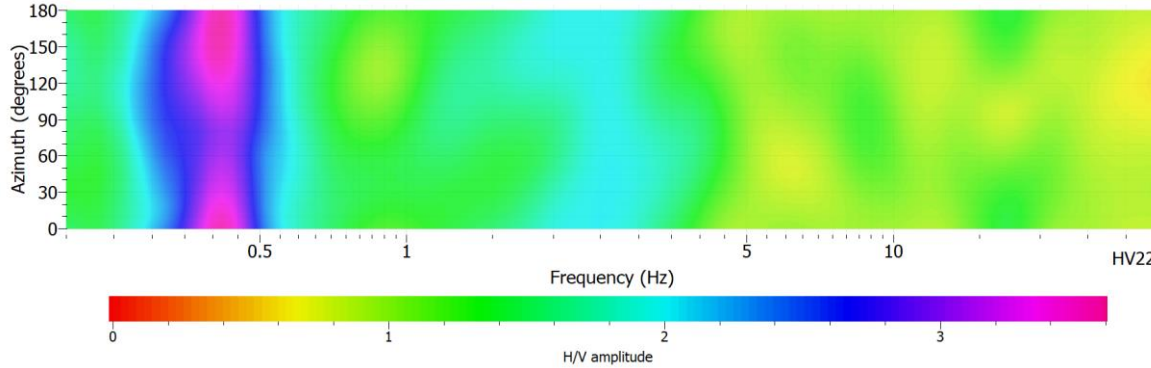
Spettro delle componenti



Spettro delle ampiezze H/V



Curva H/V sul piano orizzontale



| Criteri per una curva H/V affidabile                              |                                                              |                        |   |        |    |
|-------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|------------------------|---|--------|----|
| [Tutti i tre requisiti dovrebbero essere soddisfatti]             |                                                              |                        |   |        |    |
| $f_0 > 10/L_w$                                                    |                                                              | 0.42                   | > | 0.29   | OK |
| $n_c(f_0) > 200$                                                  |                                                              | 308                    | > | 200    | OK |
| $\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ |                                                              | Superato 0 volte su 28 |   |        | OK |
| $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$ |                                                              |                        |   |        |    |
| Criteri per un picco H/V chiaro                                   |                                                              |                        |   |        |    |
| [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]                     |                                                              |                        |   |        |    |
| Amplitude conditions                                              | Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$      | 1.59                   | < | 1.78   | OK |
|                                                                   | Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$       | 1.59                   | > | 1.28   | OK |
|                                                                   | $A_0 > 2$                                                    | 3.56                   | > | 2.00   | OK |
| Stability conditions                                              | $f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$ | $\Delta f$             | = | -0.043 | NO |
|                                                                   | $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$                                | 0.053                  | < | 0.084  | OK |
|                                                                   | $\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$                                | 1.24                   | < | 2.50   | OK |

### Velocità equivalente $V_s$

| n.strati | h    | z     | peso vol. | Vp      | Vs     |
|----------|------|-------|-----------|---------|--------|
|          | m    | m     | Kg/mc     | m/s     | m/s    |
| 1        | 0.97 | 0.97  | 1527.65   | 270.81  | 105.31 |
| 2        | 3.27 | 4.24  | 1692.43   | 405.64  | 199.03 |
| 3        | 9.29 | 13.53 | 1932.39   | 673.76  | 281.22 |
| 4        | 9.11 | 22.64 | 1809.03   | 834.30  | 414.82 |
| 5        | ---  | ---   | 1944.37   | 1710.82 | 492.14 |

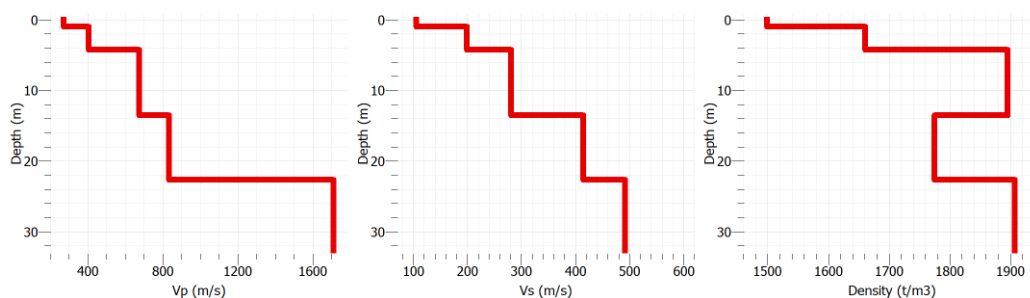
$$V_{s,eq}$$

$$\text{m/s}$$

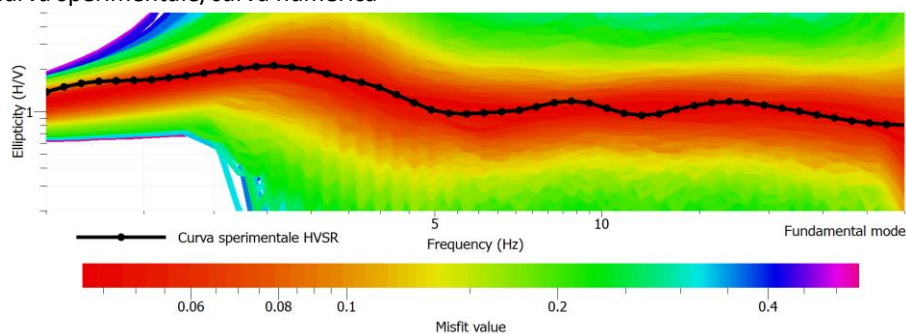
$$313.77$$

**Il valore della  $V_{s,eq}$  è compatibile con la Categoria di suolo tipo C**

Profilo sismostratigrafico



Adattamento curva sperimentale/curva numerica



## Indagine HV23



### COORDINATE INDAGINE HV23

| Tipo | Coord. X     | Coord. Y       | Quota (slm) | N. Foglio | N. Part. |
|------|--------------|----------------|-------------|-----------|----------|
| HVSR | 551.484,36 m | 4.236.823,16 m | 2.1 m       | 0020      | 515      |

Sistema di riferimento geografico ETRS89/UTM zone 33N

### Caratteristiche strumentazione

Sismografo triassiale (SR04MT) - Sara E.I.

#### Convertitore A/D

|                             |                                                         |
|-----------------------------|---------------------------------------------------------|
| Risoluzione:                | 24 bits                                                 |
| Campionamento:              | Simultaneo sui tre canali pilotato dal microcontrollore |
| Frequenze di campionamento: | 10,20,25,50,100,200,600 SPS                             |
| Filtro anti-alias           | 1 pole 8,8 Hz standard                                  |
| Range di ingresso:          | 1,25V peak-to-peak (+/- 0,0625V)                        |
| Soglia di rumore:           | ≤ -124 dB @ 100 SPS                                     |

### Parametri di acquisizione

Nome file: **MT\_20210507\_105728.SAF**

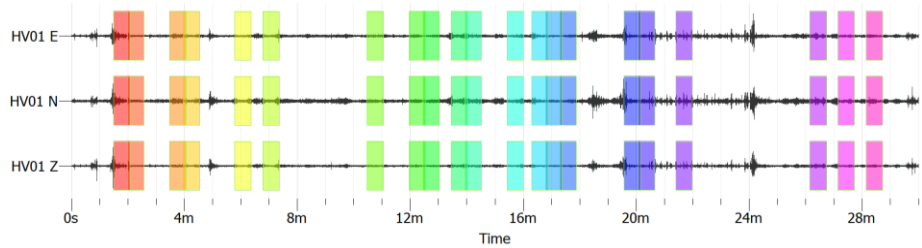
| Name | Component | Time Reference   | T0 (s) | End Time (s)  | Samp Freq (Hz) | Delta T | N Samples |
|------|-----------|------------------|--------|---------------|----------------|---------|-----------|
| R001 | Vertical  | 07/05/2021 10:57 | 0s     | 31m20.000000s | 300            | 0.0033  | 564000    |
| R001 | North     | 07/05/2021 10:57 | 0s     | 31m20.000000s | 300            | 0.0033  | 564000    |
| R001 | East      | 07/05/2021 10:57 | 0s     | 31m20.000000s | 300            | 0.0033  | 564000    |



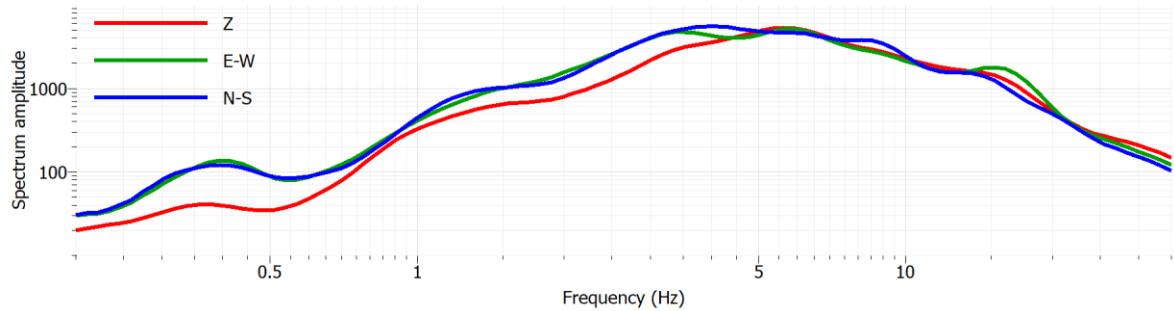
Parametri di elaborazione e risultati

| Window length $l_w$ [s] | Number of windows $n_w$ | Number of significant cycles $n_c$ | Frequency statistics from individual windows |                 |       |                 | Grado del contrasto di impedenza sismica |
|-------------------------|-------------------------|------------------------------------|----------------------------------------------|-----------------|-------|-----------------|------------------------------------------|
|                         |                         |                                    | $f_0$ [Hz]                                   | $\sigma_f$ [Hz] | $A_0$ | $\sigma_A(f_0)$ |                                          |
| 35                      | 21                      | 280                                | 0.380                                        | 0.047           | 3.37  | 1.33            | MODERATO                                 |

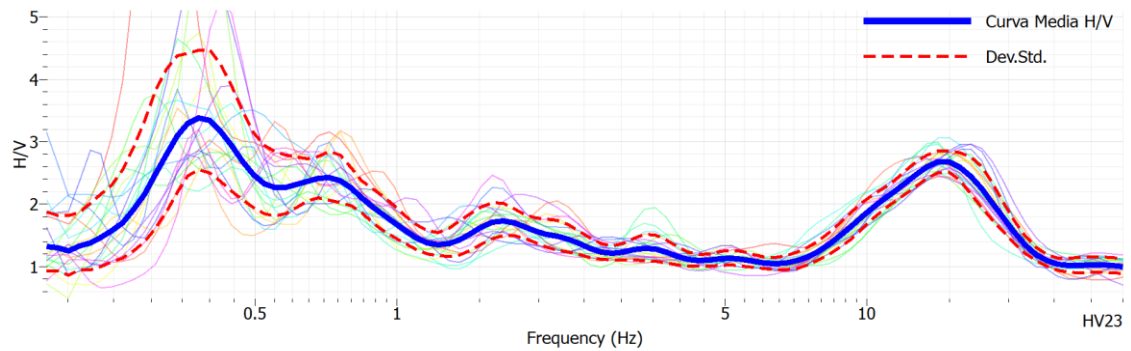
Tracce



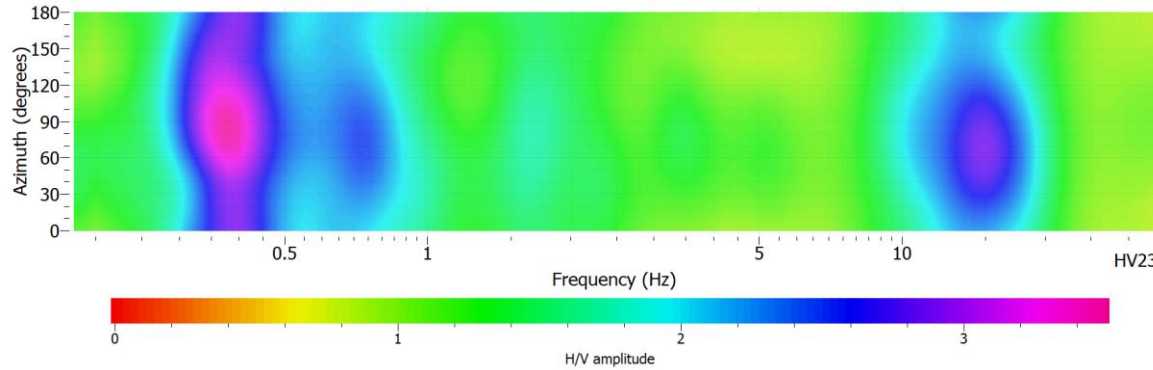
Spettro delle componenti



Spettro delle ampiezze H/V



Curva H/V sul piano orizzontale



| Criteri per una curva H/V affidabile                              |                                                              |                        |   |       |    |
|-------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|------------------------|---|-------|----|
| [Tutti i tre requisiti dovrebbero essere soddisfatti]             |                                                              |                        |   |       |    |
| $f_0 > 10/L_w$                                                    |                                                              | 0.39                   | > | 0.29  | OK |
| $n_c(f_0) > 200$                                                  |                                                              | 285                    | > | 200   | OK |
| $\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ |                                                              | Superato 0 volte su 27 |   |       | OK |
| $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$ |                                                              |                        |   |       |    |
| Criteri per un picco H/V chiaro                                   |                                                              |                        |   |       |    |
| [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]                     |                                                              |                        |   |       |    |
| Amplitude conditions                                              | Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$      | 1.25                   | < | 1.68  | OK |
|                                                                   | Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$       | 1.25                   | < | 1.35  | OK |
|                                                                   | $A_0 > 2$                                                    | 3.36                   | > | 2.00  | OK |
| Stability conditions                                              | $f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$ | $\Delta f$             | = | 0.021 | OK |
|                                                                   | $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$                                | 0.061                  | < | 0.078 | OK |
|                                                                   | $\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$                                | 1.33                   | < | 2.50  | OK |

### Velocità equivalente $V_s$

| n.strati | h    | z     | peso vol. | Vp      | Vs     |
|----------|------|-------|-----------|---------|--------|
|          | m    | m     | Kg/mc     | m/s     | m/s    |
| 1        | 0.78 | 0.78  | 1529.18   | 282.70  | 87.53  |
| 2        | 2.81 | 3.60  | 1685.68   | 482.21  | 188.39 |
| 3        | 4.72 | 8.32  | 1771.45   | 713.26  | 372.79 |
| 4        | 7.77 | 16.09 | 1957.66   | 1060.47 | 374.62 |
| 5        | 7.61 | 23.70 | 1979.67   | 1624.17 | 419.41 |
| 6        | ---  | ---   | 2100.12   | 1666.93 | 559.08 |

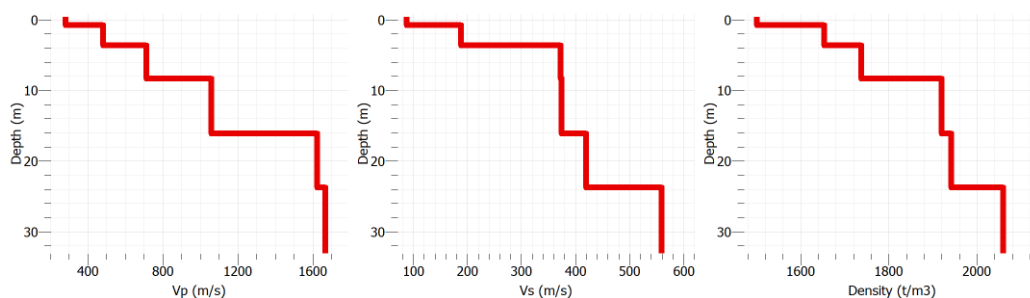
$$V_{s,eq}$$

$$\text{m/s}$$

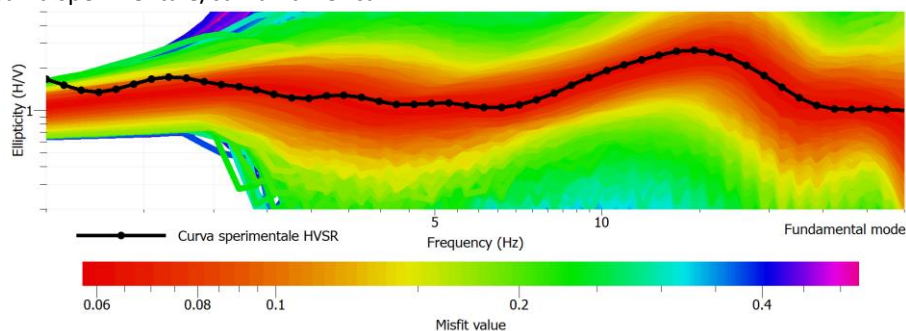
$$346.02$$

**Il valore della  $V_{s,eq}$  è compatibile con la Categoria di suolo tipo C**

Profilo sismostratigrafico



Adattamento curva sperimentale/curva numerica



## Indagine HV24



### COORDINATE INDAGINE HV24

| Tipo | Coord. X     | Coord. Y       | Quota (slm) | N. Foglio | N. Part. |
|------|--------------|----------------|-------------|-----------|----------|
| HVSR | 551.287,07 m | 4.236.129,91 m | 151.2 m     | 0040      | 1894     |

Sistema di riferimento geografico ETRS89/UTM zone 33N

### Caratteristiche strumentazione

Sismografo triassiale (SR04MT) - Sara E.I.

#### Convertitore A/D

|                             |                                                         |
|-----------------------------|---------------------------------------------------------|
| Risoluzione:                | 24 bits                                                 |
| Campionamento:              | Simultaneo sui tre canali pilotato dal microcontrollore |
| Frequenze di campionamento: | 10,20,25,50,100,200,600 SPS                             |
| Filtro anti-alias           | 1 pole 8,8 Hz standard                                  |
| Range di ingresso:          | 1,25V peak-to-peak (+/- 0,0625V)                        |
| Soglia di rumore:           | ≤ -124 dB @ 100 SPS                                     |

### Parametri di acquisizione

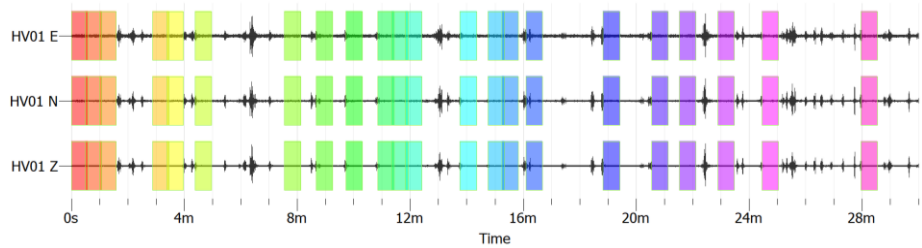
Nome file: **MT\_20210505\_101403.SAF**

| Name | Component | Time Reference   | T0 (s) | End Time (s) | Samp Freq (Hz) | Delta T | N Samples |
|------|-----------|------------------|--------|--------------|----------------|---------|-----------|
| R001 | Vertical  | 05/05/2021 10:14 | 0s     | 30m0.000000s | 300            | 0.0033  | 540000    |
| R001 | North     | 05/05/2021 10:14 | 0s     | 30m0.000000s | 300            | 0.0033  | 540000    |
| R001 | East      | 05/05/2021 10:14 | 0s     | 30m0.000000s | 300            | 0.0033  | 540000    |

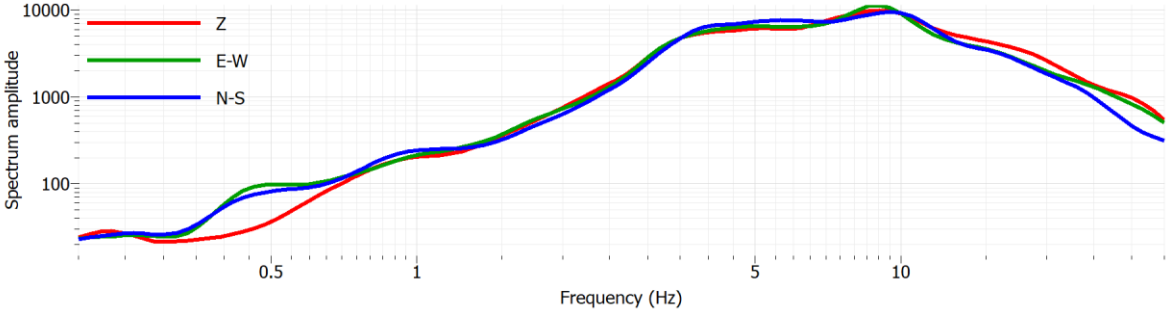
Parametri di elaborazione e risultati

| Window length $l_w$ [s] | Number of windows $n_w$ | Number of significant cycles $n_c$ | Frequency statistics from individual windows |                 |       |                 | Grado del contrasto di impedenza sismica |
|-------------------------|-------------------------|------------------------------------|----------------------------------------------|-----------------|-------|-----------------|------------------------------------------|
|                         |                         |                                    | $f_0$ [Hz]                                   | $\sigma_f$ [Hz] | $A_0$ | $\sigma_A(f_0)$ |                                          |
| 35                      | 22                      | 353                                | 0.458                                        | 0.037           | 2.99  | 1.28            | BASSO                                    |

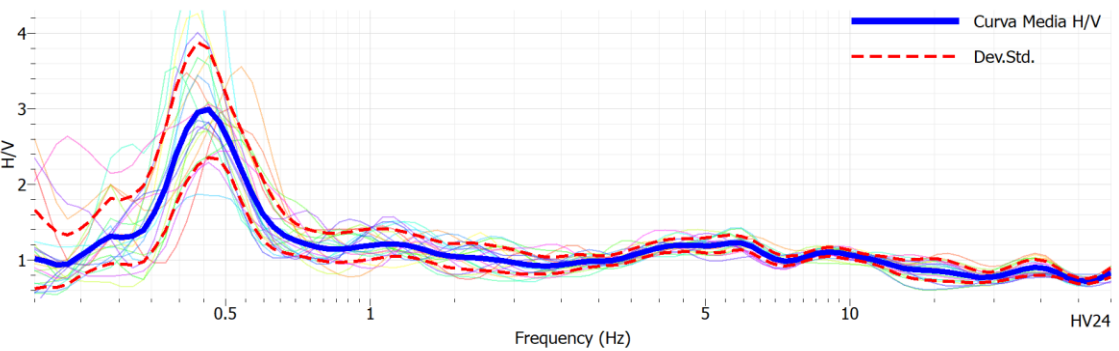
Tracce



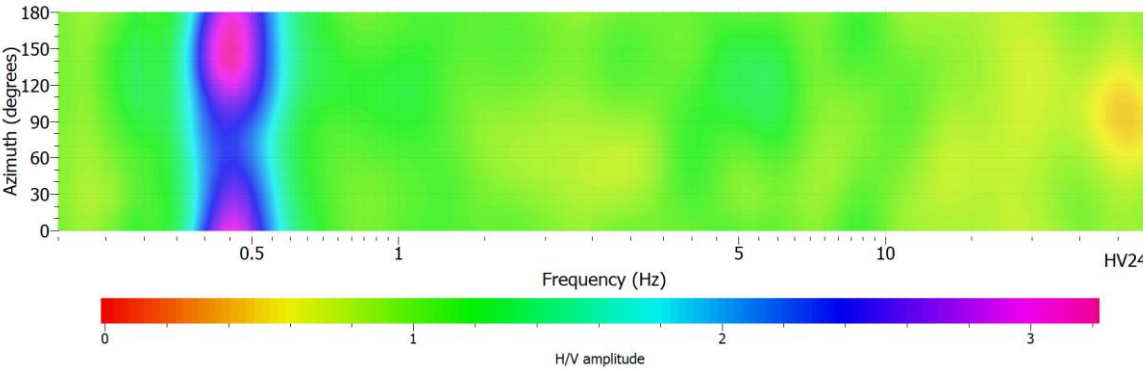
Spettro delle componenti



Spettro delle ampiezze H/V



Curva H/V sul piano orizzontale





| Criteri per una curva H/V affidabile                              |                                                              |                        |   |        |    |
|-------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|------------------------|---|--------|----|
| [Tutti i tre requisiti dovrebbero essere soddisfatti]             |                                                              |                        |   |        |    |
| $f_0 > 10/L_w$                                                    |                                                              | 0.46                   | > | 0.29   | OK |
| $n_c(f_0) > 200$                                                  |                                                              | 353                    | > | 200    | OK |
| $\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ |                                                              | Superato 0 volte su 28 |   |        | OK |
| $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$ |                                                              |                        |   |        |    |
| Criteri per un picco H/V chiaro                                   |                                                              |                        |   |        |    |
| [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]                     |                                                              |                        |   |        |    |
| Amplitude conditions                                              | Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$      | 0.94                   | < | 1.49   | OK |
|                                                                   | Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$       | 0.94                   | < | 1.01   | OK |
|                                                                   | $A_0 > 2$                                                    | 2.99                   | > | 2.00   | OK |
| Stability conditions                                              | $f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$ | $\Delta f$             | = | -0.023 | OK |
|                                                                   | $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$                                | 0.037                  | < | 0.092  | OK |
|                                                                   | $\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$                                | 1.28                   | < | 2.50   | OK |

### Velocità equivalente $V_s$

| n.strati | h    | z     | peso vol. | Vp      | Vs     |
|----------|------|-------|-----------|---------|--------|
|          | m    | m     | Kg/mc     | m/s     | m/s    |
| 1        | 0.90 | 0.90  | 1730.94   | 391.60  | 141.85 |
| 2        | 4.54 | 5.44  | 1822.36   | 432.86  | 223.05 |
| 3        | 5.76 | 11.20 | 1953.75   | 749.81  | 364.31 |
| 4        | 9.29 | 20.49 | 1753.84   | 915.57  | 391.46 |
| 5        | ---  | ---   | 2007.57   | 1660.28 | 570.60 |

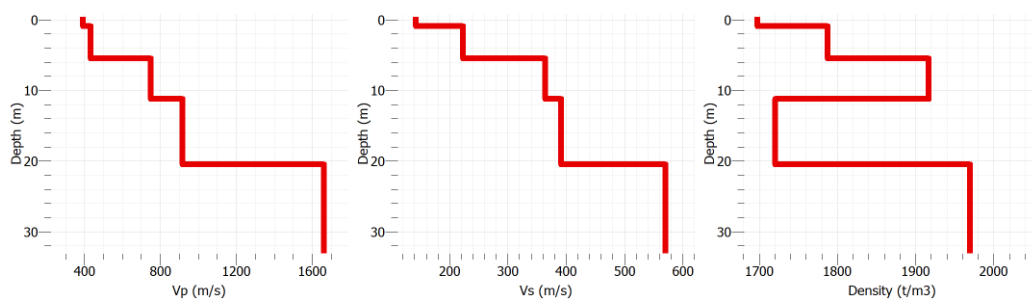
$$V_{s,eq}$$

$$\text{m/s}$$

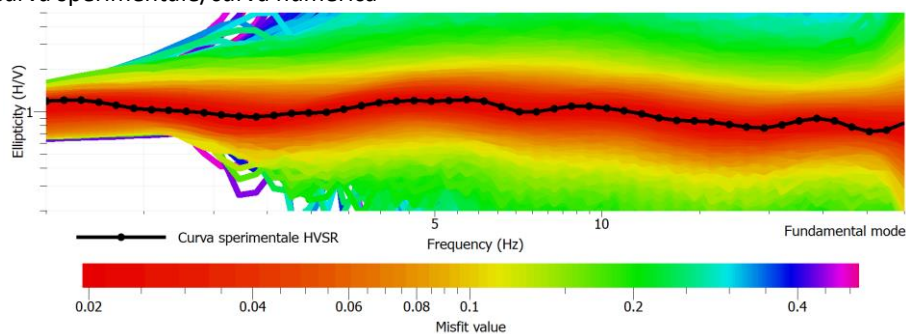
$$361.88$$

**Il valore della  $V_{s,eq}$  è compatibile con la Categoria di suolo tipo B**

Profilo sismostratigrafico



Adattamento curva sperimentale/curva numerica



## Indagine HV25



### COORDINATE INDAGINE HV25

| Tipo | Coord. X     | Coord. Y       | Quota (slm) | N. Foglio | N. Part. |
|------|--------------|----------------|-------------|-----------|----------|
| HVSR | 551.429,96 m | 4.235.593,54 m | 129.05 m    |           |          |

Sistema di riferimento geografico ETRS89/UTM zone 33N

### Caratteristiche strumentazione

Sismografo triassiale (SR04MT) - Sara E.I.

#### Convertitore A/D

|                             |                                                         |
|-----------------------------|---------------------------------------------------------|
| Risoluzione:                | 24 bits                                                 |
| Campionamento:              | Simultaneo sui tre canali pilotato dal microcontrollore |
| Frequenze di campionamento: | 10,20,25,50,100,200,600 SPS                             |
| Filtro anti-alias           | 1 pole 8,8 Hz standard                                  |
| Range di ingresso:          | 1,25V peak-to-peak (+/- 0,0625V)                        |
| Soglia di rumore:           | ≤ -124 dB @ 100 SPS                                     |

### Parametri di acquisizione

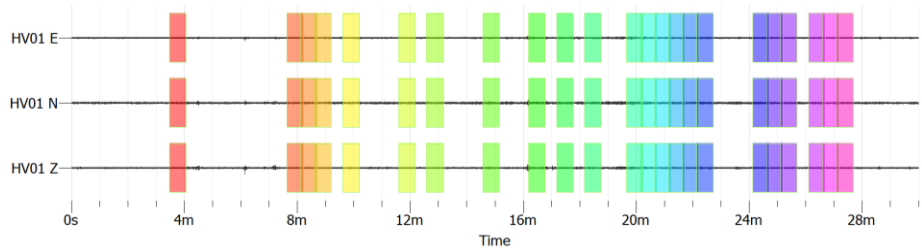
Nome file: **MT\_20210507\_090030.SAF**

| Name | Component | Time Reference   | T0 (s) | End Time (s) | Samp Freq (Hz) | Delta T | N Samples |
|------|-----------|------------------|--------|--------------|----------------|---------|-----------|
| R001 | Vertical  | 07/05/2021 09:00 | 0s     | 30m0.000000s | 300            | 0.0033  | 540000    |
| R001 | North     | 07/05/2021 09:00 | 0s     | 30m0.000000s | 300            | 0.0033  | 540000    |
| R001 | East      | 07/05/2021 09:00 | 0s     | 30m0.000000s | 300            | 0.0033  | 540000    |

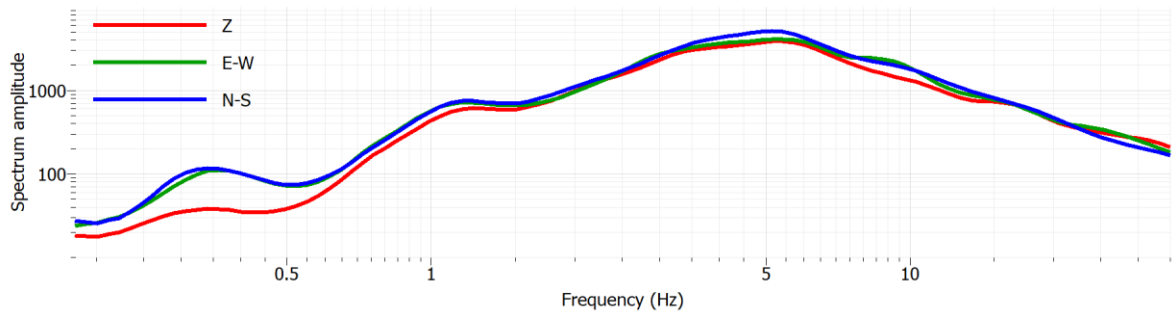
Parametri di elaborazione e risultati

| Window length $l_w$ [s] | Number of windows $n_w$ | Number of significant cycles $n_c$ | Frequency statistics from individual windows |                 |       |                 | Grado del contrasto di impedenza sismica |
|-------------------------|-------------------------|------------------------------------|----------------------------------------------|-----------------|-------|-----------------|------------------------------------------|
|                         |                         |                                    | $f_0$ [Hz]                                   | $\sigma_f$ [Hz] | $A_0$ | $\sigma_A(f_0)$ |                                          |
| 35                      | 23                      | 292                                | 0.362                                        | 0.036           | 3.20  | 1.22            | MODERATO                                 |

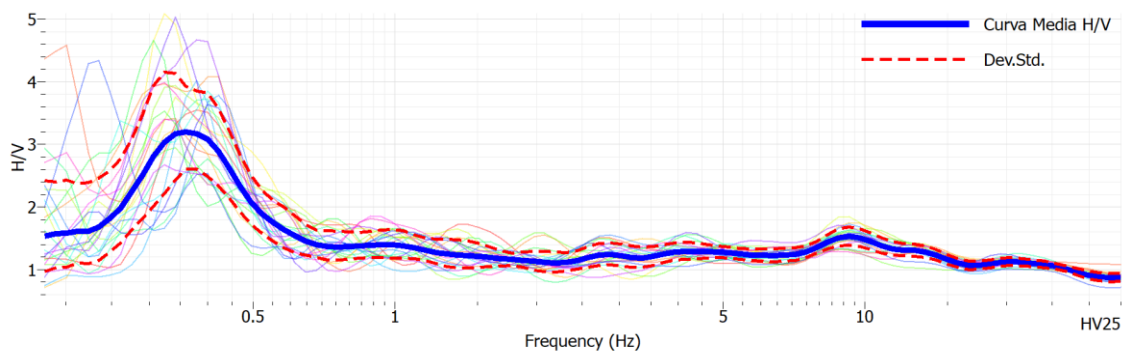
Tracce



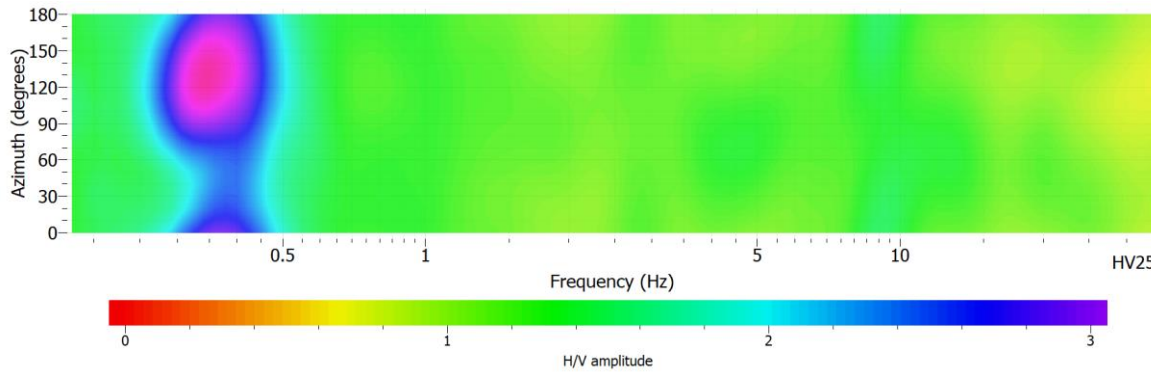
Spettro delle componenti



Spettro delle ampiezze H/V



Curva H/V sul piano orizzontale



| Criteri per una curva H/V affidabile                              |                                                              |                        |   |        |    |
|-------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|------------------------|---|--------|----|
| [Tutti i tre requisiti dovrebbero essere soddisfatti]             |                                                              |                        |   |        |    |
| $f_0 > 10/L_w$                                                    |                                                              | 0.36                   | > | 0.29   | OK |
| $n_c(f_0) > 200$                                                  |                                                              | 292                    | > | 200    | OK |
| $\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ |                                                              | Superato 0 volte su 27 |   |        | OK |
| $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$ |                                                              |                        |   |        |    |
| Criteri per un picco H/V chiaro                                   |                                                              |                        |   |        |    |
| [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]                     |                                                              |                        |   |        |    |
| Amplitude conditions                                              | Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$      | 1.53                   | < | 1.60   | OK |
|                                                                   | Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$       | 1.53                   | > | 1.22   | OK |
|                                                                   | $A_0 > 2$                                                    | 3.20                   | > | 2.00   | OK |
| Stability conditions                                              | $f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$ | $\Delta f$             | = | -0.036 | NO |
|                                                                   | $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$                                | 0.036                  | < | 0.072  | OK |
|                                                                   | $\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$                                | 1.22                   | < | 2.50   | OK |

### Velocità equivalente $V_s$

| n.strati | h    | z     | peso vol. | Vp      | Vs     |
|----------|------|-------|-----------|---------|--------|
|          | m    | m     | Kg/mc     | m/s     | m/s    |
| 1        | 0.94 | 0.94  | 1640.00   | 344.92  | 108.84 |
| 2        | 4.23 | 5.17  | 1789.86   | 423.03  | 218.20 |
| 3        | 9.86 | 15.03 | 1845.55   | 865.88  | 390.72 |
| 4        | 9.86 | 24.89 | 1840.03   | 901.94  | 447.11 |
| 5        | ---  | ---   | 2087.37   | 1614.46 | 557.63 |

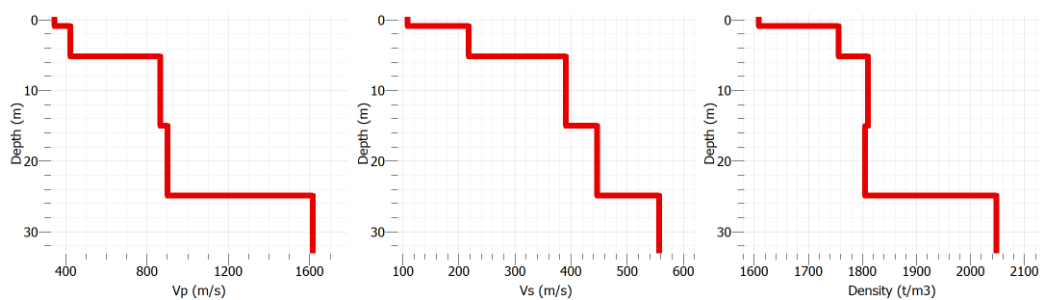
$$V_{s,eq}$$

$$\text{m/s}$$

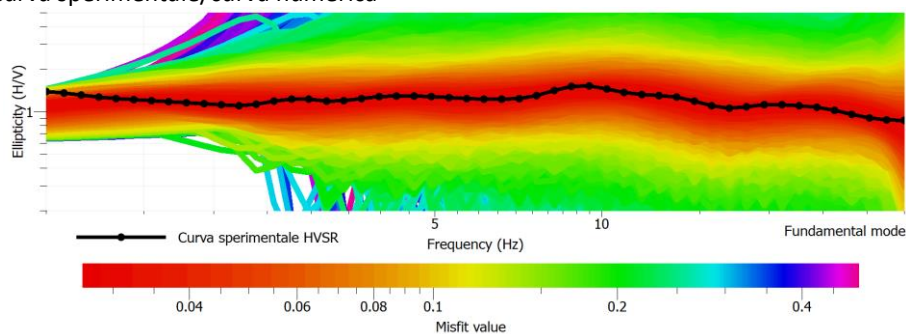
$$355.23$$

**Il valore della  $V_{s,eq}$  è compatibile con la Categoria di suolo tipo B**

Profilo sismostratigrafico



Adattamento curva sperimentale/curva numerica





|                                                                                   |                                                                                                     |                                  |                           |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|---------------------------|
|  | <b>PROGETTISTA</b>  | <b>COMMESSA</b><br><b>023116</b> | <b>UNITÀ</b><br><b>00</b> |
|                                                                                   | <b>LOCALITÀ</b><br><b>MESSINA</b>                                                                   | <b>SPC. 00-CI-E-10001</b>        |                           |
|                                                                                   | <b>PROGETTO</b> <b>Adeguamento Impianto di<br/>Compressione gas di Messina</b>                      | Fg. 91 di 98                     | <b>Rev.</b><br><b>0</b>   |

## ALLEGATO 2

[Rif. 3.] ISMGEO (Istituto Sperimentale Modelli GEOTecnici) - Impianto SRG Messina PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO - Prog. L001; Doc. RAT 168/2021, Rev. 00 del 23/07/2021.



Via Pastrengo, 9 – 24068 Seriate (Bg)  
Tel: 035 303120  
Fax: 035 303120  
E-mail: [ismgeo@ismgeo.it](mailto:ismgeo@ismgeo.it)

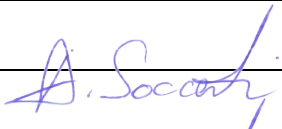
Istituto  
Sperimentale  
Modelli  
GEOtecnici

**Concessione Ministeriale Decreto n° 55126 del 12 luglio 2006 - Settori A, B e C**

## Impianto SRG Messina

### PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO

**Prog. L001; Doc. RAT 168/2021**

|                            |                                                                                                     |            |
|----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
|                            |                                                                                                     |            |
| Redatto da:                | Andrea Saccenti  | 23/07/2021 |
| Rivisto e<br>Approvato da: | Andrea Saccenti  |            |



## DESCRIZIONE CAMPIONE RIMANEGGIATO E CARATTERISTICHE GENERALI

D.P.R. 06.06.2001 n.380 - Circ. 7618/STC del 08.09.2010 Autorizzazione n° 55126 del 12 luglio 2006 - Settori A e B

| rev. | data emiss. | sperimentatore | direttore |
|------|-------------|----------------|-----------|
| 0    | 12/07/2021  | Angeloni       | Saccenti  |

N° verbale di accettazione: 053/2021

N° certificato di prova:

|                                 |                             |
|---------------------------------|-----------------------------|
| <b>Committente:</b>             | <b>SAIPEM</b>               |
| <b>Cantiere:</b>                | <b>Impianto SRG Messina</b> |
| <b>Sondaggio:</b>               | <b>S1</b>                   |
| <b>Campione:</b>                | <b>CR1</b>                  |
| <b>Profondità prelievo [m]:</b> | <b>2.00 - 2.45</b>          |
| <b>Prova:</b>                   | <b>Dc</b>                   |
| <b>Data fine descrizione:</b>   | <b>12/07/2021</b>           |

### Dati Generali del Campione

Tipo contenitore: Sacchetto PVC  
Forma campione: -  
Dimensioni Campione:  $\Phi =$  - cm L= - cm  
Classe del terreno: 1

### Descrizione

(Normativa di riferimento: AGI 1977)

Sabbia con limo ghiaiosa debolmente argillosa

### Risultati caratteristiche generali

| Prova | Risultato della prova | Normativa di riferimento | N° certificato di prova |
|-------|-----------------------|--------------------------|-------------------------|
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| Gr 1  | -                     | ASTM D422/90             |                         |

### Note:

-

| rev. | data emiss. | sperimentatore | direttore |
|------|-------------|----------------|-----------|
| 0    | 12/07/2021  | Angeloni       | Saccenti  |

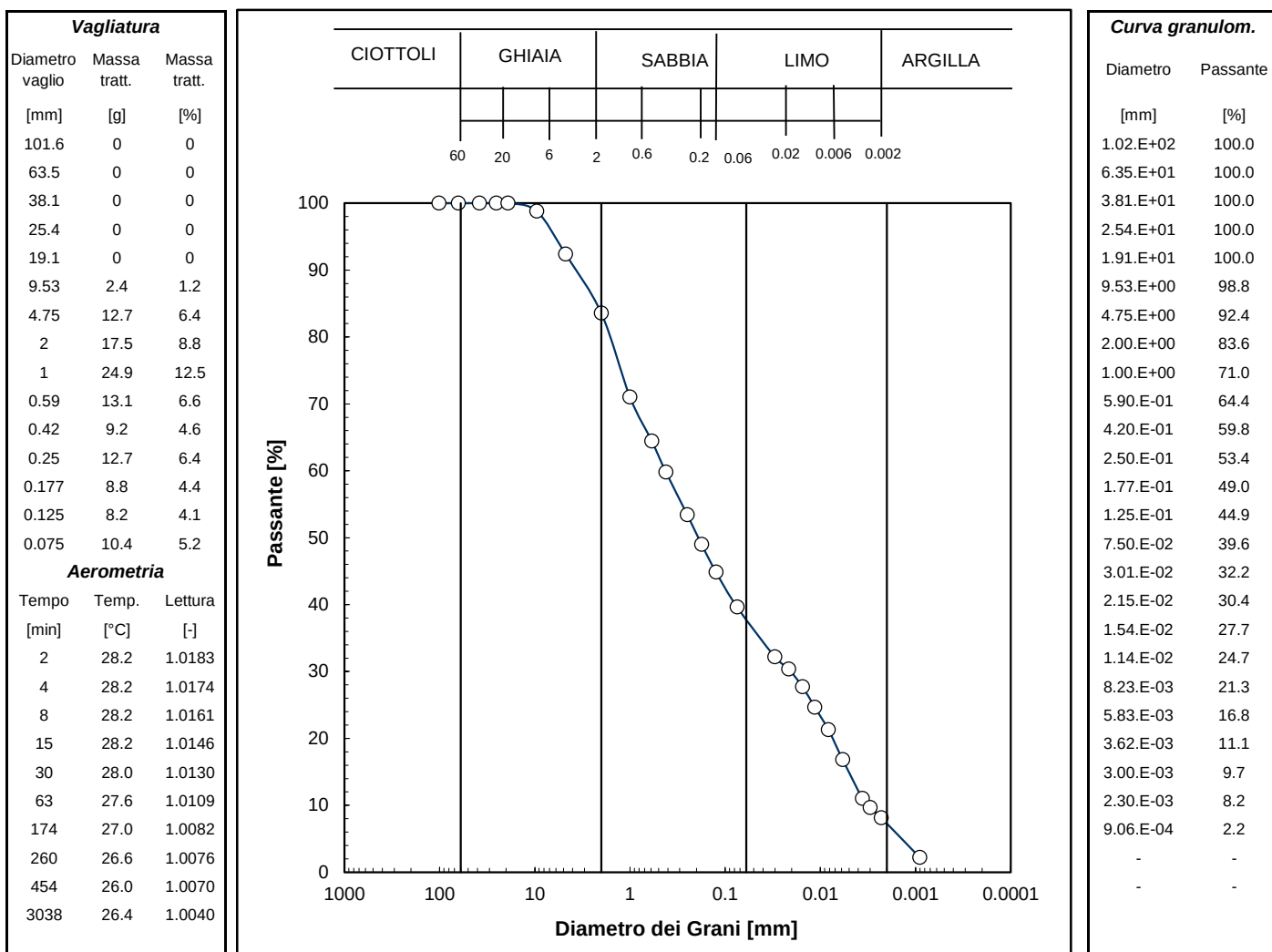
Normativa di riferimento: ASTM D422

Classificazione di riferimento: AGI 1977

N° certificato di prova:

N° verbale di accettazione: 053/2021

|                                 |                             |
|---------------------------------|-----------------------------|
| <b>Committente:</b>             | <b>SAIPEM</b>               |
| <b>Cantiere:</b>                | <b>Impianto SRG Messina</b> |
| <b>Sondaggio:</b>               | <b>S1</b>                   |
| <b>Campione:</b>                | <b>CR1</b>                  |
| <b>Profondità prelievo [m]:</b> | <b>2 - 2.45</b>             |
| <b>Prova:</b>                   | <b>Gr 1</b>                 |
| <b>Data prova:</b>              | <b>02/07/2021</b>           |



| Prova | Simbolo | Profondità |      | Massa secca materiale [g] | Metodo preparazione materiale | % < 0.075mm | % CIOTTOLI | % GHIAIA | % SABBIA | % LIMO | % ARGILLA | Massa materiale aerometria [g] | L max [mm] | D <sub>60</sub> [mm] | D <sub>50</sub> [mm] |
|-------|---------|------------|------|---------------------------|-------------------------------|-------------|------------|----------|----------|--------|-----------|--------------------------------|------------|----------------------|----------------------|
|       |         | da m       | a m  |                           |                               |             |            |          |          |        |           |                                |            |                      |                      |
| Gr 1  | x       | 2.00       | 2.45 | 198.4                     | VIA UMIDA                     | 40          | -          | 16       | 46       | 31     | 7         | 31                             | -          | 4.3.E-01             | 1.9.E-01             |

NOTE:





## DESCRIZIONE CAMPIONE RIMANEGGIATO E CARATTERISTICHE GENERALI

D.P.R. 06.06.2001 n.380 - Circ. 7618/STC del 08.09.2010 Autorizzazione n° 55126 del 12 luglio 2006 - Settori A e B

| rev. | data emiss. | sperimentatore | direttore |
|------|-------------|----------------|-----------|
| 0    | 09/07/2021  | Angeloni       | Saccenti  |

N° verbale di accettazione: 053/2021

N° certificato di prova:

|                                 |                             |
|---------------------------------|-----------------------------|
| <b>Committente:</b>             | <b>SAIPEM</b>               |
| <b>Cantiere:</b>                | <b>Impianto SRG Messina</b> |
| <b>Sondaggio:</b>               | <b>S1</b>                   |
| <b>Campione:</b>                | <b>CR2</b>                  |
| <b>Profondità prelievo [m]:</b> | <b>4.00 - 4.45</b>          |
| <b>Prova:</b>                   | <b>Dc</b>                   |
| <b>Data fine descrizione:</b>   | <b>09/07/2021</b>           |

### Dati Generali del Campione

Tipo contenitore: Sacchetto PVC  
Forma campione: -  
Dimensioni Campione:  $\Phi =$  - cm L= - cm  
Classe del terreno: 1

### Descrizione

(Normativa di riferimento: AGI 1977)

Sabbia ghiaiosa limosa debolmente argillosa

### Risultati caratteristiche generali

| Prova | Risultato della prova | Normativa di riferimento | N° certificato di prova |
|-------|-----------------------|--------------------------|-------------------------|
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| Gr 1  | -                     | ASTM D422/90             |                         |

### Note:

-

| rev. | data emiss. | sperimentatore | direttore |
|------|-------------|----------------|-----------|
| 0    | 09/07/2021  | Angeloni       | Saccenti  |

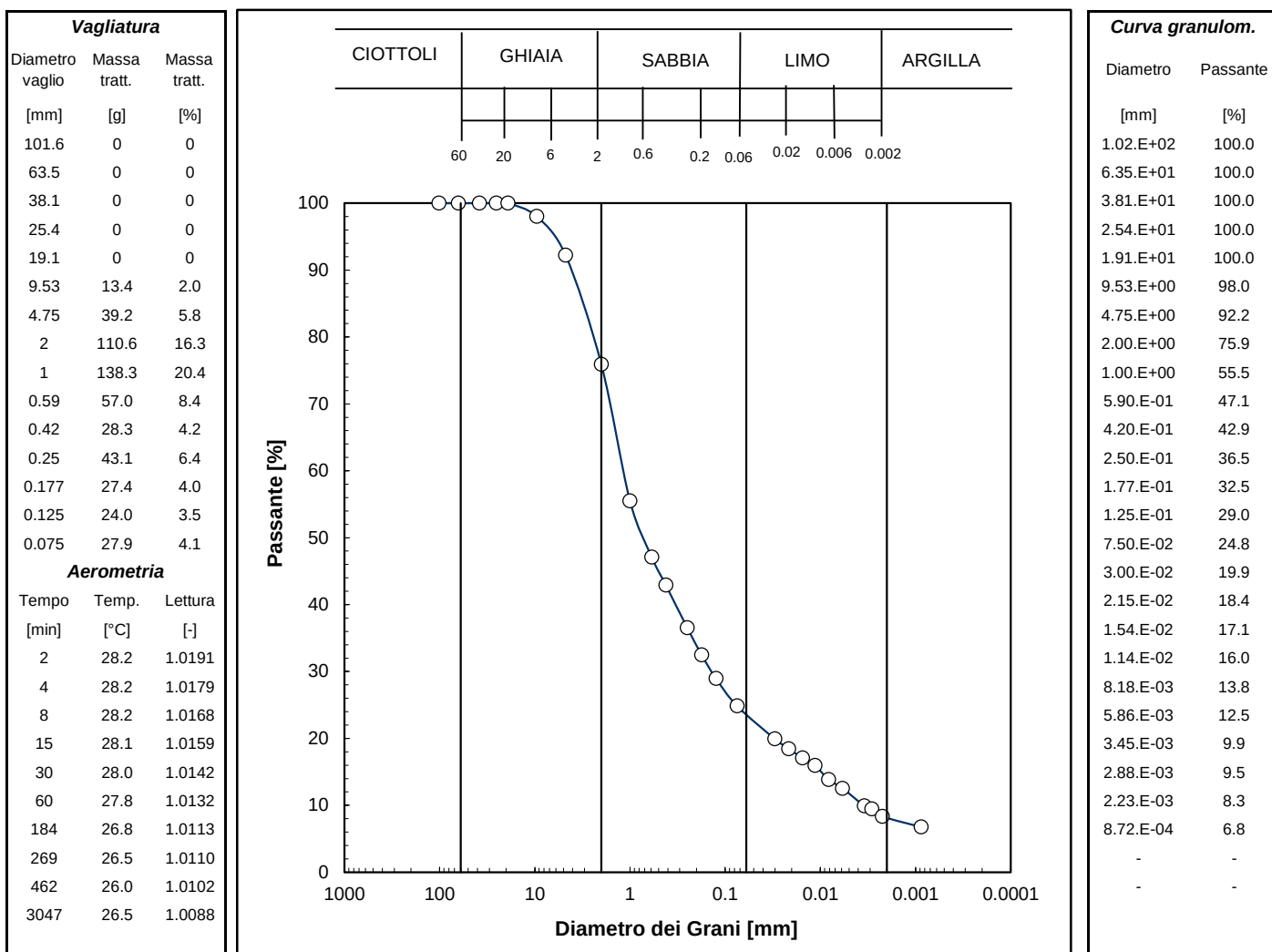
Normativa di riferimento: ASTM D422

Classificazione di riferimento: AGI 1977

N° certificato di prova:

N° verbale di accettazione: 053/2021

|                                 |                             |
|---------------------------------|-----------------------------|
| <b>Committente:</b>             | <b>SAIPEM</b>               |
| <b>Cantiere:</b>                | <b>Impianto SRG Messina</b> |
| <b>Sondaggio:</b>               | <b>S1</b>                   |
| <b>Campione:</b>                | <b>CR2</b>                  |
| <b>Profondità prelievo [m]:</b> | <b>4 - 4.45</b>             |
| <b>Prova:</b>                   | <b>Gr 1</b>                 |
| <b>Data prova:</b>              | <b>02/07/2021</b>           |



| Prova | Simbolo | Profondità |      | Massa secca materiale [g] | Metodo preparazione materiale | % < 0.075mm | % CIOTTOLI | % GHIAIA | % SABBIA | % LIMO | % ARGILLA | Massa materiale aerometria [g] | L max [mm] | D <sub>60</sub> [mm] | D <sub>50</sub> [mm] |
|-------|---------|------------|------|---------------------------|-------------------------------|-------------|------------|----------|----------|--------|-----------|--------------------------------|------------|----------------------|----------------------|
|       |         | da m       | a m  |                           |                               |             |            |          |          |        |           |                                |            |                      |                      |
| Gr 1  | x       | 4.00       | 4.45 | 677.4                     | VIA UMIDA                     | 25          | -          | 24       | 52       | 15     | 8         | 32                             | -          | 1.2.E+00             | 7.1.E-01             |

NOTE:

Sperimentatore: Diaby  
Direttore: Saccenti  
Data emissione: 12/07/2021  
Rev.

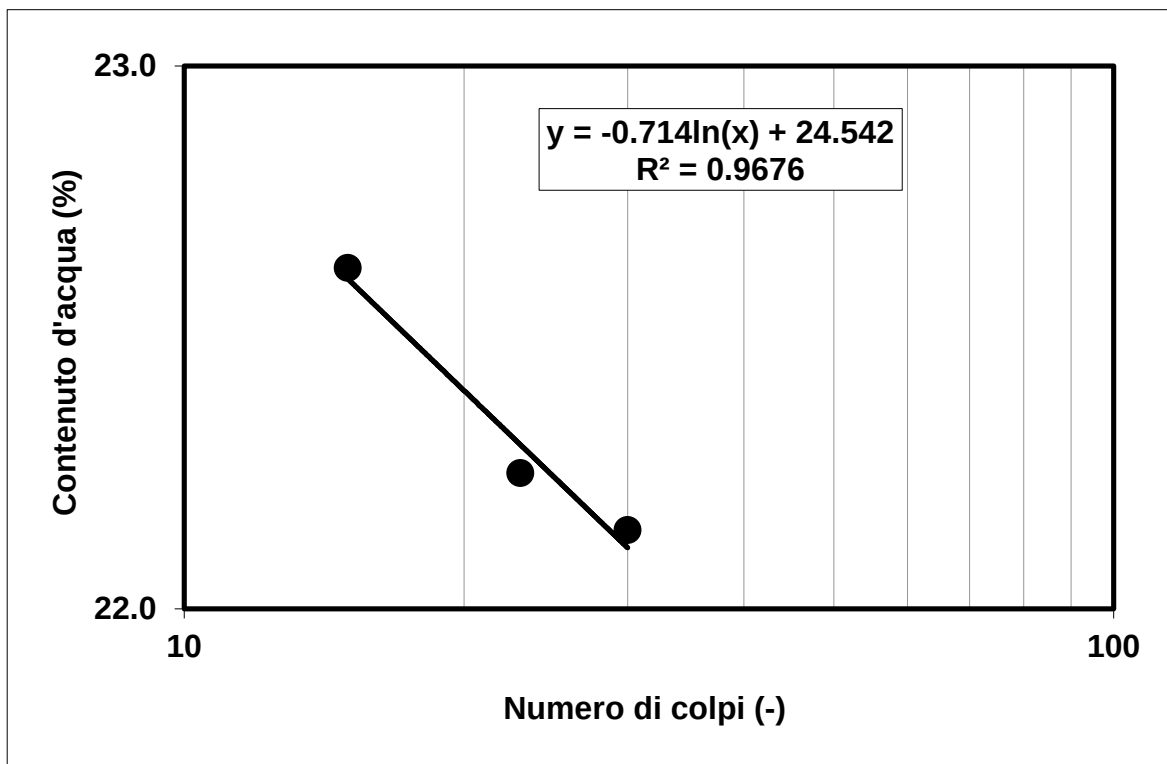
Normativa di riferimento: ASTM D4318  
N° certificato di prova:  
N° verbale di accettazione: 053/2021

**Committente:** SAIPEM  
**Cantiere:** Impianto SRG Messina  
**Sondaggio:** S1  
**Campione:** CR2  
**Profondità prova [m]:** 4.00 - 4.45  
**Prova:** LLP1  
**Data prova:** 01/07/2021

| Limite Liquido         |         |         |         |
|------------------------|---------|---------|---------|
|                        | prova 1 | prova 2 | prova 3 |
| numero colpi           | 30      | 15      | 23      |
| massa tara (g)         | 22.32   | 22.39   | 22.20   |
| massa umido + tara (g) | 53.87   | 62.71   | 80.88   |
| massa secco + tara (g) | 48.15   | 55.27   | 70.20   |
| umidità (%)            | 22.14   | 22.63   | 22.25   |

| Limite Plastico        |       |       |
|------------------------|-------|-------|
| massa tara (g)         | 22.18 | 22.52 |
| massa umido + tara (g) | 37.12 | 38.52 |
| massa secco + tara (g) | 35.11 | 36.34 |
| umidità (%)            | 15.55 | 15.77 |

|               |             |
|---------------|-------------|
| <b>LL (%)</b> | <b>22.2</b> |
| <b>LP (%)</b> | <b>15.7</b> |
| <b>IP (%)</b> | <b>6.6</b>  |



Note:

| Rev | data emiss. | eseguito da | elaborato da |
|-----|-------------|-------------|--------------|
| 0   | 23/07/2021  | Sirtoli     | Sirtoli      |

|                                 |                     |
|---------------------------------|---------------------|
| <b>Committente:</b>             | <b>SAIPEM</b>       |
| <b>Cantiere:</b>                | <b>SNAM MESSINA</b> |
| <b>Sondaggio:</b>               | <b>S1</b>           |
| <b>Campione:</b>                | <b>S1(shelby)</b>   |
| <b>Profondità prelievo [m]:</b> | <b>3.00 – 3.50</b>  |
| <b>Data prova:</b>              |                     |



**DESCRIZIONE MACROSCOPICA:** Limo sabbioso di colore marrone molto scuro (10YR 2/2) privo di reazione all'HCl. Da 3.00 m a 3.06 m il campione risulta rimaneggiato.



| rev. | data emiss. | sperimentatore | direttore |
|------|-------------|----------------|-----------|
| 0    | 23/07/2021  | Angeloni       | Saccenti  |

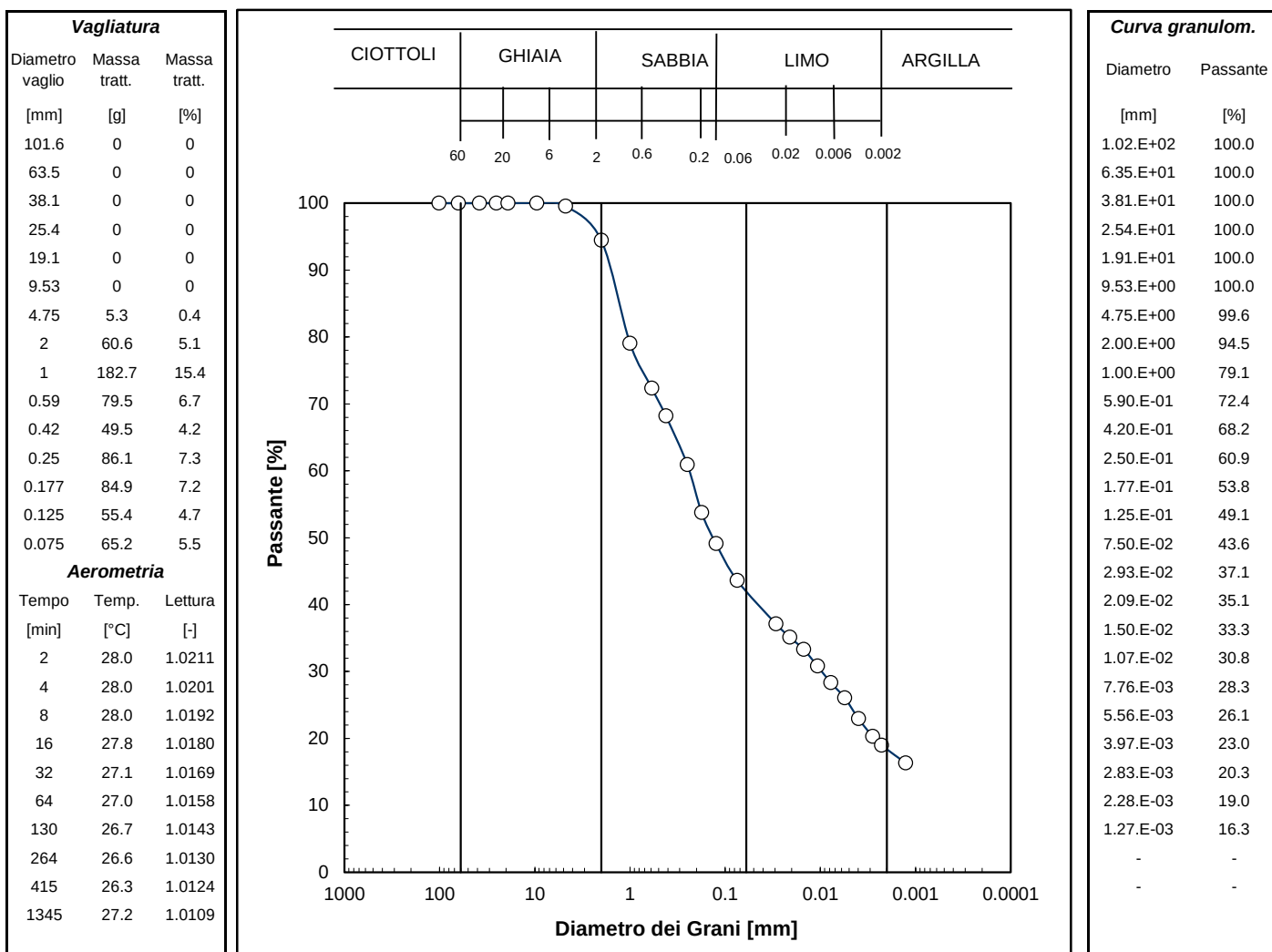
Normativa di riferimento: ASTM D422

Classificazione di riferimento: AGI 1977

N° certificato di prova:

N° verbale di accettazione: 053/2021

|                                 |                             |
|---------------------------------|-----------------------------|
| <b>Committente:</b>             | <b>SAIPEM</b>               |
| <b>Cantiere:</b>                | <b>Impianto SRG Messina</b> |
| <b>Sondaggio:</b>               | <b>S1</b>                   |
| <b>Campione:</b>                | <b>S1(Shelby)</b>           |
| <b>Profondità prelievo [m]:</b> | <b>3 - 3.3</b>              |
| <b>Prova:</b>                   | <b>Gr 1</b>                 |
| <b>Data prova:</b>              | <b>19/07/2021</b>           |



| Prova | Simbolo | Profondità |      | Massa secca materiale [g] | Metodo preparazione materiale | % < 0.075mm | % CIOTTOLI | % GHIAIA | % SABBIA | % LIMO | % ARGILLA | Massa materiale aerometria [g] | L max [mm] | D <sub>60</sub> [mm] | D <sub>50</sub> [mm] |
|-------|---------|------------|------|---------------------------|-------------------------------|-------------|------------|----------|----------|--------|-----------|--------------------------------|------------|----------------------|----------------------|
|       |         | da m       | a m  |                           |                               |             |            |          |          |        |           |                                |            |                      |                      |
| Gr 1  | x       | 3.00       | 3.30 | 1187.1                    | VIA UMIDA                     | 44          | -          | 6        | 52       | 24     | 18        | 35                             | -          | 2.4.E-01             | 1.3.E-01             |

NOTE:



## DETERMINAZIONE LIMITI DI ATTERBERG

D.P.R. 06.06.2001 n.380 - Circ. 7618/STC del 08.09.2010 Autorizzazione n° 55126 del 12 luglio 2006 - Settori A e B

Sperimentatore: Diaby  
Direttore: Saccenti  
Data emissione: 23/07/2021  
Rev.

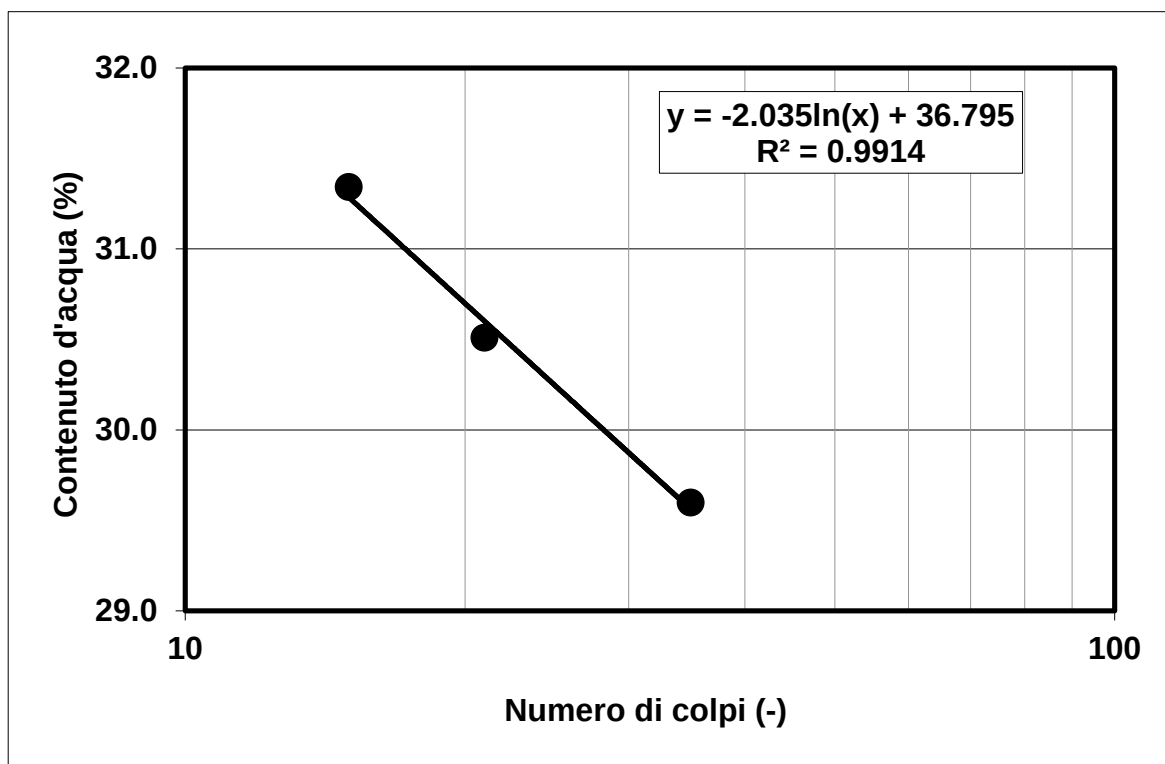
Normativa di riferimento: ASTM D4318  
N° certificato di prova:  
N° verbale di accettazione: 053/2021

Committente: **SAIPEM**  
Cantiere: **Impianto SRG Messina**  
Sondaggio: **S1**  
Campione: **S1(Shelby)**  
Profondità prova [m]: **3.00 - 3.30**  
Prova: **LLP1**  
Data prova: **16/07/2021**

| Limite Liquido         |         |         |         |
|------------------------|---------|---------|---------|
|                        | prova 1 | prova 2 | prova 3 |
| numero colpi           | 35      | 15      | 21      |
| massa tara (g)         | 22.28   | 22.31   | 22.12   |
| massa umido + tara (g) | 65.41   | 64.05   | 68.92   |
| massa secco + tara (g) | 55.56   | 54.09   | 57.98   |
| umidità (%)            | 29.60   | 31.34   | 30.51   |

| Limite Plastico        |       |       |
|------------------------|-------|-------|
| massa tara (g)         | 22.18 | 22.23 |
| massa umido + tara (g) | 36.51 | 37.38 |
| massa secco + tara (g) | 34.34 | 35.09 |
| umidità (%)            | 17.85 | 17.81 |

|        |             |
|--------|-------------|
| LL (%) | <b>30.2</b> |
| LP (%) | <b>17.8</b> |
| IP (%) | <b>12.4</b> |



Note:

| rev. | data emiss. | sperimentatore | direttore |
|------|-------------|----------------|-----------|
| 0    | 22/07/2021  | Procino        | Saccenti  |

Normativa di riferimento: ASTM D3080/11

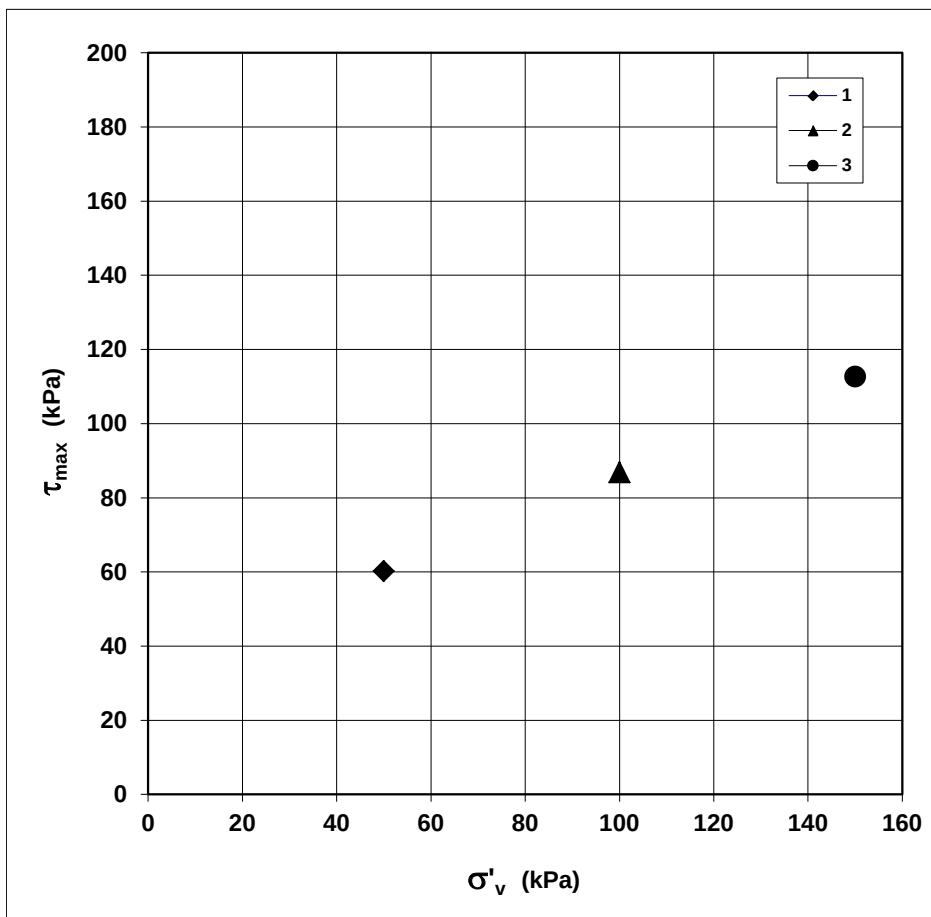
N° certificato di prova:

N° verbale di accettazione: 053/2021

|                              |                             |
|------------------------------|-----------------------------|
| <b>Committente:</b>          | <b>SAIPEM</b>               |
| <b>Cantiere:</b>             | <b>Impianto SRG Messina</b> |
| <b>Sondaggio:</b>            | <b>S1</b>                   |
| <b>Campione:</b>             | <b>S1 (shelby)</b>          |
| <b>Profondità prova [m]:</b> | <b>3.15 - 3.30</b>          |
| <b>Prova:</b>                | <b>DS CK0D</b>              |
| <b>Provino:</b>              | <b>1 2 3</b>                |
| <b>Data prova:</b>           | <b>19/07/2021</b>           |

#### Dati generali dei provini

| Provino | Profondità | Dati iniziali   |      |                   |      |                   | Dati a fine consolidazione |      |                 |                   |     | Valori di picco |            |                 | Valori residui |            |  | Rottura |     | Metodo di preparazione - tipo di materiale           |
|---------|------------|-----------------|------|-------------------|------|-------------------|----------------------------|------|-----------------|-------------------|-----|-----------------|------------|-----------------|----------------|------------|--|---------|-----|------------------------------------------------------|
|         |            | A               | H    | $\gamma$          | w    | $\gamma_d$        | $\sigma'_v$                | H    | $\varepsilon_v$ | $\gamma_d$        | dfc | $\tau_{max}$    | $\delta_h$ | $\varepsilon_v$ | $\tau$         | $\delta_h$ |  | v       | dfr |                                                      |
| -       | m          | cm <sup>2</sup> | mm   | kN/m <sup>3</sup> | %    | kN/m <sup>3</sup> | kPa                        | mm   | %               | kN/m <sup>3</sup> | h   | kPa             | mm         | %               | kPa            | mm         |  | mm/m    | ore | -                                                    |
| 1       | 3.18       | 36.0            | 20.0 | 19.23             | 13.4 | 17.0              | 50                         | 19.2 | 4.06            | 17.67             | 8   | 60              | 3.63       | 0.95            | -              | -          |  | 0.008   | 16  | fustellazione - provino indisturbato non pretagliato |
| 2       | 3.23       | 36.0            | 20.0 | 19.22             | 13.4 | 17.0              | 100                        | 19.1 | 4.32            | 17.71             | 8   | 87              | 6.7        | 3.98            | -              | -          |  | 0.008   | 17  |                                                      |
| 3       | 3.28       | 36.0            | 20.0 | 20.05             | 13.4 | 17.7              | 150                        | 18.0 | 10.04           | 19.65             | 8   | 113             | 4.17       | 2.37            | -              | -          |  | 0.008   | 16  |                                                      |



#### Legenda:

A = area del provino  
H = altezza del provino  
 $\gamma$  = peso di volume umido  
w = contenuto d'acqua  
 $\gamma_d$  = peso di volume secco  
 $\sigma'$  = tensione efficace  
 $\varepsilon$  = deformazioni  
 $\tau$  = sforzo di taglio  
 $\delta$  = spostamento  
v = velocità di rottura  
dfc = durata consolidazione

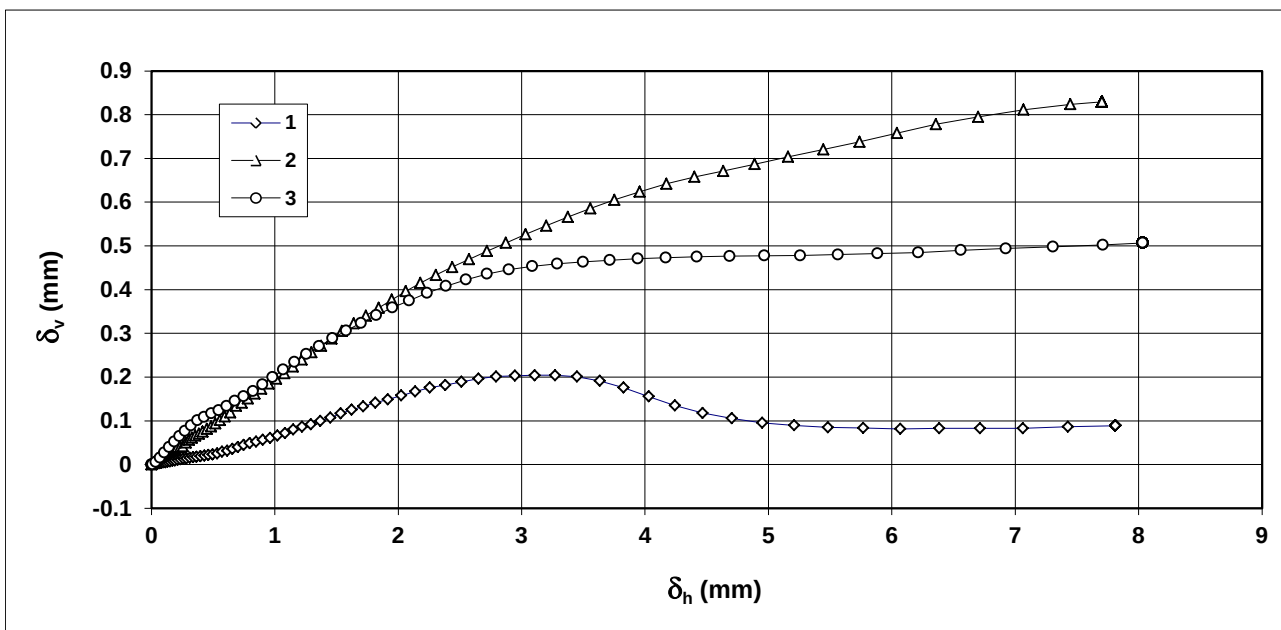
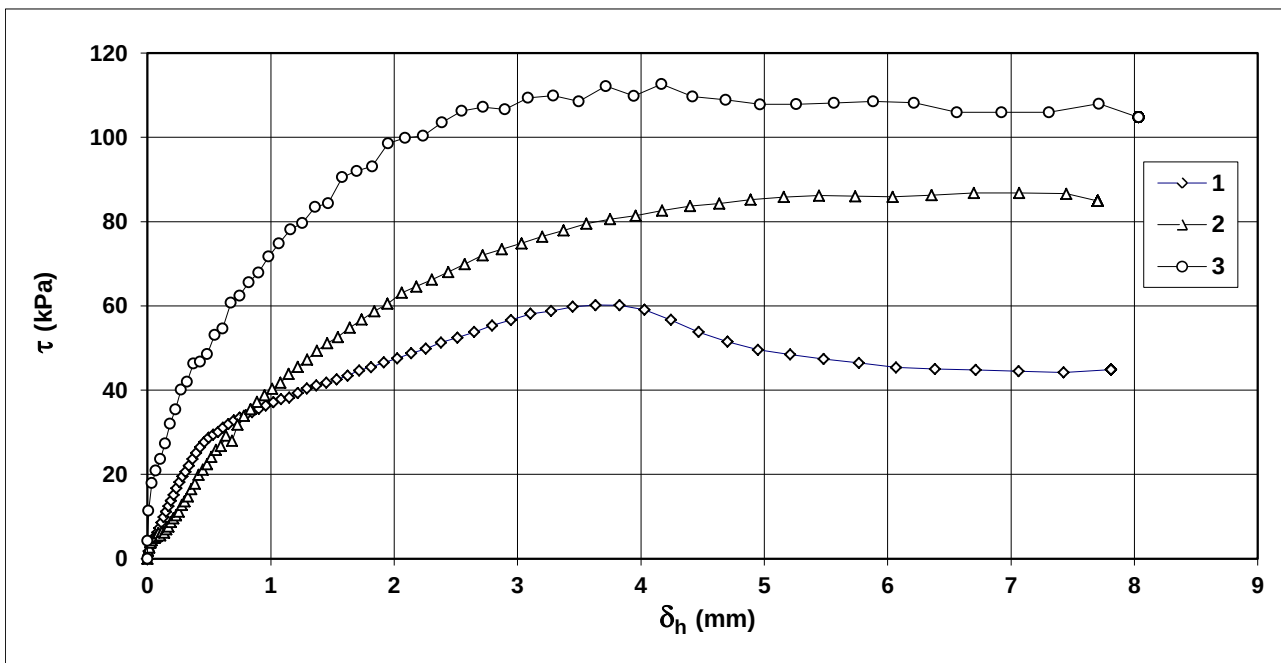
Subscritto 'h' = orizzontale  
Subscritto 'v' = verticale  
Subscritto 'MAX' = MASSIMO

|       |  |
|-------|--|
| Note: |  |
|-------|--|

| rev. | data emiss. | sperimentatore | direttore |
|------|-------------|----------------|-----------|
| 0    | 22/07/2021  | Procino        | Saccenti  |

Normativa di riferimento: ASTM D3080/90

|                              |                             |
|------------------------------|-----------------------------|
| <b>Committente:</b>          | <b>SAIPEM</b>               |
| <b>Cantiere:</b>             | <b>Impianto SRG Messina</b> |
| <b>Sondaggio:</b>            | <b>S1</b>                   |
| <b>Campione:</b>             | <b>S1 (shelby)</b>          |
| <b>Profondità prova [m]:</b> | <b>3.15 - 3.30</b>          |
| <b>Prova:</b>                | <b>DS CK0D</b>              |
| <b>Provino:</b>              | <b>1 2 3</b>                |
| <b>Data prova:</b>           | <b>19/07/2021</b>           |



|              |  |
|--------------|--|
| <b>Note:</b> |  |
|--------------|--|





## DESCRIZIONE CAMPIONE RIMANEGGIATO E CARATTERISTICHE GENERALI

D.P.R. 06.06.2001 n.380 - Circ. 7618/STC del 08.09.2010 Autorizzazione n° 55126 del 12 luglio 2006 - Settori A e B

| rev. | data emiss. | sperimentatore | direttore |
|------|-------------|----------------|-----------|
| 0    | 08/07/2021  | Angeloni       | Saccenti  |

N° verbale di accettazione: 053/2021

N° certificato di prova:

|                                 |                             |
|---------------------------------|-----------------------------|
| <b>Committente:</b>             | <b>SAIPEM</b>               |
| <b>Cantiere:</b>                | <b>Impianto SRG Messina</b> |
| <b>Sondaggio:</b>               | <b>S1</b>                   |
| <b>Campione:</b>                | <b>CR3</b>                  |
| <b>Profondità prelievo [m]:</b> | <b>6.00 - 6.45</b>          |
| <b>Prova:</b>                   | <b>Dc</b>                   |
| <b>Data fine descrizione:</b>   | <b>08/07/2021</b>           |

### Dati Generali del Campione

Tipo contenitore: Sacchetto PVC  
Forma campione: -  
Dimensioni Campione:  $\Phi =$  - cm L= - cm  
Classe del terreno: 1

### Descrizione

(Normativa di riferimento: AGI 1977)

Sabbia con ghiaia debolmente limosa

### Risultati caratteristiche generali

| Prova | Risultato della prova | Normativa di riferimento | N° certificato di prova |
|-------|-----------------------|--------------------------|-------------------------|
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| Gr 1  | -                     | ASTM D422/90             |                         |

### Note:

-

|      |             |                |           |
|------|-------------|----------------|-----------|
| rev. | data emiss. | sperimentatore | direttore |
| 0    | 08/07/2021  | Angeloni       | Saccenti  |

Normativa di riferimento: ASTM D422

*Classificazione di riferimento: AGI 1977*

*N° certificato di prova:*

*N° verbale di accettazione: 053/2021*

**Committente:**

SAIPEM

**Cantiere:**

## Impianto SRG Messina

## Sondaggio:

**S1**

**Campione:**

CR3

**Profondità prelievo [m]:**

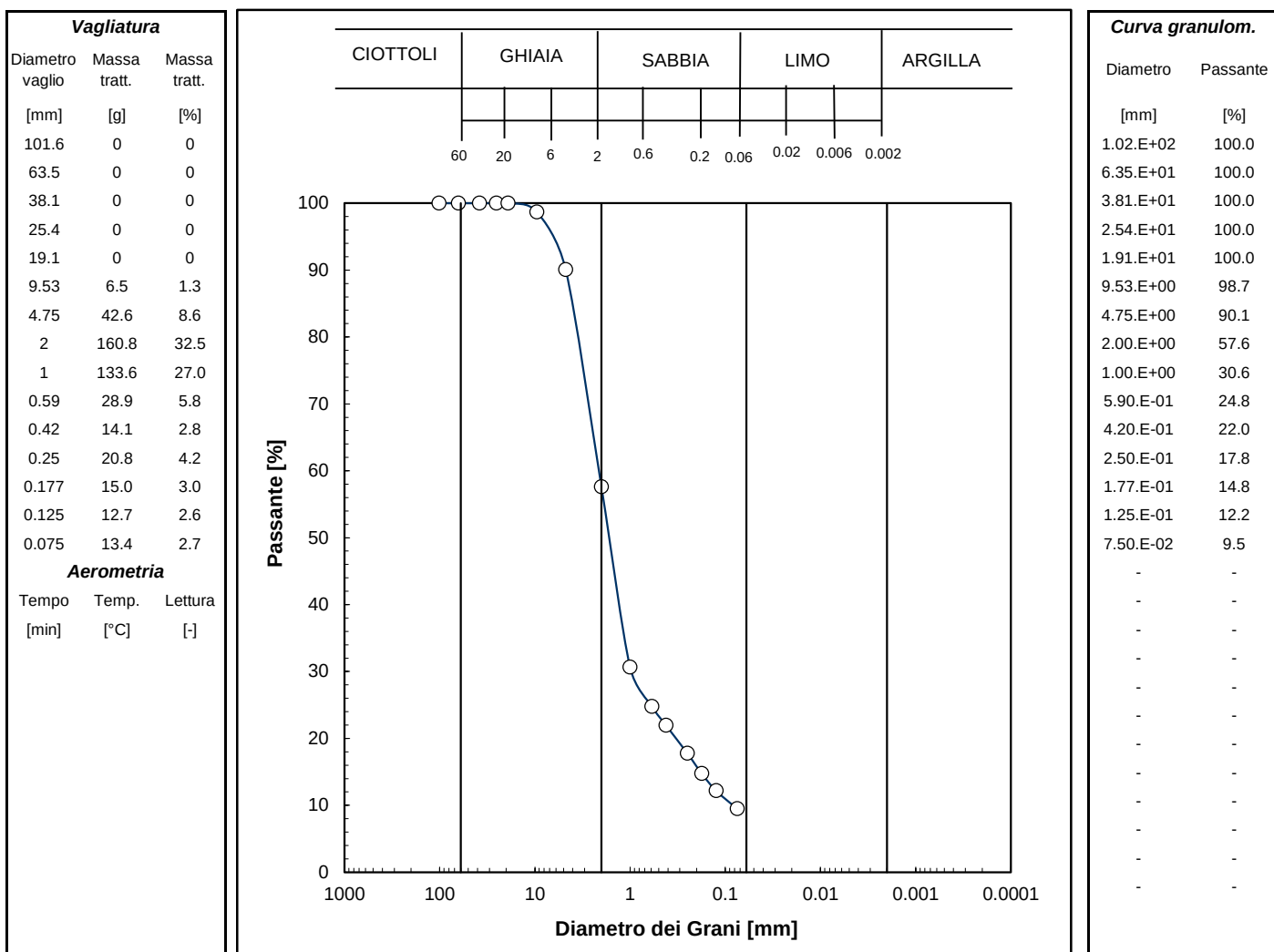
6 - 6,45

**Prova:**

**Gr 1**

**Data prova:**

02/07/2021



| Prova | Simbolo | Profondità |      | Massa secca materiale | Metodo preparazione materiale | % < 0.075mm | % CIOTTOLI | % GHIAIA | % SABBIA | % LIMO | % ARGILLA | Massa materiale aerometria | L max | D <sub>60</sub> | D <sub>50</sub> |
|-------|---------|------------|------|-----------------------|-------------------------------|-------------|------------|----------|----------|--------|-----------|----------------------------|-------|-----------------|-----------------|
|       |         | da m       | a m  | [g]                   |                               |             |            |          |          |        |           | [g]                        | [mm]  |                 |                 |
| Gr 1  | x       | 6.00       | 6.45 | 495.2                 | VIA UMIDA                     | 9           | -          | 42       | 49       | 8*     | 0*        | 0                          | -     | 2.1.E+00        | 1.6.E+00        |

NOTE:



## DESCRIZIONE CAMPIONE RIMANEGGIATO E CARATTERISTICHE GENERALI

D.P.R. 06.06.2001 n.380 - Circ. 7618/STC del 08.09.2010 Autorizzazione n° 55126 del 12 luglio 2006 - Settori A e B

| rev. | data emiss. | sperimentatore | direttore |
|------|-------------|----------------|-----------|
| 0    | 08/07/2021  | Angeloni       | Saccenti  |

N° verbale di accettazione: 053/2021

N° certificato di prova:

|                                 |                             |
|---------------------------------|-----------------------------|
| <b>Committente:</b>             | <b>SAIPEM</b>               |
| <b>Cantiere:</b>                | <b>Impianto SRG Messina</b> |
| <b>Sondaggio:</b>               | <b>S1</b>                   |
| <b>Campione:</b>                | <b>CR4</b>                  |
| <b>Profondità prelievo [m]:</b> | <b>8.00 - 8.45</b>          |
| <b>Prova:</b>                   | <b>Dc</b>                   |
| <b>Data fine descrizione:</b>   | <b>08/07/2021</b>           |

### Dati Generali del Campione

Tipo contenitore: Sacchetto PVC  
Forma campione: -  
Dimensioni Campione:  $\Phi =$  - cm L= - cm  
Classe del terreno: 1

### Descrizione

(Normativa di riferimento: AGI 1977)

Ghiaia con sabbia debolmente limosa

### Risultati caratteristiche generali

| Prova | Risultato della prova | Normativa di riferimento | N° certificato di prova |
|-------|-----------------------|--------------------------|-------------------------|
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| Gr 1  | -                     | ASTM D422/90             |                         |

### Note:

-

| rev. | data emiss. | sperimentatore | direttore |
|------|-------------|----------------|-----------|
| 0    | 08/07/2021  | Angeloni       | Saccenti  |

Normativa di riferimento: ASTM D422

*Classificazione di riferimento: AGI 1977*

*N° certificato di prova:*

*N° verbale di accettazione: 053/2021*

**Committente:**

**SAIPEM**

**Cantiere:**

## Impianto SRG Messina

## Sondaggio:

**S1**

**Campione:**

CR4

Profondità prelievo [m]:

8 - 8.45

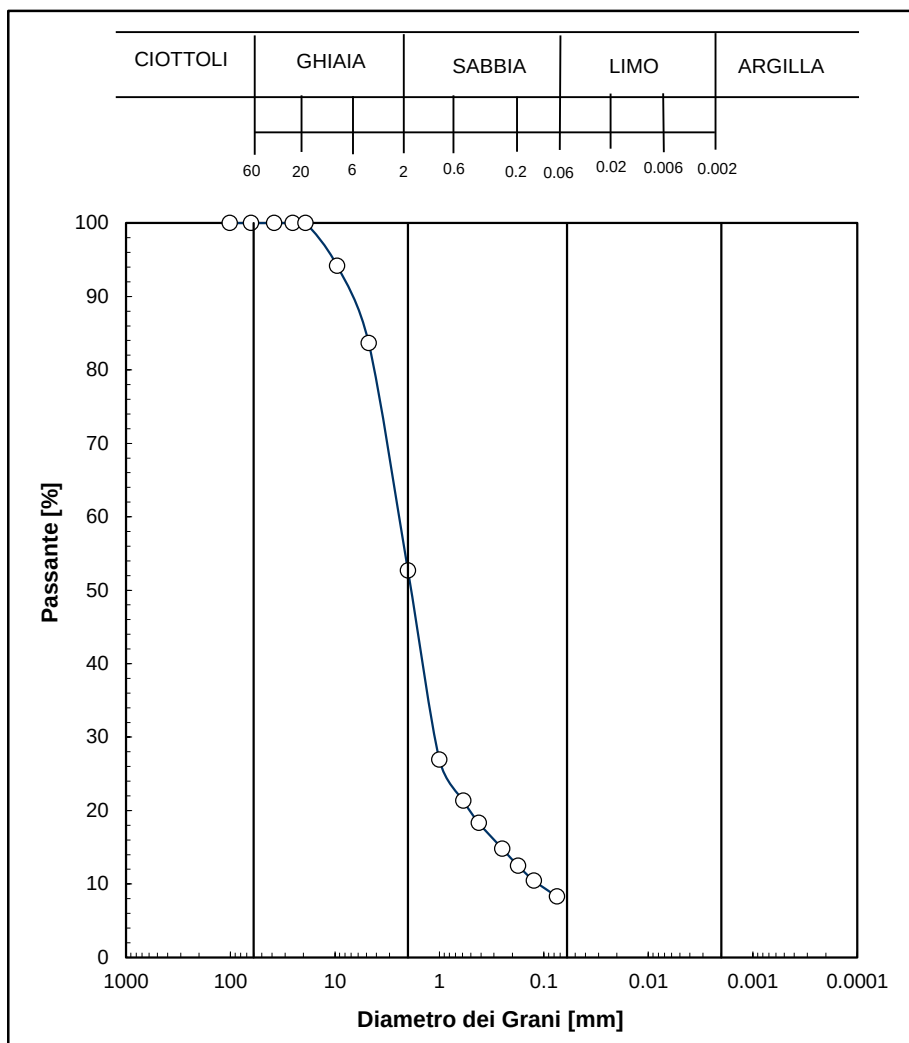
**Prova:**

**Gr 1**

**Data prova:**

02/07/2021

| Vagliatura         |                 |                 |
|--------------------|-----------------|-----------------|
| Diametro<br>vaglio | Massa<br>tratt. | Massa<br>tratt. |
| [mm]               | [g]             | [%]             |
| 101.6              | 0               | 0               |
| 63.5               | 0               | 0               |
| 38.1               | 0               | 0               |
| 25.4               | 0               | 0               |
| 19.1               | 0               | 0               |
| 9.53               | 22.8            | 5.8             |
| 4.75               | 41.2            | 10.5            |
| 2                  | 121.3           | 31.0            |
| 1                  | 100.8           | 25.7            |
| 0.59               | 22.0            | 5.6             |
| 0.42               | 11.8            | 3.0             |
| 0.25               | 13.8            | 3.5             |
| 0.177              | 9.1             | 2.3             |
| 0.125              | 7.9             | 2.0             |
| 0.075              | 8.6             | 2.2             |
| Aerometria         |                 |                 |
| Tempo              | Temp.           | Lettura         |
| [min]              | [°C]            | [-]             |

[illegible]

| Prova | Simbolo | Profondità |      | Massa secca materiale | Metodo preparazione materiale | % < 0.075mm | % CIOTTOLI | % GHIAIA | % SABBIA | % LIMO | % ARGILLA | Massa materiale aerometria | L max | D <sub>60</sub> | D <sub>50</sub> |
|-------|---------|------------|------|-----------------------|-------------------------------|-------------|------------|----------|----------|--------|-----------|----------------------------|-------|-----------------|-----------------|
|       |         | da m       | a m  | [g]                   |                               |             |            |          |          |        |           | [g]                        | [mm]  | [mm]            | [mm]            |
| Gr 1  | x       | 8.00       | 8.45 | 391.7                 | VIA UMIDA                     | 8           | -          | 47       | 45       | 7*     | 9*        | 0                          | -     | 2.5.E+00        | 1.9.E+00        |

NOTE:





## DESCRIZIONE CAMPIONE RIMANEGGIATO E CARATTERISTICHE GENERALI

D.P.R. 06.06.2001 n.380 - Circ. 7618/STC del 08.09.2010 Autorizzazione n° 55126 del 12 luglio 2006 - Settori A e B

| rev. | data emiss. | sperimentatore | direttore |
|------|-------------|----------------|-----------|
| 0    | 09/07/2021  | Angeloni       | Saccenti  |

N° verbale di accettazione: 053/2021

N° certificato di prova:

|                                 |                             |
|---------------------------------|-----------------------------|
| <b>Committente:</b>             | <b>SAIPEM</b>               |
| <b>Cantiere:</b>                | <b>Impianto SRG Messina</b> |
| <b>Sondaggio:</b>               | <b>S1</b>                   |
| <b>Campione:</b>                | <b>CR7</b>                  |
| <b>Profondità prelievo [m]:</b> | <b>15.00 - 15.45</b>        |
| <b>Prova:</b>                   | <b>Dc</b>                   |
| <b>Data fine descrizione:</b>   | <b>09/07/2021</b>           |

### Dati Generali del Campione

Tipo contenitore: Sacchetto PVC  
Forma campione: -  
Dimensioni Campione:  $\Phi =$  - cm L= - cm  
Classe del terreno: 1

### Descrizione

(Normativa di riferimento: AGI 1977)

Sabbia ghiaiosa limosa con tracce di argilla

### Risultati caratteristiche generali

| Prova | Risultato della prova | Normativa di riferimento | N° certificato di prova |
|-------|-----------------------|--------------------------|-------------------------|
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| Gr 1  | -                     | ASTM D422/90             |                         |

### Note:

-

| rev. | data emiss. | sperimentatore | direttore |
|------|-------------|----------------|-----------|
| 0    | 09/07/2021  | Angeloni       | Saccenti  |

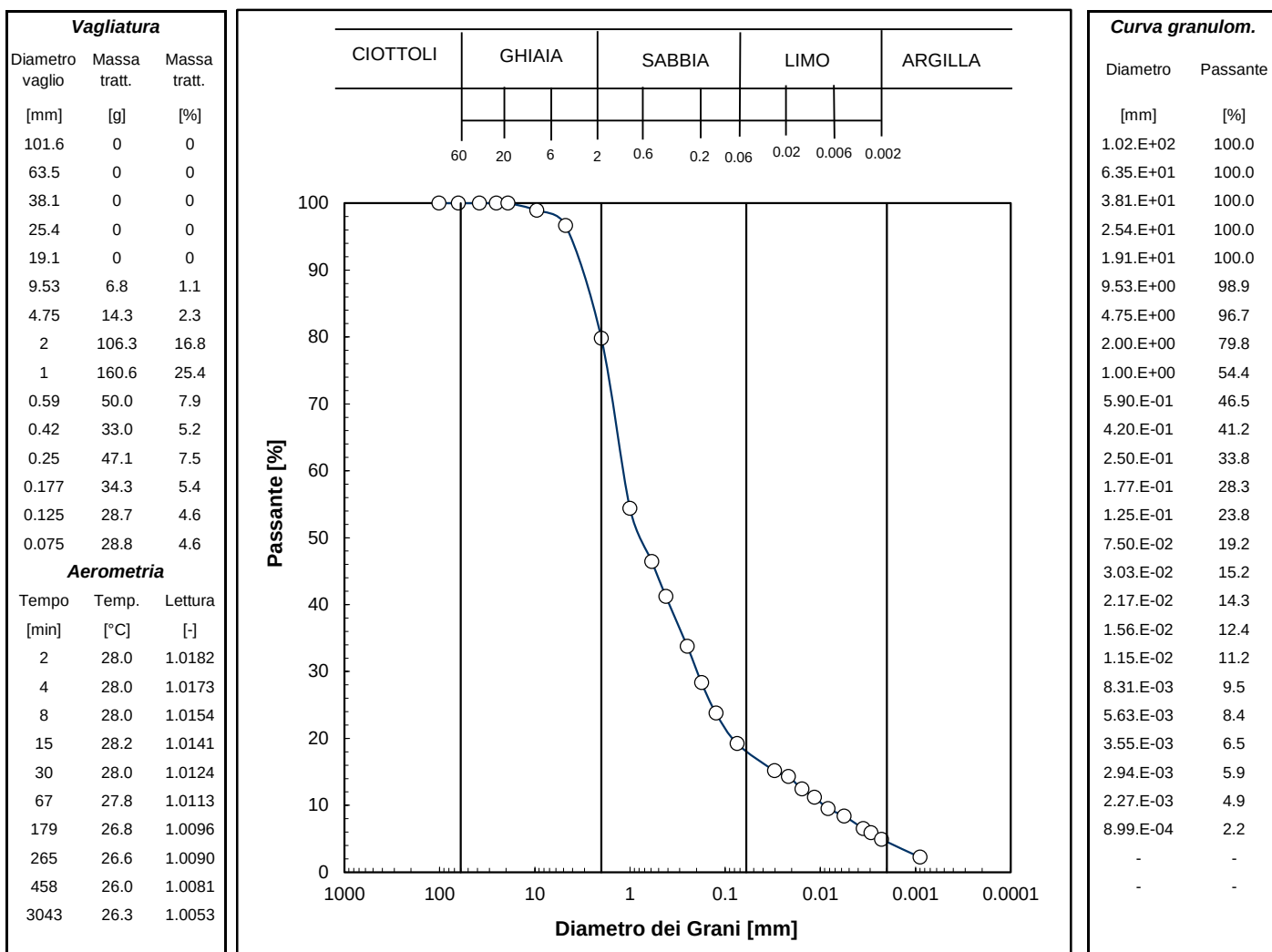
Normativa di riferimento: ASTM D422

Classificazione di riferimento: AGI 1977

N° certificato di prova:

N° verbale di accettazione: 053/2021

|                                 |                             |
|---------------------------------|-----------------------------|
| <b>Committente:</b>             | <b>SAIPEM</b>               |
| <b>Cantiere:</b>                | <b>Impianto SRG Messina</b> |
| <b>Sondaggio:</b>               | <b>S1</b>                   |
| <b>Campione:</b>                | <b>CR7</b>                  |
| <b>Profondità prelievo [m]:</b> | <b>15 - 15.45</b>           |
| <b>Prova:</b>                   | <b>Gr 1</b>                 |
| <b>Data prova:</b>              | <b>02/07/2021</b>           |



| Prova | Simbolo | Profondità |       | Massa secca materiale [g] | Metodo preparazione materiale | % < 0.075mm | % CIOTTOLI | % GHIAIA | % SABBIA | % LIMO | % ARGILLA | Massa materiale aerometria [g] | L max [mm] | D <sub>60</sub> [mm] | D <sub>50</sub> [mm] |
|-------|---------|------------|-------|---------------------------|-------------------------------|-------------|------------|----------|----------|--------|-----------|--------------------------------|------------|----------------------|----------------------|
|       |         | da m       | a m   |                           |                               |             |            |          |          |        |           |                                |            |                      |                      |
| Gr 1  | x       | 15.00      | 15.45 | 631.2                     | VIA UMIDA                     | 19          | -          | 20       | 62       | 14     | 5         | 31                             | -          | 1.2.E+00             | 7.5.E-01             |

NOTE:



## DESCRIZIONE CAMPIONE RIMANEGGIATO E CARATTERISTICHE GENERALI

D.P.R. 06.06.2001 n.380 - Circ. 7618/STC del 08.09.2010 Autorizzazione n° 55126 del 12 luglio 2006 - Settori A e B

| rev. | data emiss. | sperimentatore | direttore |
|------|-------------|----------------|-----------|
| 0    | 08/07/2021  | Angeloni       | Saccenti  |

N° verbale di accettazione: 053/2021

N° certificato di prova:

|                                 |                             |
|---------------------------------|-----------------------------|
| <b>Committente:</b>             | <b>SAIPEM</b>               |
| <b>Cantiere:</b>                | <b>Impianto SRG Messina</b> |
| <b>Sondaggio:</b>               | <b>S1</b>                   |
| <b>Campione:</b>                | <b>CR9</b>                  |
| <b>Profondità prelievo [m]:</b> | <b>20.00 - 20.45</b>        |
| <b>Prova:</b>                   | <b>Dc</b>                   |
| <b>Data fine descrizione:</b>   | <b>08/07/2021</b>           |

### Dati Generali del Campione

Tipo contenitore: Sacchetto PVC  
Forma campione: -  
Dimensioni Campione:  $\Phi =$  - cm L= - cm  
Classe del terreno: 1

### Descrizione

(Normativa di riferimento: AGI 1977)

Sabbia con ghiaia limosa

### Risultati caratteristiche generali

| Prova | Risultato della prova | Normativa di riferimento | N° certificato di prova |
|-------|-----------------------|--------------------------|-------------------------|
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| Gr 1  | -                     | ASTM D422/90             |                         |

### Note:

-

| rev. | data emiss. | sperimentatore | direttore |
|------|-------------|----------------|-----------|
| 0    | 08/07/2021  | Angeloni       | Saccenti  |

Normativa di riferimento: ASTM D422

*Classificazione di riferimento: AGI 1977*

*N° certificato di prova:*

*N° verbale di accettazione: 053/2021*

**Committente:**

**SAIPEM**

**Cantiere:**

## Impianto SRG Messina

## Sondaggio:

**S1**

**Campione:**

CR9

Profondità prelievo [m]:

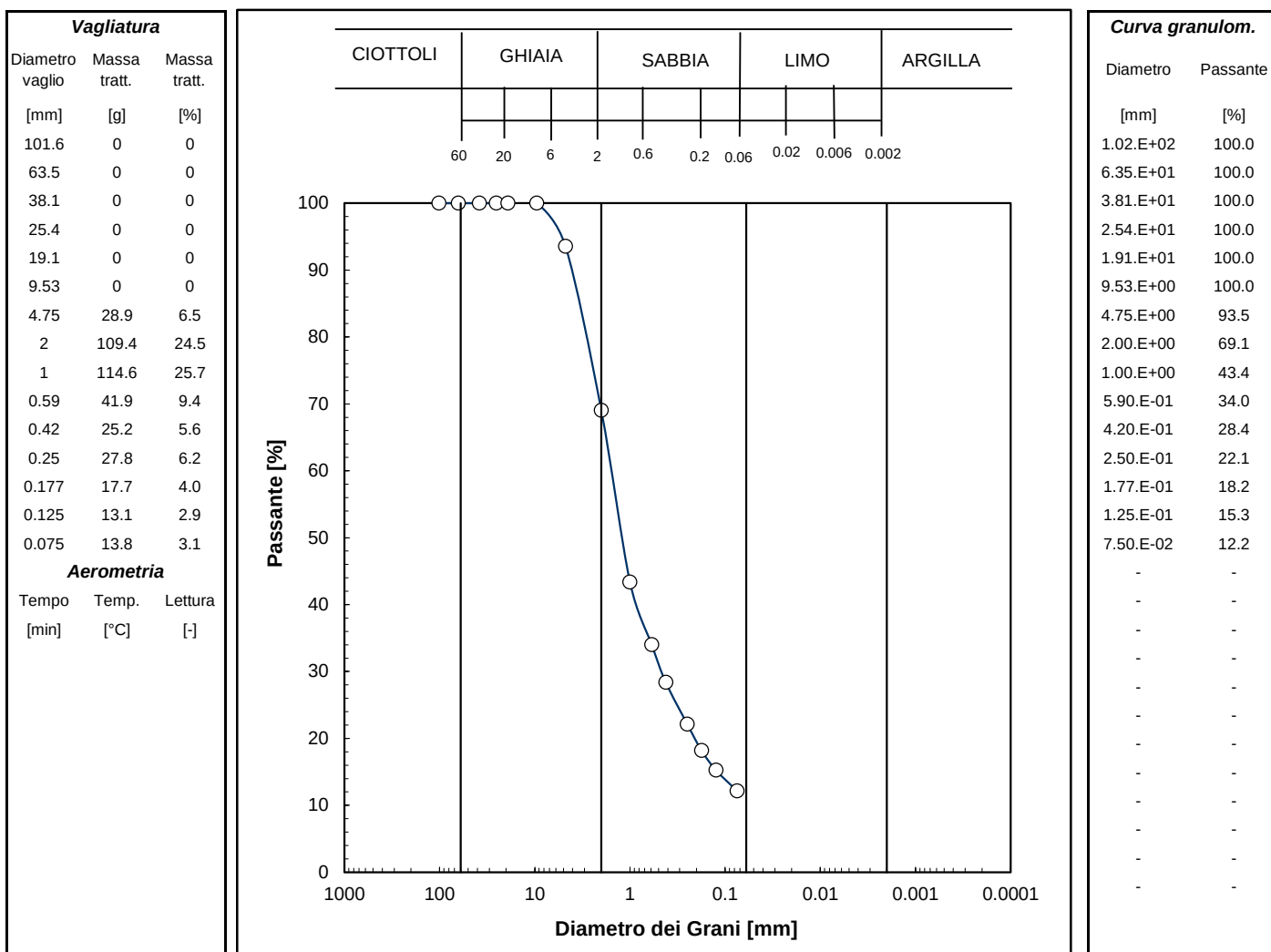
**20 - 20.45**

**Prova:**

**Gr 1**

**Data prova:**

02/07/2021



| Prova | Simbolo | Profondità |       | Massa secca materiale | Metodo preparazione materiale | % < 0.075mm | % CIOTTOLI | % GHIAIA | % SABBIA | % LIMO | % ARGILLA | Massa materiale aerometria | L max | D <sub>60</sub> | D <sub>50</sub> |
|-------|---------|------------|-------|-----------------------|-------------------------------|-------------|------------|----------|----------|--------|-----------|----------------------------|-------|-----------------|-----------------|
|       |         | da m       | a m   | [g]                   |                               |             |            |          |          |        |           | [g]                        | [mm]  |                 |                 |
| Gr 1  | x       | 20.00      | 20.45 | 446.8                 | VIA UMIDA                     | 12          | -          | 31       | 58       | 11*    | 0*        | 0                          | -     | 1.6.E+00        | 1.2.E+00        |

NOTE:





## DESCRIZIONE CAMPIONE RIMANEGGIATO E CARATTERISTICHE GENERALI

D.P.R. 06.06.2001 n.380 - Circ. 7618/STC del 08.09.2010 Autorizzazione n° 55126 del 12 luglio 2006 - Settori A e B

| rev. | data emiss. | sperimentatore | direttore |
|------|-------------|----------------|-----------|
| 0    | 09/07/2021  | Angeloni       | Saccenti  |

N° verbale di accettazione: 053/2021

N° certificato di prova:

|                                 |                             |
|---------------------------------|-----------------------------|
| <b>Committente:</b>             | <b>SAIPEM</b>               |
| <b>Cantiere:</b>                | <b>Impianto SRG Messina</b> |
| <b>Sondaggio:</b>               | <b>S1</b>                   |
| <b>Campione:</b>                | <b>CR10</b>                 |
| <b>Profondità prelievo [m]:</b> | <b>24.00 - 24.45</b>        |
| <b>Prova:</b>                   | <b>Dc</b>                   |
| <b>Data fine descrizione:</b>   | <b>09/07/2021</b>           |

### Dati Generali del Campione

Tipo contenitore: Sacchetto PVC  
Forma campione: -  
Dimensioni Campione:  $\Phi =$  - cm L= - cm  
Classe del terreno: 1

### Descrizione

(Normativa di riferimento: AGI 1977)

Sabbia con ghiaia limosa debolmente argillosa

### Risultati caratteristiche generali

| Prova | Risultato della prova | Normativa di riferimento | N° certificato di prova |
|-------|-----------------------|--------------------------|-------------------------|
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| Gr 1  | -                     | ASTM D422/90             |                         |

### Note:

-

| rev. | data emiss. | sperimentatore | direttore |
|------|-------------|----------------|-----------|
| 0    | 09/07/2021  | Angeloni       | Saccenti  |

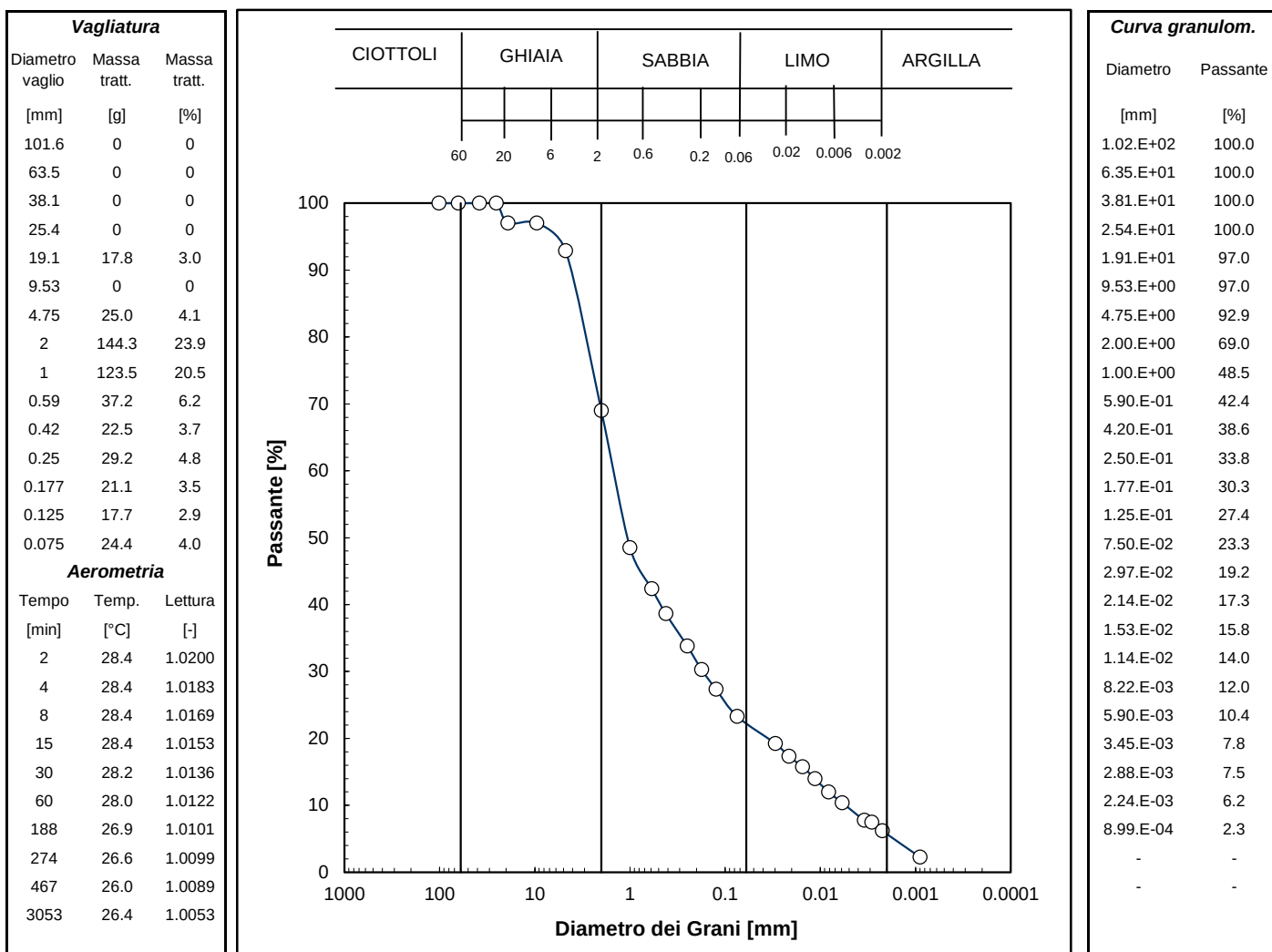
Normativa di riferimento: ASTM D422

Classificazione di riferimento: AGI 1977

N° certificato di prova:

N° verbale di accettazione: 053/2021

|                                 |                             |
|---------------------------------|-----------------------------|
| <b>Committente:</b>             | <b>SAIPEM</b>               |
| <b>Cantiere:</b>                | <b>Impianto SRG Messina</b> |
| <b>Sondaggio:</b>               | <b>S1</b>                   |
| <b>Campione:</b>                | <b>CR10</b>                 |
| <b>Profondità prelievo [m]:</b> | <b>24 - 24.45</b>           |
| <b>Prova:</b>                   | <b>Gr 1</b>                 |
| <b>Data prova:</b>              | <b>02/07/2021</b>           |



| Prova | Simbolo | Profondità |       | Massa secca materiale [g] | Metodo preparazione materiale | % < 0.075mm | % CIOTTOLI | % GHIAIA | % SABBIA | % LIMO | % ARGILLA | Massa materiale aerometria [g] | L max [mm] | D <sub>60</sub> [mm] | D <sub>50</sub> [mm] |
|-------|---------|------------|-------|---------------------------|-------------------------------|-------------|------------|----------|----------|--------|-----------|--------------------------------|------------|----------------------|----------------------|
|       |         | da m       | a m   |                           |                               |             |            |          |          |        |           |                                |            |                      |                      |
| Gr 1  | x       | 24.00      | 24.45 | 603.4                     | VIA UMIDA                     | 23          | -          | 31       | 47       | 17     | 6         | 33                             | -          | 1.5.E+00             | 1.1.E+00             |

NOTE:



## DESCRIZIONE CAMPIONE RIMANEGGIATO E CARATTERISTICHE GENERALI

D.P.R. 06.06.2001 n.380 - Circ. 7618/STC del 08.09.2010 Autorizzazione n° 55126 del 12 luglio 2006 - Settori A e B

| rev. | data emiss. | sperimentatore | direttore |
|------|-------------|----------------|-----------|
| 0    | 08/07/2021  | Angeloni       | Saccenti  |

N° verbale di accettazione: 053/2021

N° certificato di prova:

|                                 |                             |
|---------------------------------|-----------------------------|
| <b>Committente:</b>             | <b>SAIPEM</b>               |
| <b>Cantiere:</b>                | <b>Impianto SRG Messina</b> |
| <b>Sondaggio:</b>               | <b>S2</b>                   |
| <b>Campione:</b>                | <b>CR2</b>                  |
| <b>Profondità prelievo [m]:</b> | <b>8.00 - 8.45</b>          |
| <b>Prova:</b>                   | <b>Dc</b>                   |
| <b>Data fine descrizione:</b>   | <b>08/07/2021</b>           |

### Dati Generali del Campione

Tipo contenitore: Sacchetto PVC  
Forma campione: -  
Dimensioni Campione:  $\Phi =$  - cm L= - cm  
Classe del terreno: 1

### Descrizione

(Normativa di riferimento: AGI 1977)

Sabbia con ghiaia debolmente limosa

### Risultati caratteristiche generali

| Prova | Risultato della prova | Normativa di riferimento | N° certificato di prova |
|-------|-----------------------|--------------------------|-------------------------|
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| Gr 1  | -                     | ASTM D422/90             |                         |

### Note:

-

| rev. | data emiss. | sperimentatore | direttore |
|------|-------------|----------------|-----------|
| 0    | 08/07/2021  | Angeloni       | Saccenti  |

Normativa di riferimento: ASTM D422

*Classificazione di riferimento: AGI 1977*

*N° certificato di prova:*

*N° verbale di accettazione: 053/2021*

**Committente:**

SAIPEM

**Cantiere:**

## Impianto SRG Messina

## Sondaggio:

**S2**

**Campione:**

CR2

Profondità prelievo [m]:

**8 - 8,45**

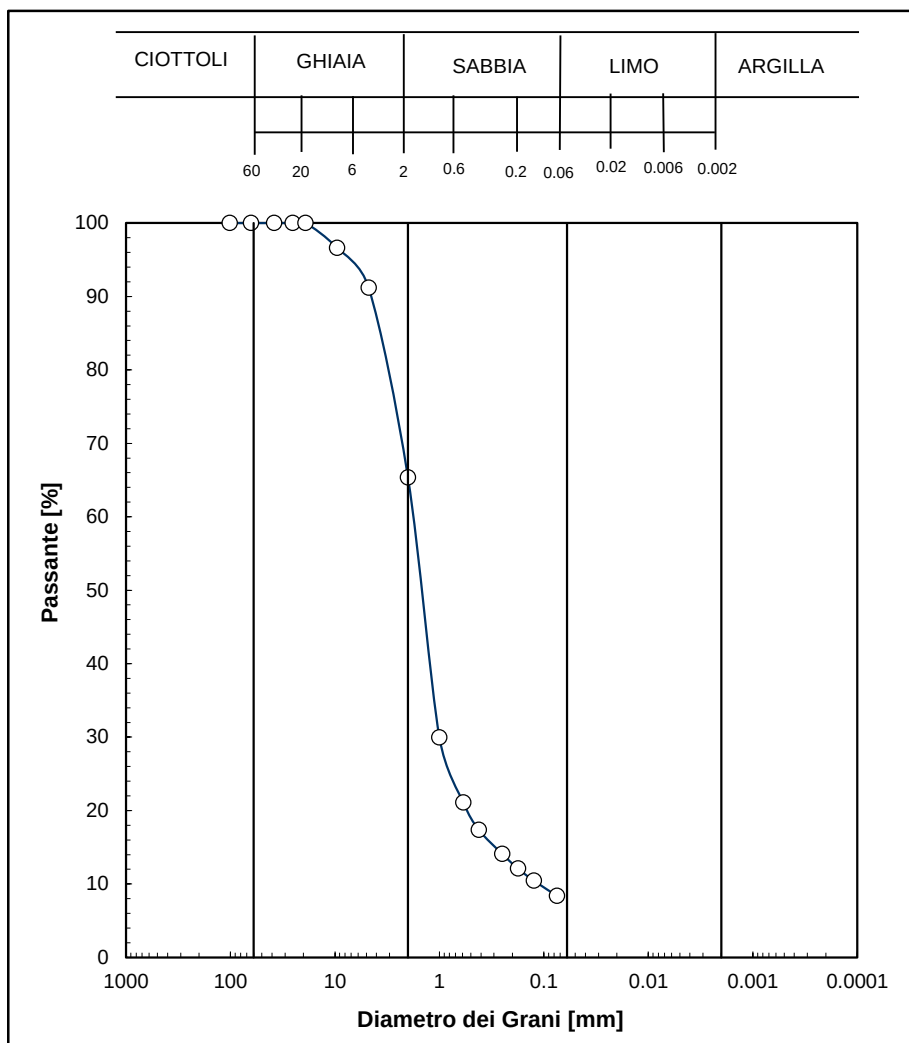
**Prova:**

**Gr 1**

**Data prova:**

01/07/2021

| Vagliatura         |                 |                 |
|--------------------|-----------------|-----------------|
| Diametro<br>vaglio | Massa<br>tratt. | Massa<br>tratt. |
| [mm]               | [g]             | [%]             |
| 101.6              | 0               | 0               |
| 63.5               | 0               | 0               |
| 38.1               | 0               | 0               |
| 25.4               | 0               | 0               |
| 19.1               | 0               | 0               |
| 9.53               | 13.2            | 3.4             |
| 4.75               | 21.3            | 5.4             |
| 2                  | 101.2           | 25.8            |
| 1                  | 138.8           | 35.4            |
| 0.59               | 34.8            | 8.9             |
| 0.42               | 14.6            | 3.7             |
| 0.25               | 13.0            | 3.3             |
| 0.177              | 7.8             | 2.0             |
| 0.125              | 6.4             | 1.6             |
| 0.075              | 8.1             | 2.1             |
| Aerometria         |                 |                 |
| Tempo              | Temp.           | Lettura         |
| [min]              | [°C]            | [-]             |

[illegible]

| Prova | Simbolo | Profondità |      | Massa secca materiale | Metodo preparazione materiale | % < 0.075mm | % CIOTTOLI | % GHIAIA | % SABBIA | % LIMO | % ARGILLA | Massa materiale aerometria | L max | D <sub>60</sub> | D <sub>50</sub> |
|-------|---------|------------|------|-----------------------|-------------------------------|-------------|------------|----------|----------|--------|-----------|----------------------------|-------|-----------------|-----------------|
|       |         | da m       | a m  | [g]                   |                               |             |            |          |          |        |           | [g]                        | [mm]  |                 |                 |
| Gr 1  | x       | 8.00       | 8.45 | 392.0                 | VIA UMIDA                     | 8           | -          | 35       | 58       | 7*     | 0*        | 0                          | -     | 1.8.E+00        | 1.5.E+00        |

NOTE:



## DESCRIZIONE CAMPIONE RIMANEGGIATO E CARATTERISTICHE GENERALI

D.P.R. 06.06.2001 n.380 - Circ. 7618/STC del 08.09.2010 Autorizzazione n° 55126 del 12 luglio 2006 - Settori A e B

| rev. | data emiss. | sperimentatore | direttore |
|------|-------------|----------------|-----------|
| 0    | 06/07/2021  | Angeloni       | Saccenti  |

N° verbale di accettazione: 053/2021

N° certificato di prova:

|                                 |                             |
|---------------------------------|-----------------------------|
| <b>Committente:</b>             | <b>SAIPEM</b>               |
| <b>Cantiere:</b>                | <b>Impianto SRG Messina</b> |
| <b>Sondaggio:</b>               | <b>S2</b>                   |
| <b>Campione:</b>                | <b>CR4</b>                  |
| <b>Profondità prelievo [m]:</b> | <b>12.00 - 12.45</b>        |
| <b>Prova:</b>                   | <b>Dc</b>                   |
| <b>Data fine descrizione:</b>   | <b>06/07/2021</b>           |

### Dati Generali del Campione

Tipo contenitore: Sacchetto PVC  
Forma campione: -  
Dimensioni Campione:  $\Phi =$  - cm L= - cm  
Classe del terreno: 1

### Descrizione

(Normativa di riferimento: AGI 1977)

Sabbia con ghiaia limosa

### Risultati caratteristiche generali

| Prova | Risultato della prova | Normativa di riferimento | N° certificato di prova |
|-------|-----------------------|--------------------------|-------------------------|
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| Gr 1  | -                     | ASTM D422/90             |                         |

### Note:

-



| rev. | data emiss. | sperimentatore | direttore |
|------|-------------|----------------|-----------|
| 0    | 06/07/2021  | Angeloni       | Saccenti  |

Normativa di riferimento: ASTM D422

*Classificazione di riferimento: AGI 1977*

N° certificato di prova:

*N° verbale di accettazione: 053/2021*

**Committente:**

SAIPEM

**Cantiere:**

## Impianto SRG Messina

## Sondaggio:

**S2**

**Campione:**

CR4

Profondità prelievo [m]:

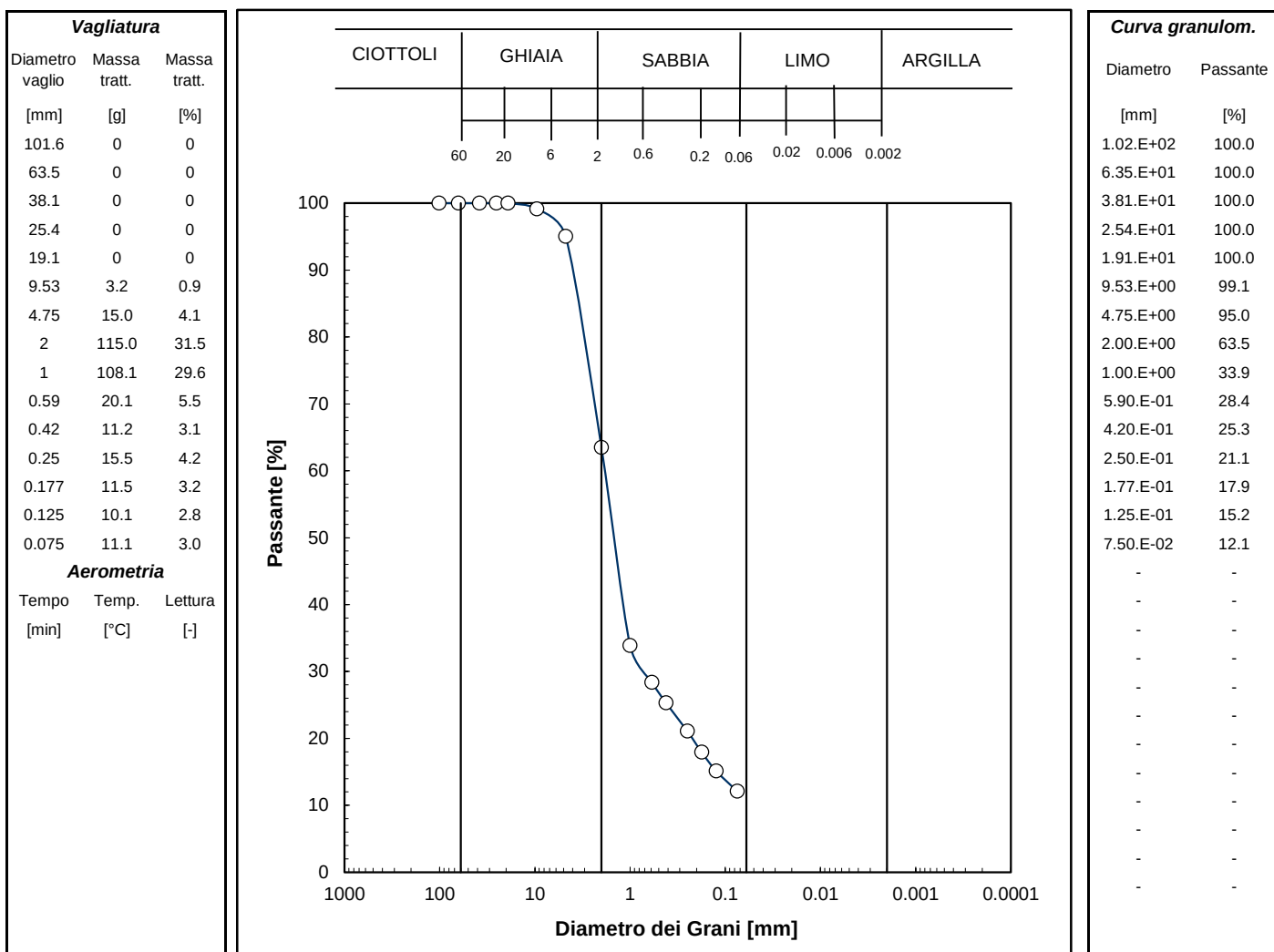
12 - 12,45

**Prova:**

**Gr 1**

**Data prova:**

01/07/2021



| Prova | Simbolo | Profondità |       | Massa secca materiale | Metodo preparazione materiale | % < 0.075mm | % CIOTTOLI | % GHIAIA | % SABBIA | % LIMO | % ARGILLA | Massa materiale aerometria | L max | D <sub>60</sub> | D <sub>50</sub> |
|-------|---------|------------|-------|-----------------------|-------------------------------|-------------|------------|----------|----------|--------|-----------|----------------------------|-------|-----------------|-----------------|
|       |         | da m       | a m   | [g]                   |                               |             |            |          |          |        |           | [g]                        | [mm]  |                 |                 |
| Gr 1  | x       | 12.00      | 12.45 | 364.9                 | VIA UMIDA                     | 12          | -          | 36       | 53       | 11*    | 0*        | 0                          | -     | 1.8.E+00        | 1.5.E+00        |

NOTE:



## DESCRIZIONE CAMPIONE RIMANEGGIATO E CARATTERISTICHE GENERALI

D.P.R. 06.06.2001 n.380 - Circ. 7618/STC del 08.09.2010 Autorizzazione n° 55126 del 12 luglio 2006 - Settori A e B

| rev. | data emiss. | sperimentatore | direttore |
|------|-------------|----------------|-----------|
| 0    | 08/07/2021  | Angeloni       | Saccenti  |

N° verbale di accettazione: 053/2021

N° certificato di prova:

|                                 |                             |
|---------------------------------|-----------------------------|
| <b>Committente:</b>             | <b>SAIPEM</b>               |
| <b>Cantiere:</b>                | <b>Impianto SRG Messina</b> |
| <b>Sondaggio:</b>               | <b>S2</b>                   |
| <b>Campione:</b>                | <b>CR5</b>                  |
| <b>Profondità prelievo [m]:</b> | <b>15.00 - 15.45</b>        |
| <b>Prova:</b>                   | <b>Dc</b>                   |
| <b>Data fine descrizione:</b>   | <b>08/07/2021</b>           |

### Dati Generali del Campione

Tipo contenitore: Sacchetto PVC  
Forma campione: -  
Dimensioni Campione:  $\Phi =$  - cm L= - cm  
Classe del terreno: 1

### Descrizione

(Normativa di riferimento: AGI 1977)

Ghiaia con sabbia debolmente limosa

### Risultati caratteristiche generali

| Prova | Risultato della prova | Normativa di riferimento | N° certificato di prova |
|-------|-----------------------|--------------------------|-------------------------|
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| Gr 1  | -                     | ASTM D422/90             |                         |

### Note:

-

| rev. | data emiss. | sperimentatore | direttore |
|------|-------------|----------------|-----------|
| 0    | 08/07/2021  | Angeloni       | Saccenti  |

Normativa di riferimento: ASTM D422

*Classificazione di riferimento: AGI 1977*

*N° certificato di prova:*

*N° verbale di accettazione: 053/2021*

**Committente:**

SAIPEM

**Cantiere:**

## Impianto SRG Messina

## Sondaggio:

**S2**

**Campione:**

CR5

Profondità prelievo [m]:

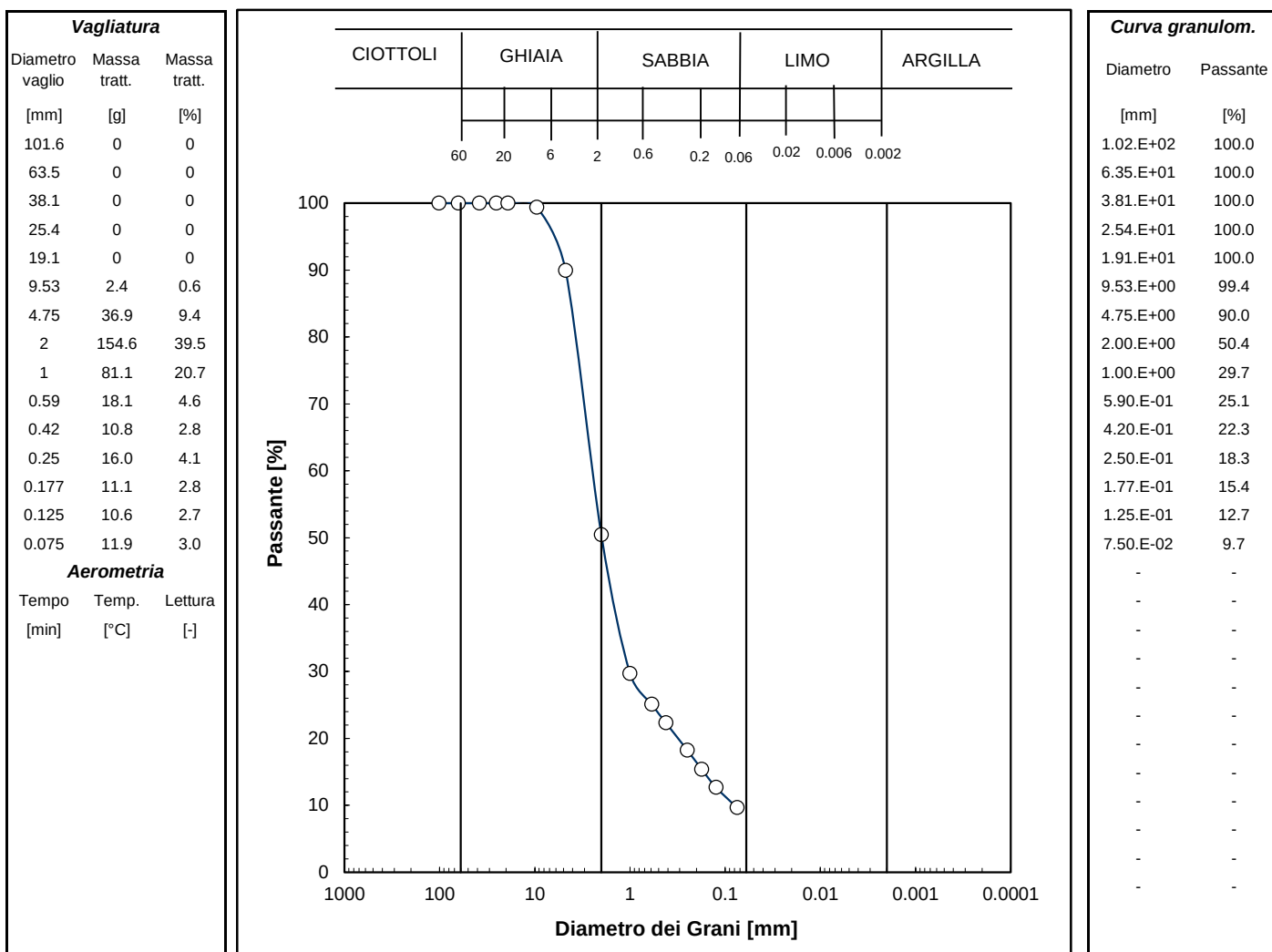
**15 - 15.45**

**Prova:**

**Gr 1**

**Data prova:**

02/07/2021



| Prova | Simbolo | Profondità |       | Massa secca materiale | Metodo preparazione materiale | % < 0.075mm | % CIOTTOLI | % GHIAIA | % SABBIA | % LIMO | % ARGILLA | Massa materiale aerometria | L max | D <sub>60</sub> | D <sub>50</sub> |
|-------|---------|------------|-------|-----------------------|-------------------------------|-------------|------------|----------|----------|--------|-----------|----------------------------|-------|-----------------|-----------------|
|       |         | da m       | a m   | [g]                   |                               |             |            |          |          |        |           | [g]                        | [mm]  |                 |                 |
| Gr 1  | x       | 15.00      | 15.45 | 391.2                 | VIA UMIDA                     | 10          | -          | 50       | 42       | 8*     | 9*        | 0                          | -     | 2.5.E+00        | 2.0.E+00        |

NOTE:



## DESCRIZIONE CAMPIONE RIMANEGGIATO E CARATTERISTICHE GENERALI

D.P.R. 06.06.2001 n.380 - Circ. 7618/STC del 08.09.2010 Autorizzazione n° 55126 del 12 luglio 2006 - Settori A e B

| rev. | data emiss. | sperimentatore | direttore |
|------|-------------|----------------|-----------|
| 0    | 09/07/2021  | Angeloni       | Saccenti  |

N° verbale di accettazione: 053/2021

N° certificato di prova:

|                                 |                             |
|---------------------------------|-----------------------------|
| <b>Committente:</b>             | <b>SAIPEM</b>               |
| <b>Cantiere:</b>                | <b>Impianto SRG Messina</b> |
| <b>Sondaggio:</b>               | <b>S2</b>                   |
| <b>Campione:</b>                | <b>CR6</b>                  |
| <b>Profondità prelievo [m]:</b> | <b>18.00 - 18.45</b>        |
| <b>Prova:</b>                   | <b>Dc</b>                   |
| <b>Data fine descrizione:</b>   | <b>09/07/2021</b>           |

### Dati Generali del Campione

Tipo contenitore: Sacchetto PVC  
Forma campione: -  
Dimensioni Campione:  $\Phi =$  - cm L= - cm  
Classe del terreno: 1

### Descrizione

(Normativa di riferimento: AGI 1977)

Sabbia con ghiaia limosa con tracce di argilla

### Risultati caratteristiche generali

| Prova | Risultato della prova | Normativa di riferimento | N° certificato di prova |
|-------|-----------------------|--------------------------|-------------------------|
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| Gr 1  | -                     | ASTM D422/90             |                         |

### Note:

-

| rev. | data emiss. | sperimentatore | direttore |
|------|-------------|----------------|-----------|
| 0    | 09/07/2021  | Angeloni       | Saccenti  |

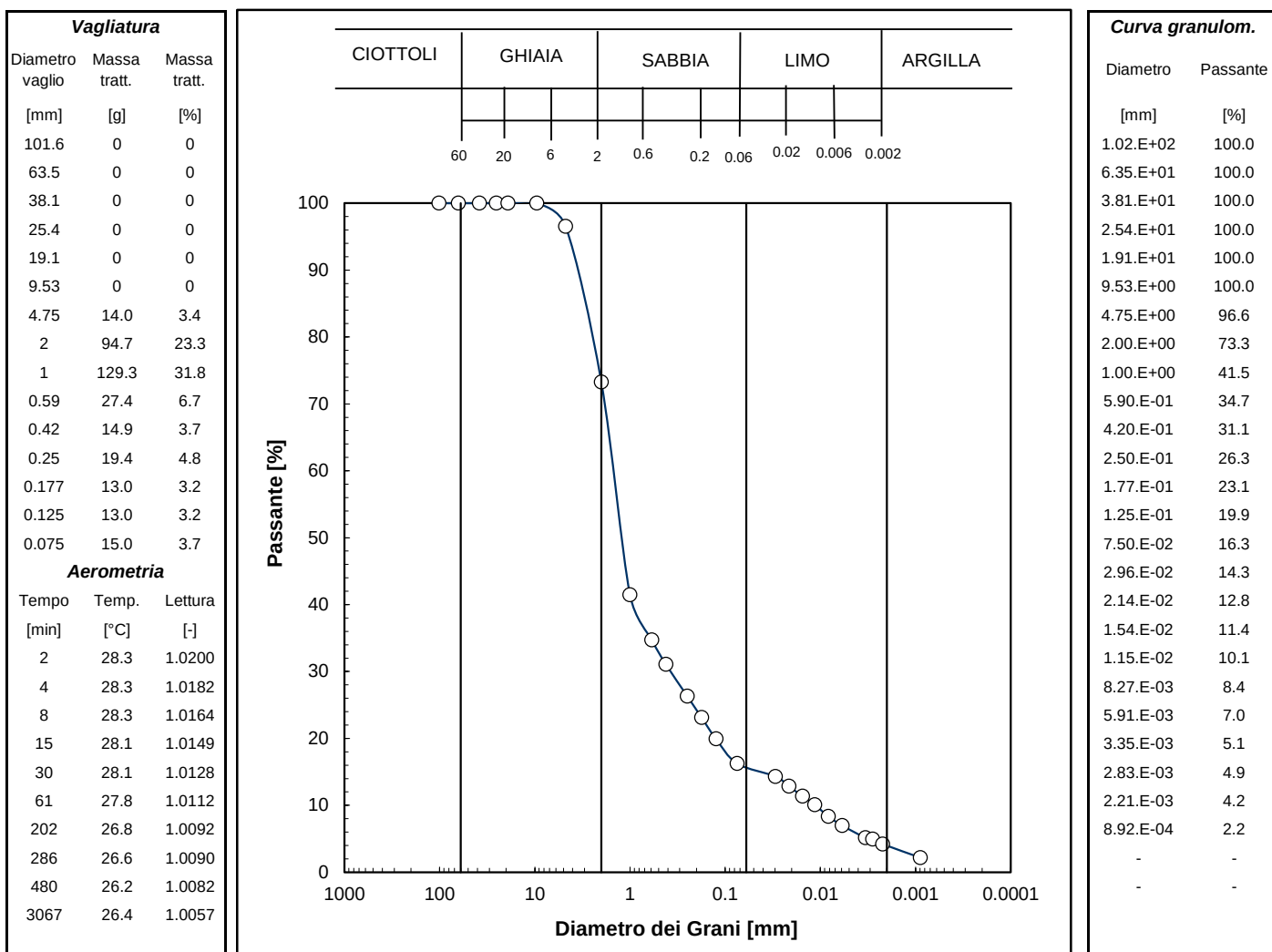
Normativa di riferimento: ASTM D422

Classificazione di riferimento: AGI 1977

N° certificato di prova:

N° verbale di accettazione: 053/2021

|                                 |                             |
|---------------------------------|-----------------------------|
| <b>Committente:</b>             | <b>SAIPEM</b>               |
| <b>Cantiere:</b>                | <b>Impianto SRG Messina</b> |
| <b>Sondaggio:</b>               | <b>S2</b>                   |
| <b>Campione:</b>                | <b>CR6</b>                  |
| <b>Profondità prelievo [m]:</b> | <b>18 - 18.45</b>           |
| <b>Prova:</b>                   | <b>Gr 1</b>                 |
| <b>Data prova:</b>              | <b>01/07/2021</b>           |



| Prova | Simbolo | Profondità |       | Massa secca materiale [g] | Metodo preparazione materiale | % < 0.075mm | % CIOTTOLI | % GHIAIA | % SABBIA | % LIMO | % ARGILLA | Massa materiale aerometria [g] | L max [mm] | D <sub>60</sub> [mm] | D <sub>50</sub> [mm] |
|-------|---------|------------|-------|---------------------------|-------------------------------|-------------|------------|----------|----------|--------|-----------|--------------------------------|------------|----------------------|----------------------|
|       |         | da m       | a m   |                           |                               |             |            |          |          |        |           |                                |            |                      |                      |
| Gr 1  | x       | 18.00      | 18.45 | 406.5                     | VIA UMIDA                     | 16          | -          | 27       | 57       | 12     | 4         | 31                             | -          | 1.5.E+00             | 1.2.E+00             |

NOTE:





## DESCRIZIONE CAMPIONE RIMANEGGIATO E CARATTERISTICHE GENERALI

D.P.R. 06.06.2001 n.380 - Circ. 7618/STC del 08.09.2010 Autorizzazione n° 55126 del 12 luglio 2006 - Settori A e B

| rev. | data emiss. | sperimentatore | direttore |
|------|-------------|----------------|-----------|
| 0    | 06/07/2021  | Angeloni       | Saccenti  |

N° verbale di accettazione: 053/2021

N° certificato di prova:

|                                 |                             |
|---------------------------------|-----------------------------|
| <b>Committente:</b>             | <b>SAIPEM</b>               |
| <b>Cantiere:</b>                | <b>Impianto SRG Messina</b> |
| <b>Sondaggio:</b>               | <b>S3</b>                   |
| <b>Campione:</b>                | <b>CR1</b>                  |
| <b>Profondità prelievo [m]:</b> | <b>3.00 - 3.45</b>          |
| <b>Prova:</b>                   | <b>Dc</b>                   |
| <b>Data fine descrizione:</b>   | <b>06/07/2021</b>           |

### Dati Generali del Campione

Tipo contenitore: Sacchetto PVC  
Forma campione: -  
Dimensioni Campione:  $\Phi =$  - cm L= - cm  
Classe del terreno: 1

### Descrizione

(Normativa di riferimento: AGI 1977)

Sabbia con ghiaia con tracce di limo

### Risultati caratteristiche generali

| Prova | Risultato della prova | Normativa di riferimento | N° certificato di prova |
|-------|-----------------------|--------------------------|-------------------------|
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| Gr 1  | -                     | ASTM D422/90             |                         |

### Note:

-

| rev. | data emiss. | sperimentatore | direttore |
|------|-------------|----------------|-----------|
| 0    | 06/07/2021  | Angeloni       | Saccenti  |

Normativa di riferimento: ASTM D422

*Classificazione di riferimento: AGI 1977*

*N° certificato di prova:*

*N° verbale di accettazione: 053/2021*

**Committente:**

**SAIPEM**

**Cantiere:**

## Impianto SRG Messina

## Sondaggio:

**S3**

**Campione:**

CR1

**Profondità prelievo [m]:**

3 - 3.45

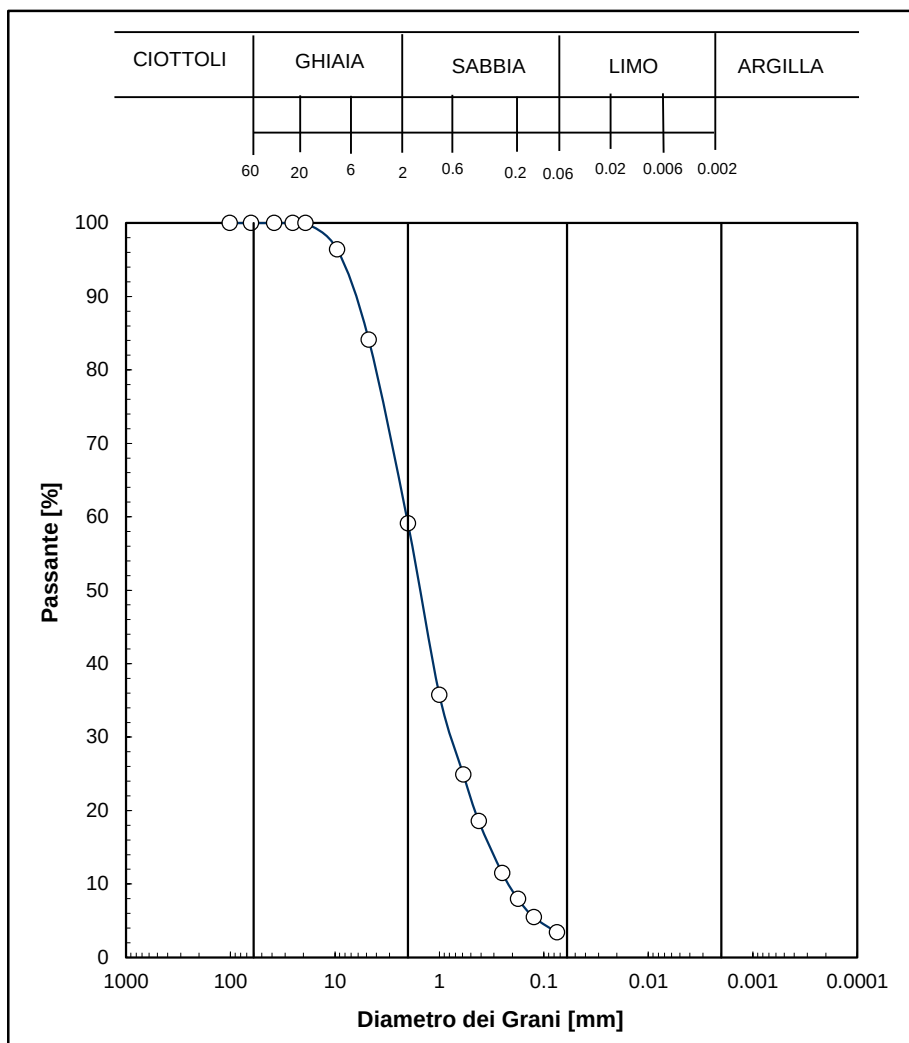
**Prova:**

**Gr 1**

**Data prova:**

01/07/2021

| Vagliatura         |                 |                 |
|--------------------|-----------------|-----------------|
| Diametro<br>vaglio | Massa<br>tratt. | Massa<br>tratt. |
| [mm]               | [g]             | [%]             |
| 101.6              | 0               | 0               |
| 63.5               | 0               | 0               |
| 38.1               | 0               | 0               |
| 25.4               | 0               | 0               |
| 19.1               | 0               | 0               |
| 9.53               | 4.5             | 3.6             |
| 4.75               | 15.4            | 12.3            |
| 2                  | 31.5            | 25.0            |
| 1                  | 29.3            | 23.3            |
| 0.59               | 13.6            | 10.8            |
| 0.42               | 8.0             | 6.4             |
| 0.25               | 8.9             | 7.1             |
| 0.177              | 4.4             | 3.5             |
| 0.125              | 3.1             | 2.5             |
| 0.075              | 2.6             | 2.1             |
| Aerometria         |                 |                 |
| Tempo              | Temp.           | Lettura         |
| [min]              | [°C]            | [-]             |

[illegible]

| Prova | Simbolo | Profondità |      | Massa secca materiale | Metodo preparazione materiale | % < 0.075mm | % CIOTTOLI | % GHIAIA | % SABBIA | % LIMO | % ARGILLA | Massa materiale aerometria | L max | D <sub>60</sub> | D <sub>50</sub> |
|-------|---------|------------|------|-----------------------|-------------------------------|-------------|------------|----------|----------|--------|-----------|----------------------------|-------|-----------------|-----------------|
|       |         | da m       | a m  | [g]                   |                               |             |            |          |          |        |           | [g]                        | [mm]  |                 |                 |
| Gr 1  | x       | 3.00       | 3.45 | 125.7                 | VIA UMIDA                     | 3           | -          | 41       | 57       | 2*     | 0*        | 0                          | -     | 2.1.E+00        | 1.5.E+00        |

NOTE:



## DESCRIZIONE CAMPIONE RIMANEGGIATO E CARATTERISTICHE GENERALI

D.P.R. 06.06.2001 n.380 - Circ. 7618/STC del 08.09.2010 Autorizzazione n° 55126 del 12 luglio 2006 - Settori A e B

| rev. | data emiss. | sperimentatore | direttore |
|------|-------------|----------------|-----------|
| 0    | 06/07/2021  | Angeloni       | Saccenti  |

N° verbale di accettazione: 053/2021

N° certificato di prova:

|                                 |                             |
|---------------------------------|-----------------------------|
| <b>Committente:</b>             | <b>SAIPEM</b>               |
| <b>Cantiere:</b>                | <b>Impianto SRG Messina</b> |
| <b>Sondaggio:</b>               | <b>S3</b>                   |
| <b>Campione:</b>                | <b>CR2</b>                  |
| <b>Profondità prelievo [m]:</b> | <b>6.00 - 6.45</b>          |
| <b>Prova:</b>                   | <b>Dc</b>                   |
| <b>Data fine descrizione:</b>   | <b>06/07/2021</b>           |

### Dati Generali del Campione

Tipo contenitore: Sacchetto PVC  
Forma campione: -  
Dimensioni Campione:  $\Phi =$  - cm L= - cm  
Classe del terreno: 1

### Descrizione

(Normativa di riferimento: AGI 1977)

Ghiaia con sabbia debolmente limosa

### Risultati caratteristiche generali

| Prova | Risultato della prova | Normativa di riferimento | N° certificato di prova |
|-------|-----------------------|--------------------------|-------------------------|
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| Gr 1  | -                     | ASTM D422/90             |                         |

### Note:

-

| rev. | data emiss. | sperimentatore | direttore |
|------|-------------|----------------|-----------|
| 0    | 06/07/2021  | Angeloni       | Saccenti  |

Normativa di riferimento: ASTM D422

*Classificazione di riferimento: AGI 1977*

*N° certificato di prova:*

*N° verbale di accettazione: 053/2021*

**Committente:**

SAIPEM

**Cantiere:**

## Impianto SRG Messina

## Sondaggio:

**S3**

**Campione:**

CR2

Profondità prelievo [m]:

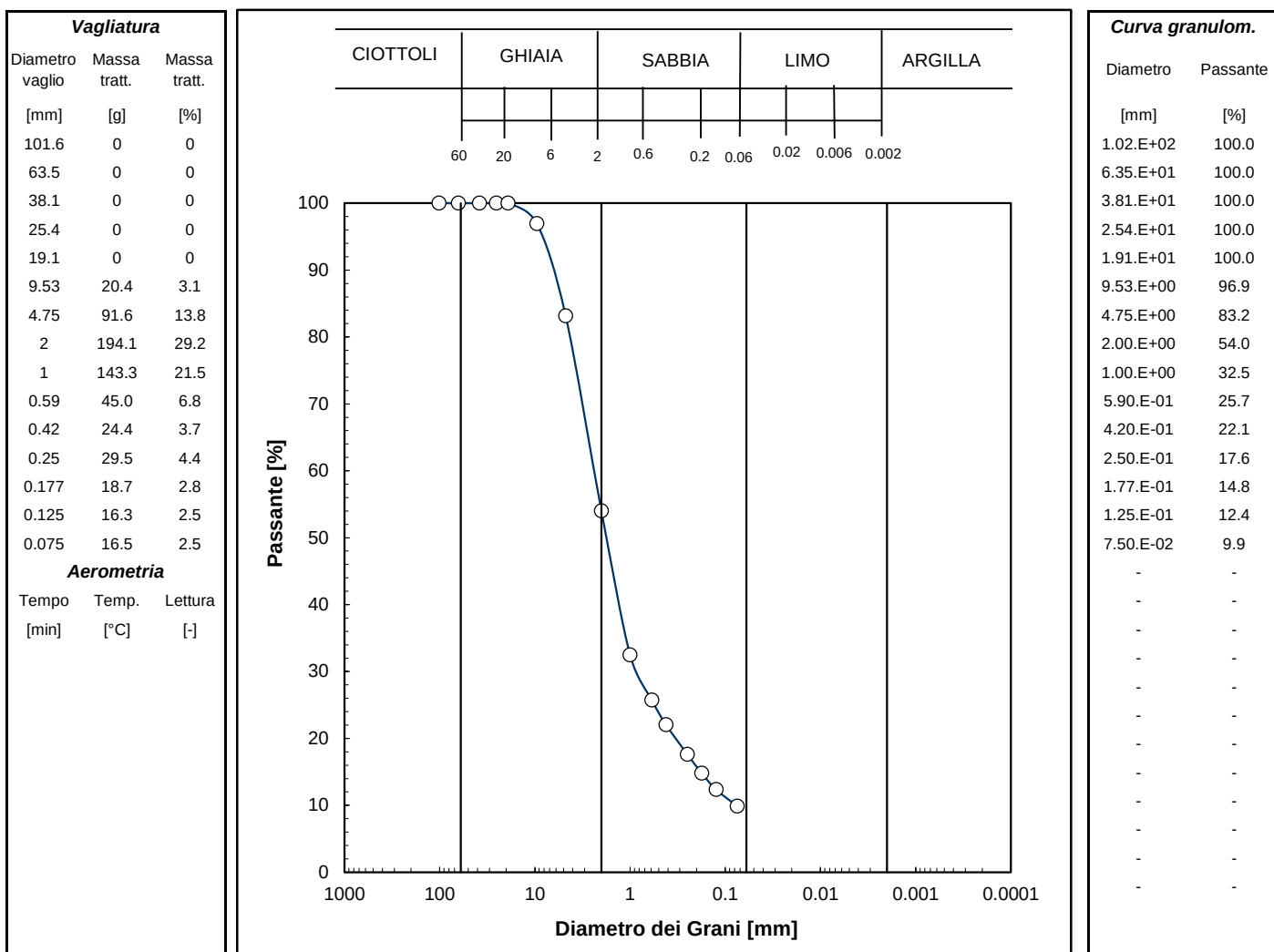
6 - 6,45

**Prova:**

**Gr 1**

**Data prova:**

01/07/2021



| Prova | Simbolo | Profondità |      | Massa secca materiale | Metodo preparazione materiale | % < 0.075mm | % CIOTTOLI | % GHIAIA | % SABBIA | % LIMO | % ARGILLA | Massa materiale aerometria | L max | D <sub>60</sub> | D <sub>50</sub> |
|-------|---------|------------|------|-----------------------|-------------------------------|-------------|------------|----------|----------|--------|-----------|----------------------------|-------|-----------------|-----------------|
|       |         | da m       | a m  | [g]                   |                               |             |            |          |          |        |           | [g]                        | [mm]  |                 |                 |
| Gr 1  | x       | 6.00       | 6.45 | 665.5                 | VIA UMIDA                     | 10          | -          | 46       | 45       | 9*     | 0*        | 0                          | -     | 2.4.E+00        | 1.8.E+00        |

NOTE:



## DESCRIZIONE CAMPIONE RIMANEGGIATO E CARATTERISTICHE GENERALI

D.P.R. 06.06.2001 n.380 - Circ. 7618/STC del 08.09.2010 Autorizzazione n° 55126 del 12 luglio 2006 - Settori A e B

| rev. | data emiss. | sperimentatore | direttore |
|------|-------------|----------------|-----------|
| 0    | 06/07/2021  | Angeloni       | Saccenti  |

N° verbale di accettazione: 053/2021

N° certificato di prova:

|                                 |                             |
|---------------------------------|-----------------------------|
| <b>Committente:</b>             | <b>SAIPEM</b>               |
| <b>Cantiere:</b>                | <b>Impianto SRG Messina</b> |
| <b>Sondaggio:</b>               | <b>S3</b>                   |
| <b>Campione:</b>                | <b>CR4</b>                  |
| <b>Profondità prelievo [m]:</b> | <b>10.00 - 10.45</b>        |
| <b>Prova:</b>                   | <b>Dc</b>                   |
| <b>Data fine descrizione:</b>   | <b>06/07/2021</b>           |

### Dati Generali del Campione

Tipo contenitore: Sacchetto PVC  
Forma campione: -  
Dimensioni Campione:  $\Phi =$  - cm L= - cm  
Classe del terreno: 1

### Descrizione

(Normativa di riferimento: AGI 1977)

Ghiaia con sabbia debolmente limosa

### Risultati caratteristiche generali

| Prova | Risultato della prova | Normativa di riferimento | N° certificato di prova |
|-------|-----------------------|--------------------------|-------------------------|
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| Gr 1  | -                     | ASTM D422/90             |                         |

### Note:

-



| rev. | data emiss. | sperimentatore | direttore |
|------|-------------|----------------|-----------|
| 0    | 06/07/2021  | Angeloni       | Saccenti  |

Normativa di riferimento: ASTM D422

*Classificazione di riferimento: AGI 1977*

*N° certificato di prova:*

*N° verbale di accettazione: 053/2021*

**Committente:**

SAIPEM

**Cantiere:**

## Impianto SRG Messina

## Sondaggio:

**S3**

**Campione:**

CR4

Profondità prelievo [m]:

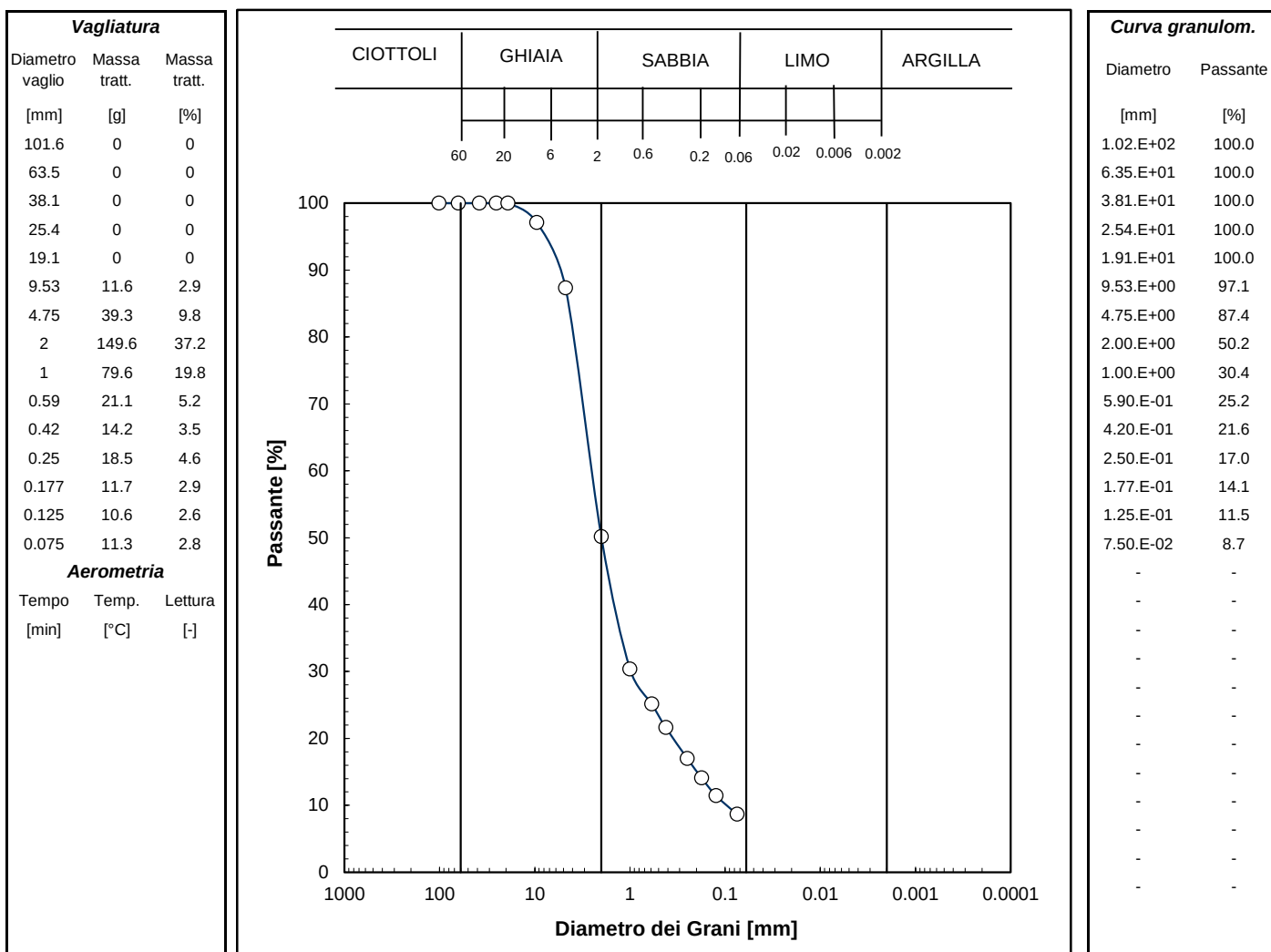
**10 - 10.45**

**Prova:**

**Gr 1**

**Data prova:**

01/07/2021



| Prova | Simbolo | Profondità |       | Massa secca materiale | Metodo preparazione materiale | % < 0.075mm | % CIOTTOLI | % GHIAIA | % SABBIA | % LIMO | % ARGILLA | Massa materiale aerometria | L max | D <sub>60</sub> | D <sub>50</sub> |
|-------|---------|------------|-------|-----------------------|-------------------------------|-------------|------------|----------|----------|--------|-----------|----------------------------|-------|-----------------|-----------------|
|       |         | da m       | a m   | [g]                   |                               |             |            |          |          |        |           | [g]                        |       |                 |                 |
| Gr 1  | x       | 10.00      | 10.45 | 402.4                 | VIA UMIDA                     | 9           | -          | 50       | 43       | 7*     | 9*        | 0                          | -     | 2.5.E+00        | 2.0.E+00        |

NOTE:



## DESCRIZIONE CAMPIONE RIMANEGGIATO E CARATTERISTICHE GENERALI

D.P.R. 06.06.2001 n.380 - Circ. 7618/STC del 08.09.2010 Autorizzazione n° 55126 del 12 luglio 2006 - Settori A e B

| rev. | data emiss. | sperimentatore | direttore |
|------|-------------|----------------|-----------|
| 0    | 09/07/2021  | Angeloni       | Saccenti  |

N° verbale di accettazione: 053/2021

N° certificato di prova:

|                                 |                             |
|---------------------------------|-----------------------------|
| <b>Committente:</b>             | <b>SAIPEM</b>               |
| <b>Cantiere:</b>                | <b>Impianto SRG Messina</b> |
| <b>Sondaggio:</b>               | <b>S3</b>                   |
| <b>Campione:</b>                | <b>CR5</b>                  |
| <b>Profondità prelievo [m]:</b> | <b>12.00 - 12.45</b>        |
| <b>Prova:</b>                   | <b>Dc</b>                   |
| <b>Data fine descrizione:</b>   | <b>09/07/2021</b>           |

### Dati Generali del Campione

Tipo contenitore: Sacchetto PVC  
Forma campione: -  
Dimensioni Campione:  $\Phi =$  - cm L= - cm  
Classe del terreno: 1

### Descrizione

(Normativa di riferimento: AGI 1977)

Sabbia con ghiaia limosa con tracce di argilla

### Risultati caratteristiche generali

| Prova | Risultato della prova | Normativa di riferimento | N° certificato di prova |
|-------|-----------------------|--------------------------|-------------------------|
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| Gr 1  | -                     | ASTM D422/90             |                         |

### Note:

-

| rev. | data emiss. | sperimentatore | direttore |
|------|-------------|----------------|-----------|
| 0    | 09/07/2021  | Angeloni       | Saccenti  |

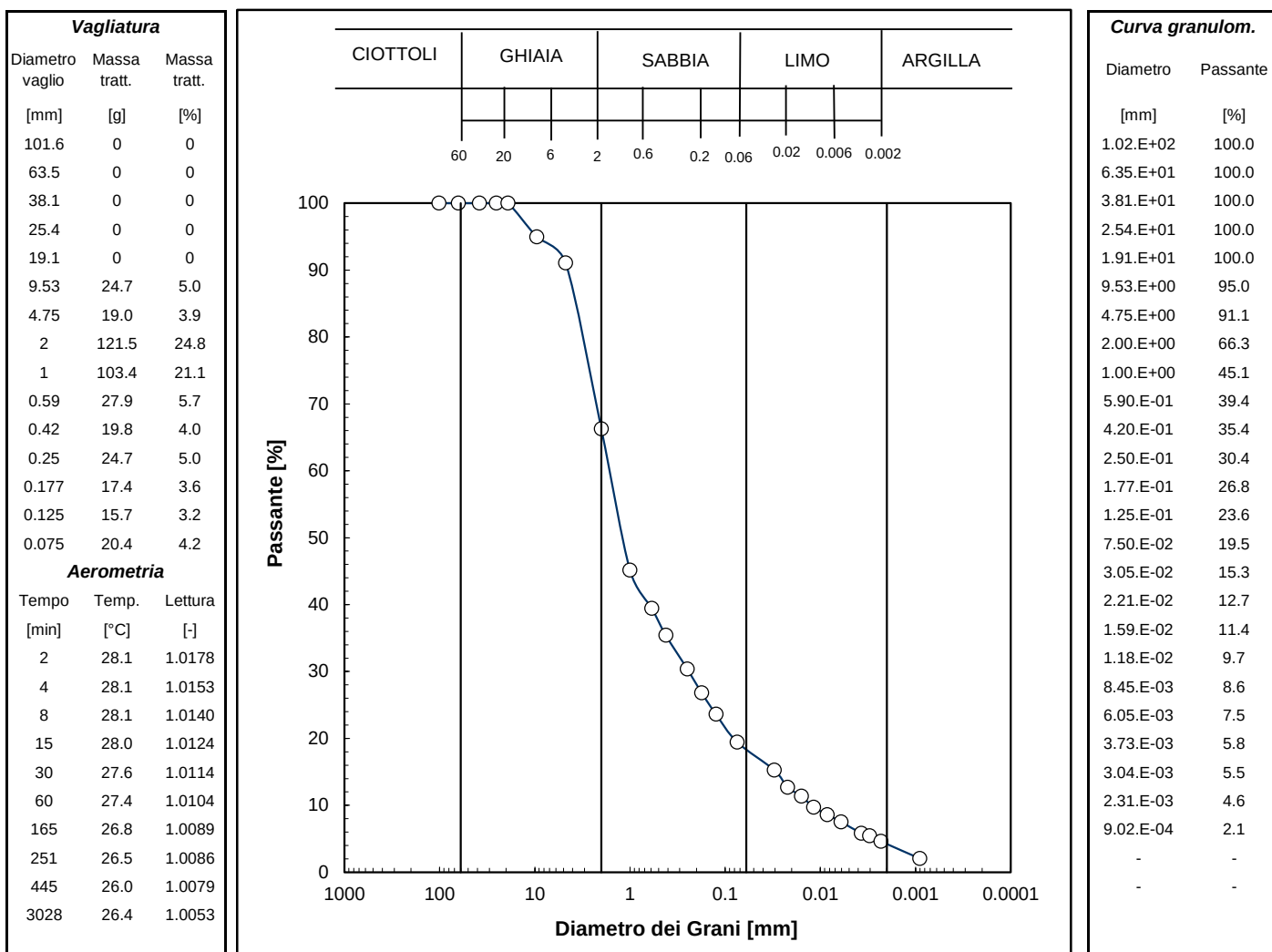
Normativa di riferimento: ASTM D422

Classificazione di riferimento: AGI 1977

N° certificato di prova:

N° verbale di accettazione: 053/2021

|                                 |                             |
|---------------------------------|-----------------------------|
| <b>Committente:</b>             | <b>SAIPEM</b>               |
| <b>Cantiere:</b>                | <b>Impianto SRG Messina</b> |
| <b>Sondaggio:</b>               | <b>S3</b>                   |
| <b>Campione:</b>                | <b>CR5</b>                  |
| <b>Profondità prelievo [m]:</b> | <b>12 - 12.45</b>           |
| <b>Prova:</b>                   | <b>Gr 1</b>                 |
| <b>Data prova:</b>              | <b>01/07/2021</b>           |



| Prova | Simbolo | Profondità |       | Massa secca materiale [g] | Metodo preparazione materiale | % < 0.075mm | % CIOTTOLI | % GHIAIA | % SABBIA | % LIMO | % ARGILLA | Massa materiale aerometria [g] | L max [mm] | D <sub>60</sub> [mm] | D <sub>50</sub> [mm] |
|-------|---------|------------|-------|---------------------------|-------------------------------|-------------|------------|----------|----------|--------|-----------|--------------------------------|------------|----------------------|----------------------|
|       |         | da m       | a m   |                           |                               |             |            |          |          |        |           |                                |            |                      |                      |
| Gr 1  | x       | 12.00      | 12.45 | 489.7                     | VIA UMIDA                     | 19          | -          | 34       | 48       | 14     | 4         | 30                             | -          | 1.6.E+00             | 1.2.E+00             |

NOTE:



## DESCRIZIONE CAMPIONE RIMANEGGIATO E CARATTERISTICHE GENERALI

D.P.R. 06.06.2001 n.380 - Circ. 7618/STC del 08.09.2010 Autorizzazione n° 55126 del 12 luglio 2006 - Settori A e B

| rev. | data emiss. | sperimentatore | direttore |
|------|-------------|----------------|-----------|
| 0    | 06/07/2021  | Angeloni       | Saccenti  |

N° verbale di accettazione: 053/2021

N° certificato di prova:

|                                 |                             |
|---------------------------------|-----------------------------|
| <b>Committente:</b>             | <b>SAIPEM</b>               |
| <b>Cantiere:</b>                | <b>Impianto SRG Messina</b> |
| <b>Sondaggio:</b>               | <b>S3</b>                   |
| <b>Campione:</b>                | <b>CR7</b>                  |
| <b>Profondità prelievo [m]:</b> | <b>18.00 - 18.45</b>        |
| <b>Prova:</b>                   | <b>Dc</b>                   |
| <b>Data fine descrizione:</b>   | <b>06/07/2021</b>           |

### Dati Generali del Campione

Tipo contenitore: Sacchetto PVC  
Forma campione: -  
Dimensioni Campione:  $\Phi =$  - cm L= - cm  
Classe del terreno: 1

### Descrizione

(Normativa di riferimento: AGI 1977)

Sabbia con ghiaia debolmente limosa

### Risultati caratteristiche generali

| Prova | Risultato della prova | Normativa di riferimento | N° certificato di prova |
|-------|-----------------------|--------------------------|-------------------------|
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| Gr 1  | -                     | ASTM D422/90             |                         |

### Note:

-

| rev. | data emiss. | sperimentatore | direttore |
|------|-------------|----------------|-----------|
| 0    | 06/07/2021  | Angeloni       | Saccenti  |

Normativa di riferimento: ASTM D422

*Classificazione di riferimento: AGI 1977*

*N° certificato di prova:*

*N° verbale di accettazione: 053/2021*

**Committente:**

SAIPEM

**Cantiere:**

## Impianto SRG Messina

## Sondaggio:

**S3**

**Campione:**

CR7

**Profondità prelievo [m]:**

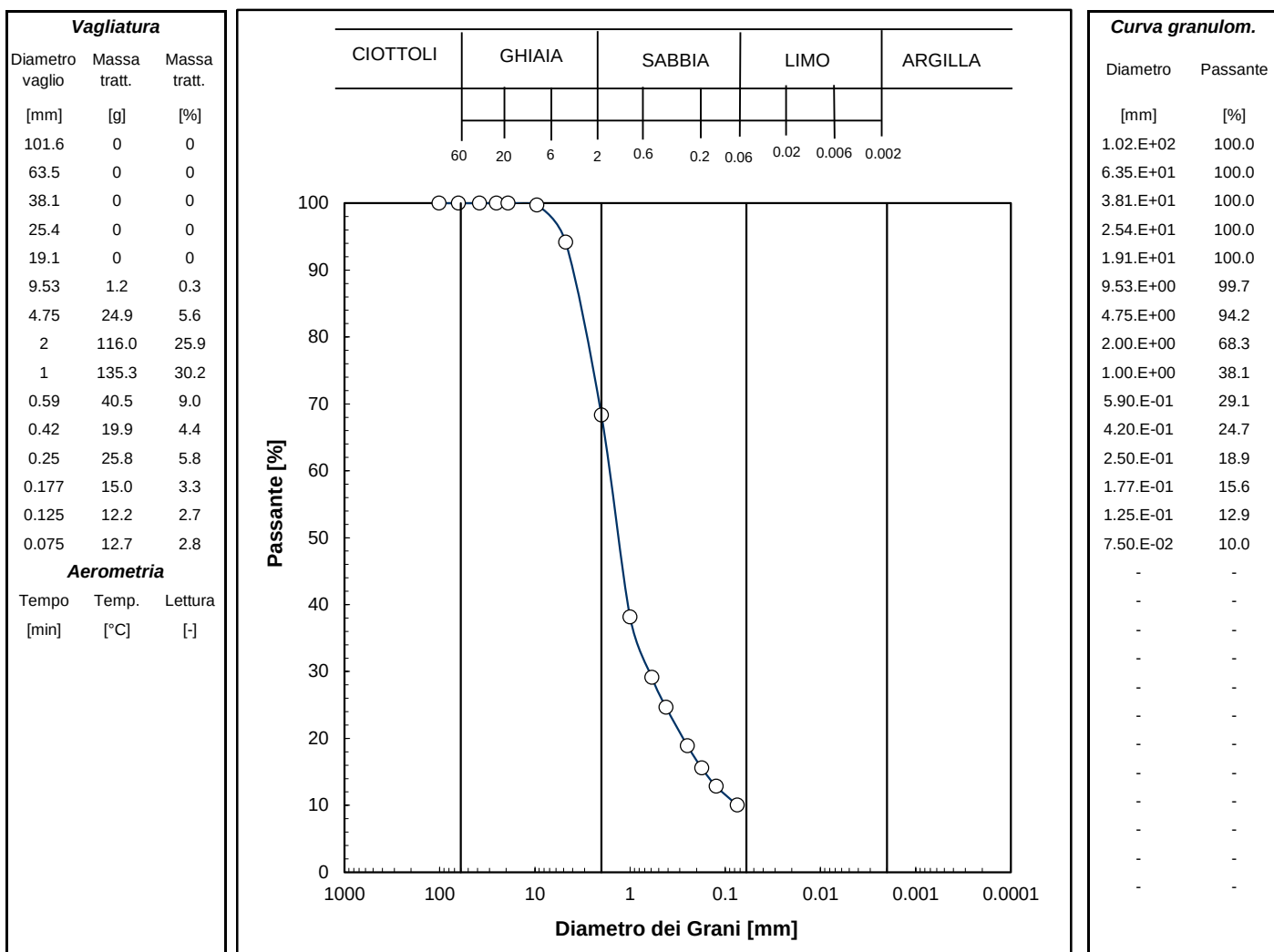
**18 - 18,45**

**Prova:**

**Gr 1**

**Data prova:**

01/07/2021



| Prova | Simbolo | Profondità |       | Massa<br>secca<br>materiale | Metodo preparazione<br>materiale | % < 0.075mm | % CIOTTOLI | % GHIAIA | % SABBIA | % LIMO | % ARGILLA | Massa<br>materiale<br>aerometria | L max | D <sub>60</sub> | D <sub>50</sub> |
|-------|---------|------------|-------|-----------------------------|----------------------------------|-------------|------------|----------|----------|--------|-----------|----------------------------------|-------|-----------------|-----------------|
|       |         | da m       | a m   | [g]                         |                                  |             |            |          |          |        |           | [g]                              | [mm]  |                 |                 |
| Gr 1  | x       | 18.00      | 18.45 | 448.5                       | VIA UMIDA                        | 10          | -          | 32       | 60       | 9*     | 0*        | 0                                | -     | 1.7.E+00        | 1.3.E+00        |

NOTE:





## DESCRIZIONE CAMPIONE RIMANEGGIATO E CARATTERISTICHE GENERALI

D.P.R. 06.06.2001 n.380 - Circ. 7618/STC del 08.09.2010 Autorizzazione n° 55126 del 12 luglio 2006 - Settori A e B

| rev. | data emiss. | sperimentatore | direttore |
|------|-------------|----------------|-----------|
| 0    | 09/07/2021  | Angeloni       | Saccenti  |

N° verbale di accettazione: 053/2021

N° certificato di prova:

|                                 |                             |
|---------------------------------|-----------------------------|
| <b>Committente:</b>             | <b>SAIPEM</b>               |
| <b>Cantiere:</b>                | <b>Impianto SRG Messina</b> |
| <b>Sondaggio:</b>               | <b>S6</b>                   |
| <b>Campione:</b>                | <b>CR1</b>                  |
| <b>Profondità prelievo [m]:</b> | <b>2.00 - 2.45</b>          |
| <b>Prova:</b>                   | <b>Dc</b>                   |
| <b>Data fine descrizione:</b>   | <b>09/07/2021</b>           |

### Dati Generali del Campione

Tipo contenitore: Sacchetto PVC  
Forma campione: -  
Dimensioni Campione:  $\Phi =$  - cm L= - cm  
Classe del terreno: 1

### Descrizione

(Normativa di riferimento: AGI 1977)

Ghiaia con sabbia debolmente limosa

### Risultati caratteristiche generali

| Prova | Risultato della prova | Normativa di riferimento | N° certificato di prova |
|-------|-----------------------|--------------------------|-------------------------|
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| Gr 1  | -                     | ASTM D422/90             |                         |

### Note:

-

| rev. | data emiss. | sperimentatore | direttore |
|------|-------------|----------------|-----------|
| 0    | 09/07/2021  | Angeloni       | Saccenti  |

Normativa di riferimento: ASTM D422

*Classificazione di riferimento: AGI 1977*

*N° certificato di prova:*

*N° verbale di accettazione: 053/2021*

**Committente:**

SAIPEM

**Cantiere:**

## Impianto SRG Messina

## Sondaggio:

**S6**

**Campione:**

CR1

**Profondità prelievo [m]:**

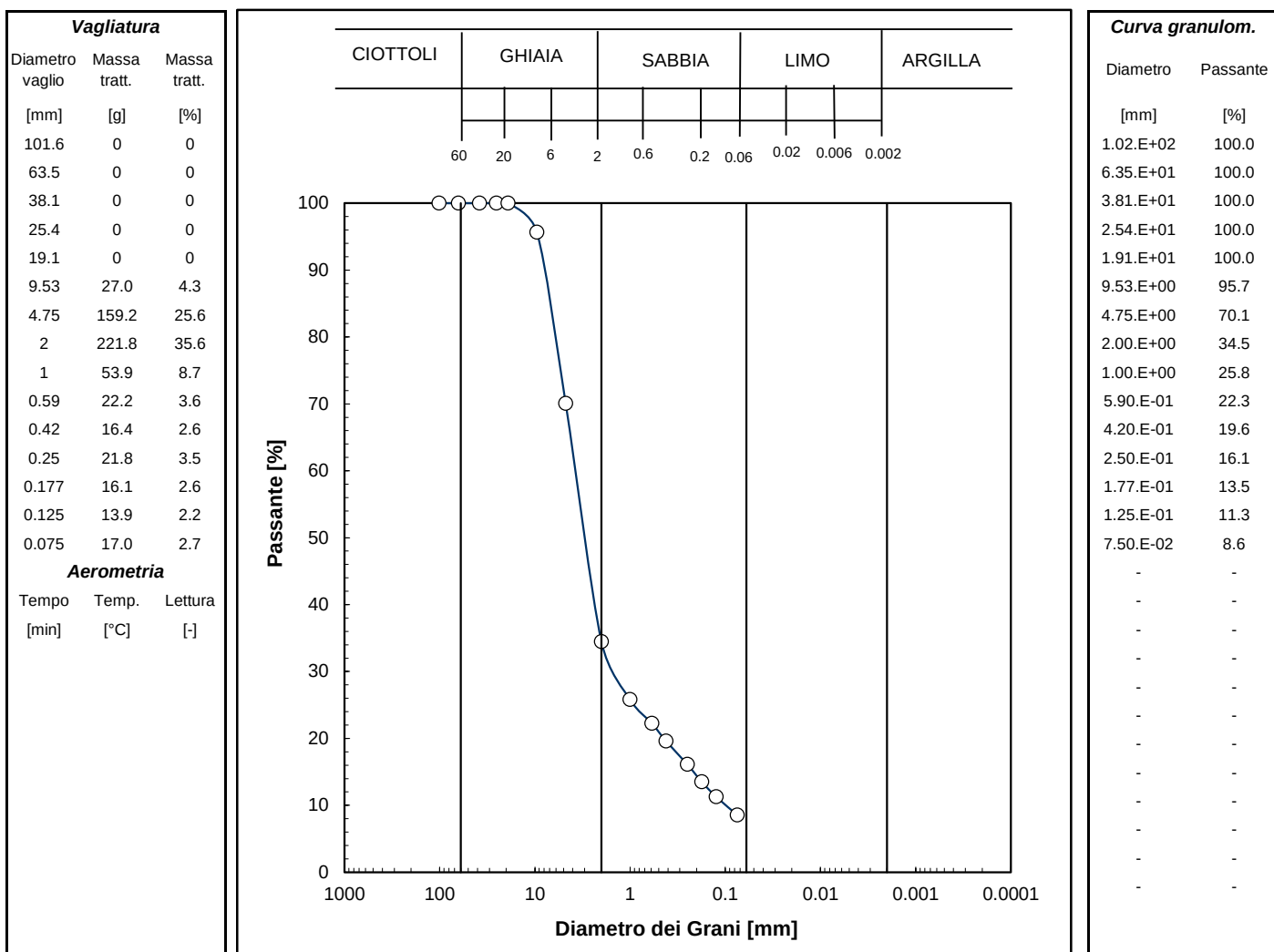
2 - 2,45

**Prova:**

**Gr 1**

**Data prova:**

01/07/2021



| Prova | Simbolo | Profondità |      | Massa secca materiale | Metodo preparazione materiale | % < 0.075mm | % CIOTTOLI | % GHIAIA | % SABBIA | % LIMO | % ARGILLA | Massa materiale aerometria | L max | D <sub>60</sub> | D <sub>50</sub> |
|-------|---------|------------|------|-----------------------|-------------------------------|-------------|------------|----------|----------|--------|-----------|----------------------------|-------|-----------------|-----------------|
|       |         | da m       | a m  | [g]                   |                               |             |            |          |          |        |           | [g]                        | [mm]  |                 |                 |
| Gr 1  | x       | 2.00       | 2.45 | 622.7                 | VIA UMIDA                     | 9           | -          | 66       | 27       | 7*     | 0*        | 0                          | -     | 3.7.E+00        | 2.9.E+00        |

NOTE:



## DESCRIZIONE CAMPIONE RIMANEGGIATO E CARATTERISTICHE GENERALI

D.P.R. 06.06.2001 n.380 - Circ. 7618/STC del 08.09.2010 Autorizzazione n° 55126 del 12 luglio 2006 - Settori A e B

| rev. | data emiss. | sperimentatore | direttore |
|------|-------------|----------------|-----------|
| 0    | 09/07/2021  | Angeloni       | Saccenti  |

N° verbale di accettazione: 053/2021

N° certificato di prova:

|                                 |                             |
|---------------------------------|-----------------------------|
| <b>Committente:</b>             | <b>SAIPEM</b>               |
| <b>Cantiere:</b>                | <b>Impianto SRG Messina</b> |
| <b>Sondaggio:</b>               | <b>S6</b>                   |
| <b>Campione:</b>                | <b>CR2</b>                  |
| <b>Profondità prelievo [m]:</b> | <b>4.00 - 4.45</b>          |
| <b>Prova:</b>                   | <b>Dc</b>                   |
| <b>Data fine descrizione:</b>   | <b>09/07/2021</b>           |

### Dati Generali del Campione

Tipo contenitore: Sacchetto PVC  
Forma campione: -  
Dimensioni Campione:  $\Phi =$  - cm L= - cm  
Classe del terreno: 1

### Descrizione

(Normativa di riferimento: AGI 1977)

Sabbia con ghiaia con tracce di limo

### Risultati caratteristiche generali

| Prova | Risultato della prova | Normativa di riferimento | N° certificato di prova |
|-------|-----------------------|--------------------------|-------------------------|
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| Gr 1  | -                     | ASTM D422/90             |                         |

### Note:

-

|      |             |                |           |
|------|-------------|----------------|-----------|
| rev. | data emiss. | sperimentatore | direttore |
| 0    | 09/07/2021  | Angeloni       | Saccenti  |

Normativa di riferimento: ASTM D422

*Classificazione di riferimento: AGI 1977*

*N° certificato di prova:*

*N° verbale di accettazione: 053/2021*

**Committente:**

SAIPEM

**Cantiere:**

## Impianto SRG Messina

## Sondaggio:

**S6**

**Campione:**

CR2

**Profondità prelievo [m]:**

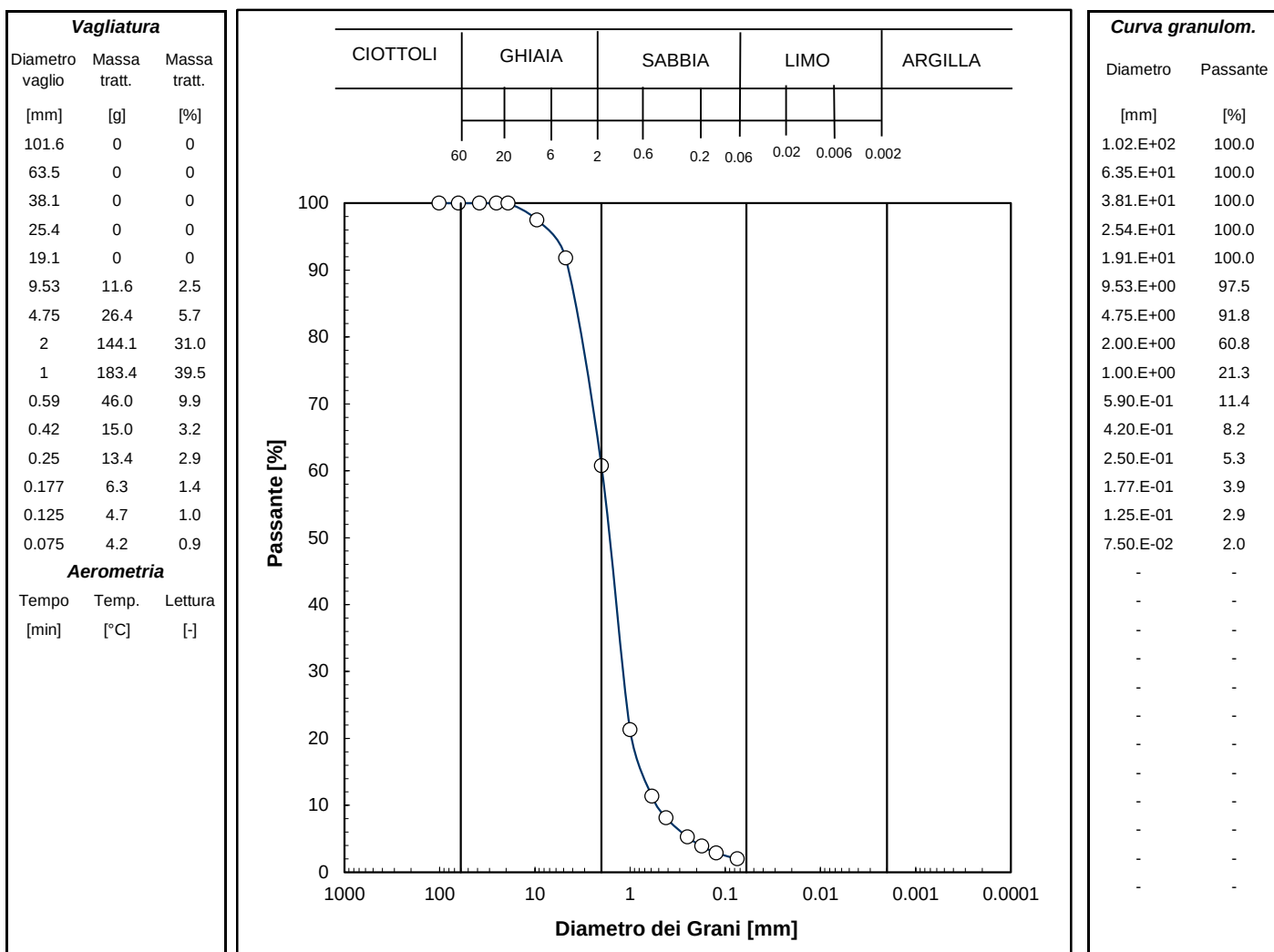
4 - 4,45

**Prova:**

**Gr 1**

**Data prova:**

07/07/2021



| Prova | Simbolo | Profondità |      | Massa secca materiale | Metodo preparazione materiale | % < 0.075mm | % CIOTTOLI | % GHIAIA | % SABBIA | % LIMO | % ARGILLA | Massa materiale aerometria | L max | D <sub>60</sub> | D <sub>50</sub> |
|-------|---------|------------|------|-----------------------|-------------------------------|-------------|------------|----------|----------|--------|-----------|----------------------------|-------|-----------------|-----------------|
|       |         | da m       | a m  | [g]                   |                               |             |            |          |          |        |           | [g]                        | [mm]  |                 |                 |
| Gr 1  | x       | 4.00       | 4.45 | 464.4                 | VIA UMIDA                     | 2           | -          | 39       | 59       | 2*     | 9*        | 0                          | -     | 2.0.E+00        | 1.7.E+00        |

NOTE:



## DESCRIZIONE CAMPIONE RIMANEGGIATO E CARATTERISTICHE GENERALI

D.P.R. 06.06.2001 n.380 - Circ. 7618/STC del 08.09.2010 Autorizzazione n° 55126 del 12 luglio 2006 - Settori A e B

| rev. | data emiss. | sperimentatore | direttore |
|------|-------------|----------------|-----------|
| 0    | 09/07/2021  | Angeloni       | Saccenti  |

N° verbale di accettazione: 053/2021

N° certificato di prova:

|                                 |                             |
|---------------------------------|-----------------------------|
| <b>Committente:</b>             | <b>SAIPEM</b>               |
| <b>Cantiere:</b>                | <b>Impianto SRG Messina</b> |
| <b>Sondaggio:</b>               | <b>S6</b>                   |
| <b>Campione:</b>                | <b>CR5</b>                  |
| <b>Profondità prelievo [m]:</b> | <b>10.00 - 10.45</b>        |
| <b>Prova:</b>                   | <b>Dc</b>                   |
| <b>Data fine descrizione:</b>   | <b>09/07/2021</b>           |

### Dati Generali del Campione

Tipo contenitore: Sacchetto PVC  
Forma campione: -  
Dimensioni Campione:  $\Phi =$  - cm L= - cm  
Classe del terreno: 1

### Descrizione

(Normativa di riferimento: AGI 1977)

Sabbia ghiaiosa

### Risultati caratteristiche generali

| Prova | Risultato della prova | Normativa di riferimento | N° certificato di prova |
|-------|-----------------------|--------------------------|-------------------------|
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| Gr 1  | -                     | ASTM D422/90             |                         |

### Note:

-



| rev. | data emiss. | sperimentatore | direttore |
|------|-------------|----------------|-----------|
| 0    | 09/07/2021  | Angeloni       | Saccenti  |

Normativa di riferimento: ASTM D422

*Classificazione di riferimento: AGI 1977*

*N° certificato di prova:*

*N° verbale di accettazione: 053/2021*

**Committente:**

SAIPEM

**Cantiere:**

## Impianto SRG Messina

## Sondaggio:

**S6**

**Campione:**

CR5

Profondità prelievo [m]:

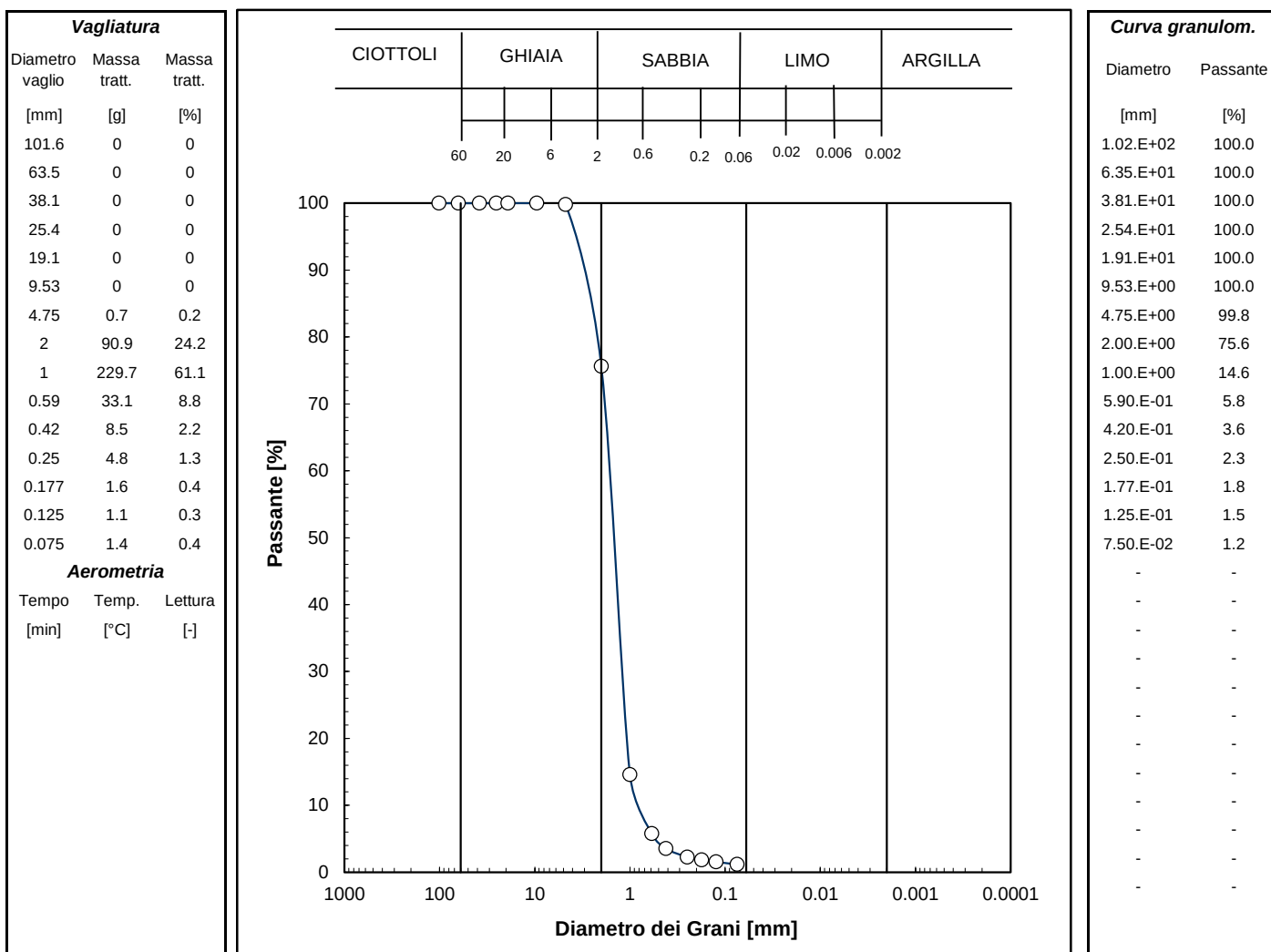
**10 - 10.45**

**Prova:**

**Gr 1**

**Data prova:**

07/07/2021



| Prova | Simbolo | Profondità |       | Massa secca materiale | Metodo preparazione materiale | % < 0.075mm | % CIOTTOLI | % GHIAIA | % SABBIA | % LIMO | % ARGILLA | Massa materiale aerometria | L max | D <sub>60</sub> | D <sub>50</sub> |
|-------|---------|------------|-------|-----------------------|-------------------------------|-------------|------------|----------|----------|--------|-----------|----------------------------|-------|-----------------|-----------------|
|       |         | da m       | a m   | [g]                   |                               |             |            |          |          |        |           | [g]                        | [mm]  |                 |                 |
| Gr 1  | x       | 10.00      | 10.45 | 376.2                 | VIA UMIDA                     | 1           | -          | 24       | 75       | 1*     | 0*        | 0                          | -     | 1.7.E+00        | 1.5.E+00        |

NOTE:



## DESCRIZIONE CAMPIONE RIMANEGGIATO E CARATTERISTICHE GENERALI

D.P.R. 06.06.2001 n.380 - Circ. 7618/STC del 08.09.2010 Autorizzazione n° 55126 del 12 luglio 2006 - Settori A e B

| rev. | data emiss. | sperimentatore | direttore |
|------|-------------|----------------|-----------|
| 0    | 09/07/2021  | Angeloni       | Saccenti  |

N° verbale di accettazione: 053/2021

N° certificato di prova:

|                                 |                             |
|---------------------------------|-----------------------------|
| <b>Committente:</b>             | <b>SAIPEM</b>               |
| <b>Cantiere:</b>                | <b>Impianto SRG Messina</b> |
| <b>Sondaggio:</b>               | <b>S6</b>                   |
| <b>Campione:</b>                | <b>CR7</b>                  |
| <b>Profondità prelievo [m]:</b> | <b>14.00 - 14.45</b>        |
| <b>Prova:</b>                   | <b>Dc</b>                   |
| <b>Data fine descrizione:</b>   | <b>09/07/2021</b>           |

### Dati Generali del Campione

Tipo contenitore: Sacchetto PVC  
Forma campione: -  
Dimensioni Campione:  $\Phi =$  - cm L= - cm  
Classe del terreno: 1

### Descrizione

(Normativa di riferimento: AGI 1977)

Sabbia con ghiaia con tracce di limo

### Risultati caratteristiche generali

| Prova | Risultato della prova | Normativa di riferimento | N° certificato di prova |
|-------|-----------------------|--------------------------|-------------------------|
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| Gr 1  | -                     | ASTM D422/90             |                         |

### Note:

-

| rev. | data emiss. | sperimentatore | direttore |
|------|-------------|----------------|-----------|
| 0    | 09/07/2021  | Angeloni       | Saccenti  |

Normativa di riferimento: ASTM D422

*Classificazione di riferimento: AGI 1977*

*N° certificato di prova:*

*N° verbale di accettazione: 053/2021*

**Committente:**

SAIPEM

**Cantiere:**

## Impianto SRG Messina

## Sondaggio:

**S6**

**Campione:**

CR7

Profondità prelievo [m]:

14 - 14,45

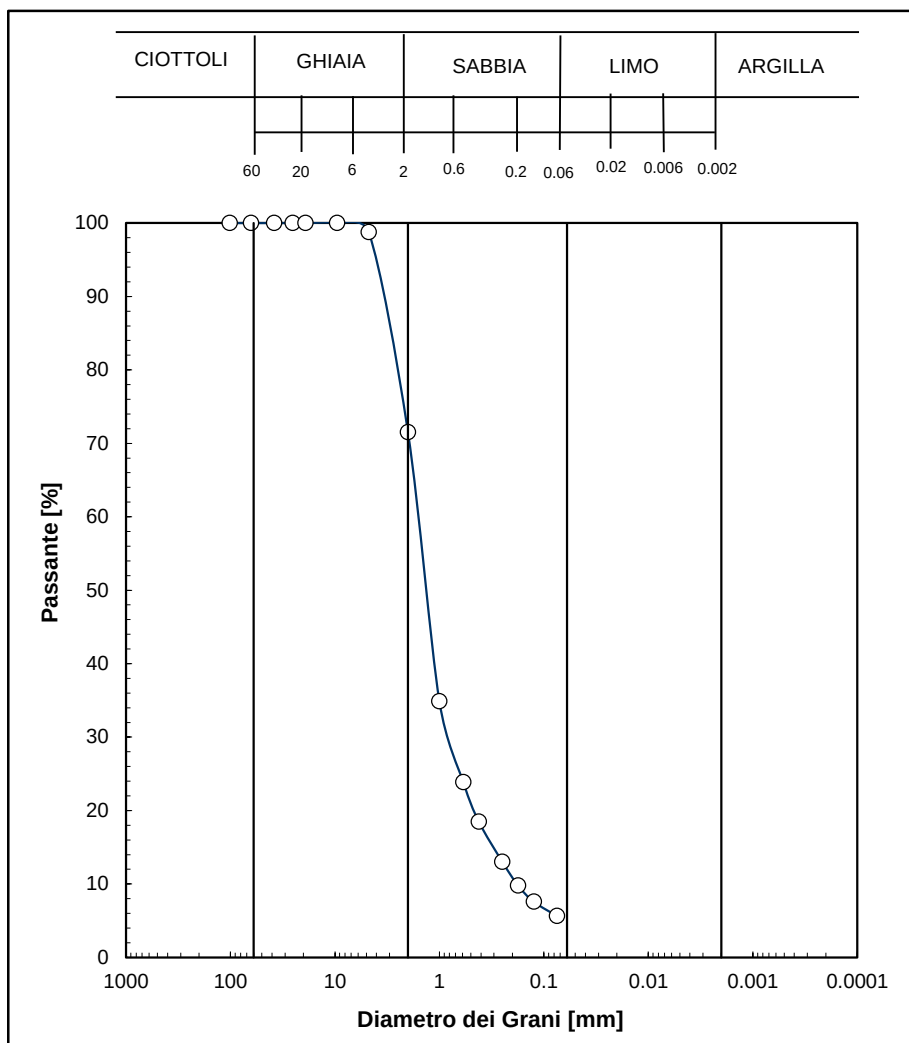
**Prova:**

**Gr 1**

**Data prova:**

07/07/2021

| Vagliatura         |                 |                 |
|--------------------|-----------------|-----------------|
| Diametro<br>vaglio | Massa<br>tratt. | Massa<br>tratt. |
| [mm]               | [g]             | [%]             |
| 101.6              | 0               | 0               |
| 63.5               | 0               | 0               |
| 38.1               | 0               | 0               |
| 25.4               | 0               | 0               |
| 19.1               | 0               | 0               |
| 9.53               | 0               | 0               |
| 4.75               | 3.9             | 1.2             |
| 2                  | 88.0            | 27.3            |
| 1                  | 118.4           | 36.7            |
| 0.59               | 35.6            | 11.0            |
| 0.42               | 17.3            | 5.4             |
| 0.25               | 17.7            | 5.5             |
| 0.177              | 10.4            | 3.2             |
| 0.125              | 7.2             | 2.2             |
| 0.075              | 6.2             | 1.9             |
| Aerometria         |                 |                 |
| Tempo              | Temp.           | Lettura         |
| [min]              | [°C]            | [-]             |

[illegible]

| Prova | Simbolo | Profondità |       | Massa secca materiale | Metodo preparazione materiale | % < 0.075mm | % CIOTTOLI | % GHIAIA | % SABBIA | % LIMO | % ARGILLA | Massa materiale aerometria | L max | D <sub>60</sub> | D <sub>50</sub> |
|-------|---------|------------|-------|-----------------------|-------------------------------|-------------|------------|----------|----------|--------|-----------|----------------------------|-------|-----------------|-----------------|
|       |         | da m       | a m   | [g]                   |                               |             |            |          |          |        |           | [g]                        | [mm]  |                 |                 |
| Gr 1  | x       | 14.00      | 14.45 | 322.9                 | VIA UMIDA                     | 6           | -          | 28       | 67       | 5*     | 9*        | 0                          | -     | 1.6.E+00        | 1.3.E+00        |

NOTE:



## DESCRIZIONE CAMPIONE RIMANEGGIATO E CARATTERISTICHE GENERALI

D.P.R. 06.06.2001 n.380 - Circ. 7618/STC del 08.09.2010 Autorizzazione n° 55126 del 12 luglio 2006 - Settori A e B

| rev. | data emiss. | sperimentatore | direttore |
|------|-------------|----------------|-----------|
| 0    | 09/07/2021  | Angeloni       | Saccenti  |

N° verbale di accettazione: 053/2021

N° certificato di prova:

|                                 |                             |
|---------------------------------|-----------------------------|
| <b>Committente:</b>             | <b>SAIPEM</b>               |
| <b>Cantiere:</b>                | <b>Impianto SRG Messina</b> |
| <b>Sondaggio:</b>               | <b>S7</b>                   |
| <b>Campione:</b>                | <b>CR2</b>                  |
| <b>Profondità prelievo [m]:</b> | <b>4.00 - 4.45</b>          |
| <b>Prova:</b>                   | <b>Dc</b>                   |
| <b>Data fine descrizione:</b>   | <b>09/07/2021</b>           |

### Dati Generali del Campione

Tipo contenitore: Sacchetto PVC  
Forma campione: -  
Dimensioni Campione:  $\Phi =$  - cm L= - cm  
Classe del terreno: 1

### Descrizione

(Normativa di riferimento: AGI 1977)

Sabbia con ghiaia debolmente limosa

### Risultati caratteristiche generali

| Prova | Risultato della prova | Normativa di riferimento | N° certificato di prova |
|-------|-----------------------|--------------------------|-------------------------|
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| Gr 1  | -                     | ASTM D422/90             |                         |

### Note:

-

| rev. | data emiss. | sperimentatore | direttore |
|------|-------------|----------------|-----------|
| 0    | 09/07/2021  | Angeloni       | Saccenti  |

Normativa di riferimento: ASTM D422

*Classificazione di riferimento: AGI 1977*

*N° certificato di prova:*

*N° verbale di accettazione: 053/2021*

**Committente:**

SAIPEM

**Cantiere:**

## Impianto SRG Messina

## Sondaggio:

**S7**

**Campione:**

CR2

**Profondità prelievo [m]:**

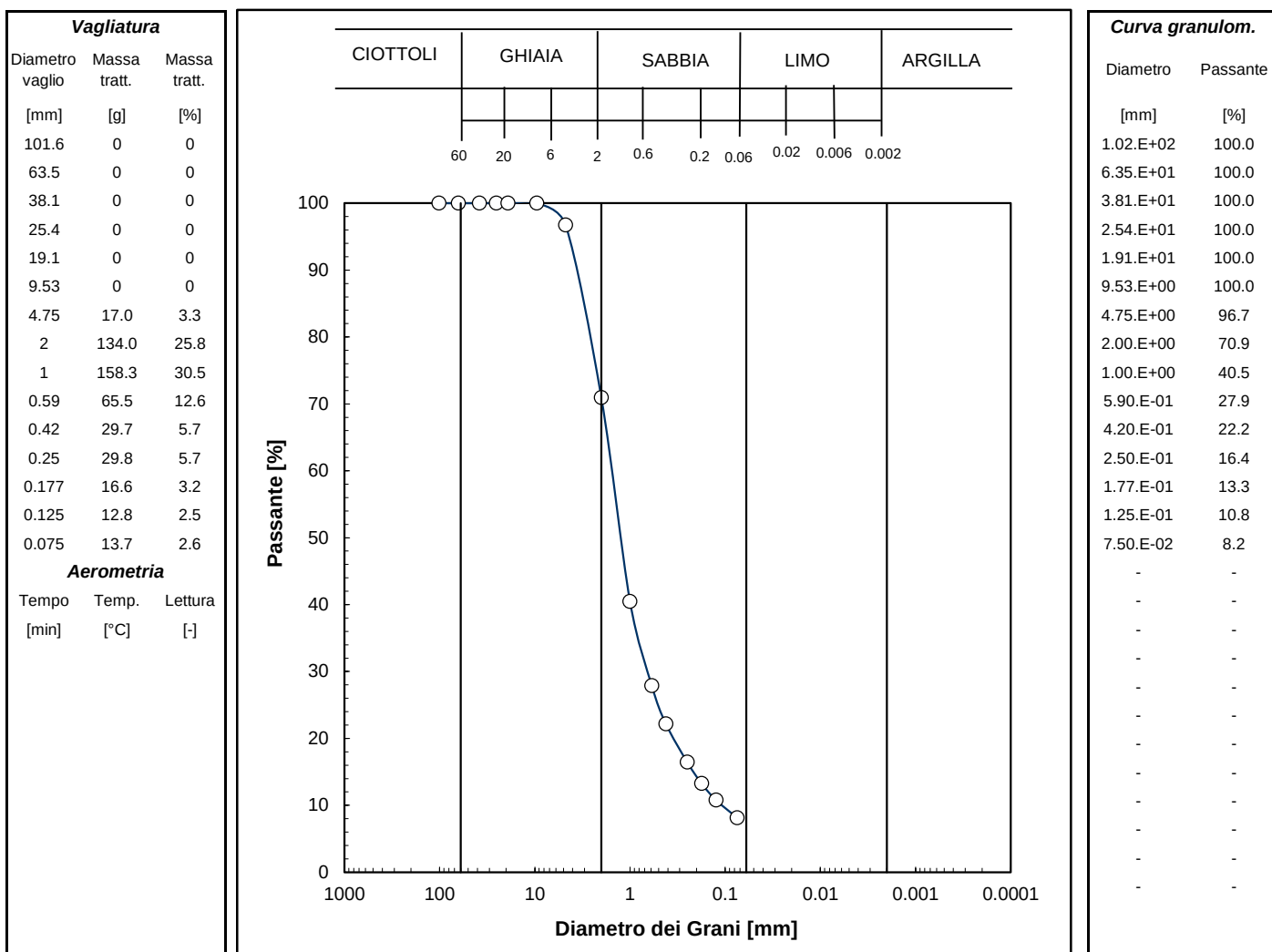
4 - 4,45

**Prova:**

**Gr 1**

**Data prova:**

07/07/2021



| Prova | Simbolo | Profondità |      | Massa secca materiale | Metodo preparazione materiale | % < 0.075mm | % CIOTTOLI | % GHIAIA | % SABBIA | % LIMO | % ARGILLA | Massa materiale aerometria | L max | D <sub>60</sub> | D <sub>50</sub> |
|-------|---------|------------|------|-----------------------|-------------------------------|-------------|------------|----------|----------|--------|-----------|----------------------------|-------|-----------------|-----------------|
|       |         | da m       | a m  | [g]                   |                               |             |            |          |          |        |           | [g]                        | [mm]  |                 |                 |
| Gr 1  | x       | 4.00       | 4.45 | 519.8                 | VIA UMIDA                     | 8           | -          | 29       | 64       | 7*     | 9*        | 0                          | -     | 1.6.E+00        | 1.2.E+00        |

NOTE:





## DESCRIZIONE CAMPIONE RIMANEGGIATO E CARATTERISTICHE GENERALI

D.P.R. 06.06.2001 n.380 - Circ. 7618/STC del 08.09.2010 Autorizzazione n° 55126 del 12 luglio 2006 - Settori A e B

| rev. | data emiss. | sperimentatore | direttore |
|------|-------------|----------------|-----------|
| 0    | 12/07/2021  | Angeloni       | Saccenti  |

N° verbale di accettazione: 053/2021

N° certificato di prova:

|                                 |                             |
|---------------------------------|-----------------------------|
| <b>Committente:</b>             | <b>SAIPEM</b>               |
| <b>Cantiere:</b>                | <b>Impianto SRG Messina</b> |
| <b>Sondaggio:</b>               | <b>S7</b>                   |
| <b>Campione:</b>                | <b>CR3</b>                  |
| <b>Profondità prelievo [m]:</b> | <b>6.00 - 6.45</b>          |
| <b>Prova:</b>                   | <b>Dc</b>                   |
| <b>Data fine descrizione:</b>   | <b>12/07/2021</b>           |

### Dati Generali del Campione

Tipo contenitore: Sacchetto PVC  
Forma campione: -  
Dimensioni Campione:  $\Phi =$  - cm L= - cm  
Classe del terreno: 1

### Descrizione

(Normativa di riferimento: AGI 1977)

Sabbia con ghiaia debolmente limosa

### Risultati caratteristiche generali

| Prova | Risultato della prova | Normativa di riferimento | N° certificato di prova |
|-------|-----------------------|--------------------------|-------------------------|
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| Gr 1  | -                     | ASTM D422/90             |                         |

### Note:

-

|      |             |                |           |
|------|-------------|----------------|-----------|
| rev. | data emiss. | sperimentatore | direttore |
| 0    | 12/07/2021  | Angeloni       | Saccenti  |

Normativa di riferimento: ASTM D422

*Classificazione di riferimento: AGI 1977*

*N° certificato di prova:*

*N° verbale di accettazione: 053/2021*

**Committente:**

SAIPEM

**Cantiere:**

## Impianto SRG Messina

## Sondaggio:

**S7**

**Campione:**

CR3

**Profondità prelievo [m]:**

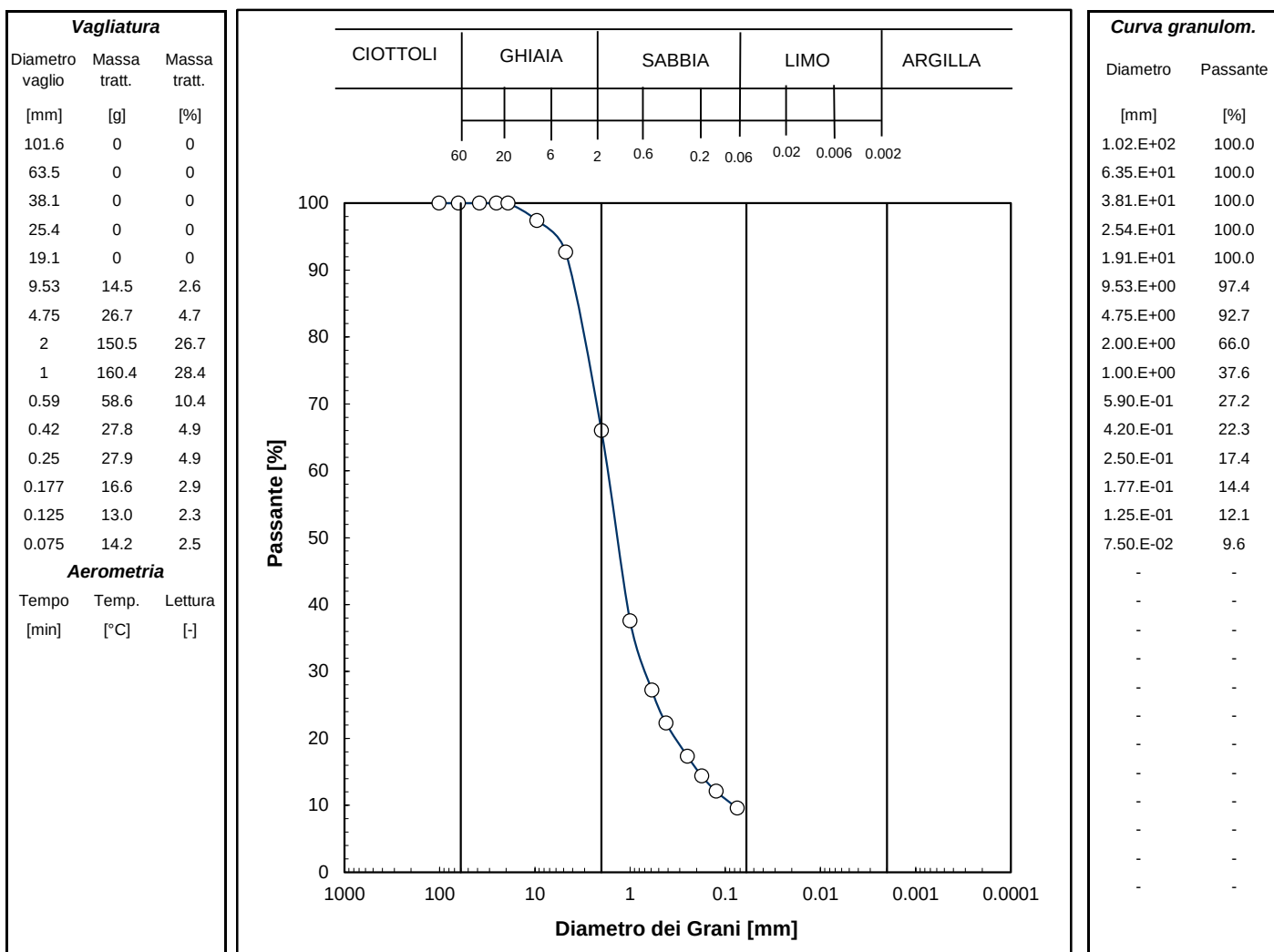
6 - 6,45

**Prova:**

**Gr 1**

**Data prova:**

07/07/2021



| Prova | Simbolo | Profondità |      | Massa secca materiale | Metodo preparazione materiale | % < 0.075mm | % CIOTTOLI | % GHIAIA | % SABBIA | % LIMO | % ARGILLA | Massa materiale aerometria | L max | D <sub>60</sub> | D <sub>50</sub> |
|-------|---------|------------|------|-----------------------|-------------------------------|-------------|------------|----------|----------|--------|-----------|----------------------------|-------|-----------------|-----------------|
|       |         | da m       | a m  | [g]                   |                               |             |            |          |          |        |           | [g]                        | [mm]  |                 |                 |
| Gr 1  | x       | 6.00       | 6.45 | 564.3                 | VIA UMIDA                     | 10          | -          | 34       | 58       | 8*     | 0*        | 0                          | -     | 1.7.E+00        | 1.4.E+00        |

NOTE:



## DESCRIZIONE CAMPIONE RIMANEGGIATO E CARATTERISTICHE GENERALI

D.P.R. 06.06.2001 n.380 - Circ. 7618/STC del 08.09.2010 Autorizzazione n° 55126 del 12 luglio 2006 - Settori A e B

| rev. | data emiss. | sperimentatore | direttore |
|------|-------------|----------------|-----------|
| 0    | 09/07/2021  | Angeloni       | Saccenti  |

N° verbale di accettazione: 053/2021

N° certificato di prova:

|                                 |                             |
|---------------------------------|-----------------------------|
| <b>Committente:</b>             | <b>SAIPEM</b>               |
| <b>Cantiere:</b>                | <b>Impianto SRG Messina</b> |
| <b>Sondaggio:</b>               | <b>S7</b>                   |
| <b>Campione:</b>                | <b>CR5</b>                  |
| <b>Profondità prelievo [m]:</b> | <b>10.00 - 10.45</b>        |
| <b>Prova:</b>                   | <b>Dc</b>                   |
| <b>Data fine descrizione:</b>   | <b>09/07/2021</b>           |

### Dati Generali del Campione

Tipo contenitore: Sacchetto PVC  
Forma campione: -  
Dimensioni Campione:  $\Phi =$  - cm L= - cm  
Classe del terreno: 1

### Descrizione

(Normativa di riferimento: AGI 1977)

Ghiaia con sabbia debolmente limosa

### Risultati caratteristiche generali

| Prova | Risultato della prova | Normativa di riferimento | N° certificato di prova |
|-------|-----------------------|--------------------------|-------------------------|
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| Gr 1  | -                     | ASTM D422/90             |                         |

### Note:

-

| rev. | data emiss. | sperimentatore | direttore |
|------|-------------|----------------|-----------|
| 0    | 09/07/2021  | Angeloni       | Saccenti  |

Normativa di riferimento: ASTM D422

*Classificazione di riferimento: AGI 1977*

*N° certificato di prova:*

*N° verbale di accettazione: 053/2021*

**Committente:**

SAIPEM

**Cantiere:**

## Impianto SRG Messina

## Sondaggio:

**S7**

**Campione:**

CR5

Profondità prelievo [m]:

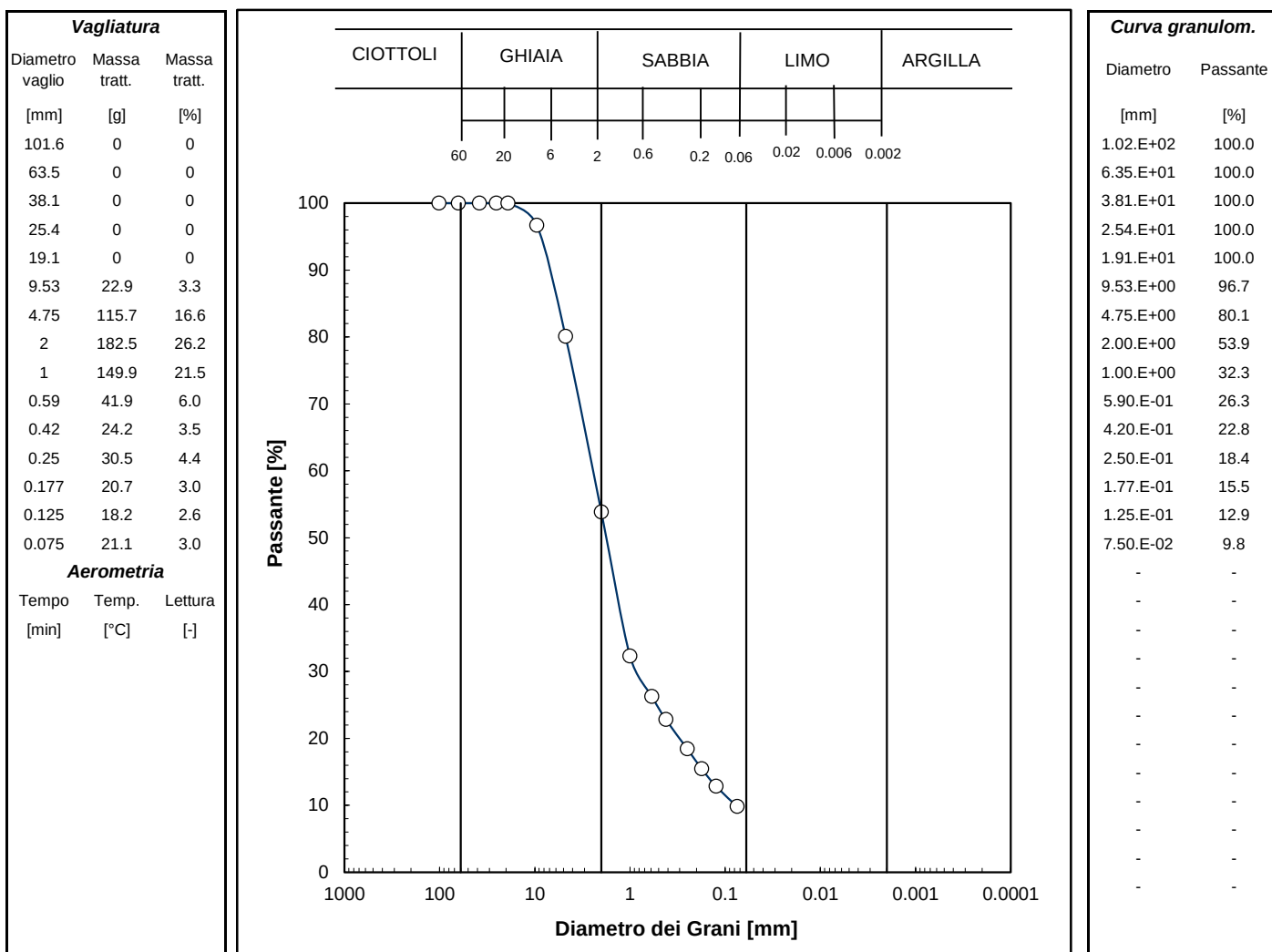
**10 - 10.45**

**Prova:**

**Gr 1**

**Data prova:**

07/07/2021



| Prova | Simbolo | Profondità |       | Massa secca materiale | Metodo preparazione materiale | % < 0.075mm | % CIOTTOLI | % GHIAIA | % SABBIA | % LIMO | % ARGILLA | Massa materiale aerometria | L max | D <sub>60</sub> | D <sub>50</sub> |
|-------|---------|------------|-------|-----------------------|-------------------------------|-------------|------------|----------|----------|--------|-----------|----------------------------|-------|-----------------|-----------------|
|       |         | da m       | a m   | [g]                   |                               |             |            |          |          |        |           | [g]                        | [mm]  |                 |                 |
| Gr 1  | x       | 10.00      | 10.45 | 696.0                 | VIA UMIDA                     | 10          | -          | 46       | 45       | 9*     | 9*        | 0                          | -     | 2.4.E+00        | 1.8.E+00        |

NOTE:



## DESCRIZIONE CAMPIONE RIMANEGGIATO E CARATTERISTICHE GENERALI

D.P.R. 06.06.2001 n.380 - Circ. 7618/STC del 08.09.2010 Autorizzazione n° 55126 del 12 luglio 2006 - Settori A e B

| rev. | data emiss. | sperimentatore | direttore |
|------|-------------|----------------|-----------|
| 0    | 09/07/2021  | Angeloni       | Saccenti  |

N° verbale di accettazione: 053/2021

N° certificato di prova:

|                                 |                             |
|---------------------------------|-----------------------------|
| <b>Committente:</b>             | <b>SAIPEM</b>               |
| <b>Cantiere:</b>                | <b>Impianto SRG Messina</b> |
| <b>Sondaggio:</b>               | <b>S7</b>                   |
| <b>Campione:</b>                | <b>CR6</b>                  |
| <b>Profondità prelievo [m]:</b> | <b>12.00 - 12.45</b>        |
| <b>Prova:</b>                   | <b>Dc</b>                   |
| <b>Data fine descrizione:</b>   | <b>09/07/2021</b>           |

### Dati Generali del Campione

Tipo contenitore: Sacchetto PVC  
Forma campione: -  
Dimensioni Campione:  $\Phi =$  - cm L= - cm  
Classe del terreno: 1

### Descrizione

(Normativa di riferimento: AGI 1977)

Sabbia con ghiaia debolmente limosa

### Risultati caratteristiche generali

| Prova | Risultato della prova | Normativa di riferimento | N° certificato di prova |
|-------|-----------------------|--------------------------|-------------------------|
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| Gr 1  | -                     | ASTM D422/90             |                         |

### Note:

-



| rev. | data emiss. | sperimentatore | direttore |
|------|-------------|----------------|-----------|
| 0    | 09/07/2021  | Angeloni       | Saccenti  |

Normativa di riferimento: ASTM D422

*Classificazione di riferimento: AGI 1977*

*N° certificato di prova:*

*N° verbale di accettazione: 053/2021*

**Committente:**

**SAIPEM**

**Cantiere:**

## Impianto SRG Messina

## Sondaggio:

**S7**

**Campione:**

CR6

Profondità prelievo [m]:

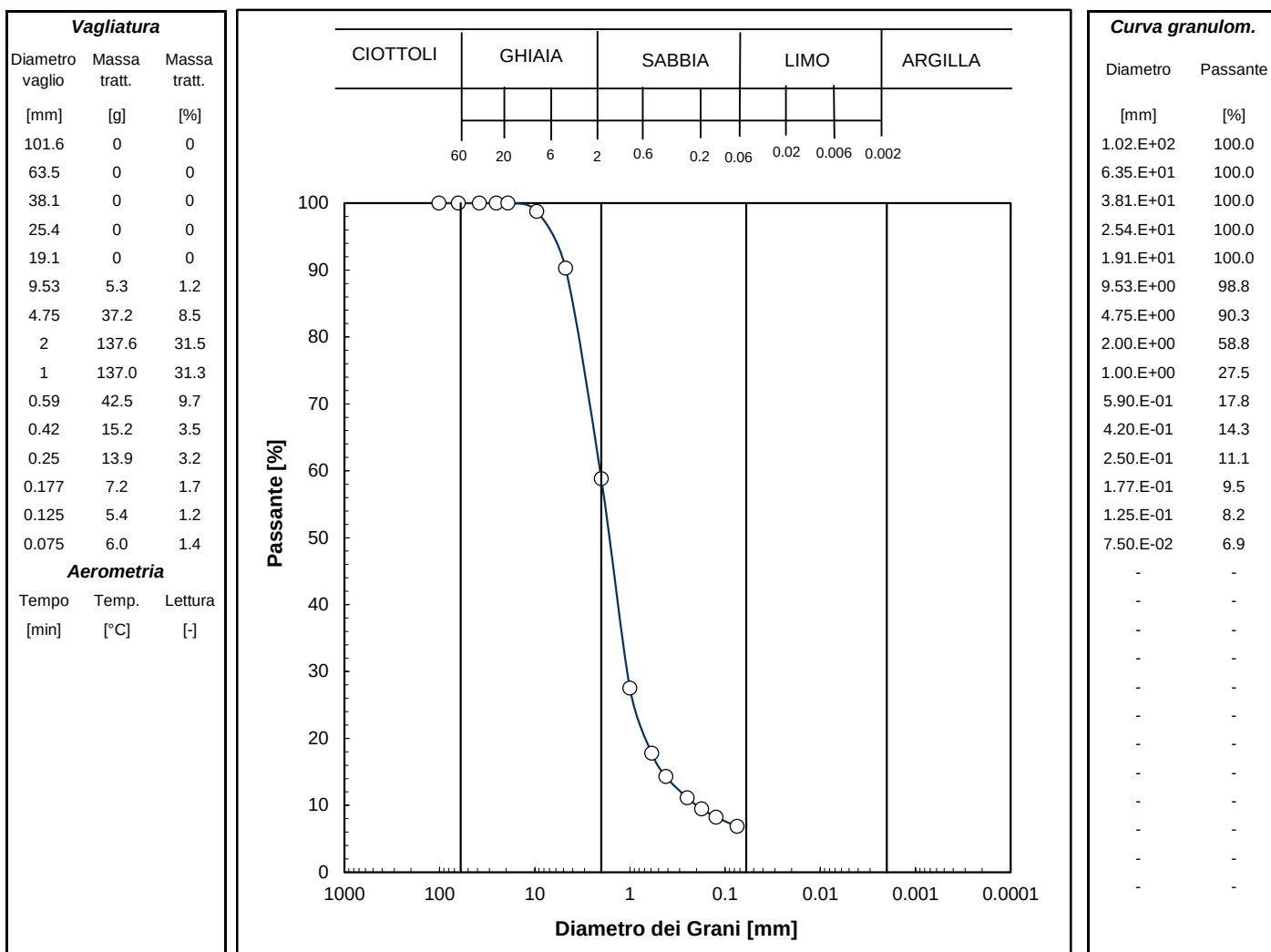
12 - 12,45

**Prova:**

**Gr 1**

**Data prova:**

07/07/2021



| Prova | Simbolo | Profondità |       | Massa<br>secca<br>materiale | Metodo preparazione<br>materiale | % < 0.075mm | % CIOTTOLI | % GHIAIA | % SABBIA | % LIMO | % ARGILLA | Massa<br>materiale<br>aerometria | L max | D <sub>60</sub> | D <sub>50</sub> |
|-------|---------|------------|-------|-----------------------------|----------------------------------|-------------|------------|----------|----------|--------|-----------|----------------------------------|-------|-----------------|-----------------|
|       |         | da m       | a m   | [g]                         |                                  |             |            |          |          |        |           | [g]                              | [mm]  |                 |                 |
| Gr 1  | x       | 12.00      | 12.45 | 437.3                       | VIA UMIDA                        | 7           | -          | 41       | 53       | 6*     | 0*        | 0                                | -     | 2.1.E+00        | 1.6.E+00        |

NOTE:



## DESCRIZIONE CAMPIONE RIMANEGGIATO E CARATTERISTICHE GENERALI

D.P.R. 06.06.2001 n.380 - Circ. 7618/STC del 08.09.2010 Autorizzazione n° 55126 del 12 luglio 2006 - Settori A e B

| rev. | data emiss. | sperimentatore | direttore |
|------|-------------|----------------|-----------|
| 0    | 09/07/2021  | Angeloni       | Saccenti  |

N° verbale di accettazione: 053/2021

N° certificato di prova:

|                                 |                             |
|---------------------------------|-----------------------------|
| <b>Committente:</b>             | <b>SAIPEM</b>               |
| <b>Cantiere:</b>                | <b>Impianto SRG Messina</b> |
| <b>Sondaggio:</b>               | <b>S8</b>                   |
| <b>Campione:</b>                | <b>CR2</b>                  |
| <b>Profondità prelievo [m]:</b> | <b>4.00 - 4.45</b>          |
| <b>Prova:</b>                   | <b>Dc</b>                   |
| <b>Data fine descrizione:</b>   | <b>09/07/2021</b>           |

### Dati Generali del Campione

Tipo contenitore: Sacchetto PVC  
Forma campione: -  
Dimensioni Campione:  $\Phi =$  - cm L= - cm  
Classe del terreno: 1

### Descrizione

(Normativa di riferimento: AGI 1977)

Sabbia con ghiaia con tracce di limo

### Risultati caratteristiche generali

| Prova | Risultato della prova | Normativa di riferimento | N° certificato di prova |
|-------|-----------------------|--------------------------|-------------------------|
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| Gr 1  | -                     | ASTM D422/90             |                         |

### Note:

-

| rev. | data emiss. | sperimentatore | direttore |
|------|-------------|----------------|-----------|
| 0    | 09/07/2021  | Angeloni       | Saccenti  |

Normativa di riferimento: ASTM D422

*Classificazione di riferimento: AGI 1977*

*N° certificato di prova:*

*N° verbale di accettazione: 053/2021*

**Committente:**

SAIPEM

**Cantiere:**

## Impianto SRG Messina

## Sondaggio:

**S8**

**Campione:**

CR2

**Profondità prelievo [m]:**

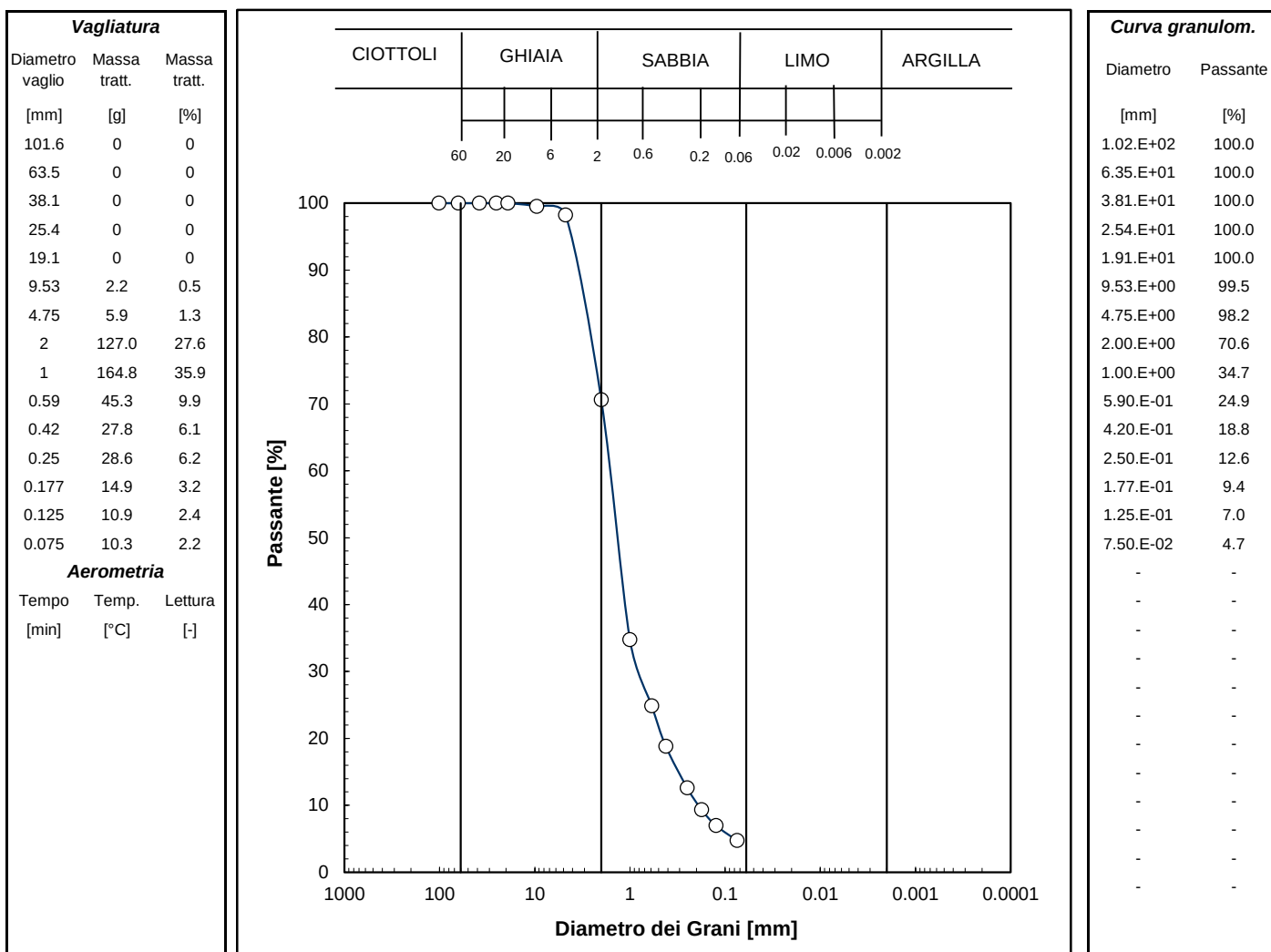
4 - 4,45

**Prova:**

**Gr 1**

**Data prova:**

02/07/2021



| Prova | Simbolo | Profondità |      | Massa secca materiale | Metodo preparazione materiale | % < 0.075mm | % CIOTTOLI | % GHIAIA | % SABBIA | % LIMO | % ARGILLA | Massa materiale aerometria | L max | D <sub>60</sub> | D <sub>50</sub> |
|-------|---------|------------|------|-----------------------|-------------------------------|-------------|------------|----------|----------|--------|-----------|----------------------------|-------|-----------------|-----------------|
|       |         | da m       | a m  | [g]                   |                               |             |            |          |          |        |           | [g]                        | [mm]  | [mm]            | [mm]            |
| Gr 1  | x       | 4.00       | 4.45 | 459.5                 | VIA UMIDA                     | 5           | -          | 29       | 67       | 4*     | 9*        | 0                          | -     | 1.6.E+00        | 1.3.E+00        |

NOTE:



## DESCRIZIONE CAMPIONE RIMANEGGIATO E CARATTERISTICHE GENERALI

D.P.R. 06.06.2001 n.380 - Circ. 7618/STC del 08.09.2010 Autorizzazione n° 55126 del 12 luglio 2006 - Settori A e B

| rev. | data emiss. | sperimentatore | direttore |
|------|-------------|----------------|-----------|
| 0    | 09/07/2021  | Angeloni       | Saccenti  |

N° verbale di accettazione: 053/2021

N° certificato di prova:

|                                 |                             |
|---------------------------------|-----------------------------|
| <b>Committente:</b>             | <b>SAIPEM</b>               |
| <b>Cantiere:</b>                | <b>Impianto SRG Messina</b> |
| <b>Sondaggio:</b>               | <b>S8</b>                   |
| <b>Campione:</b>                | <b>CR3</b>                  |
| <b>Profondità prelievo [m]:</b> | <b>6.00 - 6.45</b>          |
| <b>Prova:</b>                   | <b>Dc</b>                   |
| <b>Data fine descrizione:</b>   | <b>09/07/2021</b>           |

### Dati Generali del Campione

Tipo contenitore: Sacchetto PVC  
Forma campione: -  
Dimensioni Campione:  $\Phi =$  - cm L= - cm  
Classe del terreno: 1

### Descrizione

(Normativa di riferimento: AGI 1977)

Sabbia con ghiaia con tracce di limo

### Risultati caratteristiche generali

| Prova | Risultato della prova | Normativa di riferimento | N° certificato di prova |
|-------|-----------------------|--------------------------|-------------------------|
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| Gr 1  | -                     | ASTM D422/90             |                         |

### Note:

-

| rev. | data emiss. | sperimentatore | direttore |
|------|-------------|----------------|-----------|
| 0    | 09/07/2021  | Angeloni       | Saccenti  |

Normativa di riferimento: ASTM D422

*Classificazione di riferimento: AGI 1977*

*N° certificato di prova:*

*N° verbale di accettazione: 053/2021*

**Committente:**

SAIPEM

**Cantiere:**

## Impianto SRG Messina

## Sondaggio:

**S8**

**Campione:**

CR3

Profondità prelievo [m]:

6 - 6.45

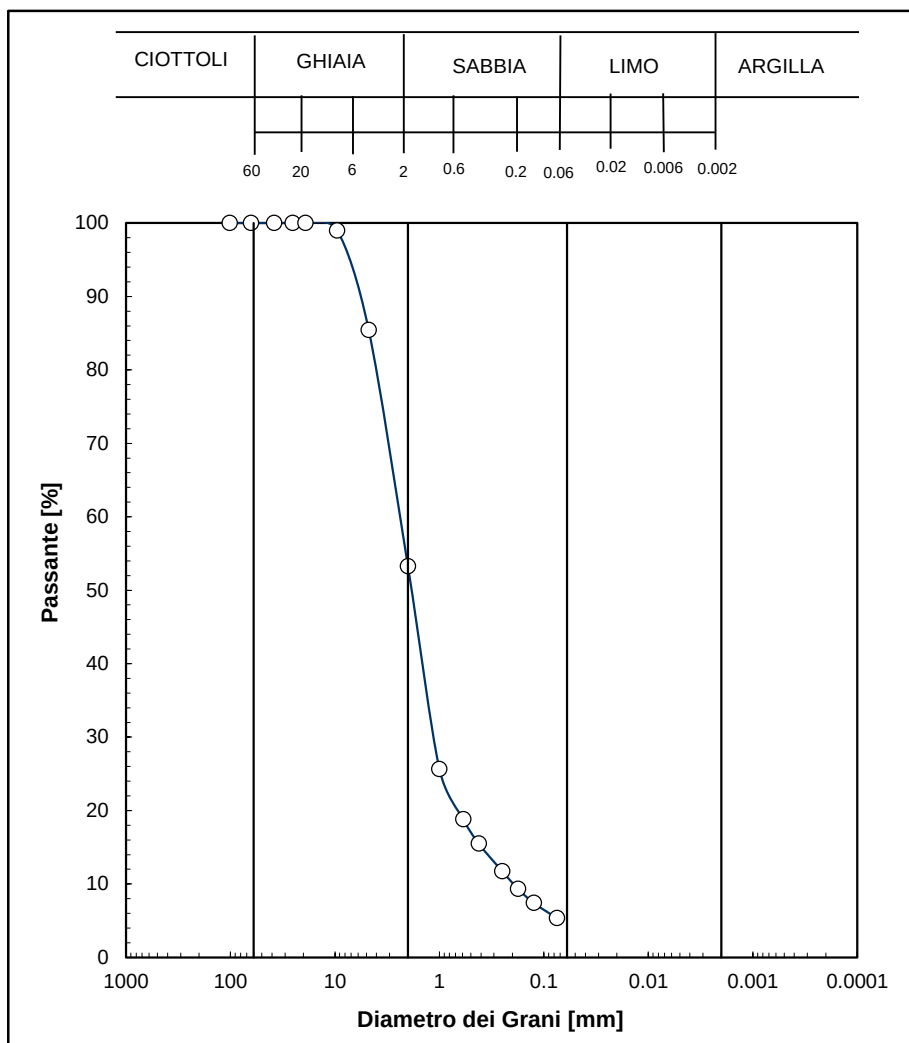
**Prova:**

**Gr 1**

**Data prova:**

02/07/2021

| Vagliatura         |                 |                 |
|--------------------|-----------------|-----------------|
| Diametro<br>vaglio | Massa<br>tratt. | Massa<br>tratt. |
| [mm]               | [g]             | [%]             |
| 101.6              | 0               | 0               |
| 63.5               | 0               | 0               |
| 38.1               | 0               | 0               |
| 25.4               | 0               | 0               |
| 19.1               | 0               | 0               |
| 9.53               | 4.6             | 1.0             |
| 4.75               | 62.1            | 13.6            |
| 2                  | 147.4           | 32.2            |
| 1                  | 126.3           | 27.6            |
| 0.59               | 31.4            | 6.9             |
| 0.42               | 15.2            | 3.3             |
| 0.25               | 17.2            | 3.8             |
| 0.177              | 10.9            | 2.4             |
| 0.125              | 8.8             | 1.9             |
| 0.075              | 9.5             | 2.1             |
| Aerometria         |                 |                 |
| Tempo              | Temp.           | Lettura         |
| [min]              | [°C]            | [-]             |

[illegible]

| Prova | Simbolo | Profondità |      | Massa secca materiale | Metodo preparazione materiale | % < 0.075mm | % CIOTTOLI | % GHIAIA | % SABBIA | % LIMO | % ARGILLA | Massa materiale aerometria | L max | D <sub>60</sub> | D <sub>50</sub> |
|-------|---------|------------|------|-----------------------|-------------------------------|-------------|------------|----------|----------|--------|-----------|----------------------------|-------|-----------------|-----------------|
|       |         | da m       | a m  | [g]                   |                               |             |            |          |          |        |           | [g]                        | [mm]  | [mm]            | [mm]            |
| Gr 1  | x       | 6.00       | 6.45 | 457.9                 | VIA UMIDA                     | 5           | -          | 47       | 49       | 4*     | 9*        | 0                          | -     | 2.4.E+00        | 1.8.E+00        |

NOTE:





## DESCRIZIONE CAMPIONE RIMANEGGIATO E CARATTERISTICHE GENERALI

D.P.R. 06.06.2001 n.380 - Circ. 7618/STC del 08.09.2010 Autorizzazione n° 55126 del 12 luglio 2006 - Settori A e B

| rev. | data emiss. | sperimentatore | direttore |
|------|-------------|----------------|-----------|
| 0    | 09/07/2021  | Angeloni       | Saccenti  |

N° verbale di accettazione: 053/2021

N° certificato di prova:

|                                 |                             |
|---------------------------------|-----------------------------|
| <b>Committente:</b>             | <b>SAIPEM</b>               |
| <b>Cantiere:</b>                | <b>Impianto SRG Messina</b> |
| <b>Sondaggio:</b>               | <b>S8</b>                   |
| <b>Campione:</b>                | <b>CR4</b>                  |
| <b>Profondità prelievo [m]:</b> | <b>8.00 - 8.45</b>          |
| <b>Prova:</b>                   | <b>Dc</b>                   |
| <b>Data fine descrizione:</b>   | <b>09/07/2021</b>           |

### Dati Generali del Campione

Tipo contenitore: Sacchetto PVC  
Forma campione: -  
Dimensioni Campione:  $\Phi =$  - cm L= - cm  
Classe del terreno: 1

### Descrizione

(Normativa di riferimento: AGI 1977)

Sabbia con ghiaia con tracce di limo

### Risultati caratteristiche generali

| Prova | Risultato della prova | Normativa di riferimento | N° certificato di prova |
|-------|-----------------------|--------------------------|-------------------------|
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| Gr 1  | -                     | ASTM D422/90             |                         |

### Note:

-

| rev. | data emiss. | sperimentatore | direttore |
|------|-------------|----------------|-----------|
| 0    | 09/07/2021  | Angeloni       | Saccenti  |

Normativa di riferimento: ASTM D422

*Classificazione di riferimento: AGI 1977*

*N° certificato di prova:*

*N° verbale di accettazione: 053/2021*

**Committente:**

SAIPEM

**Cantiere:**

## Impianto SRG Messina

## Sondaggio:

**S8**

**Campione:**

CR4

Profondità prelievo [m]:

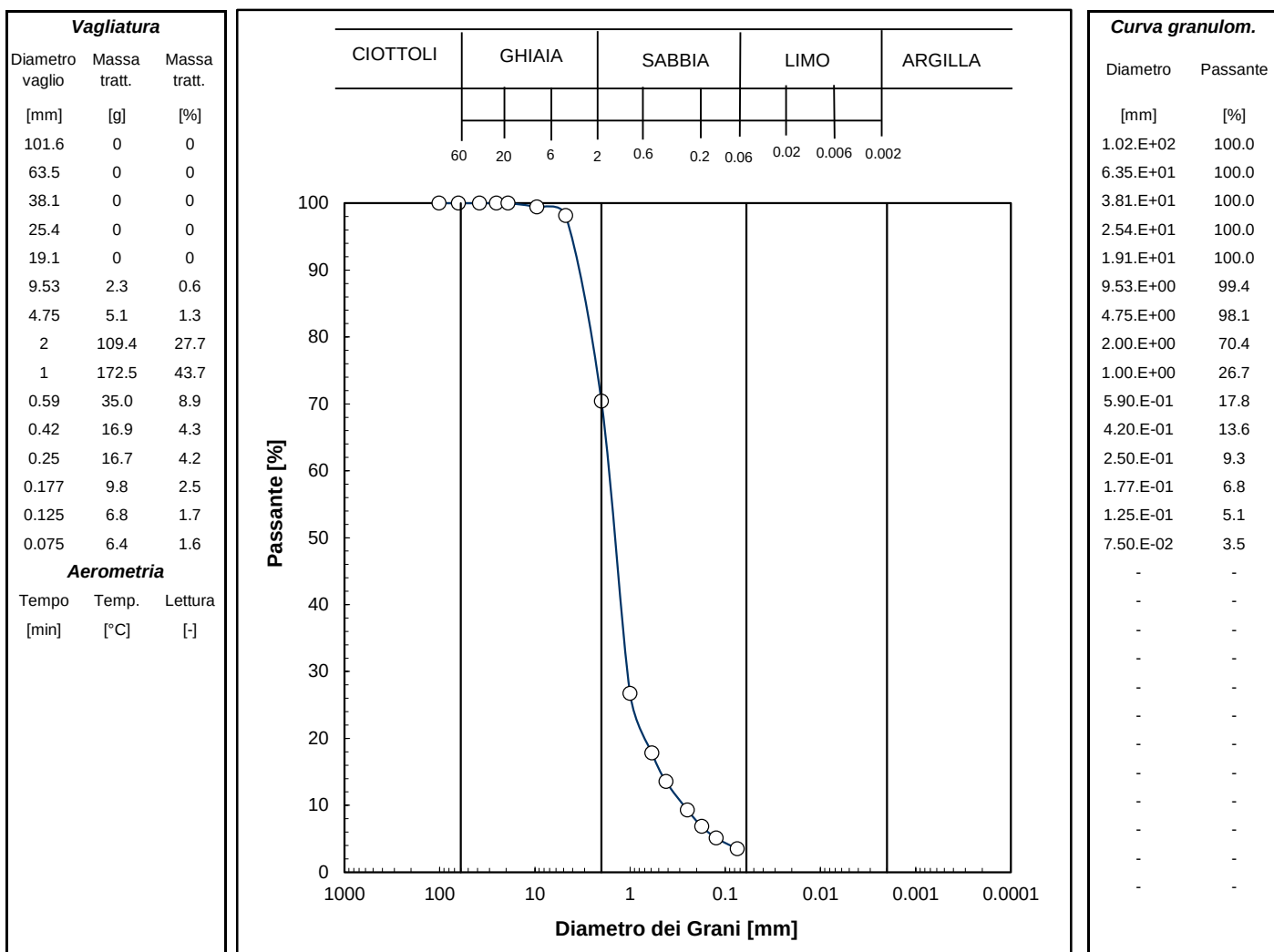
**8 - 8,45**

**Prova:**

**Gr 1**

**Data prova:**

07/07/2021



| Prova | Simbolo | Profondità |      | Massa secca materiale | Metodo preparazione materiale | % < 0.075mm | % CIOTTOLI | % GHIAIA | % SABBIA | % LIMO | % ARGILLA | Massa materiale aerometria | L max | D <sub>60</sub> | D <sub>50</sub> |
|-------|---------|------------|------|-----------------------|-------------------------------|-------------|------------|----------|----------|--------|-----------|----------------------------|-------|-----------------|-----------------|
|       |         | da m       | a m  | [g]                   |                               |             |            |          |          |        |           | [g]                        | [mm]  |                 |                 |
| Gr 1  | x       | 8.00       | 8.45 | 394.7                 | VIA UMIDA                     | 4           | -          | 30       | 68       | 3*     | 0*        | 0                          | -     | 1.7.E+00        | 1.4.E+00        |

NOTE:



## DESCRIZIONE CAMPIONE RIMANEGGIATO E CARATTERISTICHE GENERALI

D.P.R. 06.06.2001 n.380 - Circ. 7618/STC del 08.09.2010 Autorizzazione n° 55126 del 12 luglio 2006 - Settori A e B

| rev. | data emiss. | sperimentatore | direttore |
|------|-------------|----------------|-----------|
| 0    | 09/07/2021  | Angeloni       | Saccenti  |

N° verbale di accettazione: 053/2021

N° certificato di prova:

|                                 |                             |
|---------------------------------|-----------------------------|
| <b>Committente:</b>             | <b>SAIPEM</b>               |
| <b>Cantiere:</b>                | <b>Impianto SRG Messina</b> |
| <b>Sondaggio:</b>               | <b>S9</b>                   |
| <b>Campione:</b>                | <b>CR2</b>                  |
| <b>Profondità prelievo [m]:</b> | <b>4.00 - 4.45</b>          |
| <b>Prova:</b>                   | <b>Dc</b>                   |
| <b>Data fine descrizione:</b>   | <b>09/07/2021</b>           |

### Dati Generali del Campione

Tipo contenitore: Sacchetto PVC  
Forma campione: -  
Dimensioni Campione:  $\Phi =$  - cm L= - cm  
Classe del terreno: 1

### Descrizione

(Normativa di riferimento: AGI 1977)

Ghiaia con sabbia con tracce di limo

### Risultati caratteristiche generali

| Prova | Risultato della prova | Normativa di riferimento | N° certificato di prova |
|-------|-----------------------|--------------------------|-------------------------|
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| Gr 1  | -                     | ASTM D422/90             |                         |

### Note:

-

| rev. | data emiss. | sperimentatore | direttore |
|------|-------------|----------------|-----------|
| 0    | 09/07/2021  | Angeloni       | Saccenti  |

Normativa di riferimento: ASTM D422

*Classificazione di riferimento: AGI 1977*

*N° certificato di prova:*

*N° verbale di accettazione: 053/2021*

**Committente:**

SAIPEM

**Cantiere:**

## Impianto SRG Messina

## Sondaggio:

**S9**

**Campione:**

CR2

Profondità prelievo [m]:

4 - 4,45

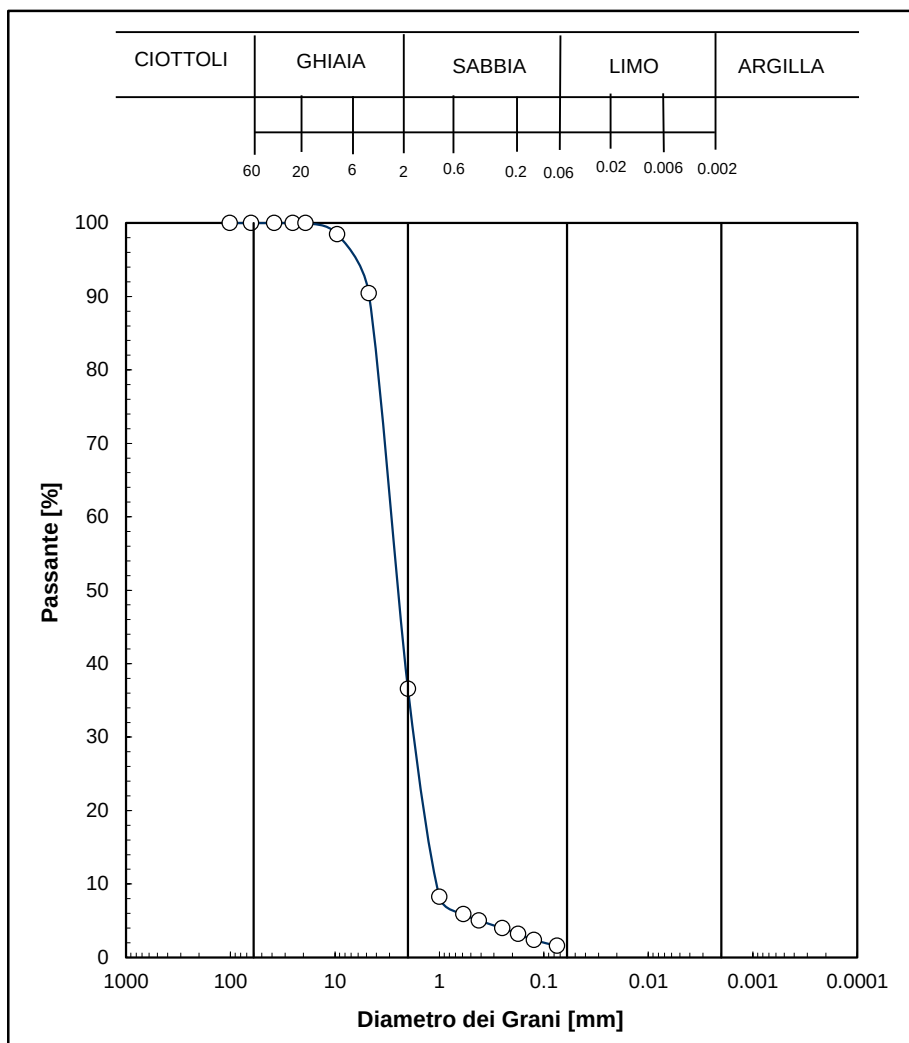
**Prova:**

**Gr 1**

**Data prova:**

02/07/2021

| Vagliatura         |                 |                 |
|--------------------|-----------------|-----------------|
| Diametro<br>vaglio | Massa<br>tratt. | Massa<br>tratt. |
| [mm]               | [g]             | [%]             |
| 101.6              | 0               | 0               |
| 63.5               | 0               | 0               |
| 38.1               | 0               | 0               |
| 25.4               | 0               | 0               |
| 19.1               | 0               | 0               |
| 9.53               | 4.4             | 1.5             |
| 4.75               | 23.0            | 8.0             |
| 2                  | 154.3           | 53.9            |
| 1                  | 81.2            | 28.3            |
| 0.59               | 6.7             | 2.3             |
| 0.42               | 2.5             | 0.9             |
| 0.25               | 3.1             | 1.1             |
| 0.177              | 2.2             | 0.8             |
| 0.125              | 2.4             | 0.8             |
| 0.075              | 2.3             | 0.8             |
| Aerometria         |                 |                 |
| Tempo              | Temp.           | Lettura         |
| [min]              | [°C]            | [-]             |

[illegible]

| Prova | Simbolo | Profondità |      | Massa<br>secca<br>materiale | Metodo preparazione<br>materiale | % < 0.075mm | % CIOTTOLI | % GHIAIA | % SABBIA | % LIMO | % ARGILLA | Massa<br>materiale<br>aerometria | L max | D <sub>60</sub> | D <sub>50</sub> |
|-------|---------|------------|------|-----------------------------|----------------------------------|-------------|------------|----------|----------|--------|-----------|----------------------------------|-------|-----------------|-----------------|
|       |         | da m       | a m  | [g]                         |                                  |             |            |          |          |        |           | [g]                              | [mm]  |                 |                 |
| Gr 1  | x       | 4.00       | 4.45 | 286.4                       | VIA UMIDA                        | 2           | -          | 63       | 35       | 1*     | 0*        | 0                                | -     | 2.9.E+00        | 2.5.E+00        |

NOTE:



## DESCRIZIONE CAMPIONE RIMANEGGIATO E CARATTERISTICHE GENERALI

D.P.R. 06.06.2001 n.380 - Circ. 7618/STC del 08.09.2010 Autorizzazione n° 55126 del 12 luglio 2006 - Settori A e B

| rev. | data emiss. | sperimentatore | direttore |
|------|-------------|----------------|-----------|
| 0    | 09/07/2021  | Angeloni       | Saccenti  |

N° verbale di accettazione: 053/2021

N° certificato di prova:

|                                 |                             |
|---------------------------------|-----------------------------|
| <b>Committente:</b>             | <b>SAIPEM</b>               |
| <b>Cantiere:</b>                | <b>Impianto SRG Messina</b> |
| <b>Sondaggio:</b>               | <b>S9</b>                   |
| <b>Campione:</b>                | <b>CR4</b>                  |
| <b>Profondità prelievo [m]:</b> | <b>8.00 - 8.45</b>          |
| <b>Prova:</b>                   | <b>Dc</b>                   |
| <b>Data fine descrizione:</b>   | <b>09/07/2021</b>           |

### Dati Generali del Campione

Tipo contenitore: Sacchetto PVC  
Forma campione: -  
Dimensioni Campione:  $\Phi =$  - cm L= - cm  
Classe del terreno: 1

### Descrizione

(Normativa di riferimento: AGI 1977)

Ghiaia con sabbia con tracce di limo

### Risultati caratteristiche generali

| Prova | Risultato della prova | Normativa di riferimento | N° certificato di prova |
|-------|-----------------------|--------------------------|-------------------------|
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| Gr 1  | -                     | ASTM D422/90             |                         |

### Note:

-



| rev. | data emiss. | sperimentatore | direttore |
|------|-------------|----------------|-----------|
| 0    | 09/07/2021  | Angeloni       | Saccenti  |

Normativa di riferimento: ASTM D422

*Classificazione di riferimento: AGI 1977*

*N° certificato di prova:*

*N° verbale di accettazione: 053/2021*

**Committente:**

**SAIPEM**

**Cantiere:**

## Impianto SRG Messina

## Sondaggio:

**S9**

**Campione:**

CR4

Profondità prelievo [m]:

**8 - 8,45**

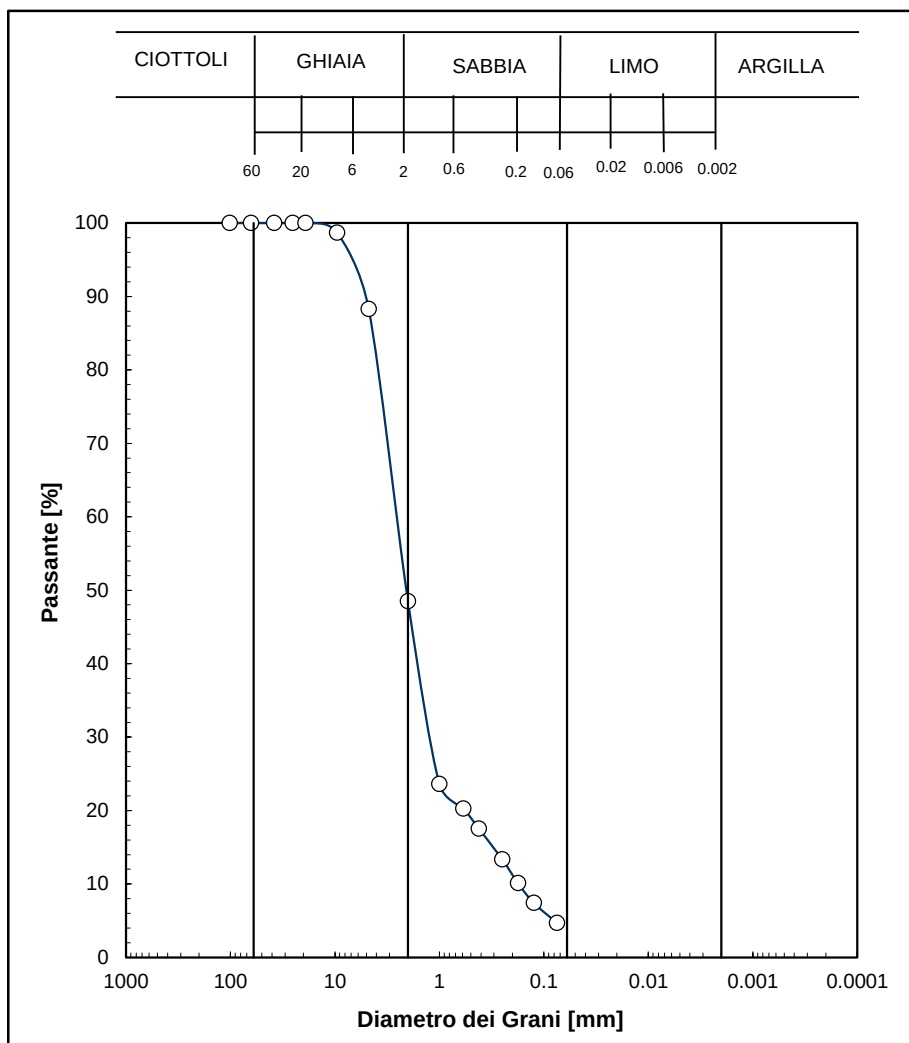
**Prova:**

**Gr 1**

**Data prova:**

02/07/2021

| Vagliatura         |                 |                 |
|--------------------|-----------------|-----------------|
| Diametro<br>vaglio | Massa<br>tratt. | Massa<br>tratt. |
| [mm]               | [g]             | [%]             |
| 101.6              | 0               | 0               |
| 63.5               | 0               | 0               |
| 38.1               | 0               | 0               |
| 25.4               | 0               | 0               |
| 19.1               | 0               | 0               |
| 9.53               | 4.9             | 1.3             |
| 4.75               | 38.6            | 10.4            |
| 2                  | 148.0           | 39.8            |
| 1                  | 92.7            | 24.9            |
| 0.59               | 12.3            | 3.3             |
| 0.42               | 10.2            | 2.7             |
| 0.25               | 15.7            | 4.2             |
| 0.177              | 12.0            | 3.2             |
| 0.125              | 10.0            | 2.7             |
| 0.075              | 10.1            | 2.7             |
| Aerometria         |                 |                 |
| Tempo              | Temp.           | Lettura         |
| [min]              | [°C]            | [-]             |

[illegible]

| Prova | Simbolo | Profondità |      | Massa secca materiale | Metodo preparazione materiale | % < 0.075mm | % CIOTTOLI | % GHIAIA | % SABBIA | % LIMO | % ARGILLA | Massa materiale aerometria | L max | D <sub>60</sub> | D <sub>50</sub> |
|-------|---------|------------|------|-----------------------|-------------------------------|-------------|------------|----------|----------|--------|-----------|----------------------------|-------|-----------------|-----------------|
|       |         | da m       | a m  | [g]                   |                               |             |            |          |          |        |           | [g]                        | [mm]  |                 |                 |
| Gr 1  | x       | 8.00       | 8.45 | 372.0                 | VIA UMIDA                     | 5           | -          | 51       | 45       | 4*     | 0*        | 0                          | -     | 2.6.E+00        | 2.1.E+00        |

NOTE:



## DESCRIZIONE CAMPIONE RIMANEGGIATO E CARATTERISTICHE GENERALI

D.P.R. 06.06.2001 n.380 - Circ. 7618/STC del 08.09.2010 Autorizzazione n° 55126 del 12 luglio 2006 - Settori A e B

| rev. | data emiss. | sperimentatore | direttore |
|------|-------------|----------------|-----------|
| 0    | 09/07/2021  | Angeloni       | Saccenti  |

N° verbale di accettazione: 053/2021

N° certificato di prova:

|                                 |                             |
|---------------------------------|-----------------------------|
| <b>Committente:</b>             | <b>SAIPEM</b>               |
| <b>Cantiere:</b>                | <b>Impianto SRG Messina</b> |
| <b>Sondaggio:</b>               | <b>S9</b>                   |
| <b>Campione:</b>                | <b>CR5</b>                  |
| <b>Profondità prelievo [m]:</b> | <b>12.00 - 12.45</b>        |
| <b>Prova:</b>                   | <b>Dc</b>                   |
| <b>Data fine descrizione:</b>   | <b>09/07/2021</b>           |

### Dati Generali del Campione

Tipo contenitore: Sacchetto PVC  
Forma campione: -  
Dimensioni Campione:  $\Phi =$  - cm L= - cm  
Classe del terreno: 1

### Descrizione

(Normativa di riferimento: AGI 1977)

Sabbia con ghiaia limosa

### Risultati caratteristiche generali

| Prova | Risultato della prova | Normativa di riferimento | N° certificato di prova |
|-------|-----------------------|--------------------------|-------------------------|
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| Gr 1  | -                     | ASTM D422/90             |                         |

### Note:

-

| rev. | data emiss. | sperimentatore | direttore |
|------|-------------|----------------|-----------|
| 0    | 09/07/2021  | Angeloni       | Saccenti  |

Normativa di riferimento: ASTM D422

*Classificazione di riferimento: AGI 1977*

*N° certificato di prova:*

*N° verbale di accettazione: 053/2021*

**Committente:**

**SAIPEM**

**Cantiere:**

## Impianto SRG Messina

## Sondaggio:

**S9**

**Campione:**

CR5

Profondità prelievo [m]:

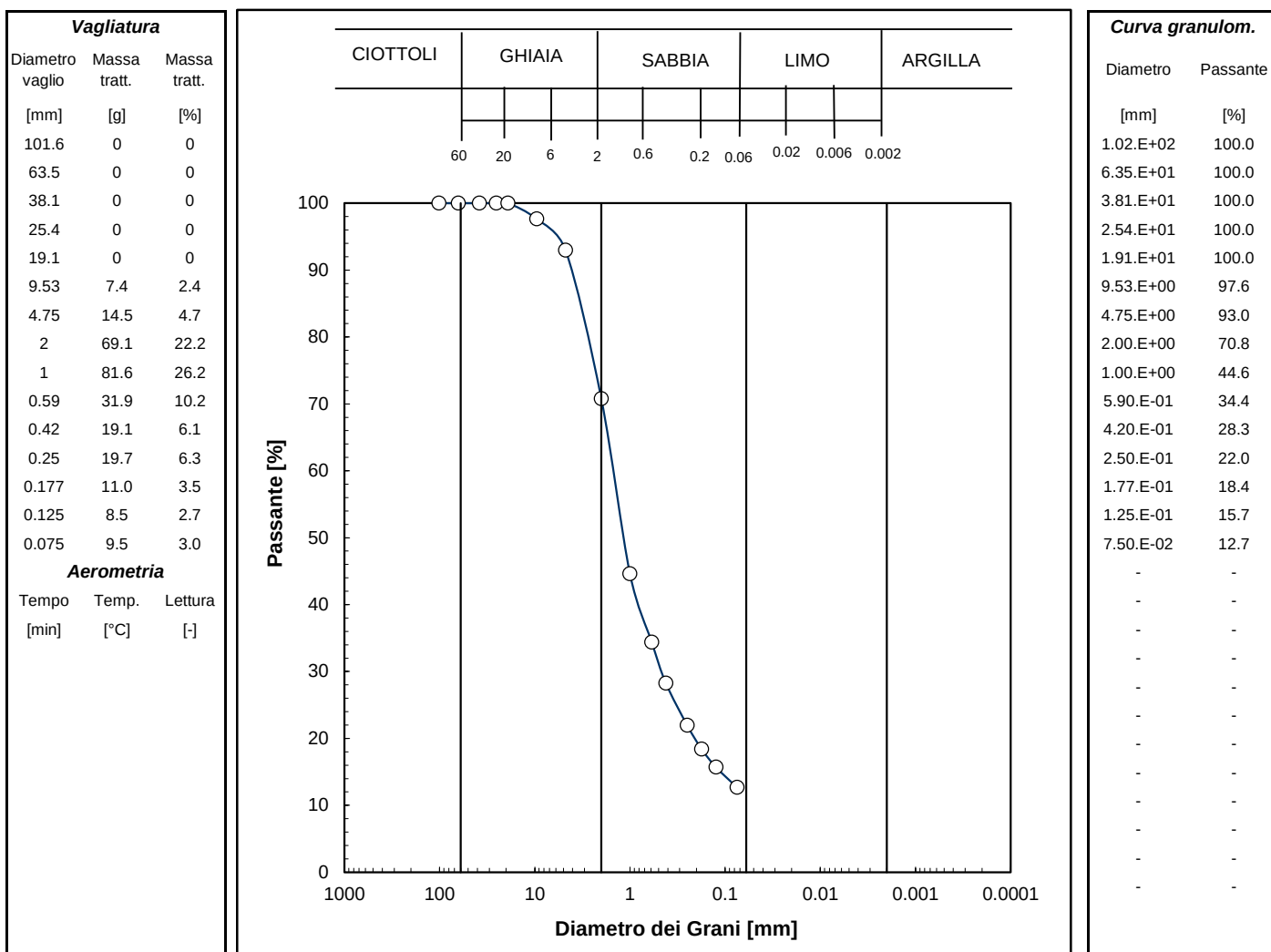
12 - 12,45

**Prova:**

**Gr 1**

**Data prova:**

07/07/2021



| Prova | Simbolo | Profondità |       | Massa secca materiale | Metodo preparazione materiale | % < 0.075mm | % CIOTTOLI | % GHIAIA | % SABBIA | % LIMO | % ARGILLA | Massa materiale aerometria | L max | D <sub>60</sub> | D <sub>50</sub> |
|-------|---------|------------|-------|-----------------------|-------------------------------|-------------|------------|----------|----------|--------|-----------|----------------------------|-------|-----------------|-----------------|
|       |         | da m       | a m   | [g]                   |                               |             |            |          |          |        |           | [g]                        | [mm]  |                 |                 |
| Gr 1  | x       | 12.00      | 12.45 | 311.7                 | VIA UMIDA                     | 13          | -          | 29       | 59       | 11*    | 0*        | 0                          | -     | 1.5.E+00        | 1.2.E+00        |

NOTE:



## DESCRIZIONE CAMPIONE RIMANEGGIATO E CARATTERISTICHE GENERALI

D.P.R. 06.06.2001 n.380 - Circ. 7618/STC del 08.09.2010 Autorizzazione n° 55126 del 12 luglio 2006 - Settori A e B

| rev. | data emiss. | sperimentatore | direttore |
|------|-------------|----------------|-----------|
| 0    | 09/07/2021  | Angeloni       | Saccenti  |

N° verbale di accettazione: 053/2021

N° certificato di prova:

|                                 |                             |
|---------------------------------|-----------------------------|
| <b>Committente:</b>             | <b>SAIPEM</b>               |
| <b>Cantiere:</b>                | <b>Impianto SRG Messina</b> |
| <b>Sondaggio:</b>               | <b>S10</b>                  |
| <b>Campione:</b>                | <b>CR2</b>                  |
| <b>Profondità prelievo [m]:</b> | <b>4.00 - 4.45</b>          |
| <b>Prova:</b>                   | <b>Dc</b>                   |
| <b>Data fine descrizione:</b>   | <b>09/07/2021</b>           |

### Dati Generali del Campione

Tipo contenitore: Sacchetto PVC  
Forma campione: -  
Dimensioni Campione:  $\Phi =$  - cm L= - cm  
Classe del terreno: 1

### Descrizione

(Normativa di riferimento: AGI 1977)

Ghiaia con sabbia limosa

### Risultati caratteristiche generali

| Prova | Risultato della prova | Normativa di riferimento | N° certificato di prova |
|-------|-----------------------|--------------------------|-------------------------|
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| Gr 1  | -                     | ASTM D422/90             |                         |

### Note:

-

| rev. | data emiss. | sperimentatore | direttore |
|------|-------------|----------------|-----------|
| 0    | 09/07/2021  | Angeloni       | Saccenti  |

Normativa di riferimento: ASTM D422

*Classificazione di riferimento: AGI 1977*

*N° certificato di prova:*

*N° verbale di accettazione: 053/2021*

**Committente:**

SAIPEM

**Cantiere:**

## Impianto SRG Messina

## Sondaggio:

**S10**

**Campione:**

CR2

Profondità prelievo [m]:

4 - 4,45

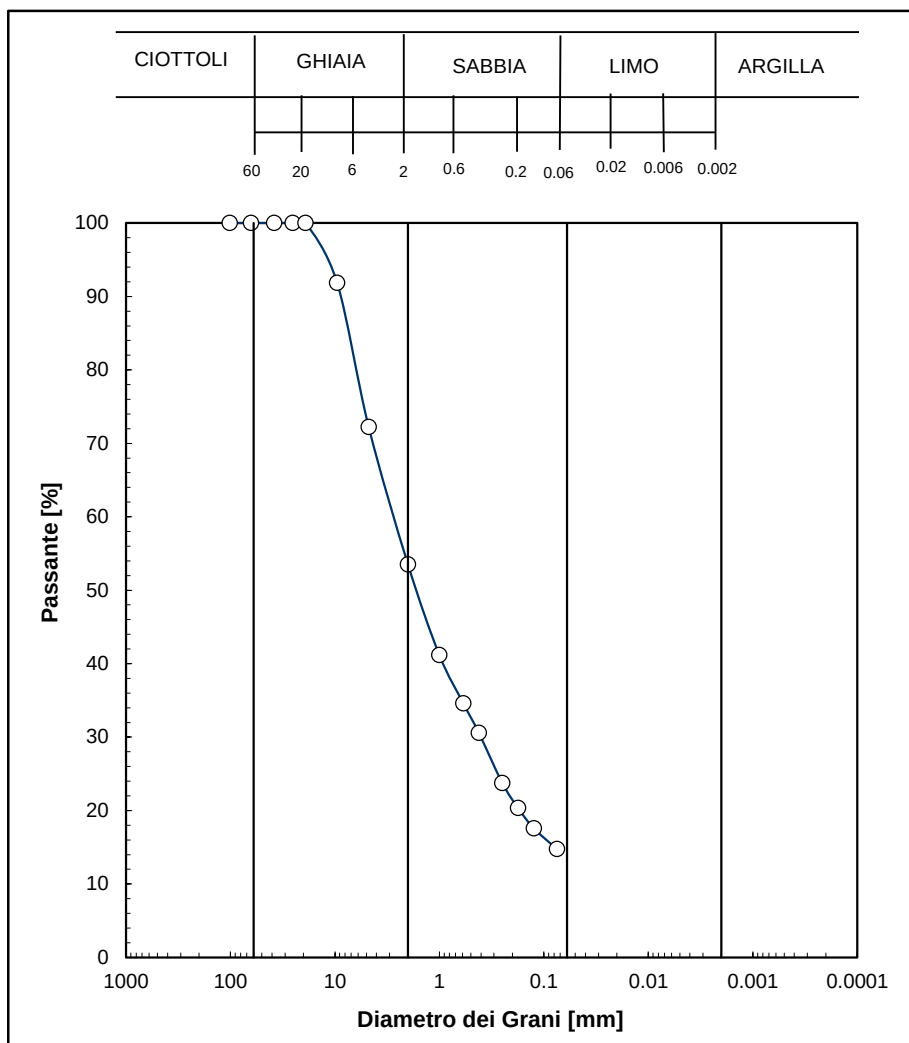
**Prova:**

**Gr 1**

**Data prova:**

07/07/2021

| Vagliatura      |              |              |
|-----------------|--------------|--------------|
| Diametro vaglio | Massa tratt. | Massa tratt. |
| [mm]            | [g]          | [%]          |
| 101.6           | 0            | 0            |
| 63.5            | 0            | 0            |
| 38.1            | 0            | 0            |
| 25.4            | 0            | 0            |
| 19.1            | 0            | 0            |
| 9.53            | 49.7         | 8.1          |
| 4.75            | 120.2        | 19.7         |
| 2               | 114.4        | 18.7         |
| 1               | 75.6         | 12.4         |
| 0.59            | 40.1         | 6.6          |
| 0.42            | 24.5         | 4.0          |
| 0.25            | 41.8         | 6.8          |
| 0.177           | 20.8         | 3.4          |
| 0.125           | 16.9         | 2.8          |
| 0.075           | 17.3         | 2.8          |
| Aerometria      |              |              |
| Tempo           | Temp.        | Lettura      |
| [min]           | [°C]         | [-]          |

[illegible]

| Prova | Simbolo | Profondità |      | Massa secca materiale | Metodo preparazione materiale | % < 0.075mm | % CIOTTOLI | % GHIAIA | % SABBIA | % LIMO | % ARGILLA | Massa materiale aerometria | L max | D <sub>60</sub> | D <sub>50</sub> |
|-------|---------|------------|------|-----------------------|-------------------------------|-------------|------------|----------|----------|--------|-----------|----------------------------|-------|-----------------|-----------------|
|       |         | da m       | a m  | [g]                   |                               |             |            |          |          |        |           | [g]                        | [mm]  |                 |                 |
| Gr 1  | x       | 4.00       | 4.45 | 611.7                 | VIA UMIDA                     | 15          | -          | 46       | 40       | 14*    | 9*        | 0                          | -     | 2.7.E+00        | 1.6.E+00        |

NOTE:





## DESCRIZIONE CAMPIONE RIMANEGGIATO E CARATTERISTICHE GENERALI

D.P.R. 06.06.2001 n.380 - Circ. 7618/STC del 08.09.2010 Autorizzazione n° 55126 del 12 luglio 2006 - Settori A e B

| rev. | data emiss. | sperimentatore | direttore |
|------|-------------|----------------|-----------|
| 0    | 09/07/2021  | Angeloni       | Saccenti  |

N° verbale di accettazione: 053/2021

N° certificato di prova:

|                                 |                             |
|---------------------------------|-----------------------------|
| <b>Committente:</b>             | <b>SAIPEM</b>               |
| <b>Cantiere:</b>                | <b>Impianto SRG Messina</b> |
| <b>Sondaggio:</b>               | <b>S10</b>                  |
| <b>Campione:</b>                | <b>CR3</b>                  |
| <b>Profondità prelievo [m]:</b> | <b>6.00 - 6.45</b>          |
| <b>Prova:</b>                   | <b>Dc</b>                   |
| <b>Data fine descrizione:</b>   | <b>09/07/2021</b>           |

### Dati Generali del Campione

Tipo contenitore: Sacchetto PVC  
Forma campione: -  
Dimensioni Campione:  $\Phi =$  - cm L= - cm  
Classe del terreno: 1

### Descrizione

(Normativa di riferimento: AGI 1977)

Sabbia con ghiaia limosa

### Risultati caratteristiche generali

| Prova | Risultato della prova | Normativa di riferimento | N° certificato di prova |
|-------|-----------------------|--------------------------|-------------------------|
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| Gr 1  | -                     | ASTM D422/90             |                         |

### Note:

-

| rev. | data emiss. | sperimentatore | direttore |
|------|-------------|----------------|-----------|
| 0    | 09/07/2021  | Angeloni       | Saccenti  |

Normativa di riferimento: ASTM D422

*Classificazione di riferimento: AGI 1977*

*N° certificato di prova:*

*N° verbale di accettazione: 053/2021*

**Committente:**

SAIPEM

**Cantiere:**

## Impianto SRG Messina

## Sondaggio:

**S10**

**Campione:**

CR3

Profondità prelievo [m]:

6 - 6.45

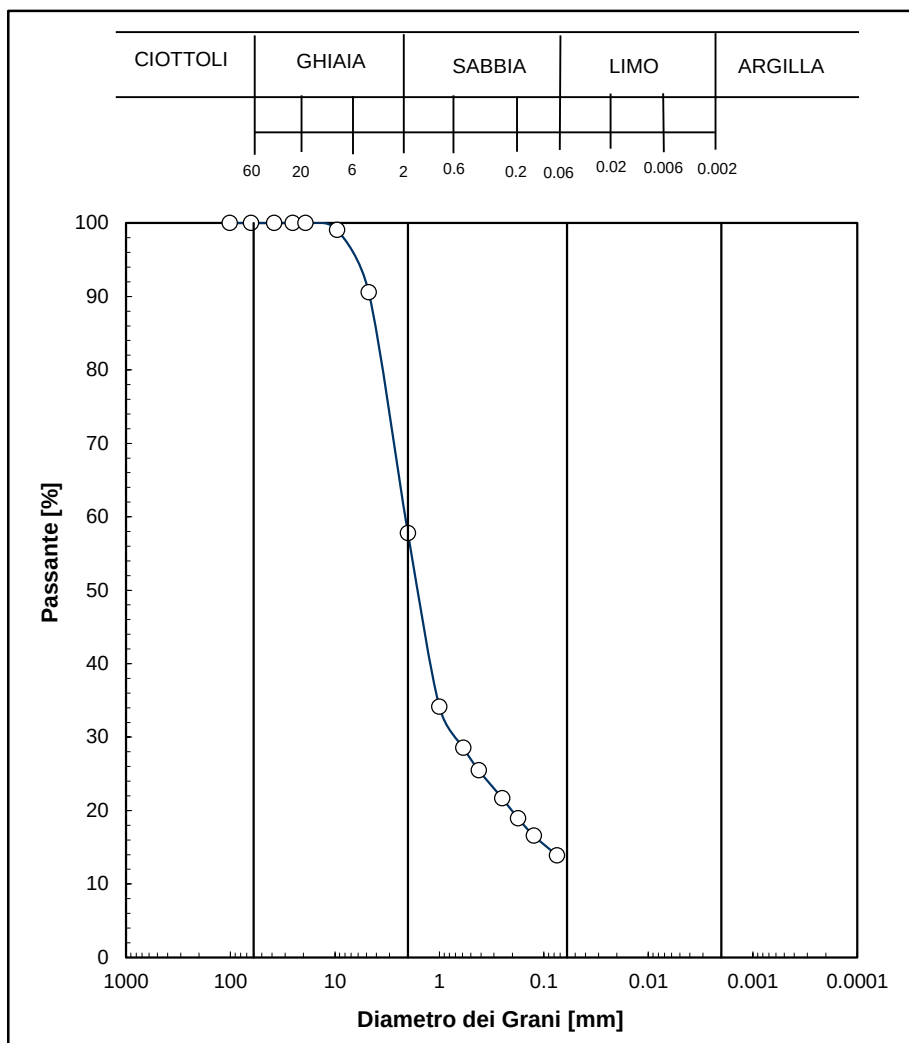
**Prova:**

**Gr 1**

**Data prova:**

07/07/2021

| Vagliatura         |                 |                 |
|--------------------|-----------------|-----------------|
| Diametro<br>vaglio | Massa<br>tratt. | Massa<br>tratt. |
| [mm]               | [g]             | [%]             |
| 101.6              | 0               | 0               |
| 63.5               | 0               | 0               |
| 38.1               | 0               | 0               |
| 25.4               | 0               | 0               |
| 19.1               | 0               | 0               |
| 9.53               | 3.9             | 1.0             |
| 4.75               | 34.3            | 8.5             |
| 2                  | 132.9           | 32.8            |
| 1                  | 95.8            | 23.6            |
| 0.59               | 22.6            | 5.6             |
| 0.42               | 12.5            | 3.1             |
| 0.25               | 15.5            | 3.8             |
| 0.177              | 11.0            | 2.7             |
| 0.125              | 9.6             | 2.4             |
| 0.075              | 10.8            | 2.7             |
| Aerometria         |                 |                 |
| Tempo              | Temp.           | Lettura         |
| [min]              | [°C]            | [-]             |

[illegible]

| Prova | Simbolo | Profondità |      | Massa secca materiale | Metodo preparazione materiale | % < 0.075mm | % CIOTTOLI | % GHIAIA | % SABBIA | % LIMO | % ARGILLA | Massa materiale aerometria | L max | D <sub>60</sub> | D <sub>50</sub> |
|-------|---------|------------|------|-----------------------|-------------------------------|-------------|------------|----------|----------|--------|-----------|----------------------------|-------|-----------------|-----------------|
|       |         | da m       | a m  | [g]                   |                               |             |            |          |          |        |           | [g]                        | [mm]  |                 |                 |
| Gr 1  | x       | 6.00       | 6.45 | 405.2                 | VIA UMIDA                     | 14          | -          | 42       | 45       | 13*    | 0*        | 0                          | -     | 2.1.E+00        | 1.6.E+00        |

NOTE:



## DESCRIZIONE CAMPIONE RIMANEGGIATO E CARATTERISTICHE GENERALI

D.P.R. 06.06.2001 n.380 - Circ. 7618/STC del 08.09.2010 Autorizzazione n° 55126 del 12 luglio 2006 - Settori A e B

| rev. | data emiss. | sperimentatore | direttore |
|------|-------------|----------------|-----------|
| 0    | 14/07/2021  | Angeloni       | Saccenti  |

N° verbale di accettazione: 053/2021

N° certificato di prova:

|                                 |                             |
|---------------------------------|-----------------------------|
| <b>Committente:</b>             | <b>SAIPEM</b>               |
| <b>Cantiere:</b>                | <b>Impianto SRG Messina</b> |
| <b>Sondaggio:</b>               | <b>S10</b>                  |
| <b>Campione:</b>                | <b>CR3BIS</b>               |
| <b>Profondità prelievo [m]:</b> | <b>7.70 - 8.05</b>          |
| <b>Prova:</b>                   | <b>Dc</b>                   |
| <b>Data fine descrizione:</b>   | <b>14/07/2021</b>           |

### Dati Generali del Campione

Tipo contenitore: Sacchetto PVC  
Forma campione: -  
Dimensioni Campione:  $\Phi =$  - cm L= - cm  
Classe del terreno: 1

### Descrizione

(Normativa di riferimento: AGI 1977)

Sabbia ghiaiosa limosa argillosa

### Risultati caratteristiche generali

| Prova | Risultato della prova | Normativa di riferimento | N° certificato di prova |
|-------|-----------------------|--------------------------|-------------------------|
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| Gr 1  | -                     | ASTM D422/90             |                         |

### Note:

-

| rev. | data emiss. | sperimentatore | direttore |
|------|-------------|----------------|-----------|
| 0    | 14/07/2021  | Angeloni       | Saccenti  |

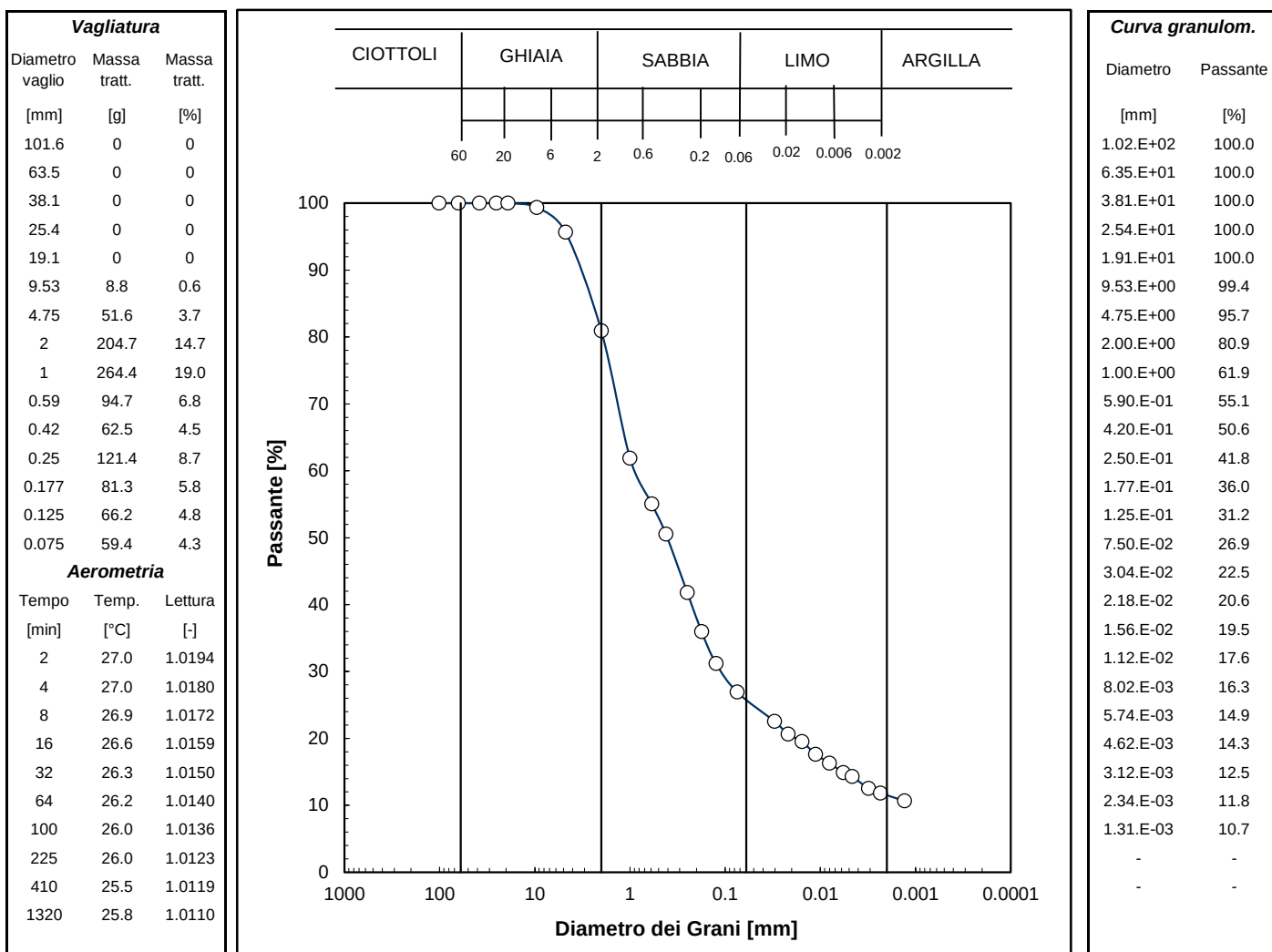
Normativa di riferimento: ASTM D422

Classificazione di riferimento: AGI 1977

N° certificato di prova:

N° verbale di accettazione: 053/2021

|                                 |                             |
|---------------------------------|-----------------------------|
| <b>Committente:</b>             | <b>SAIPEM</b>               |
| <b>Cantiere:</b>                | <b>Impianto SRG Messina</b> |
| <b>Sondaggio:</b>               | <b>S10</b>                  |
| <b>Campione:</b>                | <b>CR3BIS</b>               |
| <b>Profondità prelievo [m]:</b> | <b>7.7 - 8.05</b>           |
| <b>Prova:</b>                   | <b>Gr 1</b>                 |
| <b>Data prova:</b>              | <b>07/07/2021</b>           |



| Prova | Simbolo | Profondità |      | Massa secca materiale [g] | Metodo preparazione materiale | % < 0.075mm | % CIOTTOLI | % GHIAIA | % SABBIA | % LIMO | % ARGILLA | Massa materiale aerometria [g] | L max [mm] | D <sub>60</sub> [mm] | D <sub>50</sub> [mm] |
|-------|---------|------------|------|---------------------------|-------------------------------|-------------|------------|----------|----------|--------|-----------|--------------------------------|------------|----------------------|----------------------|
|       |         | da m       | a m  |                           |                               |             |            |          |          |        |           |                                |            |                      |                      |
| Gr 1  | x       | 7.70       | 8.05 | 1389.0                    | VIA UMIDA                     | 27          | -          | 19       | 55       | 14     | 12        | 31                             | -          | 8.6.E-01             | 4.1.E-01             |

NOTE:



## DETERMINAZIONE LIMITI DI ATTERBERG

D.P.R. 06.06.2001 n.380 - Circ. 7618/STC del 08.09.2010 Autorizzazione n° 55126 del 12 luglio 2006 - Settori A e B

Sperimentatore: Diaby  
Direttore: Saccenti  
Data emissione: 13/07/2021  
Rev.

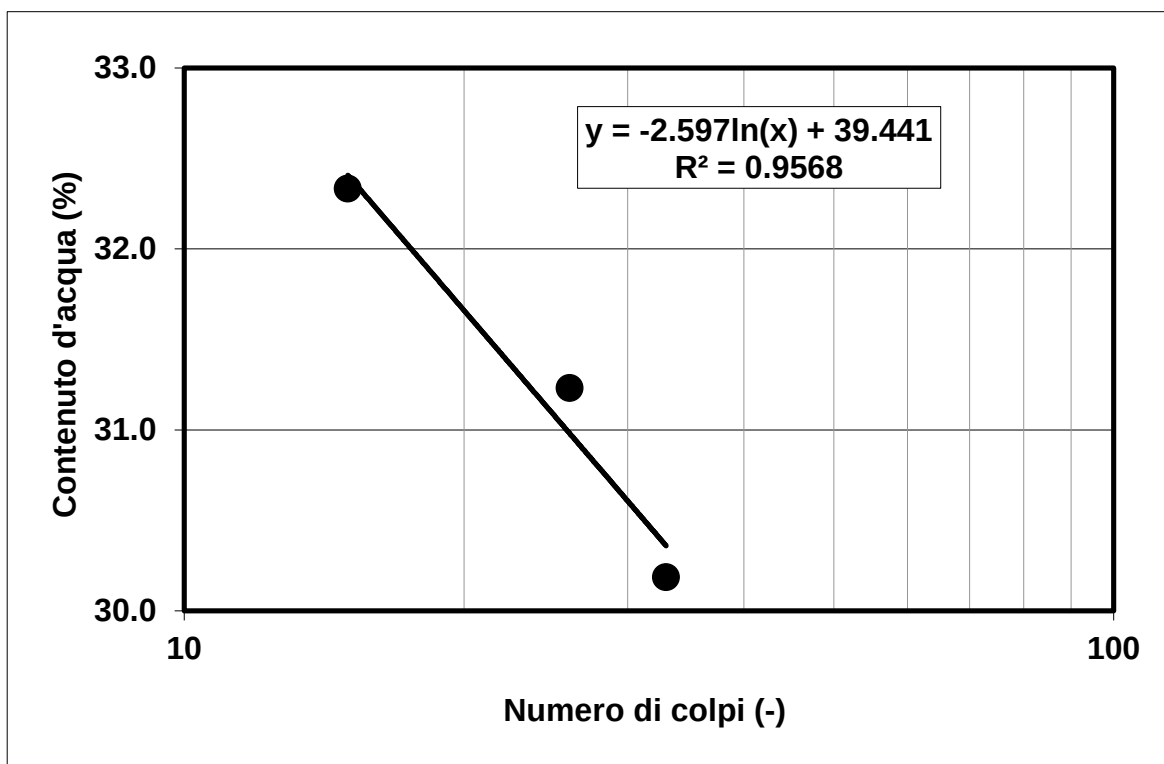
Normativa di riferimento: ASTM D4318  
N° certificato di prova:  
N° verbale di accettazione: 053/2021

Committente: **SAIPEM**  
Cantiere: **Impianto SRG Messina**  
Sondaggio: **S10**  
Campione: **CR3BIS**  
Profondità prova [m]: **7.70 - 8.05**  
Prova: **LLP1**  
Data prova: **01/07/2021**

| Limite Liquido         |         |         |         |
|------------------------|---------|---------|---------|
|                        | prova 1 | prova 2 | prova 3 |
| numero colpi           | 15      | 26      | 33      |
| massa tara (g)         | 22.20   | 22.20   | 22.66   |
| massa umido + tara (g) | 73.28   | 76.28   | 90.46   |
| massa secco + tara (g) | 60.80   | 63.41   | 74.74   |
| umidità (%)            | 32.33   | 31.23   | 30.18   |

| Limite Plastico        |       |       |
|------------------------|-------|-------|
| massa tara (g)         | 22.40 | 22.32 |
| massa umido + tara (g) | 40.43 | 40.06 |
| massa secco + tara (g) | 37.73 | 37.41 |
| umidità (%)            | 17.61 | 17.56 |

|        |             |
|--------|-------------|
| LL (%) | <b>31.1</b> |
| LP (%) | <b>17.6</b> |
| IP (%) | <b>13.5</b> |



Note:





## DESCRIZIONE CAMPIONE RIMANEGGIATO E CARATTERISTICHE GENERALI

D.P.R. 06.06.2001 n.380 - Circ. 7618/STC del 08.09.2010 Autorizzazione n° 55126 del 12 luglio 2006 - Settori A e B

| rev. | data emiss. | sperimentatore | direttore |
|------|-------------|----------------|-----------|
| 0    | 09/07/2021  | Angeloni       | Saccenti  |

N° verbale di accettazione: 053/2021

N° certificato di prova:

|                                 |                             |
|---------------------------------|-----------------------------|
| <b>Committente:</b>             | <b>SAIPEM</b>               |
| <b>Cantiere:</b>                | <b>Impianto SRG Messina</b> |
| <b>Sondaggio:</b>               | <b>S10</b>                  |
| <b>Campione:</b>                | <b>CR6</b>                  |
| <b>Profondità prelievo [m]:</b> | <b>14.00 - 14.45</b>        |
| <b>Prova:</b>                   | <b>Dc</b>                   |
| <b>Data fine descrizione:</b>   | <b>09/07/2021</b>           |

### Dati Generali del Campione

Tipo contenitore: Sacchetto PVC  
Forma campione: -  
Dimensioni Campione:  $\Phi =$  - cm L= - cm  
Classe del terreno: 1

### Descrizione

(Normativa di riferimento: AGI 1977)

Sabbia con ghiaia debolmente limosa

### Risultati caratteristiche generali

| Prova | Risultato della prova | Normativa di riferimento | N° certificato di prova |
|-------|-----------------------|--------------------------|-------------------------|
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| Gr 1  | -                     | ASTM D422/90             |                         |

### Note:

-

| rev. | data emiss. | sperimentatore | direttore |
|------|-------------|----------------|-----------|
| 0    | 09/07/2021  | Angeloni       | Saccenti  |

Normativa di riferimento: ASTM D422

*Classificazione di riferimento: AGI 1977*

*N° certificato di prova:*

*N° verbale di accettazione: 053/2021*

**Committente:**

SAIPEM

**Cantiere:**

## Impianto SRG Messina

## Sondaggio:

**S10**

**Campione:**

CR6

Profondità prelievo [m]:

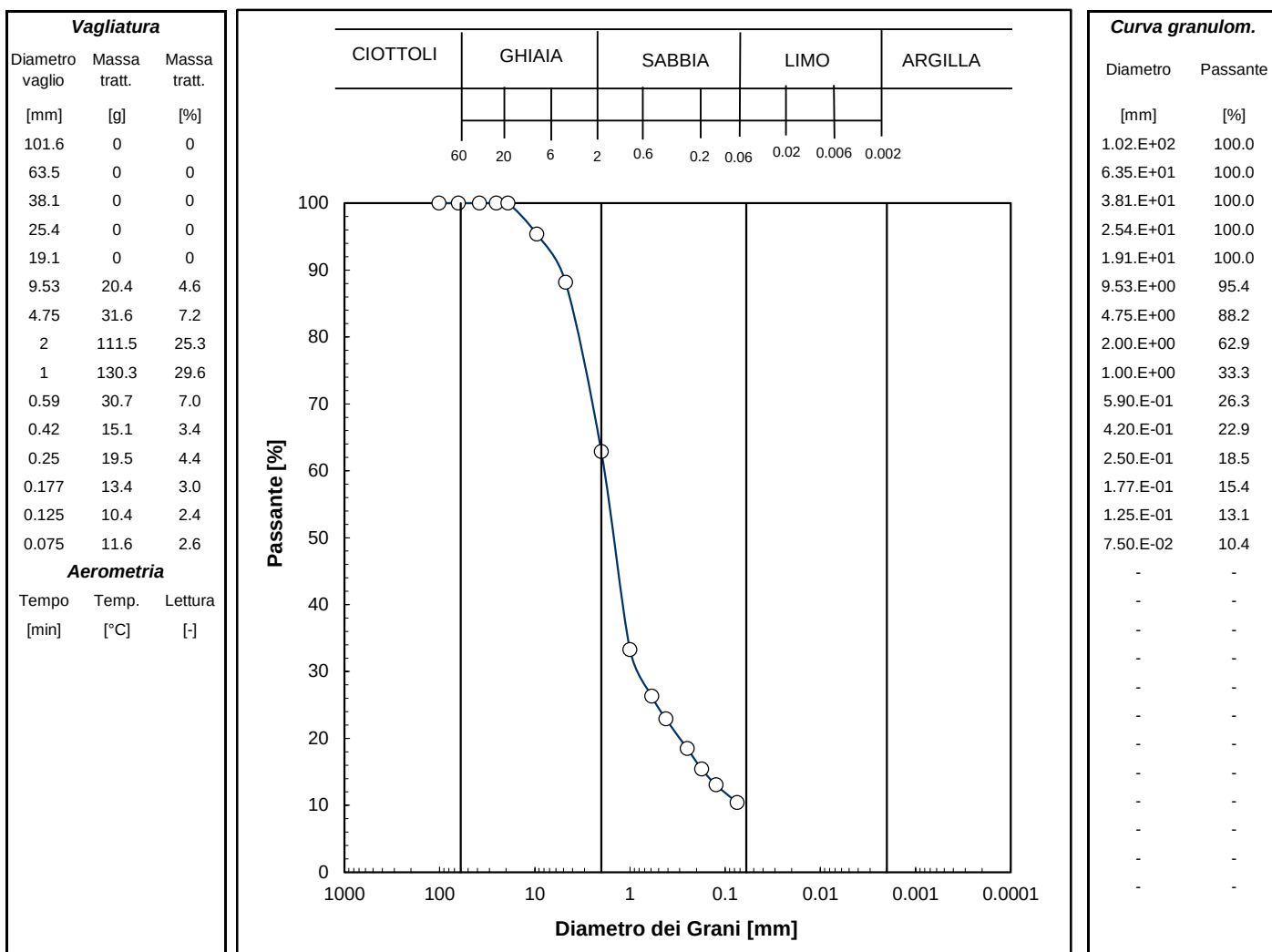
14 - 14.45

**Prova:**

**Gr 1**

**Data prova:**

07/07/2021



| Prova | Simbolo | Profondità |       | Massa secca materiale | Metodo preparazione materiale | % < 0.075mm | % CIOTTOLI | % GHIAIA | % SABBIA | % LIMO | % ARGILLA | Massa materiale aerometria | L max | D <sub>60</sub> | D <sub>50</sub> |
|-------|---------|------------|-------|-----------------------|-------------------------------|-------------|------------|----------|----------|--------|-----------|----------------------------|-------|-----------------|-----------------|
|       |         | da m       | a m   | [g]                   |                               |             |            |          |          |        |           | [g]                        | [mm]  |                 |                 |
| Gr 1  | x       | 14.00      | 14.45 | 440.5                 | VIA UMIDA                     | 10          | -          | 37       | 54       | 9*     | 0*        | 0                          | -     | 1.9.E+00        | 1.5.E+00        |

NOTE:



## DESCRIZIONE CAMPIONE RIMANEGGIATO E CARATTERISTICHE GENERALI

D.P.R. 06.06.2001 n.380 - Circ. 7618/STC del 08.09.2010 Autorizzazione n° 55126 del 12 luglio 2006 - Settori A e B

| rev. | data emiss. | sperimentatore | direttore |
|------|-------------|----------------|-----------|
| 0    | 13/07/2021  | Angeloni       | Saccenti  |

N° verbale di accettazione: 053/2021

N° certificato di prova:

|                                 |                             |
|---------------------------------|-----------------------------|
| <b>Committente:</b>             | <b>SAIPEM</b>               |
| <b>Cantiere:</b>                | <b>Impianto SRG Messina</b> |
| <b>Sondaggio:</b>               | <b>S11</b>                  |
| <b>Campione:</b>                | <b>CR2</b>                  |
| <b>Profondità prelievo [m]:</b> | <b>4.00 - 4.45</b>          |
| <b>Prova:</b>                   | <b>Dc</b>                   |
| <b>Data fine descrizione:</b>   | <b>13/07/2021</b>           |

### Dati Generali del Campione

Tipo contenitore: Sacchetto PVC  
Forma campione: -  
Dimensioni Campione:  $\Phi =$  - cm L= - cm  
Classe del terreno: 1

### Descrizione

(Normativa di riferimento: AGI 1977)

Ghiaia con sabbia debolmente limosa

### Risultati caratteristiche generali

| Prova | Risultato della prova | Normativa di riferimento | N° certificato di prova |
|-------|-----------------------|--------------------------|-------------------------|
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| Gr 1  | -                     | ASTM D422/90             |                         |

### Note:

-

| rev. | data emiss. | sperimentatore | direttore |
|------|-------------|----------------|-----------|
| 0    | 13/07/2021  | Angeloni       | Saccenti  |

Normativa di riferimento: ASTM D422

*Classificazione di riferimento: AGI 1977*

*N° certificato di prova:*

*N° verbale di accettazione: 053/2021*

**Committente:**

**SAIPEM**

**Cantiere:**

## Impianto SRG Messina

## Sondaggio:

**S11**

**Campione:**

CR2

**Profondità prelievo [m]:**

4 - 4,45

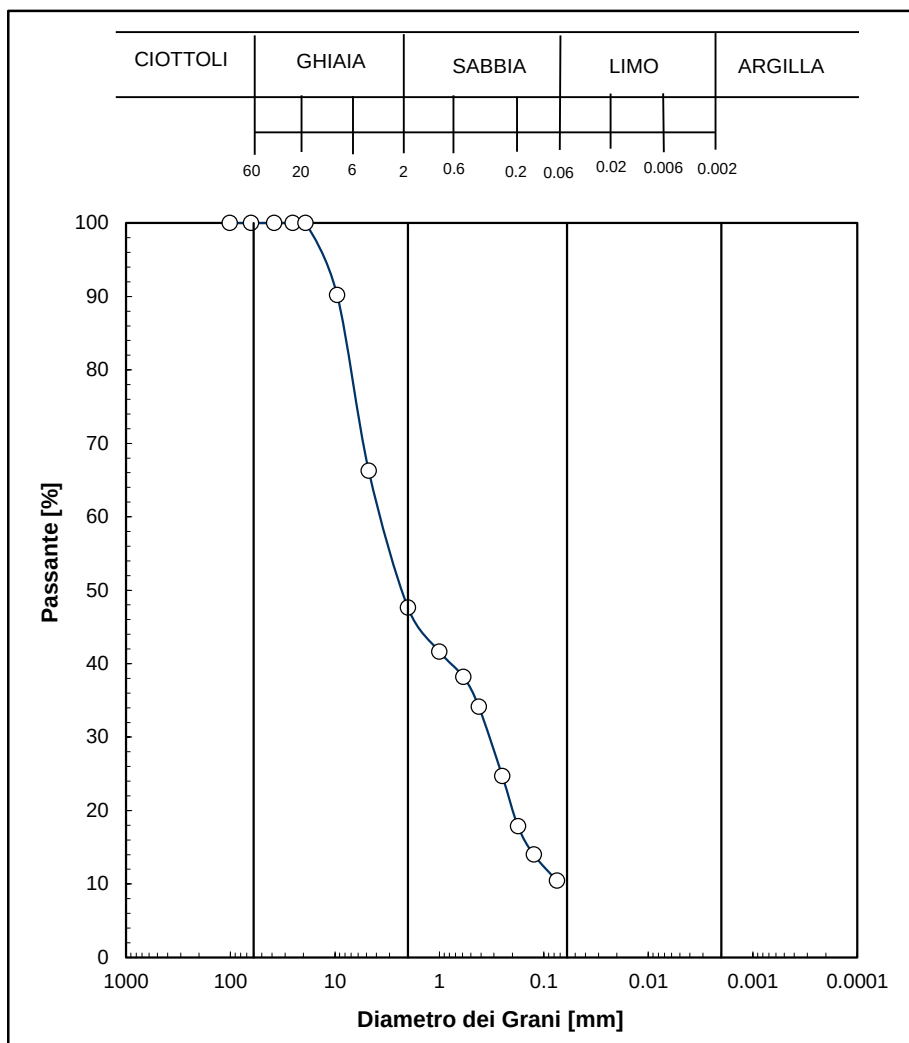
**Prova:**

**Gr 1**

**Data prova:**

08/07/2021

| Vagliatura         |                 |                 |
|--------------------|-----------------|-----------------|
| Diametro<br>vaglio | Massa<br>tratt. | Massa<br>tratt. |
| [mm]               | [g]             | [%]             |
| 101.6              | 0               | 0               |
| 63.5               | 0               | 0               |
| 38.1               | 0               | 0               |
| 25.4               | 0               | 0               |
| 19.1               | 0               | 0               |
| 9.53               | 38.7            | 9.8             |
| 4.75               | 94.6            | 23.9            |
| 2                  | 73.8            | 18.7            |
| 1                  | 23.6            | 6.0             |
| 0.59               | 13.6            | 3.4             |
| 0.42               | 16.0            | 4.1             |
| 0.25               | 37.3            | 9.4             |
| 0.177              | 27.1            | 6.8             |
| 0.125              | 15.3            | 3.9             |
| 0.075              | 14.0            | 3.5             |
| Aerometria         |                 |                 |
| Tempo              | Temp.           | Lettura         |
| [min]              | [°C]            | [-]             |

[illegible]

| Prova | Simbolo | Profondità |      | Massa secca materiale | Metodo preparazione materiale | % < 0.075mm | % CIOTTOLI | % GHIAIA | % SABBIA | % LIMO | % ARGILLA | Massa materiale aerometria | L max | D <sub>60</sub> | D <sub>50</sub> |
|-------|---------|------------|------|-----------------------|-------------------------------|-------------|------------|----------|----------|--------|-----------|----------------------------|-------|-----------------|-----------------|
|       |         | da m       | a m  | [g]                   |                               |             |            |          |          |        |           | [g]                        | [mm]  |                 |                 |
| Gr 1  | x       | 4.00       | 4.45 | 395.4                 | VIA UMIDA                     | 10          | -          | 52       | 39       | 9*     | 9*        | 0                          | -     | 3.5.E+00        | 2.2.E+00        |

NOTE:



## DESCRIZIONE CAMPIONE RIMANEGGIATO E CARATTERISTICHE GENERALI

D.P.R. 06.06.2001 n.380 - Circ. 7618/STC del 08.09.2010 Autorizzazione n° 55126 del 12 luglio 2006 - Settori A e B

| rev. | data emiss. | sperimentatore | direttore |
|------|-------------|----------------|-----------|
| 0    | 12/07/2021  | Angeloni       | Saccenti  |

N° verbale di accettazione: 053/2021

N° certificato di prova:

|                                 |                             |
|---------------------------------|-----------------------------|
| <b>Committente:</b>             | <b>SAIPEM</b>               |
| <b>Cantiere:</b>                | <b>Impianto SRG Messina</b> |
| <b>Sondaggio:</b>               | <b>S11</b>                  |
| <b>Campione:</b>                | <b>CR3</b>                  |
| <b>Profondità prelievo [m]:</b> | <b>6.00 - 6.45</b>          |
| <b>Prova:</b>                   | <b>Dc</b>                   |
| <b>Data fine descrizione:</b>   | <b>12/07/2021</b>           |

### Dati Generali del Campione

Tipo contenitore: Sacchetto PVC  
Forma campione: -  
Dimensioni Campione:  $\Phi =$  - cm L= - cm  
Classe del terreno: 1

### Descrizione

(Normativa di riferimento: AGI 1977)

Ghiaia con sabbia debolmente limosa

### Risultati caratteristiche generali

| Prova | Risultato della prova | Normativa di riferimento | N° certificato di prova |
|-------|-----------------------|--------------------------|-------------------------|
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| Gr 1  | -                     | ASTM D422/90             |                         |

### Note:

-



| rev. | data emiss. | sperimentatore | direttore |
|------|-------------|----------------|-----------|
| 0    | 12/07/2021  | Angeloni       | Saccenti  |

Normativa di riferimento: ASTM D422

*Classificazione di riferimento: AGI 1977*

N° certificato di prova:

*N° verbale di accettazione: 053/2021*

**Committente:**

SAIPEM

**Cantiere:**

## Impianto SRG Messina

## Sondaggio:

**S11**

**Campione:**

CR3

Profondità prelievo [m]:

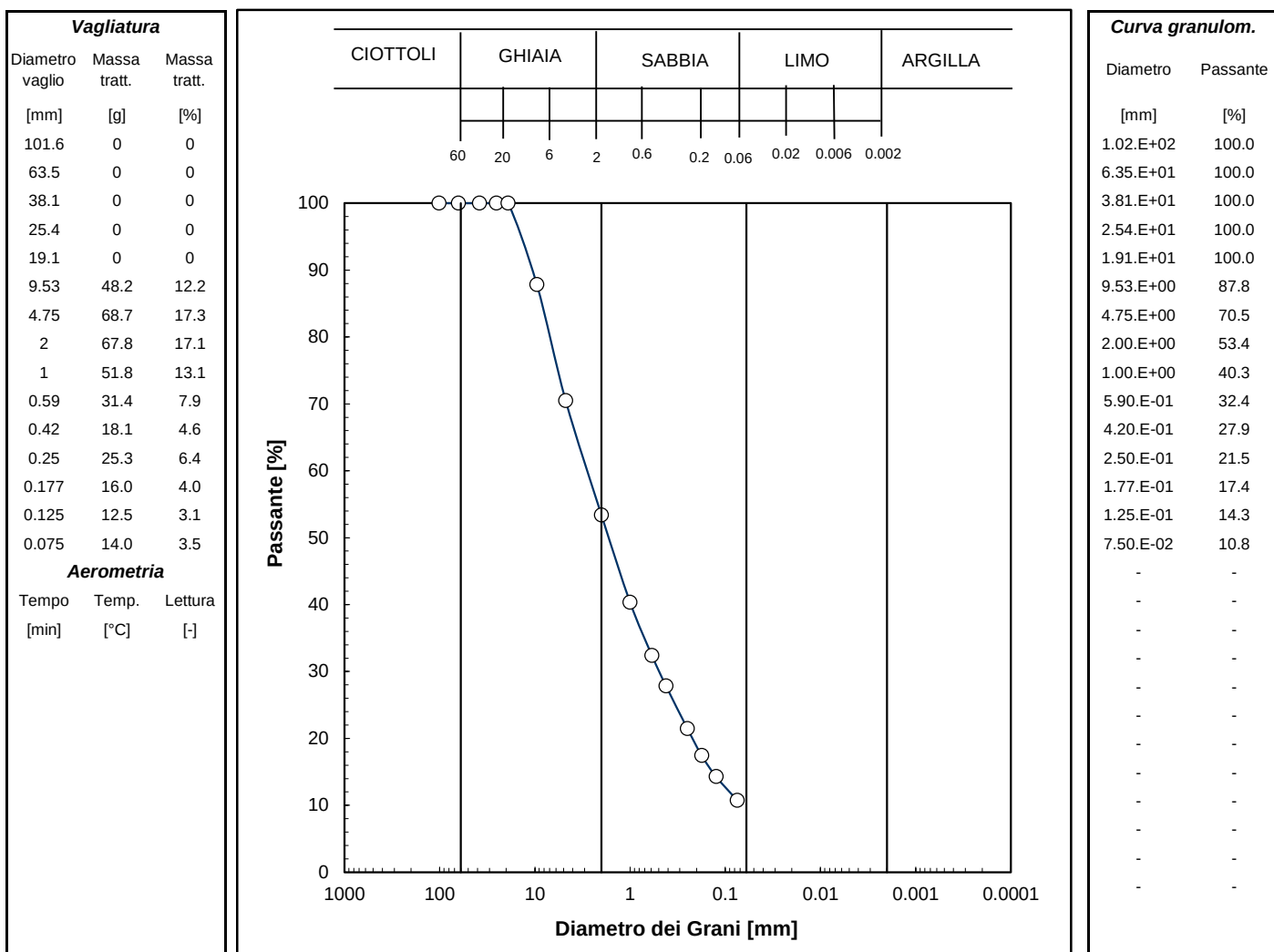
6 - 6,45

**Prova:**

Gr 1

**Data prova:**

08/07/2021



| Prova | Simbolo | Profondità |      | Massa secca materiale | Metodo preparazione materiale | % < 0.075mm | % CIOTTOLI | % GHIAIA | % SABBIA | % LIMO | % ARGILLA | Massa materiale aerometria | L max | D <sub>60</sub> | D <sub>50</sub> |
|-------|---------|------------|------|-----------------------|-------------------------------|-------------|------------|----------|----------|--------|-----------|----------------------------|-------|-----------------|-----------------|
|       |         | da m       | a m  | [g]                   |                               |             |            |          |          |        |           | [g]                        | [mm]  |                 |                 |
| Gr 1  | x       | 6.00       | 6.45 | 396.5                 | VIA UMIDA                     | 11          | -          | 47       | 44       | 9*     | 0*        | 0                          | -     | 2.8.E+00        | 1.7.E+00        |

NOTE:



## DESCRIZIONE CAMPIONE RIMANEGGIATO E CARATTERISTICHE GENERALI

D.P.R. 06.06.2001 n.380 - Circ. 7618/STC del 08.09.2010 Autorizzazione n° 55126 del 12 luglio 2006 - Settori A e B

| rev. | data emiss. | sperimentatore | direttore |
|------|-------------|----------------|-----------|
| 0    | 12/07/2021  | Angeloni       | Saccenti  |

N° verbale di accettazione: 053/2021

N° certificato di prova:

|                                 |                             |
|---------------------------------|-----------------------------|
| <b>Committente:</b>             | <b>SAIPEM</b>               |
| <b>Cantiere:</b>                | <b>Impianto SRG Messina</b> |
| <b>Sondaggio:</b>               | <b>S11</b>                  |
| <b>Campione:</b>                | <b>CR4</b>                  |
| <b>Profondità prelievo [m]:</b> | <b>8.00 - 8.45</b>          |
| <b>Prova:</b>                   | <b>Dc</b>                   |
| <b>Data fine descrizione:</b>   | <b>12/07/2021</b>           |

### Dati Generali del Campione

Tipo contenitore: Sacchetto PVC  
Forma campione: -  
Dimensioni Campione:  $\Phi =$  - cm L= - cm  
Classe del terreno: 1

### Descrizione

(Normativa di riferimento: AGI 1977)

Ghiaia con sabbia debolmente limosa

### Risultati caratteristiche generali

| Prova | Risultato della prova | Normativa di riferimento | N° certificato di prova |
|-------|-----------------------|--------------------------|-------------------------|
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| Gr 1  | -                     | ASTM D422/90             |                         |

### Note:

-

| rev. | data emiss. | sperimentatore | direttore |
|------|-------------|----------------|-----------|
| 0    | 12/07/2021  | Angeloni       | Saccenti  |

Normativa di riferimento: ASTM D422

*Classificazione di riferimento: AGI 1977*

*N° certificato di prova:*

*N° verbale di accettazione: 053/2021*

**Committente:**

SAIPEM

**Cantiere:**

## Impianto SRG Messina

## Sondaggio:

**S11**

**Campione:**

CR4

Profondità prelievo [m]:

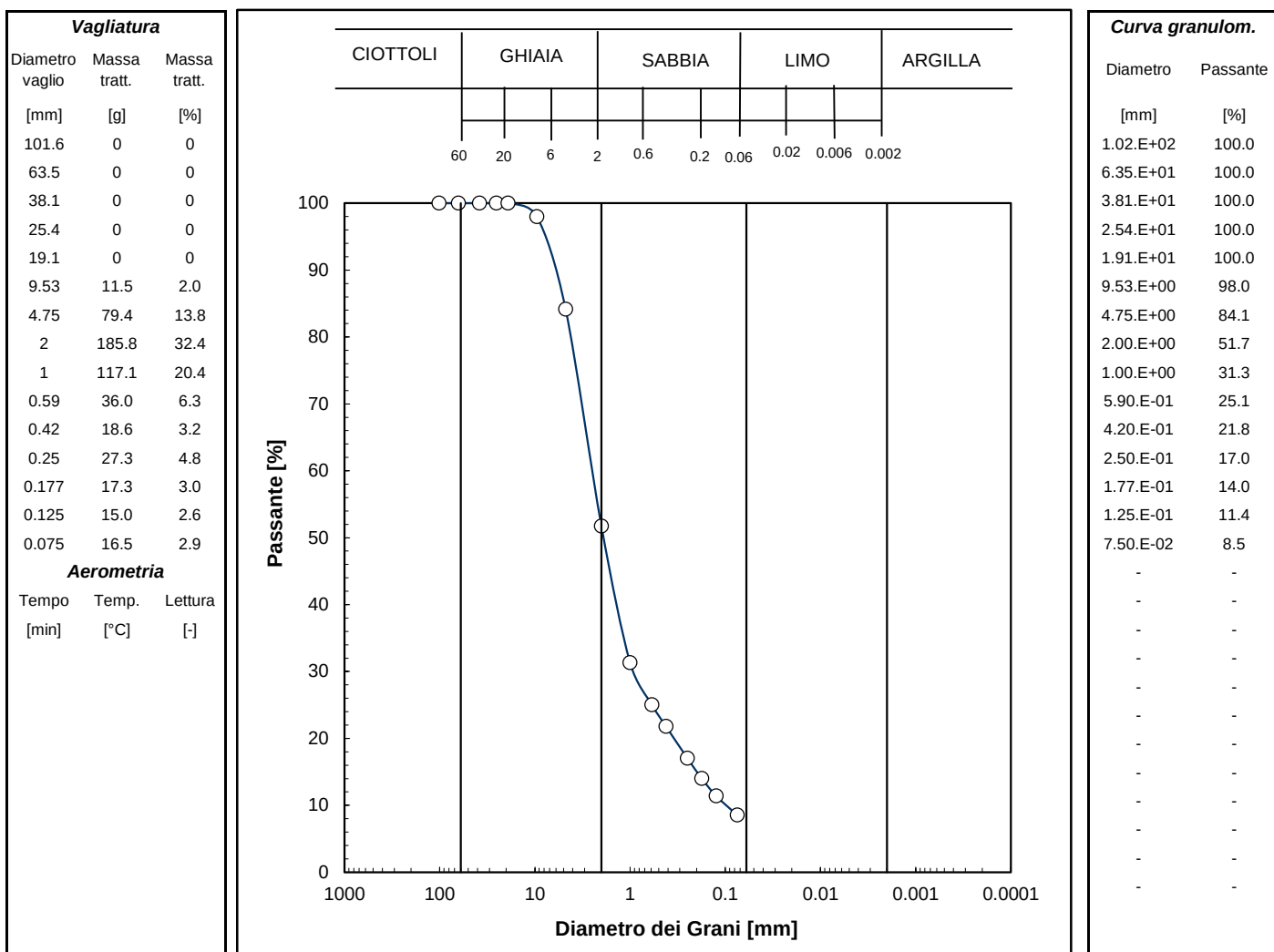
8 - 8.45

**Prova:**

Gr 1

**Data prova:**

08/07/2021



| Prova | Simbolo | Profondità |      | Massa secca materiale | Metodo preparazione materiale | % < 0.075mm | % CIOTTOLI | % GHIAIA | % SABBIA | % LIMO | % ARGILLA | Massa materiale aerometria | L max | D <sub>60</sub> | D <sub>50</sub> |
|-------|---------|------------|------|-----------------------|-------------------------------|-------------|------------|----------|----------|--------|-----------|----------------------------|-------|-----------------|-----------------|
|       |         | da m       | a m  | [g]                   |                               |             |            |          |          |        |           | [g]                        | [mm]  |                 |                 |
| Gr 1  | x       | 8.00       | 8.45 | 573.5                 | VIA UMIDA                     | 9           | -          | 48       | 44       | 7*     | 0*        | 0                          | -     | 2.5.E+00        | 1.9.E+00        |

NOTE:



## DESCRIZIONE CAMPIONE RIMANEGGIATO E CARATTERISTICHE GENERALI

D.P.R. 06.06.2001 n.380 - Circ. 7618/STC del 08.09.2010 Autorizzazione n° 55126 del 12 luglio 2006 - Settori A e B

| rev. | data emiss. | sperimentatore | direttore |
|------|-------------|----------------|-----------|
| 0    | 14/07/2021  | Angeloni       | Saccenti  |

N° verbale di accettazione: 053/2021

N° certificato di prova:

|                                 |                             |
|---------------------------------|-----------------------------|
| <b>Committente:</b>             | <b>SAIPEM</b>               |
| <b>Cantiere:</b>                | <b>Impianto SRG Messina</b> |
| <b>Sondaggio:</b>               | <b>S11</b>                  |
| <b>Campione:</b>                | <b>CR7TRIS</b>              |
| <b>Profondità prelievo [m]:</b> | <b>15.00 - 15.45</b>        |
| <b>Prova:</b>                   | <b>Dc</b>                   |
| <b>Data fine descrizione:</b>   | <b>14/07/2021</b>           |

### Dati Generali del Campione

Tipo contenitore: Sacchetto PVC  
Forma campione: -  
Dimensioni Campione:  $\Phi =$  - cm L= - cm  
Classe del terreno: 1

### Descrizione

(Normativa di riferimento: AGI 1977)

Sabbia ghiaiosa limosa con tracce di argilla

### Risultati caratteristiche generali

| Prova | Risultato della prova | Normativa di riferimento | N° certificato di prova |
|-------|-----------------------|--------------------------|-------------------------|
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| Gr 1  | -                     | ASTM D422/90             |                         |

### Note:

-

| rev. | data emiss. | sperimentatore | direttore |
|------|-------------|----------------|-----------|
| 0    | 14/07/2021  | Angeloni       | Saccenti  |

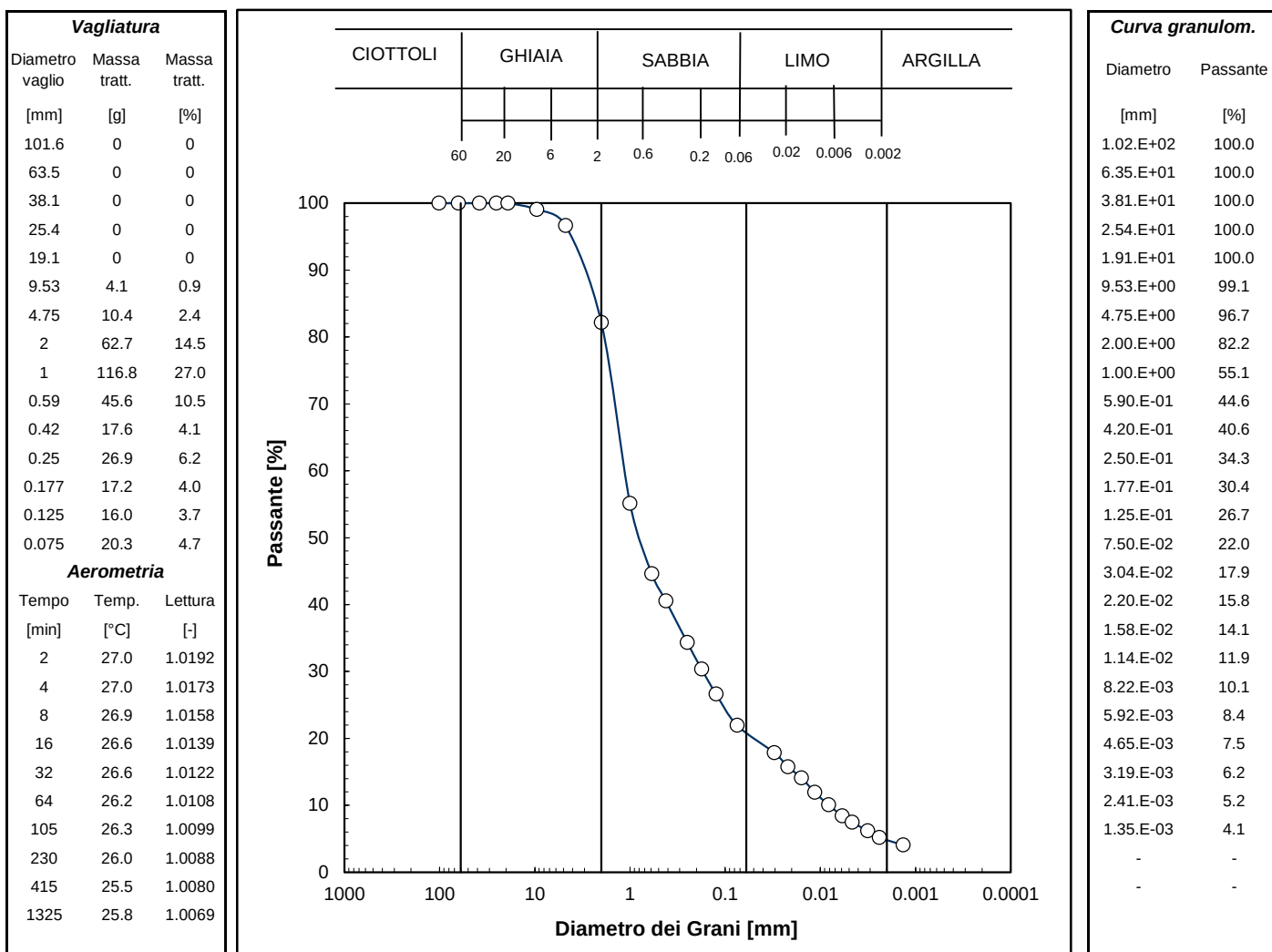
Normativa di riferimento: ASTM D422

Classificazione di riferimento: AGI 1977

N° certificato di prova:

N° verbale di accettazione: 053/2021

|                                 |                             |
|---------------------------------|-----------------------------|
| <b>Committente:</b>             | <b>SAIPEM</b>               |
| <b>Cantiere:</b>                | <b>Impianto SRG Messina</b> |
| <b>Sondaggio:</b>               | <b>S11</b>                  |
| <b>Campione:</b>                | <b>CR7TRIS</b>              |
| <b>Profondità prelievo [m]:</b> | <b>15 - 15.45</b>           |
| <b>Prova:</b>                   | <b>Gr 1</b>                 |
| <b>Data prova:</b>              | <b>08/07/2021</b>           |



| Prova | Simbolo | Profondità |       | Massa secca materiale [g] | Metodo preparazione materiale | % < 0.075mm | % CIOTTOLI | % GHIAIA | % SABBIA | % LIMO | % ARGILLA | Massa materiale aerometria [g] | L max [mm] | D <sub>60</sub> [mm] | D <sub>50</sub> [mm] |
|-------|---------|------------|-------|---------------------------|-------------------------------|-------------|------------|----------|----------|--------|-----------|--------------------------------|------------|----------------------|----------------------|
|       |         | da m       | a m   |                           |                               |             |            |          |          |        |           |                                |            |                      |                      |
| Gr 1  | x       | 15.00      | 15.45 | 432.5                     | VIA UMIDA                     | 22          | -          | 18       | 61       | 16     | 5         | 32                             | -          | 1.1.E+00             | 7.7.E-01             |

NOTE:





## DESCRIZIONE CAMPIONE RIMANEGGIATO E CARATTERISTICHE GENERALI

D.P.R. 06.06.2001 n.380 - Circ. 7618/STC del 08.09.2010 Autorizzazione n° 55126 del 12 luglio 2006 - Settori A e B

| rev. | data emiss. | sperimentatore | direttore |
|------|-------------|----------------|-----------|
| 0    | 12/07/2021  | Angeloni       | Saccenti  |

N° verbale di accettazione: 053/2021

N° certificato di prova:

|                                 |                             |
|---------------------------------|-----------------------------|
| <b>Committente:</b>             | <b>SAIPEM</b>               |
| <b>Cantiere:</b>                | <b>Impianto SRG Messina</b> |
| <b>Sondaggio:</b>               | <b>S11</b>                  |
| <b>Campione:</b>                | <b>CR7BIS</b>               |
| <b>Profondità prelievo [m]:</b> | <b>16.00 - 16.45</b>        |
| <b>Prova:</b>                   | <b>Dc</b>                   |
| <b>Data fine descrizione:</b>   | <b>12/07/2021</b>           |

### Dati Generali del Campione

Tipo contenitore: Sacchetto PVC  
Forma campione: -  
Dimensioni Campione:  $\Phi =$  - cm L= - cm  
Classe del terreno: 1

### Descrizione

(Normativa di riferimento: AGI 1977)

Sabbia con ghiaia limosa

### Risultati caratteristiche generali

| Prova | Risultato della prova | Normativa di riferimento | N° certificato di prova |
|-------|-----------------------|--------------------------|-------------------------|
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| Gr 1  | -                     | ASTM D422/90             |                         |

### Note:

-

| rev. | data emiss. | sperimentatore | direttore |
|------|-------------|----------------|-----------|
| 0    | 12/07/2021  | Angeloni       | Saccenti  |

Normativa di riferimento: ASTM D422

*Classificazione di riferimento: AGI 1977*

*N° certificato di prova:*

*N° verbale di accettazione: 053/2021*

**Committente:**

**SAIPEM**

**Cantiere:**

## Impianto SRG Messina

## Sondaggio:

**S11**

**Campione:**

CR7BIS

Profondità prelievo [m]:

16 - 16,45

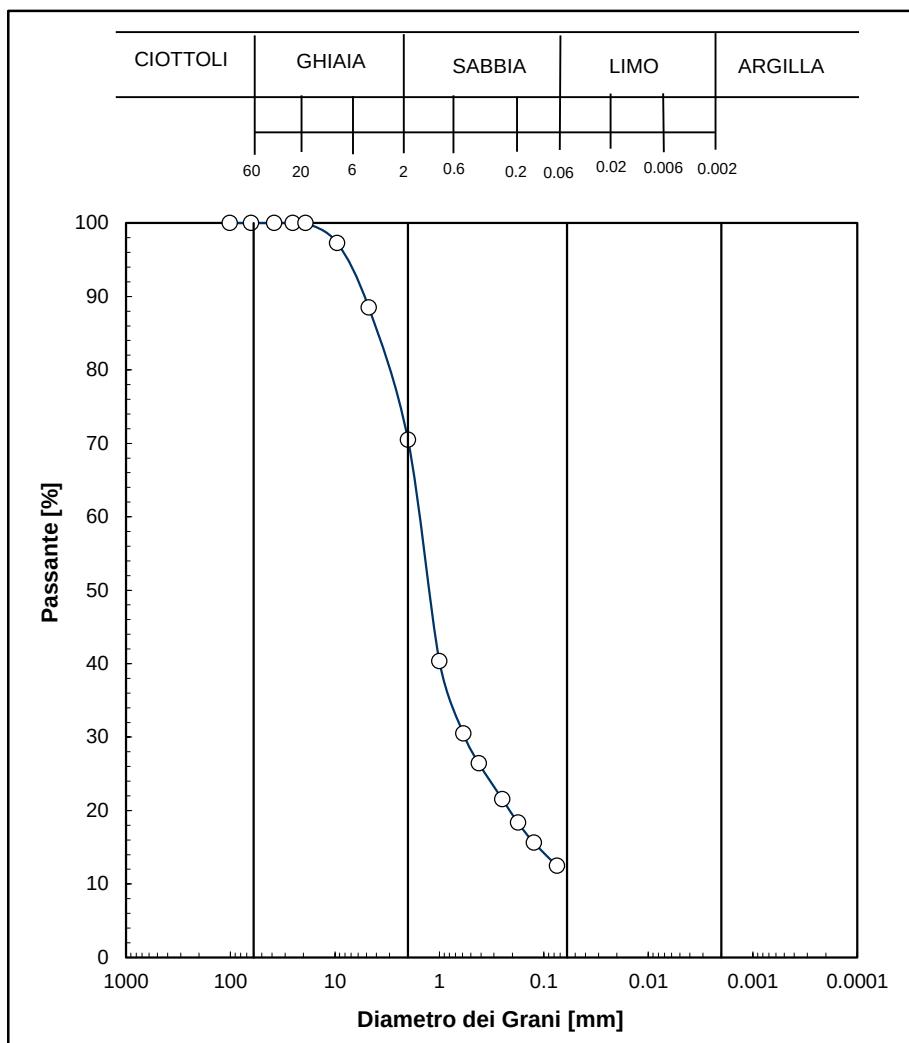
**Prova:**

**Gr 1**

**Data prova:**

08/07/2021

| Vagliatura         |                 |                 |
|--------------------|-----------------|-----------------|
| Diametro<br>vaglio | Massa<br>tratt. | Massa<br>tratt. |
| [mm]               | [g]             | [%]             |
| 101.6              | 0               | 0               |
| 63.5               | 0               | 0               |
| 38.1               | 0               | 0               |
| 25.4               | 0               | 0               |
| 19.1               | 0               | 0               |
| 9.53               | 22.1            | 2.7             |
| 4.75               | 72.0            | 8.8             |
| 2                  | 147.7           | 18.0            |
| 1                  | 247.2           | 30.2            |
| 0.59               | 80.6            | 9.8             |
| 0.42               | 33.4            | 4.1             |
| 0.25               | 40.0            | 4.9             |
| 0.177              | 26.3            | 3.2             |
| 0.125              | 22.3            | 2.7             |
| 0.075              | 25.8            | 3.1             |
| Aerometria         |                 |                 |
| Tempo              | Temp.           | Lettura         |
| [min]              | [°C]            | [-]             |

[illegible]

| Prova | Simbolo | Profondità |       | Massa secca materiale | Metodo preparazione materiale | % < 0.075mm | % CIOTTOLI | % GHIAIA | % SABBIA | % LIMO | % ARGILLA | Massa materiale aerometria | L max | D <sub>60</sub> | D <sub>50</sub> |
|-------|---------|------------|-------|-----------------------|-------------------------------|-------------|------------|----------|----------|--------|-----------|----------------------------|-------|-----------------|-----------------|
|       |         | da m       | a m   | [g]                   |                               |             |            |          |          |        |           | [g]                        | [mm]  | [mm]            | [mm]            |
| Gr 1  | x       | 16.00      | 16.45 | 819.7                 | VIA UMIDA                     | 12          | -          | 30       | 59       | 11*    | 9*        | 0                          | -     | 1.6.E+00        | 1.2.E+00        |

NOTE:



## DESCRIZIONE CAMPIONE RIMANEGGIATO E CARATTERISTICHE GENERALI

D.P.R. 06.06.2001 n.380 - Circ. 7618/STC del 08.09.2010 Autorizzazione n° 55126 del 12 luglio 2006 - Settori A e B

| rev. | data emiss. | sperimentatore | direttore |
|------|-------------|----------------|-----------|
| 0    | 12/07/2021  | Angeloni       | Saccenti  |

N° verbale di accettazione: 053/2021

N° certificato di prova:

|                                 |                             |
|---------------------------------|-----------------------------|
| <b>Committente:</b>             | <b>SAIPEM</b>               |
| <b>Cantiere:</b>                | <b>Impianto SRG Messina</b> |
| <b>Sondaggio:</b>               | <b>S11</b>                  |
| <b>Campione:</b>                | <b>CR8</b>                  |
| <b>Profondità prelievo [m]:</b> | <b>18.00 - 18.45</b>        |
| <b>Prova:</b>                   | <b>Dc</b>                   |
| <b>Data fine descrizione:</b>   | <b>12/07/2021</b>           |

### Dati Generali del Campione

Tipo contenitore: Sacchetto PVC  
Forma campione: -  
Dimensioni Campione:  $\Phi =$  - cm L= - cm  
Classe del terreno: 1

### Descrizione

(Normativa di riferimento: AGI 1977)

Sabbia con ghiaia con tracce di limo

### Risultati caratteristiche generali

| Prova | Risultato della prova | Normativa di riferimento | N° certificato di prova |
|-------|-----------------------|--------------------------|-------------------------|
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| Gr 1  | -                     | ASTM D422/90             |                         |

### Note:

-

| rev. | data emiss. | sperimentatore | direttore |
|------|-------------|----------------|-----------|
| 0    | 12/07/2021  | Angeloni       | Saccenti  |

Normativa di riferimento: ASTM D422

*Classificazione di riferimento: AGI 1977*

*N° certificato di prova:*

*N° verbale di accettazione: 053/2021*

**Committente:**

SAIPEM

**Cantiere:**

## Impianto SRG Messina

## Sondaggio:

**S11**

**Campione:**

CR8

Profondità prelievo [m]:

**18 - 18,45**

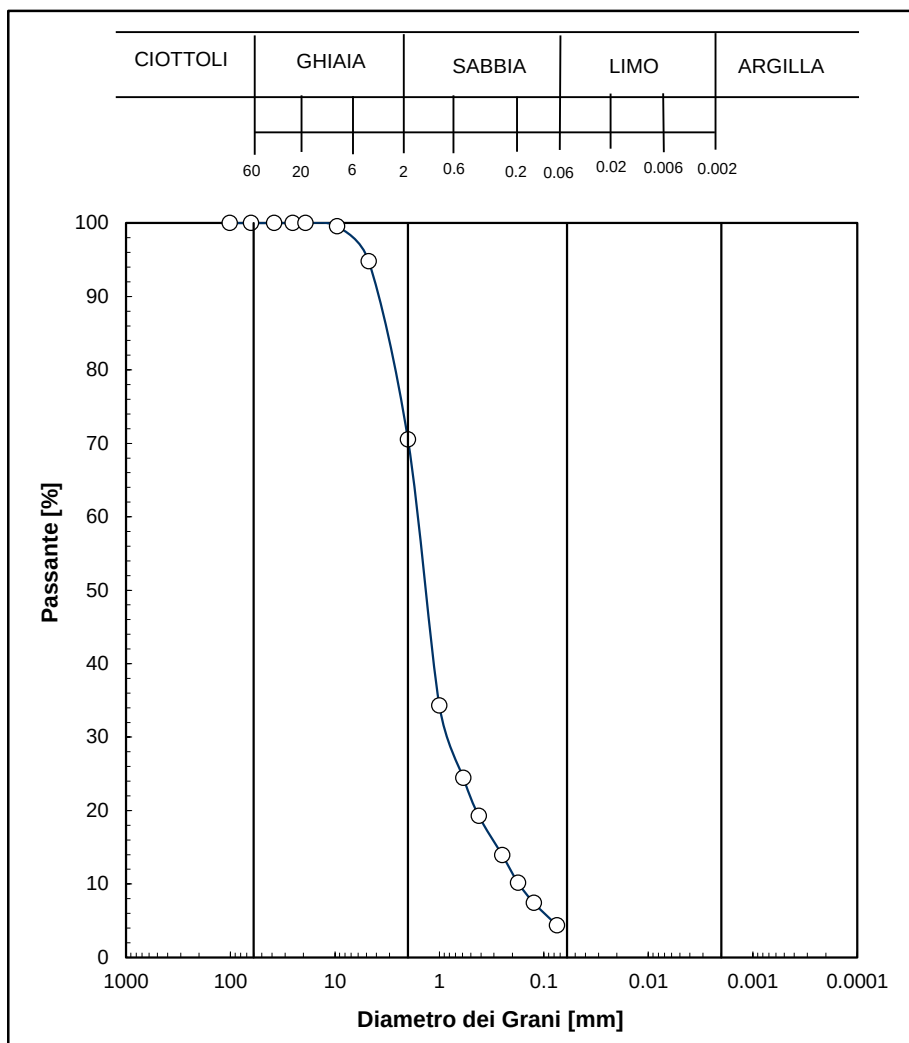
**Prova:**

**Gr 1**

**Data prova:**

08/07/2021

| Vagliatura         |                 |                 |
|--------------------|-----------------|-----------------|
| Diametro<br>vaglio | Massa<br>tratt. | Massa<br>tratt. |
| [mm]               | [g]             | [%]             |
| 101.6              | 0               | 0               |
| 63.5               | 0               | 0               |
| 38.1               | 0               | 0               |
| 25.4               | 0               | 0               |
| 19.1               | 0               | 0               |
| 9.53               | 1.9             | 0.5             |
| 4.75               | 19.4            | 4.7             |
| 2                  | 99.4            | 24.3            |
| 1                  | 148.3           | 36.2            |
| 0.59               | 40.3            | 9.8             |
| 0.42               | 21.2            | 5.2             |
| 0.25               | 22.0            | 5.4             |
| 0.177              | 15.3            | 3.7             |
| 0.125              | 11.2            | 2.7             |
| 0.075              | 12.6            | 3.1             |
| Aerometria         |                 |                 |
| Tempo              | Temp.           | Lettura         |
| [min]              | [°C]            | [-]             |

[illegible]

| Prova | Simbolo | Profondità |       | Massa secca materiale | Metodo preparazione materiale | % < 0.075mm | % CIOTTOLI | % GHIAIA | % SABBIA | % LIMO | % ARGILLA | Massa materiale aerometria | L max | D <sub>60</sub> | D <sub>50</sub> |
|-------|---------|------------|-------|-----------------------|-------------------------------|-------------|------------|----------|----------|--------|-----------|----------------------------|-------|-----------------|-----------------|
|       |         | da m       | a m   | [g]                   |                               |             |            |          |          |        |           | [g]                        | [mm]  | [mm]            | [mm]            |
| Gr 1  | x       | 18.00      | 18.45 | 409.3                 | VIA UMIDA                     | 4           | -          | 29       | 67       | 3*     | 9*        | 0                          | -     | 1.6.E+00        | 1.4.E+00        |

NOTE:



## DESCRIZIONE CAMPIONE RIMANEGGIATO E CARATTERISTICHE GENERALI

D.P.R. 06.06.2001 n.380 - Circ. 7618/STC del 08.09.2010 Autorizzazione n° 55126 del 12 luglio 2006 - Settori A e B

| rev. | data emiss. | sperimentatore | direttore |
|------|-------------|----------------|-----------|
| 0    | 12/07/2021  | Angeloni       | Saccenti  |

N° verbale di accettazione: 053/2021

N° certificato di prova:

|                                 |                             |
|---------------------------------|-----------------------------|
| <b>Committente:</b>             | <b>SAIPEM</b>               |
| <b>Cantiere:</b>                | <b>Impianto SRG Messina</b> |
| <b>Sondaggio:</b>               | <b>S11</b>                  |
| <b>Campione:</b>                | <b>CR10</b>                 |
| <b>Profondità prelievo [m]:</b> | <b>24.00 - 24.45</b>        |
| <b>Prova:</b>                   | <b>Dc</b>                   |
| <b>Data fine descrizione:</b>   | <b>12/07/2021</b>           |

### Dati Generali del Campione

Tipo contenitore: Sacchetto PVC  
Forma campione: -  
Dimensioni Campione:  $\Phi =$  - cm L= - cm  
Classe del terreno: 1

### Descrizione

(Normativa di riferimento: AGI 1977)

Sabbia con ghiaia con tracce di limo

### Risultati caratteristiche generali

| Prova | Risultato della prova | Normativa di riferimento | N° certificato di prova |
|-------|-----------------------|--------------------------|-------------------------|
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| Gr 1  | -                     | ASTM D422/90             |                         |

### Note:

-



| rev. | data emiss. | sperimentatore | direttore |
|------|-------------|----------------|-----------|
| 0    | 12/07/2021  | Angeloni       | Saccenti  |

Normativa di riferimento: ASTM D422

*Classificazione di riferimento: AGI 1977*

*N° certificato di prova:*

*N° verbale di accettazione: 053/2021*

**Committente:**

SAIPEM

**Cantiere:**

## Impianto SRG Messina

## Sondaggio:

**S11**

**Campione:**

CR10

Profondità prelievo [m]:

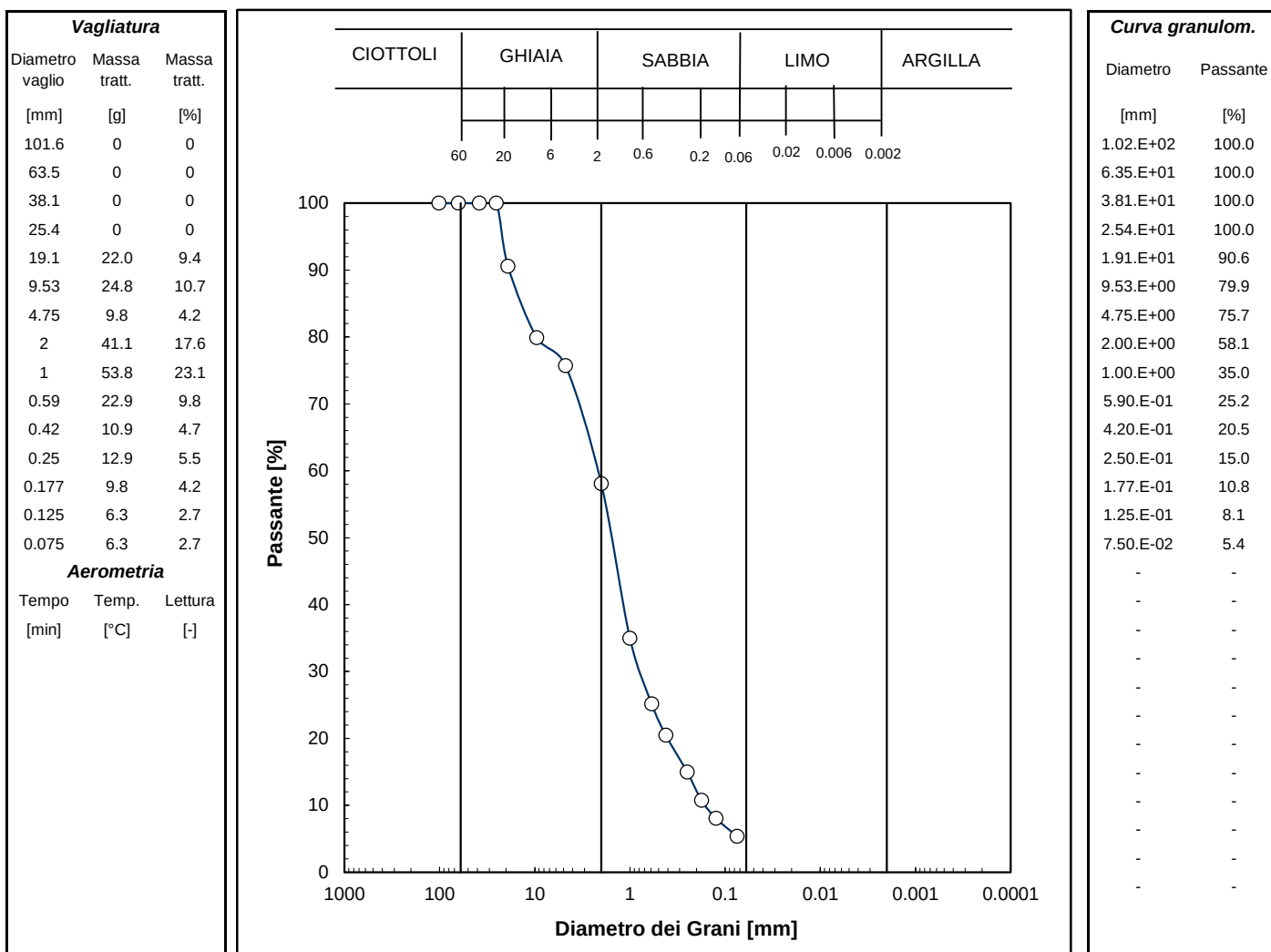
24 - 24.45

**Prova:**

**Gr 1**

**Data prova:**

08/07/2021



| Prova | Simbolo | Profondità |       | Massa secca materiale | Metodo preparazione materiale | % < 0.075mm | % CIOTTOLI | % GHIAIA | % SABBIA | % LIMO | % ARGILLA | Massa materiale aerometria | L max | D <sub>60</sub> | D <sub>50</sub> |
|-------|---------|------------|-------|-----------------------|-------------------------------|-------------|------------|----------|----------|--------|-----------|----------------------------|-------|-----------------|-----------------|
|       |         | da m       | a m   | [g]                   |                               |             |            |          |          |        |           | [g]                        | [mm]  |                 |                 |
| Gr 1  | x       | 24.00      | 24.45 | 233.0                 | VIA UMIDA                     | 5           | -          | 42       | 54       | 4*     | 0*        | 0                          | -     | 2.2.E+00        | 1.6.E+00        |

NOTE:



## DESCRIZIONE CAMPIONE RIMANEGGIATO E CARATTERISTICHE GENERALI

D.P.R. 06.06.2001 n.380 - Circ. 7618/STC del 08.09.2010 Autorizzazione n° 55126 del 12 luglio 2006 - Settori A e B

| rev. | data emiss. | sperimentatore | direttore |
|------|-------------|----------------|-----------|
| 0    | 13/07/2021  | Angeloni       | Saccenti  |

N° verbale di accettazione: 053/2021

N° certificato di prova:

|                                 |                             |
|---------------------------------|-----------------------------|
| <b>Committente:</b>             | <b>SAIPEM</b>               |
| <b>Cantiere:</b>                | <b>Impianto SRG Messina</b> |
| <b>Sondaggio:</b>               | <b>S11</b>                  |
| <b>Campione:</b>                | <b>CR13</b>                 |
| <b>Profondità prelievo [m]:</b> | <b>33.00 - 33.45</b>        |
| <b>Prova:</b>                   | <b>Dc</b>                   |
| <b>Data fine descrizione:</b>   | <b>13/07/2021</b>           |

### Dati Generali del Campione

Tipo contenitore: Sacchetto PVC  
Forma campione: -  
Dimensioni Campione:  $\Phi =$  - cm L= - cm  
Classe del terreno: 1

### Descrizione

(Normativa di riferimento: AGI 1977)

Sabbia con ghiaia limosa

### Risultati caratteristiche generali

| Prova | Risultato della prova | Normativa di riferimento | N° certificato di prova |
|-------|-----------------------|--------------------------|-------------------------|
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| Gr 1  | -                     | ASTM D422/90             |                         |

### Note:

-

|      |             |                |           |
|------|-------------|----------------|-----------|
| rev. | data emiss. | sperimentatore | direttore |
| 0    | 13/07/2021  | Angeloni       | Saccenti  |

Normativa di riferimento: ASTM D422

*Classificazione di riferimento: AGI 1977*

*N° certificato di prova:*

*N° verbale di accettazione: 053/2021*

**Committente:**

**SAIPEM**

**Cantiere:**

## Impianto SRG Messina

## Sondaggio:

**S11**

**Campione:**

CR13

Profondità prelievo [m]:

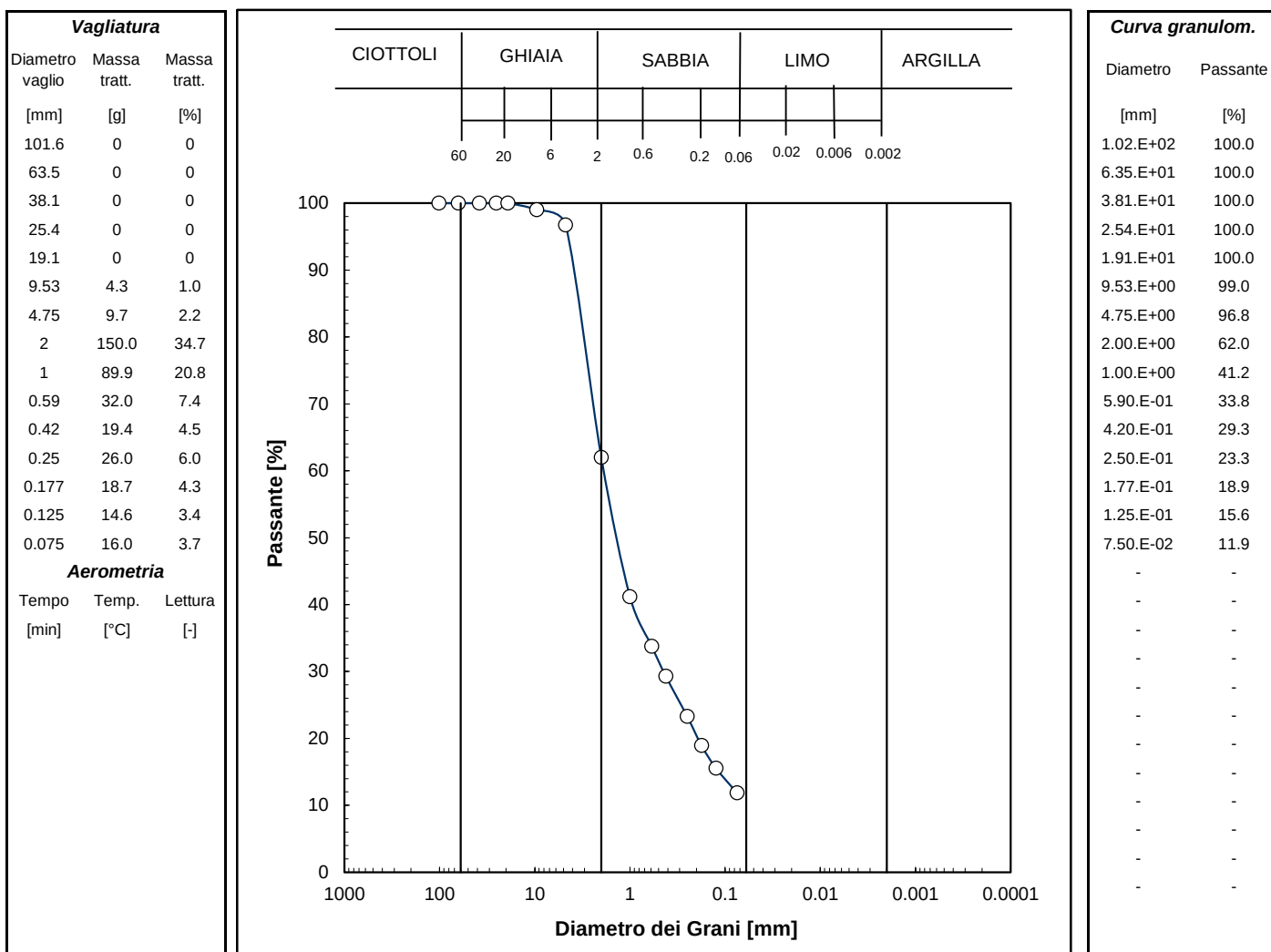
**33 - 33.45**

**Prova:**

**Gr 1**

**Data prova:**

08/07/2021



| Prova | Simbolo | Profondità |       | Massa secca materiale | Metodo preparazione materiale | % < 0.075mm | % CIOTTOLI | % GHIAIA | % SABBIA | % LIMO | % ARGILLA | Massa materiale aerometria | L max | D <sub>60</sub> | D <sub>50</sub> |
|-------|---------|------------|-------|-----------------------|-------------------------------|-------------|------------|----------|----------|--------|-----------|----------------------------|-------|-----------------|-----------------|
|       |         | da m       | a m   | [g]                   |                               |             |            |          |          |        |           | [g]                        | [mm]  |                 |                 |
| Gr 1  | x       | 33.00      | 33.45 | 431.6                 | VIA UMIDA                     | 12          | -          | 38       | 52       | 10*    | 0*        | 0                          | -     | 1.9.E+00        | 1.3.E+00        |

NOTE:



## DESCRIZIONE CAMPIONE RIMANEGGIATO E CARATTERISTICHE GENERALI

D.P.R. 06.06.2001 n.380 - Circ. 7618/STC del 08.09.2010 Autorizzazione n° 55126 del 12 luglio 2006 - Settori A e B

| rev. | data emiss. | sperimentatore | direttore |
|------|-------------|----------------|-----------|
| 0    | 09/07/2021  | Angeloni       | Saccenti  |

N° verbale di accettazione: 053/2021

N° certificato di prova:

|                                 |                             |
|---------------------------------|-----------------------------|
| <b>Committente:</b>             | <b>SAIPEM</b>               |
| <b>Cantiere:</b>                | <b>Impianto SRG Messina</b> |
| <b>Sondaggio:</b>               | <b>S11</b>                  |
| <b>Campione:</b>                | <b>CR15</b>                 |
| <b>Profondità prelievo [m]:</b> | <b>42.00 - 42.45</b>        |
| <b>Prova:</b>                   | <b>Dc</b>                   |
| <b>Data fine descrizione:</b>   | <b>09/07/2021</b>           |

### Dati Generali del Campione

Tipo contenitore: Sacchetto PVC  
Forma campione: -  
Dimensioni Campione:  $\Phi =$  - cm L= - cm  
Classe del terreno: 1

### Descrizione

(Normativa di riferimento: AGI 1977)

Sabbia debolmente limosa debolmente ghiaiosa

### Risultati caratteristiche generali

| Prova | Risultato della prova | Normativa di riferimento | N° certificato di prova |
|-------|-----------------------|--------------------------|-------------------------|
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| Gr 1  | -                     | ASTM D422/90             |                         |

### Note:

-

| rev. | data emiss. | sperimentatore | direttore |
|------|-------------|----------------|-----------|
| 0    | 09/07/2021  | Angeloni       | Saccenti  |

Normativa di riferimento: ASTM D422

*Classificazione di riferimento: AGI 1977*

*N° certificato di prova:*

*N° verbale di accettazione: 053/2021*

**Committente:**

SAIPEM

**Cantiere:**

## Impianto SRG Messina

## Sondaggio:

**S11**

**Campione:**

CR15

Profondità prelievo [m]:

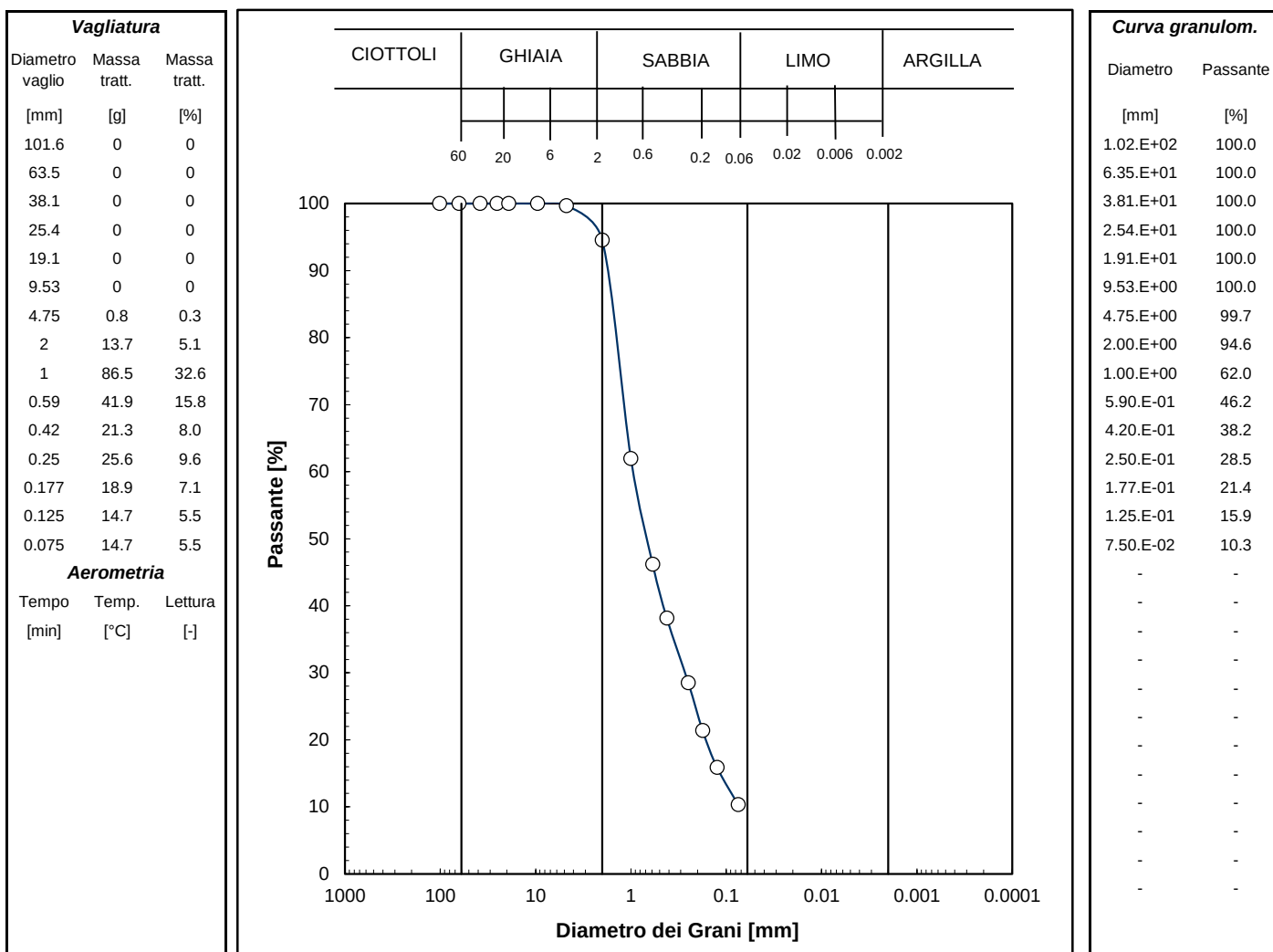
42 - 42,45

**Prova:**

**Gr 1**

**Data prova:**

07/07/2021



| Prova | Simbolo | Profondità |       | Massa secca materiale | Metodo preparazione materiale | % < 0.075mm | % CIOTTOLI | % GHIAIA | % SABBIA | % LIMO | % ARGILLA | Massa materiale aerometria | L max | D <sub>60</sub> | D <sub>50</sub> |
|-------|---------|------------|-------|-----------------------|-------------------------------|-------------|------------|----------|----------|--------|-----------|----------------------------|-------|-----------------|-----------------|
|       |         | da m       | a m   | [g]                   |                               |             |            |          |          |        |           | [g]                        | [mm]  | [mm]            | [mm]            |
| Gr 1  | x       | 42.00      | 42.45 | 265.2                 | VIA UMIDA                     | 10          | -          | 5        | 87       | 8*     | 9*        | 0                          | -     | 9.4.E-01        | 6.7.E-01        |

NOTE:





## DESCRIZIONE CAMPIONE RIMANEGGIATO E CARATTERISTICHE GENERALI

D.P.R. 06.06.2001 n.380 - Circ. 7618/STC del 08.09.2010 Autorizzazione n° 55126 del 12 luglio 2006 - Settori A e B

| rev. | data emiss. | sperimentatore | direttore |
|------|-------------|----------------|-----------|
| 0    | 09/07/2021  | Angeloni       | Saccenti  |

N° verbale di accettazione: 053/2021

N° certificato di prova:

|                                 |                             |
|---------------------------------|-----------------------------|
| <b>Committente:</b>             | <b>SAIPEM</b>               |
| <b>Cantiere:</b>                | <b>Impianto SRG Messina</b> |
| <b>Sondaggio:</b>               | <b>S11</b>                  |
| <b>Campione:</b>                | <b>CR17</b>                 |
| <b>Profondità prelievo [m]:</b> | <b>48.00 - 48.45</b>        |
| <b>Prova:</b>                   | <b>Dc</b>                   |
| <b>Data fine descrizione:</b>   | <b>09/07/2021</b>           |

### Dati Generali del Campione

Tipo contenitore: Sacchetto PVC  
Forma campione: -  
Dimensioni Campione:  $\Phi =$  - cm L= - cm  
Classe del terreno: 1

### Descrizione

(Normativa di riferimento: AGI 1977)

Sabbia debolmente ghiaiosa con tracce di limo

### Risultati caratteristiche generali

| Prova | Risultato della prova | Normativa di riferimento | N° certificato di prova |
|-------|-----------------------|--------------------------|-------------------------|
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| Gr 1  | -                     | ASTM D422/90             |                         |

### Note:

-

| rev. | data emiss. | sperimentatore | direttore |
|------|-------------|----------------|-----------|
| 0    | 09/07/2021  | Angeloni       | Saccenti  |

Normativa di riferimento: ASTM D422

*Classificazione di riferimento: AGI 1977*

*N° certificato di prova:*

*N° verbale di accettazione: 053/2021*

**Committente:**

SAIPEM

**Cantiere:**

## Impianto SRG Messina

## Sondaggio:

**S11**

**Campione:**

CR17

Profondità prelievo [m]:

48 - 48,45

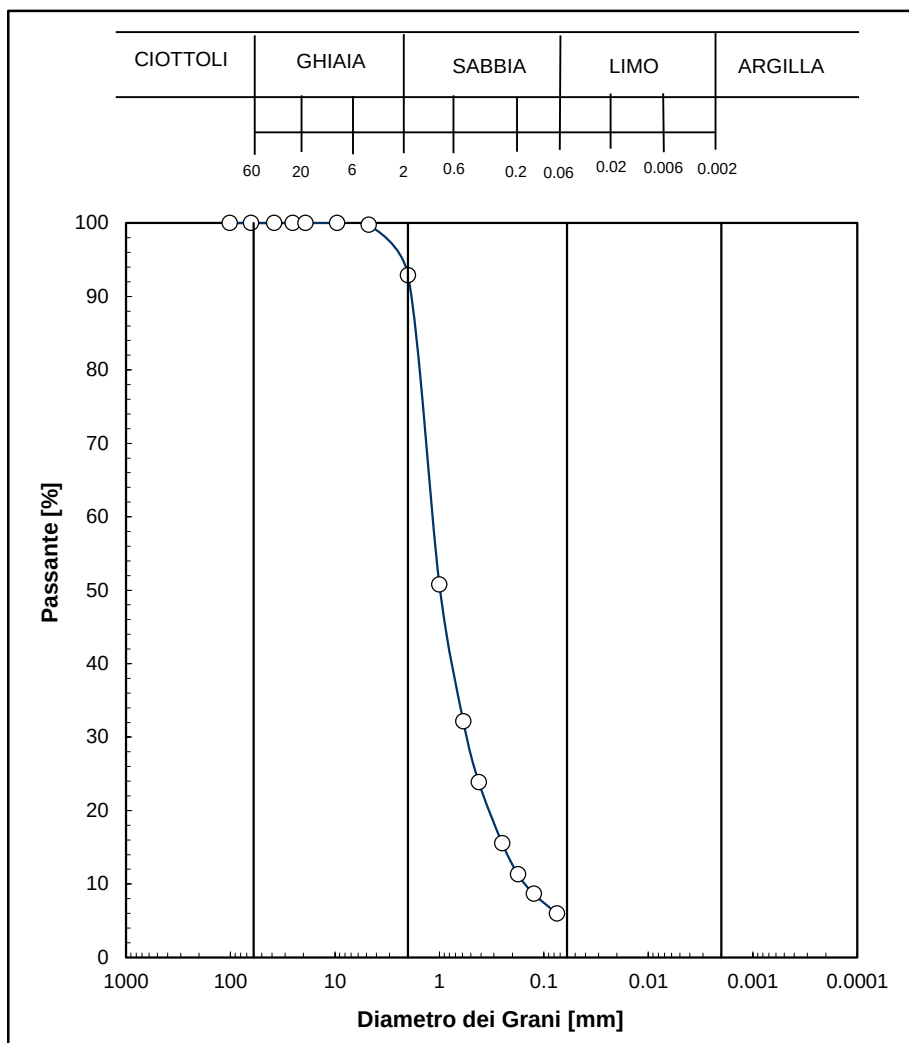
**Prova:**

**Gr 1**

**Data prova:**

07/07/2021

| Vagliatura         |                 |                 |
|--------------------|-----------------|-----------------|
| Diametro<br>vaglio | Massa<br>tratt. | Massa<br>tratt. |
| [mm]               | [g]             | [%]             |
| 101.6              | 0               | 0               |
| 63.5               | 0               | 0               |
| 38.1               | 0               | 0               |
| 25.4               | 0               | 0               |
| 19.1               | 0               | 0               |
| 9.53               | 0               | 0               |
| 4.75               | 0.7             | 0.2             |
| 2                  | 18.8            | 6.9             |
| 1                  | 115.2           | 42.1            |
| 0.59               | 51.0            | 18.6            |
| 0.42               | 22.7            | 8.3             |
| 0.25               | 22.8            | 8.3             |
| 0.177              | 11.6            | 4.2             |
| 0.125              | 7.2             | 2.6             |
| 0.075              | 7.4             | 2.7             |
| Aerometria         |                 |                 |
| Tempo              | Temp.           | Lettura         |
| [min]              | [°C]            | [-]             |

[illegible]

| Prova | Simbolo | Profondità |       | Massa secca materiale | Metodo preparazione materiale | % < 0.075mm | % CIOTTOLI | % GHIAIA | % SABBIA | % LIMO | % ARGILLA | Massa materiale aerometria | L max | D <sub>60</sub> | D <sub>50</sub> |
|-------|---------|------------|-------|-----------------------|-------------------------------|-------------|------------|----------|----------|--------|-----------|----------------------------|-------|-----------------|-----------------|
|       |         | da m       | a m   | [g]                   |                               |             |            |          |          |        |           | [g]                        | [mm]  | [mm]            | [mm]            |
| Gr 1  | x       | 48.00      | 48.45 | 273.6                 | VIA UMIDA                     | 6           | -          | 7        | 88       | 5*     | 9*        | 0                          | -     | 1.2.E+00        | 9.8.E-01        |

NOTE:



## DESCRIZIONE CAMPIONE RIMANEGGIATO E CARATTERISTICHE GENERALI

D.P.R. 06.06.2001 n.380 - Circ. 7618/STC del 08.09.2010 Autorizzazione n° 55126 del 12 luglio 2006 - Settori A e B

| rev. | data emiss. | sperimentatore | direttore |
|------|-------------|----------------|-----------|
| 0    | 14/07/2021  | Angeloni       | Saccenti  |

N° verbale di accettazione: 053/2021

N° certificato di prova:

|                                 |                             |
|---------------------------------|-----------------------------|
| <b>Committente:</b>             | <b>SAIPEM</b>               |
| <b>Cantiere:</b>                | <b>Impianto SRG Messina</b> |
| <b>Sondaggio:</b>               | <b>S12</b>                  |
| <b>Campione:</b>                | <b>CR2</b>                  |
| <b>Profondità prelievo [m]:</b> | <b>4.00 - 4.45</b>          |
| <b>Prova:</b>                   | <b>Dc</b>                   |
| <b>Data fine descrizione:</b>   | <b>14/07/2021</b>           |

### Dati Generali del Campione

Tipo contenitore: Sacchetto PVC  
Forma campione: -  
Dimensioni Campione:  $\Phi =$  - cm L= - cm  
Classe del terreno: 1

### Descrizione

(Normativa di riferimento: AGI 1977)

Sabbia con ghiaia limosa con tracce di argilla

### Risultati caratteristiche generali

| Prova | Risultato della prova | Normativa di riferimento | N° certificato di prova |
|-------|-----------------------|--------------------------|-------------------------|
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| Gr 1  | -                     | ASTM D422/90             |                         |

### Note:

-

| rev. | data emiss. | sperimentatore | direttore |
|------|-------------|----------------|-----------|
| 0    | 14/07/2021  | Angeloni       | Saccenti  |

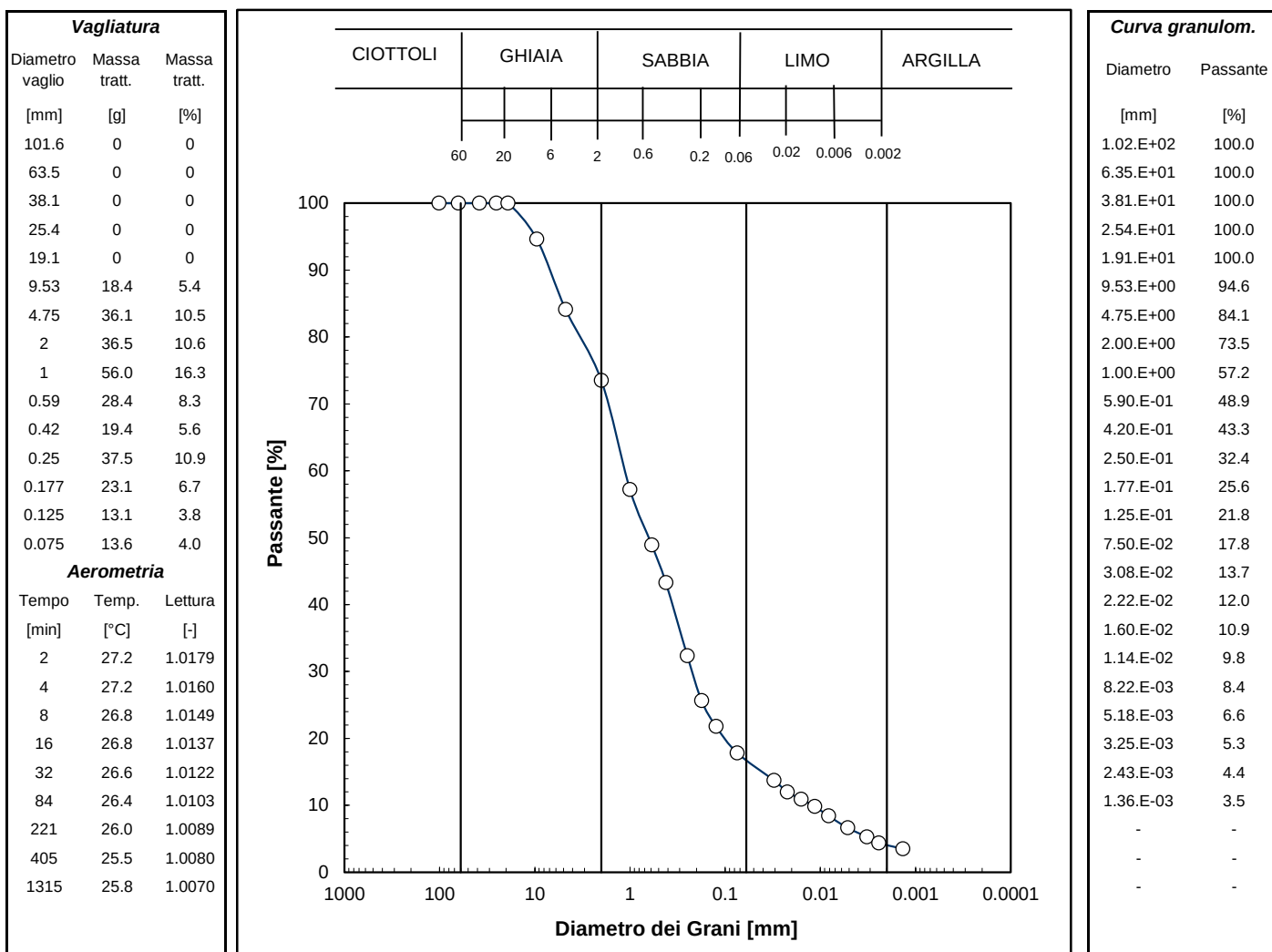
Normativa di riferimento: ASTM D422

Classificazione di riferimento: AGI 1977

N° certificato di prova:

N° verbale di accettazione: 053/2021

|                                 |                             |
|---------------------------------|-----------------------------|
| <b>Committente:</b>             | <b>SAIPEM</b>               |
| <b>Cantiere:</b>                | <b>Impianto SRG Messina</b> |
| <b>Sondaggio:</b>               | <b>S12</b>                  |
| <b>Campione:</b>                | <b>CR2</b>                  |
| <b>Profondità prelievo [m]:</b> | <b>4 - 4.45</b>             |
| <b>Prova:</b>                   | <b>Gr 1</b>                 |
| <b>Data prova:</b>              | <b>07/07/2021</b>           |



| Prova | Simbolo | Profondità |      | Massa secca materiale [g] | Metodo preparazione materiale | % < 0.075mm | % CIOTTOLI | % GHIAIA | % SABBIA | % LIMO | % ARGILLA | Massa materiale aerometria [g] | L max [mm] | D <sub>60</sub> [mm] | D <sub>50</sub> [mm] |
|-------|---------|------------|------|---------------------------|-------------------------------|-------------|------------|----------|----------|--------|-----------|--------------------------------|------------|----------------------|----------------------|
|       |         | da m       | a m  |                           |                               |             |            |          |          |        |           |                                |            |                      |                      |
| Gr 1  | x       | 4.00       | 4.45 | 343.4                     | VIA UMIDA                     | 18          | -          | 26       | 57       | 13     | 4         | 31                             | -          | 1.1.E+00             | 6.3.E-01             |

NOTE:



## DESCRIZIONE CAMPIONE RIMANEGGIATO E CARATTERISTICHE GENERALI

D.P.R. 06.06.2001 n.380 - Circ. 7618/STC del 08.09.2010 Autorizzazione n° 55126 del 12 luglio 2006 - Settori A e B

| rev. | data emiss. | sperimentatore | direttore |
|------|-------------|----------------|-----------|
| 0    | 12/07/2021  | Angeloni       | Saccenti  |

N° verbale di accettazione: 053/2021

N° certificato di prova:

|                                 |                             |
|---------------------------------|-----------------------------|
| <b>Committente:</b>             | <b>SAIPEM</b>               |
| <b>Cantiere:</b>                | <b>Impianto SRG Messina</b> |
| <b>Sondaggio:</b>               | <b>S12</b>                  |
| <b>Campione:</b>                | <b>CR3BIS</b>               |
| <b>Profondità prelievo [m]:</b> | <b>7.00 - 7.30</b>          |
| <b>Prova:</b>                   | <b>Dc</b>                   |
| <b>Data fine descrizione:</b>   | <b>12/07/2021</b>           |

### Dati Generali del Campione

Tipo contenitore: Sacchetto PVC  
Forma campione: -  
Dimensioni Campione:  $\Phi =$  - cm L= - cm  
Classe del terreno: 1

### Descrizione

(Normativa di riferimento: AGI 1977)

Ghiaia con sabbia debolmente limosa

### Risultati caratteristiche generali

| Prova | Risultato della prova | Normativa di riferimento | N° certificato di prova |
|-------|-----------------------|--------------------------|-------------------------|
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| Gr 1  | -                     | ASTM D422/90             |                         |

### Note:

-



| rev. | data emiss. | sperimentatore | direttore |
|------|-------------|----------------|-----------|
| 0    | 12/07/2021  | Angeloni       | Saccenti  |

Normativa di riferimento: ASTM D422

*Classificazione di riferimento: AGI 1977*

N° certificato di prova:

*N° verbale di accettazione: 053/2021*

**Committente:**

**SAIPEM**

**Cantiere:**

## Impianto SRG Messina

## Sondaggio:

**S12**

**Campione:**

CR3BIS

Profondità prelievo [m]:

7 - 7.3

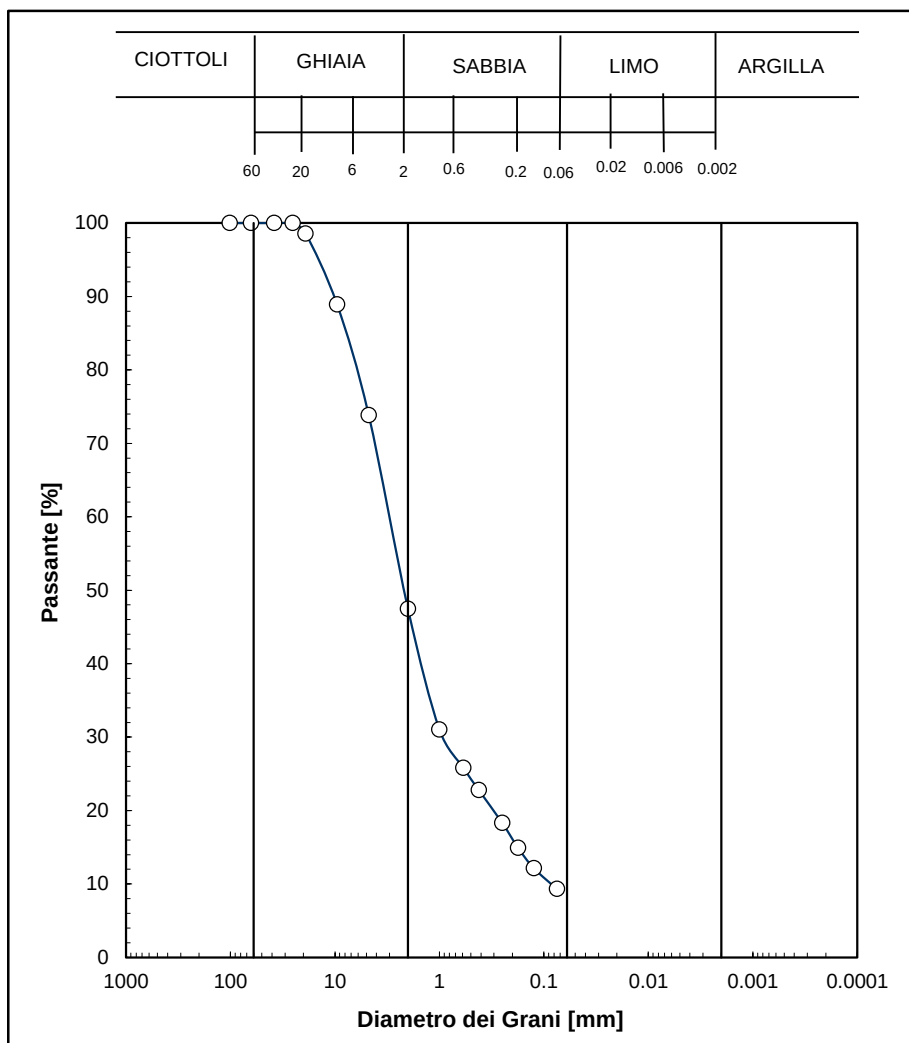
**Prova:**

**Gr 1**

**Data prova:**

08/07/2021

| Vagliatura         |                 |                 |
|--------------------|-----------------|-----------------|
| Diametro<br>vaglio | Massa<br>tratt. | Massa<br>tratt. |
| [mm]               | [g]             | [%]             |
| 101.6              | 0               | 0               |
| 63.5               | 0               | 0               |
| 38.1               | 0               | 0               |
| 25.4               | 0               | 0               |
| 19.1               | 14.6            | 1.4             |
| 9.53               | 100.1           | 9.7             |
| 4.75               | 155.5           | 15.0            |
| 2                  | 272.6           | 26.4            |
| 1                  | 170.1           | 16.5            |
| 0.59               | 53.8            | 5.2             |
| 0.42               | 31.4            | 3.0             |
| 0.25               | 46.4            | 4.5             |
| 0.177              | 34.8            | 3.4             |
| 0.125              | 28.8            | 2.8             |
| 0.075              | 29.3            | 2.8             |
| Aerometria         |                 |                 |
| Tempo              | Temp.           | Lettura         |
| [min]              | [°C]            | [-]             |

[illegible]

| Prova | Simbolo | Profondità |      | Massa secca materiale | Metodo preparazione materiale | % < 0.075mm | % CIOTTOLI | % GHIAIA | % SABBIA | % LIMO | % ARGILLA | Massa materiale aerometria | L max | D <sub>60</sub> | D <sub>50</sub> |
|-------|---------|------------|------|-----------------------|-------------------------------|-------------|------------|----------|----------|--------|-----------|----------------------------|-------|-----------------|-----------------|
|       |         | da m       | a m  | [g]                   |                               |             |            |          |          |        |           | [g]                        | [mm]  |                 |                 |
| Gr 1  | x       | 7.00       | 7.30 | 1033.7                | VIA UMIDA                     | 9           | -          | 53       | 39       | 8*     | 0*        | 0                          | -     | 3.0.E+00        | 2.2.E+00        |

NOTE:



## DESCRIZIONE CAMPIONE RIMANEGGIATO E CARATTERISTICHE GENERALI

D.P.R. 06.06.2001 n.380 - Circ. 7618/STC del 08.09.2010 Autorizzazione n° 55126 del 12 luglio 2006 - Settori A e B

| rev. | data emiss. | sperimentatore | direttore |
|------|-------------|----------------|-----------|
| 0    | 12/07/2021  | Angeloni       | Saccenti  |

N° verbale di accettazione: 053/2021

N° certificato di prova:

|                                 |                             |
|---------------------------------|-----------------------------|
| <b>Committente:</b>             | <b>SAIPEM</b>               |
| <b>Cantiere:</b>                | <b>Impianto SRG Messina</b> |
| <b>Sondaggio:</b>               | <b>S12</b>                  |
| <b>Campione:</b>                | <b>CR5</b>                  |
| <b>Profondità prelievo [m]:</b> | <b>12.00 - 12.45</b>        |
| <b>Prova:</b>                   | <b>Dc</b>                   |
| <b>Data fine descrizione:</b>   | <b>12/07/2021</b>           |

### Dati Generali del Campione

Tipo contenitore: Sacchetto PVC  
Forma campione: -  
Dimensioni Campione:  $\Phi =$  - cm L= - cm  
Classe del terreno: 1

### Descrizione

(Normativa di riferimento: AGI 1977)

Sabbia con ghiaia limosa

### Risultati caratteristiche generali

| Prova | Risultato della prova | Normativa di riferimento | N° certificato di prova |
|-------|-----------------------|--------------------------|-------------------------|
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| Gr 1  | -                     | ASTM D422/90             |                         |

### Note:

-

| rev. | data emiss. | sperimentatore | direttore |
|------|-------------|----------------|-----------|
| 0    | 12/07/2021  | Angeloni       | Saccenti  |

Normativa di riferimento: ASTM D422

*Classificazione di riferimento: AGI 1977*

*N° certificato di prova:*

*N° verbale di accettazione: 053/2021*

**Committente:**

**SAIPEM**

**Cantiere:**

## Impianto SRG Messina

## Sondaggio:

**S12**

**Campione:**

CR5

**Profondità prelievo [m]:**

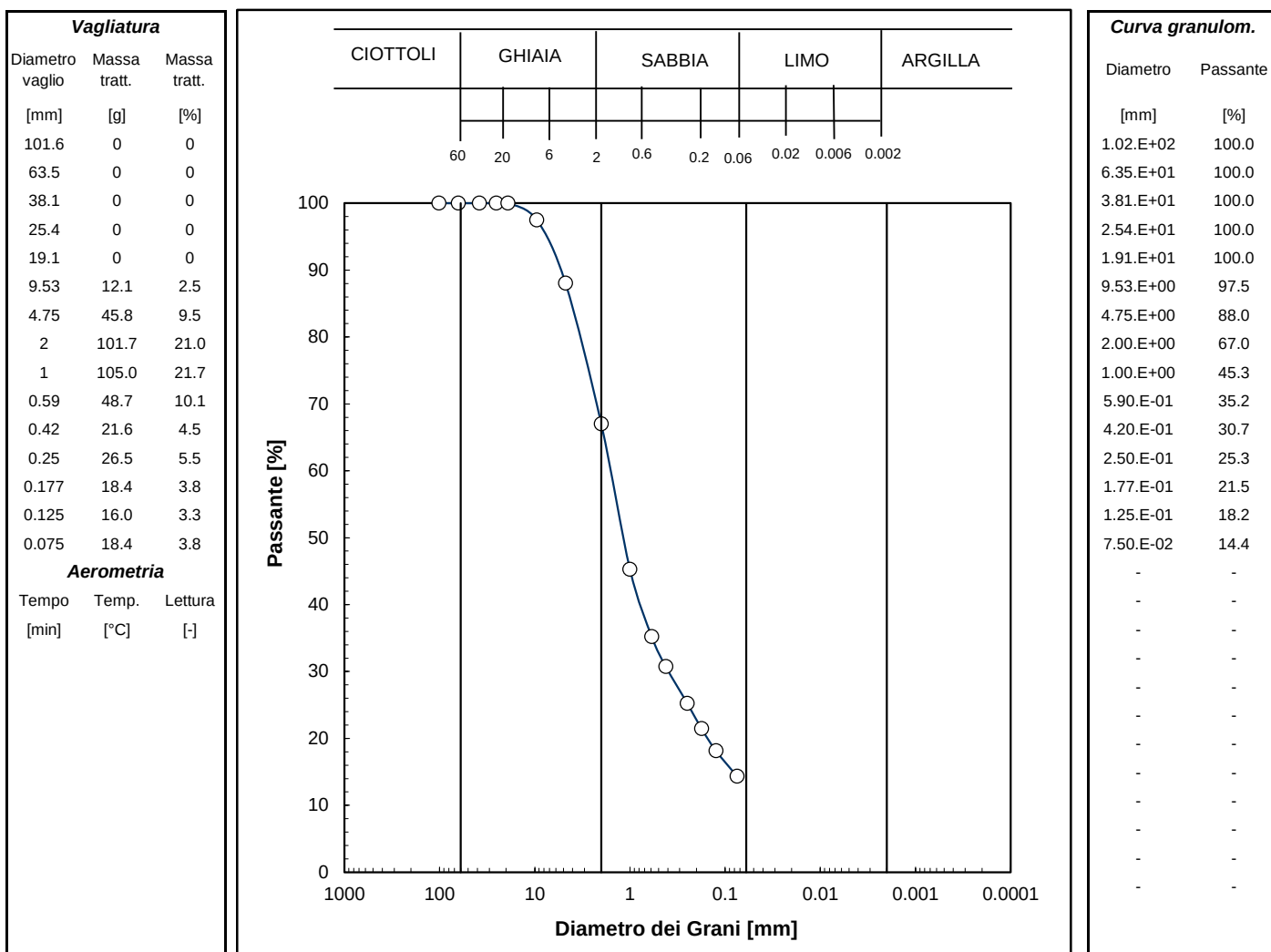
12 - 12,45

**Prova:**

**Gr 1**

**Data prova:**

08/07/2021



| Prova | Simbolo | Profondità |       | Massa secca materiale | Metodo preparazione materiale | % < 0.075mm | % CIOTTOLI | % GHIAIA | % SABBIA | % LIMO | % ARGILLA | Massa materiale aerometria | L max | D <sub>60</sub> | D <sub>50</sub> |
|-------|---------|------------|-------|-----------------------|-------------------------------|-------------|------------|----------|----------|--------|-----------|----------------------------|-------|-----------------|-----------------|
|       |         | da m       | a m   | [g]                   |                               |             |            |          |          |        |           | [g]                        | [mm]  |                 |                 |
| Gr 1  | x       | 12.00      | 12.45 | 483.6                 | VIA UMIDA                     | 14          | -          | 33       | 54       | 13*    | 0*        | 0                          | -     | 1.6.E+00        | 1.2.E+00        |

NOTE:



## DESCRIZIONE CAMPIONE RIMANEGGIATO E CARATTERISTICHE GENERALI

D.P.R. 06.06.2001 n.380 - Circ. 7618/STC del 08.09.2010 Autorizzazione n° 55126 del 12 luglio 2006 - Settori A e B

| rev. | data emiss. | sperimentatore | direttore |
|------|-------------|----------------|-----------|
| 0    | 12/07/2021  | Angeloni       | Saccenti  |

N° verbale di accettazione: 053/2021

N° certificato di prova:

|                                 |                             |
|---------------------------------|-----------------------------|
| <b>Committente:</b>             | <b>SAIPEM</b>               |
| <b>Cantiere:</b>                | <b>Impianto SRG Messina</b> |
| <b>Sondaggio:</b>               | <b>S12</b>                  |
| <b>Campione:</b>                | <b>CR7</b>                  |
| <b>Profondità prelievo [m]:</b> | <b>18.00 - 18.45</b>        |
| <b>Prova:</b>                   | <b>Dc</b>                   |
| <b>Data fine descrizione:</b>   | <b>12/07/2021</b>           |

### Dati Generali del Campione

Tipo contenitore: Sacchetto PVC  
Forma campione: -  
Dimensioni Campione:  $\Phi =$  - cm L= - cm  
Classe del terreno: 1

### Descrizione

(Normativa di riferimento: AGI 1977)

Ghiaia con sabbia debolmente limosa

### Risultati caratteristiche generali

| Prova | Risultato della prova | Normativa di riferimento | N° certificato di prova |
|-------|-----------------------|--------------------------|-------------------------|
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| Gr 1  | -                     | ASTM D422/90             |                         |

### Note:

-

| rev. | data emiss. | sperimentatore | direttore |
|------|-------------|----------------|-----------|
| 0    | 12/07/2021  | Angeloni       | Saccenti  |

Normativa di riferimento: ASTM D422

*Classificazione di riferimento: AGI 1977*

*N° certificato di prova:*

*N° verbale di accettazione: 053/2021*

**Committente:**

SAIPEM

**Cantiere:**

## Impianto SRG Messina

## Sondaggio:

**S12**

**Campione:**

CR7

**Profondità prelievo [m]:**

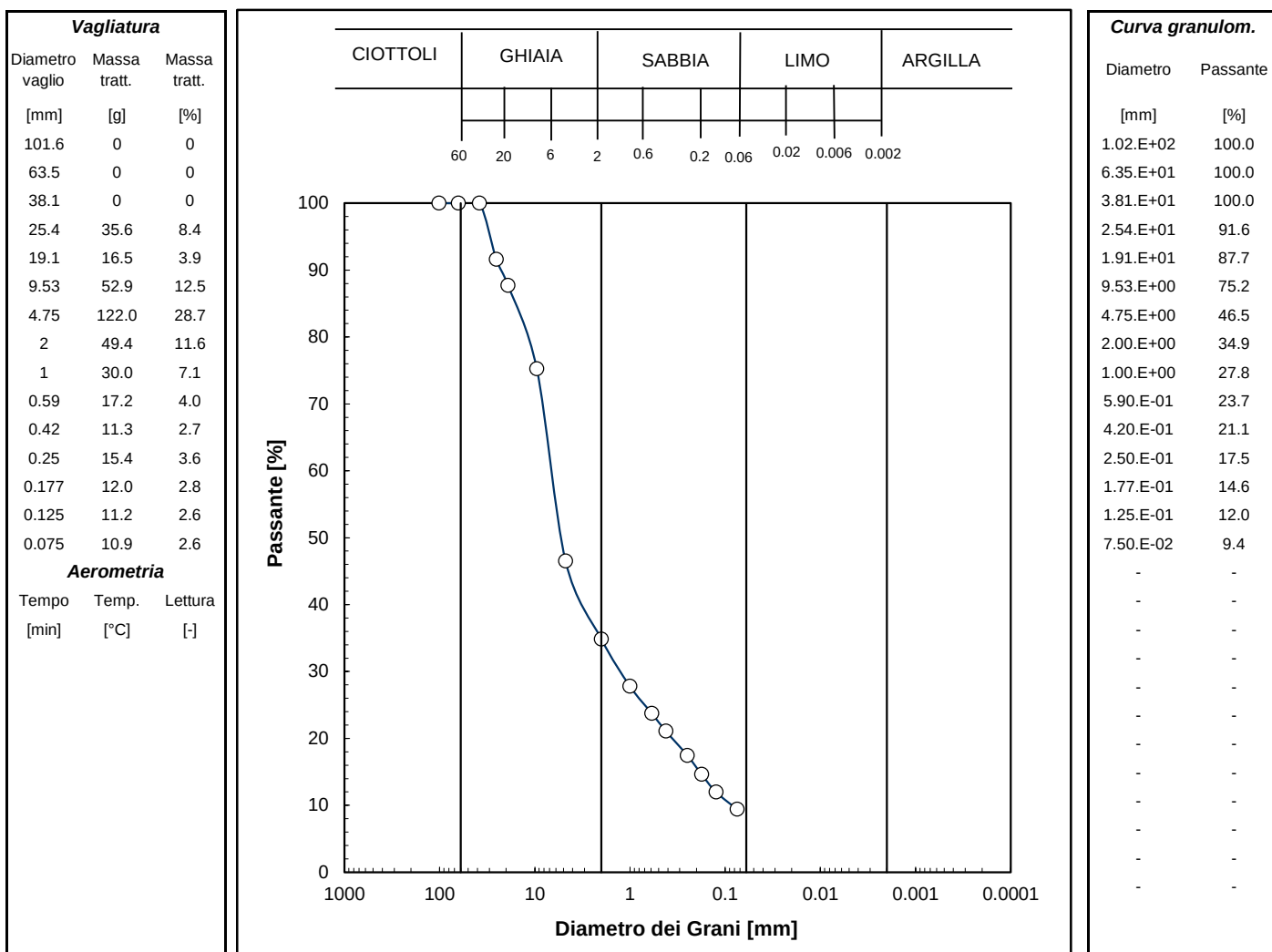
**18 - 18,45**

**Prova:**

**Gr 1**

**Data prova:**

08/07/2021



| Prova | Simbolo | Profondità |       | Massa secca materiale | Metodo preparazione materiale | % < 0.075mm | % CIOTTOLI | % GHIAIA | % SABBIA | % LIMO | % ARGILLA | Massa materiale aerometria | L max | D <sub>60</sub> | D <sub>50</sub> |
|-------|---------|------------|-------|-----------------------|-------------------------------|-------------|------------|----------|----------|--------|-----------|----------------------------|-------|-----------------|-----------------|
|       |         | da m       | a m   | [g]                   |                               |             |            |          |          |        |           | [g]                        | [mm]  |                 |                 |
| Gr 1  | x       | 18.00      | 18.45 | 424.4                 | VIA UMIDA                     | 9           | -          | 65       | 27       | 8*     | 0*        | 0                          | -     | 6.6.E+00        | 5.2.E+00        |

NOTE:





## DESCRIZIONE CAMPIONE RIMANEGGIATO E CARATTERISTICHE GENERALI

D.P.R. 06.06.2001 n.380 - Circ. 7618/STC del 08.09.2010 Autorizzazione n° 55126 del 12 luglio 2006 - Settori A e B

| rev. | data emiss. | sperimentatore | direttore |
|------|-------------|----------------|-----------|
| 0    | 12/07/2021  | Angeloni       | Saccenti  |

N° verbale di accettazione: 053/2021

N° certificato di prova:

|                                 |                             |
|---------------------------------|-----------------------------|
| <b>Committente:</b>             | <b>SAIPEM</b>               |
| <b>Cantiere:</b>                | <b>Impianto SRG Messina</b> |
| <b>Sondaggio:</b>               | <b>S12</b>                  |
| <b>Campione:</b>                | <b>CR9</b>                  |
| <b>Profondità prelievo [m]:</b> | <b>24.00 - 24.45</b>        |
| <b>Prova:</b>                   | <b>Dc</b>                   |
| <b>Data fine descrizione:</b>   | <b>12/07/2021</b>           |

### Dati Generali del Campione

Tipo contenitore: Sacchetto PVC  
Forma campione: -  
Dimensioni Campione:  $\Phi =$  - cm L= - cm  
Classe del terreno: 1

### Descrizione

(Normativa di riferimento: AGI 1977)

Ghiaia con sabbia limosa

### Risultati caratteristiche generali

| Prova | Risultato della prova | Normativa di riferimento | N° certificato di prova |
|-------|-----------------------|--------------------------|-------------------------|
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| -     | -                     | -                        |                         |
| Gr 1  | -                     | ASTM D422/90             |                         |

### Note:

-

| rev. | data emiss. | sperimentatore | direttore |
|------|-------------|----------------|-----------|
| 0    | 12/07/2021  | Angeloni       | Saccenti  |

Normativa di riferimento: ASTM D422

*Classificazione di riferimento: AGI 1977*

*N° certificato di prova:*

*N° verbale di accettazione: 053/2021*

**Committente:**

**SAIPEM**

**Cantiere:**

## Impianto SRG Messina

## Sondaggio:

**S12**

**Campione:**

CR9

Profondità prelievo [m]:

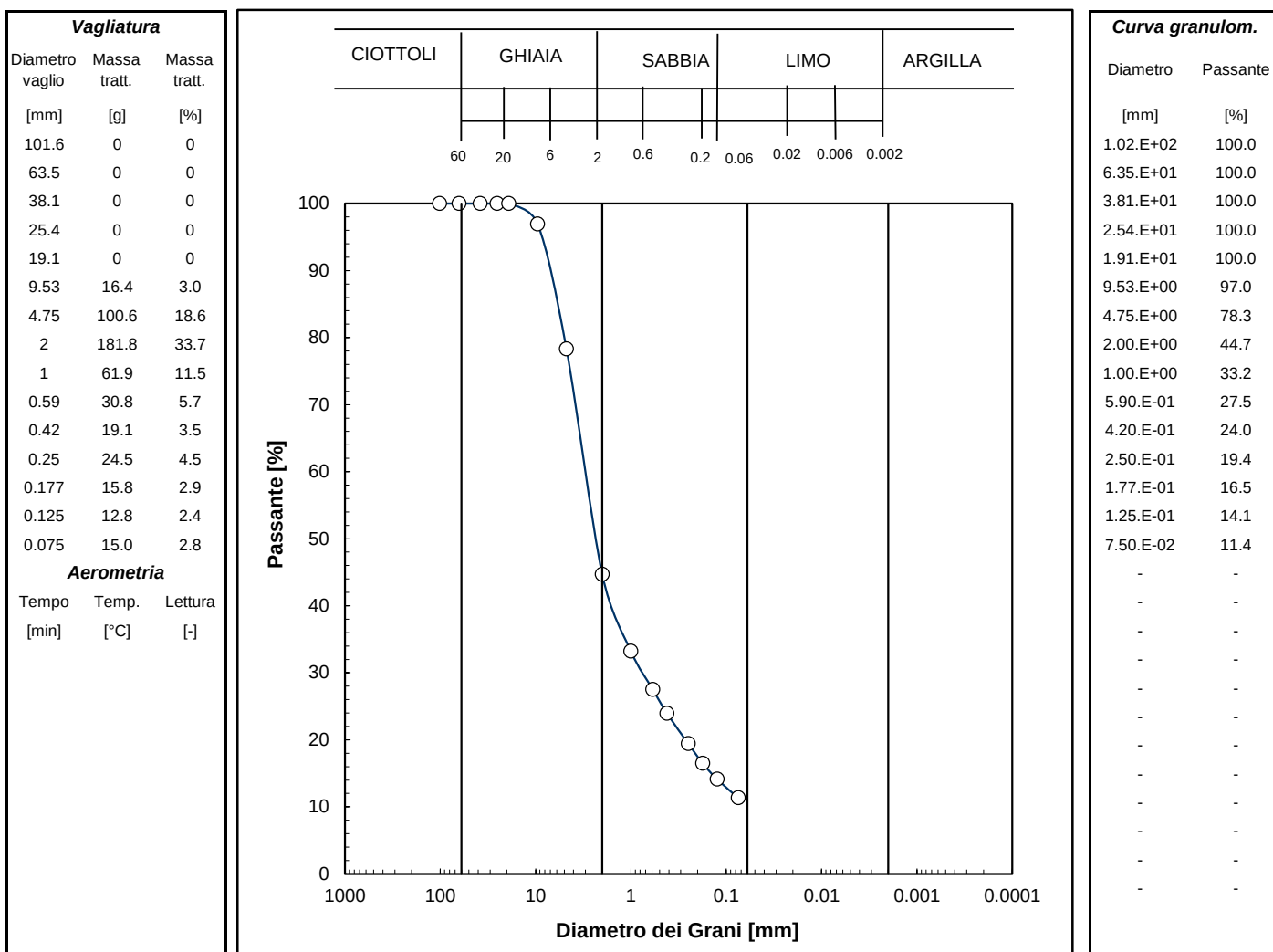
24 - 24.45

**Prova:**

**Gr 1**

**Data prova:**

08/07/2021



| Prova | Simbolo | Profondità |       | Massa secca materiale | Metodo preparazione materiale | % < 0.075mm | % CIOTTOLI | % GHIAIA | % SABBIA | % LIMO | % ARGILLA | Massa materiale aerometria | L max | D <sub>60</sub> | D <sub>50</sub> |
|-------|---------|------------|-------|-----------------------|-------------------------------|-------------|------------|----------|----------|--------|-----------|----------------------------|-------|-----------------|-----------------|
|       |         | da m       | a m   | [g]                   |                               |             |            |          |          |        |           | [g]                        | [mm]  |                 |                 |
| Gr 1  | x       | 24.00      | 24.45 | 540.2                 | VIA UMIDA                     | 11          | -          | 55       | 35       | 10*    | 0*        | 0                          | -     | 3.0.E+00        | 2.3.E+00        |

NOTE:

|                                                                                   |                                                                                                        |                                  |                           |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|---------------------------|
|  | <b>PROGETTISTA</b><br> | <b>COMMESSA</b><br><b>023116</b> | <b>UNITÀ</b><br><b>00</b> |
|                                                                                   | <b>LOCALITÀ</b><br><b>MESSINA</b>                                                                      | <b>SPC. 00-CI-E-10001</b>        |                           |
|                                                                                   | <b>PROGETTO</b> <b>Adeguamento Impianto di<br/>Compressione gas di Messina</b>                         | Fg. 92 di 98                     | <b>Rev.</b><br><b>0</b>   |

### ALLEGATO 3

METODOLOGIA DI CALCOLO DELLA CAPACITÀ PORTANTE DI FONDAZIONI  
SUPERFICIALI. Meyerhof (1951, 1963)

|                                                                                   |                                                                                                        |                                  |                           |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|---------------------------|
|  | <b>PROGETTISTA</b><br> | <b>COMMESSA</b><br><b>023116</b> | <b>UNITÀ</b><br><b>00</b> |
|                                                                                   | <b>LOCALITÀ</b><br><b>MESSINA</b>                                                                      | <b>SPC. 00-CI-E-10001</b>        |                           |
|                                                                                   | <b>PROGETTO</b> <b>Adeguamento Impianto di Compressione gas di Messina</b>                             | Fg. 93 di 98                     | <b>Rev.</b><br><b>0</b>   |

## CAPACITÀ PORTANTE DELLE FONDAZIONI SUPERFICIALI [Meyerhof (1951, 1963)]

**Equazione generale di capacità portante<sup>23</sup> di fondazioni superficiali (General Bearing Capacity Equation)**  
*(Meyerhof approach, 1951, 1963)*

$$q_{ult} = c' N_c s_c d_c i_c + q N_q s_q d_q i_q + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma$$

In cui si è indicato con:

|                      |                                                                                                             |
|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $q_{ult}$            | = carico limite della fondazione ( <i>ultimate bearing capacity</i> );                                      |
| $N_c, N_q, N_\gamma$ | = fattori adimensionali di capacità portante ( <i>bearing capacity factors</i> );                           |
| $s_c, s_q, s_\gamma$ | = fattori di forma ( <i>shape factors</i> );                                                                |
| $d_c, d_q, d_\gamma$ | = fattori di profondità ( <i>depth factors</i> );                                                           |
| $i_c, i_q, i_\gamma$ | = fattori di inclinazione del carico ( <i>inclination factors</i> ).                                        |
| $q$                  | = fattori di inclinazione del carico ( <i>vertical stress acting at the elevation of foundation base</i> ). |
| $c'$                 | = coesione efficace ( <i>intercept cohesion</i> );                                                          |
| $\gamma$             | = peso di volume del terreno di fondazione ( <i>foundation soil unit weight</i> );                          |
| $B$                  | = larghezza <sup>24</sup> della fondazione ( <i>width of foundation</i> );                                  |
| $L$                  | = lunghezza <sup>25</sup> della fondazione ( <i>length of foundation</i> );                                 |
| $D$                  | = profondità del piano di posa della fondazione ( <i>depth of foundation</i> );                             |

I fattori adimensionali di capacità portante sono:

Meyerhof (1963)  $N_q = e^{\pi \tan \varphi'} \tan^2 \left( 45^\circ + \frac{\varphi'}{2} \right)$

Meyerhof (1963)  $N_c = (N_q - 1) \cot(\varphi')$

Meyerhof (1963)  $N_\gamma = (N_q - 1) \tan(1.4 \varphi')$

I fattori di forma per fondazioni rettangolari sono:

Meyerhof (1963)  $s_q = 1 + 0.1 \left( \frac{B}{L} \right) \tan^2 \left( 45^\circ + \frac{\varphi'}{2} \right)$

Meyerhof (1963)  $s_c = 1 + 0.2 \left( \frac{B}{L} \right) \tan^2 \left( 45^\circ + \frac{\varphi'}{2} \right)$

Meyerhof (1963)  $s_\gamma = 1 + 0.1 \left( \frac{B}{L} \right) \tan^2 \left( 45^\circ + \frac{\varphi'}{2} \right)$

I fattori di profondità per fondazioni rettangolari sono:

Meyerhof (1963)  $d_q = 1 + 0.1 \left( \frac{D}{B} \right) \tan^2 \left( 45^\circ + \frac{\varphi'}{2} \right)$

Meyerhof (1963)  $d_c = 1 + 0.2 \left( \frac{D}{B} \right) \tan^2 \left( 45^\circ + \frac{\varphi'}{2} \right)$

Meyerhof (1963)  $d_\gamma = 1 + 0.1 \left( \frac{D}{B} \right) \tan^2 \left( 45^\circ + \frac{\varphi'}{2} \right)$

<sup>23</sup> La equazione è composta da tre termini:  $q_{ult} = q_c + q_q + q_\gamma$  che rappresentano il contributo della coesione, del sovraccarico e del peso del terreno di rinfianco.

<sup>24</sup> In caso di carico eccentrico  $B = B' =$  larghezza della fondazione effettiva equivalente (Meyerhof, 1953)

<sup>25</sup> In caso di carico eccentrico  $L = L' =$  lunghezza della fondazione effettiva equivalente (Meyerhof, 1953)

|                                                                                   |                                                                                                        |                                  |                           |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|---------------------------|
|  | <b>PROGETTISTA</b><br> | <b>COMMESSA</b><br><b>023116</b> | <b>UNITÀ</b><br><b>00</b> |
|                                                                                   | <b>LOCALITÀ</b><br><b>MESSINA</b>                                                                      | <b>SPC. 00-CI-E-10001</b>        |                           |
|                                                                                   | <b>PROGETTO</b> <b>Adeguamento Impianto di Compressione gas di Messina</b>                             | Fg. 94 di 98                     | <b>Rev.</b><br><b>0</b>   |

I fattori di inclinazione per fondazioni rettangolari sono:

Meyerhof  
(1963)

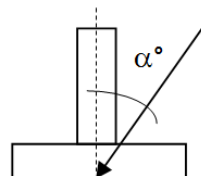
$$i_q = \left(1 - \frac{\alpha^\circ}{90^\circ}\right)^2$$

Meyerhof  
(1963)

$$i_c = \left(1 - \frac{\alpha^\circ}{90^\circ}\right)^2$$

Meyerhof  
(1963)

$$i_\gamma = \left(1 - \frac{\alpha^\circ}{\varphi'_{90}}\right)^2$$



### **Reference:**

1. **Bowles, J. E.** (1988). **Foundation Analysis and Design**, 5th Edition, McGraw-Hill, pp. 223-224.
2. **Das, B.M.** (2001). **Principles of Geotechnical Engineering**, 5th Edition, Brooks/Cole Thomson Learning, pp. 503-543.
3. **Lancellotta, R.** (1993). *Geotecnica*, Seconda Edizione, Zanichelli, pp. 451-471.
4. **Canadian Geotechnical Society** (2006). **Canadian Foundation Engineering Manual**, 4th Edition, BiTech Publishers, pp. 150-157.



|                                                                                   |                                                                                                        |                                  |                           |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|---------------------------|
|  | <b>PROGETTISTA</b><br> | <b>COMMESSA</b><br><b>023116</b> | <b>UNITÀ</b><br><b>00</b> |
|                                                                                   | <b>LOCALITÀ</b><br><b>MESSINA</b>                                                                      | <b>SPC. 00-CI-E-10001</b>        |                           |
|                                                                                   | <b>PROGETTO</b> <b>Adeguamento Impianto di Compressione gas di Messina</b>                             | Fg. 95 di 98                     | <b>Rev.</b><br><b>0</b>   |

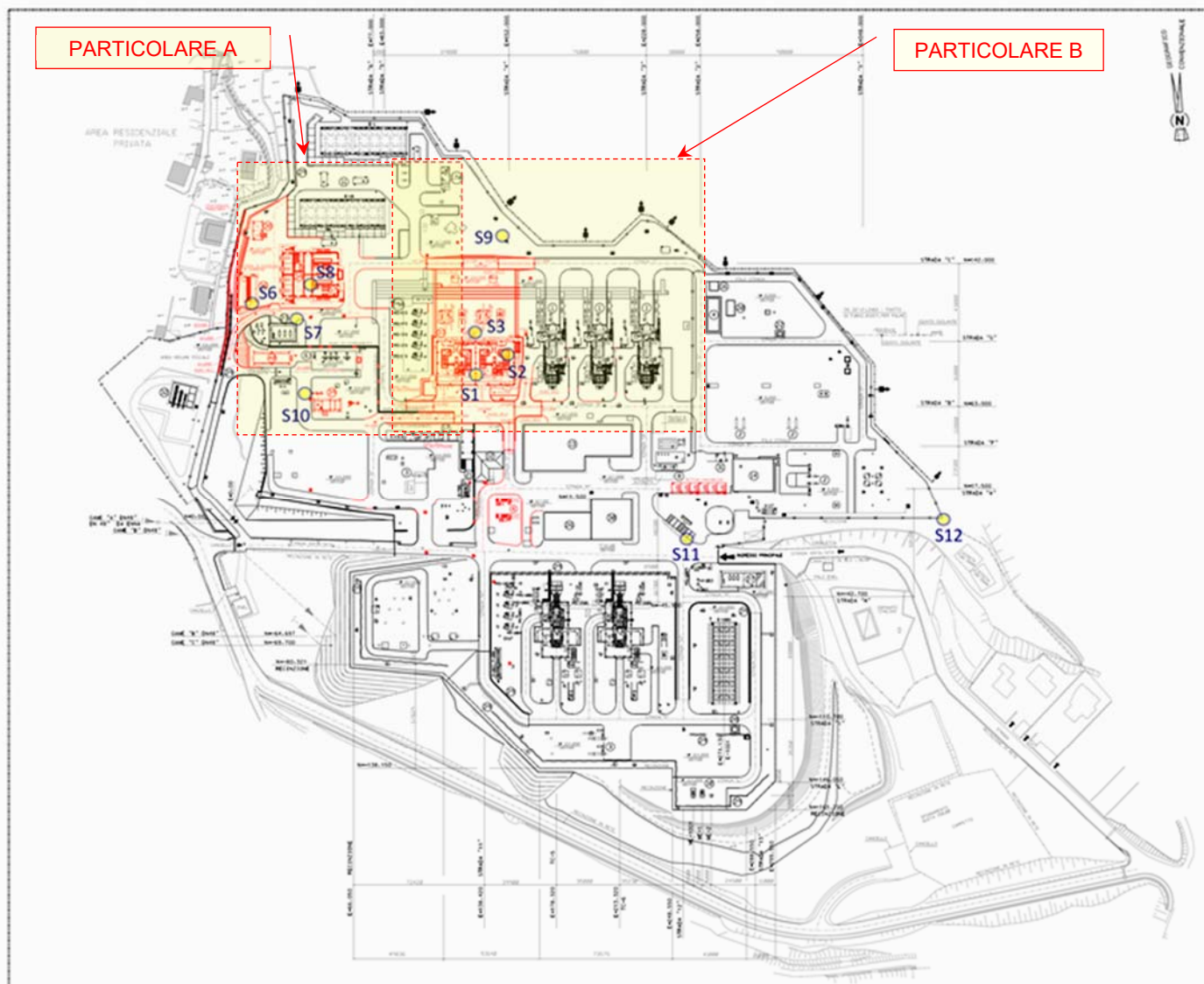
## ALLEGATO 4

Riassunto degli schemi delle fondazioni dei principali fabbricati previsti nell'ambito dell'Adeguamento Centrale Snam Rete Gas di Messina, sulla base dei seguenti Disegni Saipem:

| DISEGNO N.    | DESCRIZIONE                                                                                               | Legenda in planimetria |
|---------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|
| 00-CB-A-12025 | PLANIMETRIA GENERALE OPERE CIVILI - STATO DI PROGETTO                                                     | [Rif. 1]               |
| 30-CC-A-12350 | FABBRICATO MEDIA TENSIONE - ARCHITETTONICI - PIANTE, PROSPETTI, SEZIONI, ABACO INFISSI E TABELLA FINITURE | 36                     |
| 30-CE-A-12351 | FABBRICATO MEDIA TENSIONE - FONDAZIONI - CASSERI, ARMATURE E CARPENTERIA METALLICA                        | 36                     |
| 30-CE-B-12352 | FABBRICATO MEDIA TENSIONE - COPERTURA - CASSERI, ARMATURE E CARPENTERIA METALLICA                         | 36                     |
| 30-CC-B-12360 | FABBRICATO MULTIUSO - ARCHITETTONICI - PIANTE                                                             | 40                     |
| 30-CC-A-12361 | FABBRICATO MULTIUSO - ARCHITETTONICI - PROSPETTI, SEZIONI, ABACO INFISSI E TABELLA FINITURE               | 40                     |
| 30-CE-B-12362 | FABBRICATO MULTIUSO - CASSERI - PIANTE E SEZIONE                                                          | 40                     |
| 30-CE-B-12363 | FABBRICATO MULTIUSO - ARMATURE - FONDAZIONI PILASTRI TRAVI                                                | 40                     |
| 30-CD-B-12365 | DEPOSITO FUSTI OLIO - PIANTE PROSPETTI SEZIONI & DETTAGLI                                                 | 38                     |
| 30-CE-B-12366 | DEPOSITO FUSTI OLIO - FONDAZIONI - CASSERI E ARMATURE                                                     | 38                     |
| 30-CD-B-12367 | DEPOSITO FUSTI OLIO - STRUTTURA METALLICA                                                                 | 38                     |
| 30-CC_A-12031 | FABBRICATO COMPRESSORI ELCO EC-7 E EC-8 ARCHITETTONICO - PROSPETTI E SEZIONI                              | 33                     |

[Rif. 1.] Saipem – DIS. N. 00-CB-A-12025, ADEGUAMENTO CENTRALE DI MESSINA – GENERALE - PLANIMETRIA GENERALE - OPERE CIVILI – STATO DI PROGETTO - Rev. 1 del 07.10.2021.

|                                                                                   |                                                                                                        |                                  |                           |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|---------------------------|
|  | <b>PROGETTISTA</b><br> | <b>COMMESSA</b><br><b>023116</b> | <b>UNITÀ</b><br><b>00</b> |
|                                                                                   | <b>LOCALITÀ</b><br><b>MESSINA</b>                                                                      | <b>SPC. 00-CI-E-10001</b>        |                           |
|                                                                                   | <b>PROGETTO</b> <b>Adeguamento Impianto di Compressione gas di Messina</b>                             | <b>Fg. 96 di 98</b>              | <b>Rev.</b><br><b>0</b>   |



|                                                |                                                |                               |                                                           |
|------------------------------------------------|------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| <b>NUOVE OPERE</b><br><b>LEGENDA CENTRALE:</b> |                                                | <b>LEGENDA NUOVE OPERE:</b>   |                                                           |
| 1                                              | AREA TURBOCOMPRESSORI TC-1/TC-2/TC-3/TC-5/TC-6 | 33                            | AREA ELETTROCOMPRESSORI ELCO EC-7/EC-8                    |
| 2                                              | TRAPPOLE DI LANCIO PIO                         | 34                            | SALA CONTROLLO ELETTROCOMPRESSORI / SOTTOSTAZIONE ELCO    |
| 3                                              | TRAPPOLE DI ARRIVO PIO                         | 35                            | ANNULLATO                                                 |
| 4                                              | FABBRICATO TELECOMANDO E TELEMSURE             | 36                            | FABBRICATO MT                                             |
| 5                                              | ANNULLATO                                      | 37                            | COOLER VFD POSIZIONATI SUL TETTO DELLA SOTTOSTAZIONE ELCO |
| 6                                              | AREA FILTRI GAS SERVIZI                        | 38                            | DEPOSITO FUSTI OLIO                                       |
| 7                                              | ANNULLATO                                      | 39                            | FABBRICATO ARIA STRUMENTI E DEPOSITO BOMBOLE              |
| 8                                              | OLIO DI LUBRIFICAZIONE                         | 40                            | FABBRICATO MULTIUSO                                       |
| 9                                              | ANNULLATO                                      | 41                            | AREA GRUPPI ELETTROGENI A GAS                             |
| 10                                             | AREA VENTS (ME-1/M E-2/ME-100)                 | <b>NUOVE APPARECCHIATURE:</b> |                                                           |
| 11                                             | AREA REFRIGERANTI GAS                          | EC-7/EC-8                     | ELETTROCOMPRESSORI                                        |
| 12                                             | CABINA ELETTRICA E LOCALE GRUPPO ELETTROGENO   | V-10                          | SERBATOIO ARIA STRUMENTI                                  |
| 13                                             | SALA CONTROLLO E UFFICI                        | K-5A/B                        | COMPRESSORI ARIA SERVIZI                                  |
| 14                                             | OFFICINA E MAGAZZINO                           | DGE-1/DGE-2                   | GRUPPI ELETTROGENI A GAS                                  |
| 15                                             | ANNULLATO                                      |                               |                                                           |
| 16                                             | ANTENNA PONTE RADIO                            |                               |                                                           |
| 17                                             | AREA ANTINCENDIO DI CENTRALE                   |                               |                                                           |
| 17A                                            | AREA ANTINCENDIO AGGIUNTIVO                    |                               |                                                           |
| 18                                             | ANNULLATO                                      |                               |                                                           |
| 19                                             | ANNULLATO                                      |                               |                                                           |
| 20                                             | LOCALE TELEMSURE                               |                               |                                                           |
| 21                                             | K-INI ELETTROCOMPRESSORE RECUPERO GAS          |                               |                                                           |
| 22                                             | CABINA CO2 VENT AREA TRAPPOLE                  |                               |                                                           |
| 23                                             | ZONA CALDAIE E SCAMBIATORI                     |                               |                                                           |
| 24                                             | ANNULLATO                                      |                               |                                                           |
| 25                                             | ANNULLATO                                      |                               |                                                           |
| 26                                             | LOCALE BATTERIE/ SALA QUORI/ SALA CONTROLLO    |                               |                                                           |
| 27                                             | EDIFICIO CALDAIE/ COMPRESSORI ARIA             |                               |                                                           |
| 28                                             | FABBRICATO CO2                                 |                               |                                                           |
| 29                                             | BARRIERE FONDASSORBENTI                        |                               |                                                           |
| 29A                                            | AREA ANALIZZATORE GAS                          |                               |                                                           |
| 30                                             | EDIFICIO ADEBITO A MAGAZZINO                   |                               |                                                           |
| 31                                             | PIAZZOLA LAVAGGI PEZZI MECCANICI               |                               |                                                           |
| 32                                             | AREA MISURE FISCALI                            |                               |                                                           |

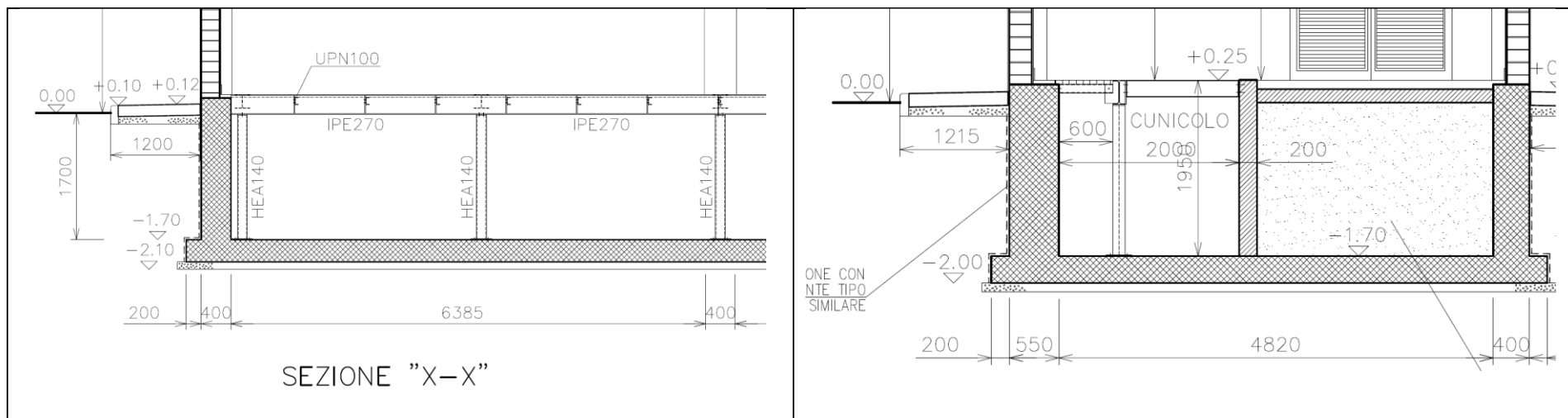
PLANIMETRIA GENERALE OPERE CIVILI – NUOVE OPERE – SONDEGGI [Rif. 1].











Particolare Fondazione del FABBRICATO MEDIA TENSIONE

#### FABBRICATO MEDIA TENSIONE

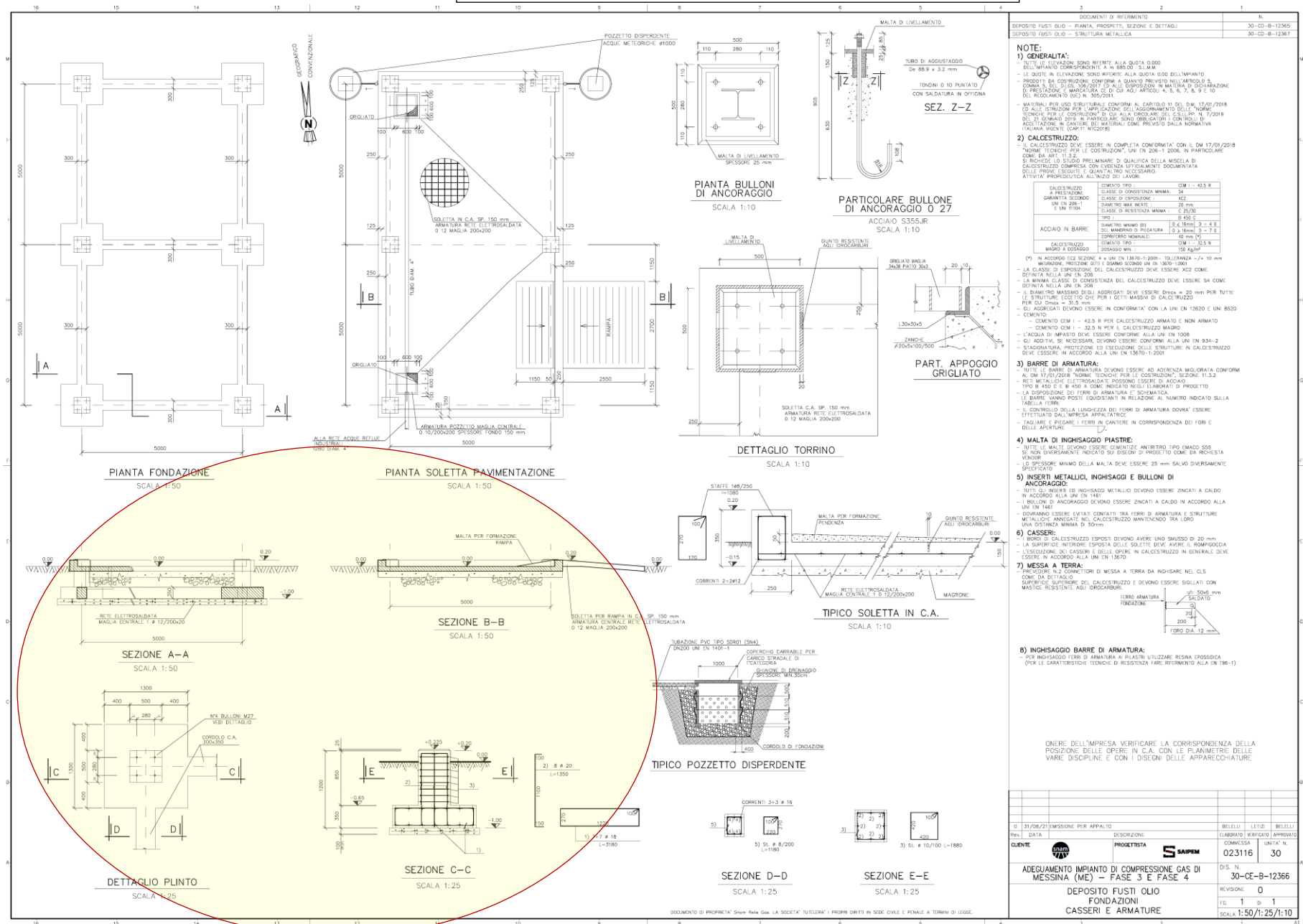
Fondazione a platea, Profondità 2,00 m da p.c.

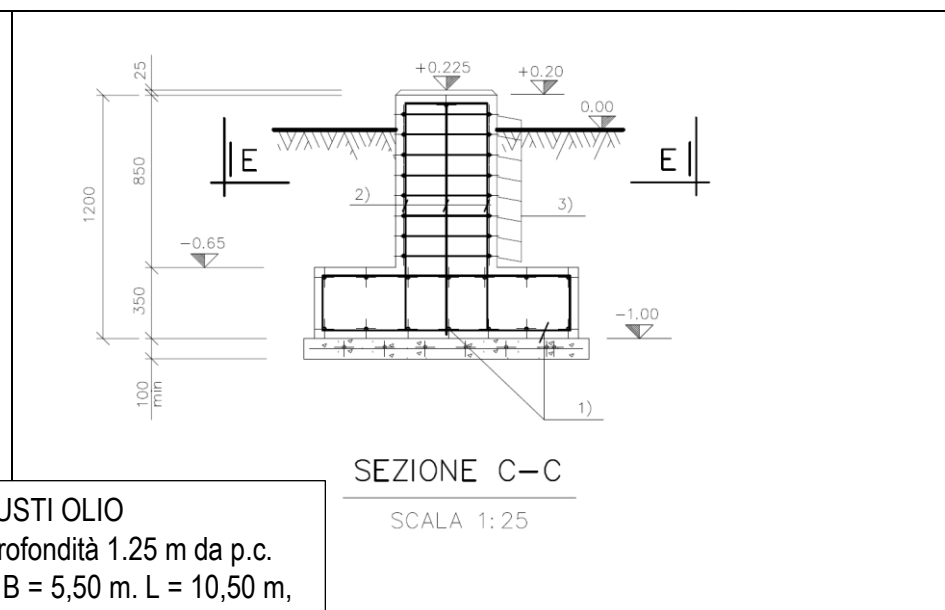
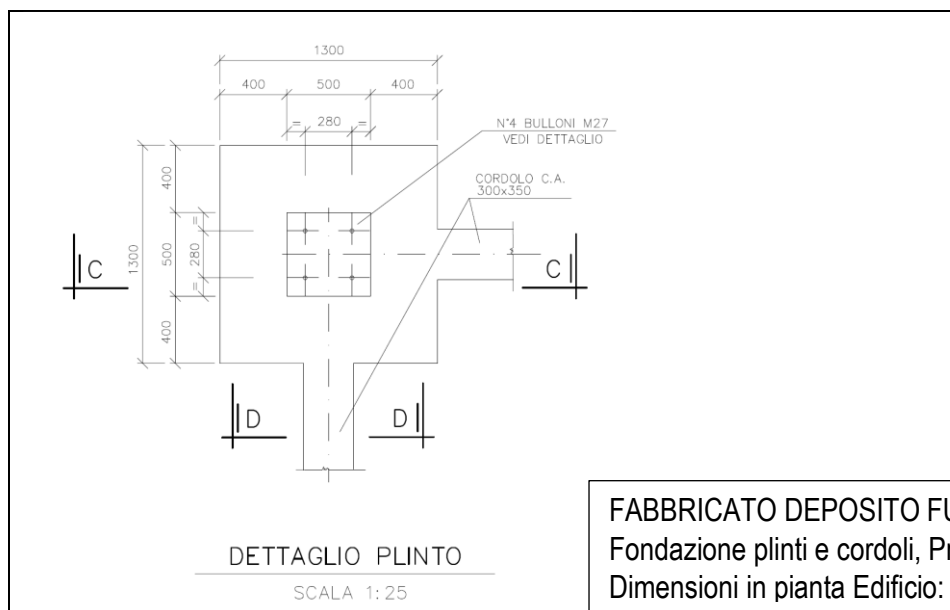
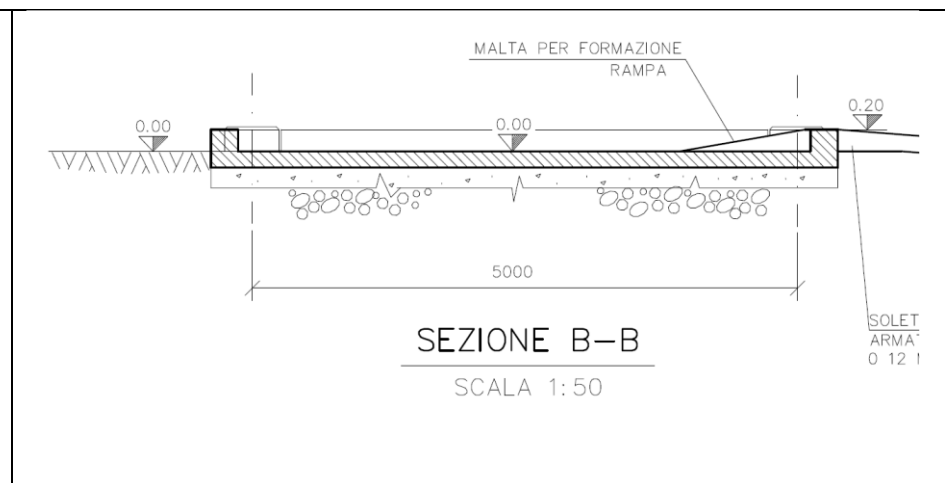
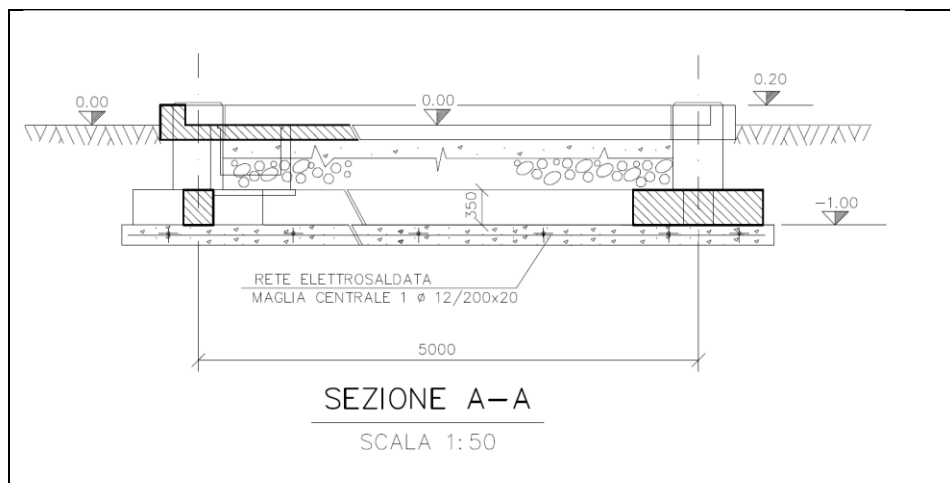
Dimensioni in pianta Edificio: B = 5,77 m. L = 13,97 m,

Dimensioni in pianta Fondazioni: B = 6,17 m, L = 14,37 m



# Fondazione del DEPOSITO FUSTI OLIO





FABBRICATO DEPOSITO FUSTI OLIO  
Fondazione plinti e cordoli, Profondità 1.25 m da p.c.  
Dimensioni in pianta Edificio: B = 5,50 m. L = 10,50 m,

Particolare Fondazione del DEPOSITO FUSTI OLIO

| SEGNATO (O INDEGNATO)                                      | S             |
|------------------------------------------------------------|---------------|
| FABBRICATO MALIZIOSO - ARCHITETTONICO - PIANTE             | 30-CC-8-12360 |
| FABBRICATO MALIZIOSO - CANTIERE - PIANTE E SEZIONE         | 30-CE-8-12362 |
| FABBRICATO MALIZIOSO - MINIERE - FONDAZIONI, PLASTER, TRAM | 30-CE-8-12363 |

[illegible]

A line drawing of a building facade. It features a central entrance with a double door, flanked by two columns. Above the entrance is a triangular pediment. The entire structure is supported by a base.

**POZZETTO PER INGRESSO  
CAB. ELET. DIM. Ø60x90x80**

**4 TUBI PER INGRESSO  
CAB. ELET. Ø20x10**

**DETAGLIO "B" - 1:25**

A line drawing of a building facade. It features a central double door with transoms. Above the door is a pediment supported by two columns. The drawing is a simple line sketch.

Technical drawing of a building section showing a basement level. The drawing includes dimensions for the slab thickness (150 mm), wall height (2000 mm), and floor levels (+0.280, +0.000, -0.150, -0.300). The basement wall is labeled "MURALE IN BLOCCO FONDATA DA 200 mm". The floor is labeled "PAVIMENTO IN CEMENTO".

[illegible][illegible]

| LEGENDA |          |
|---------|----------|
| P       | PORTE    |
| F       | FINESTRE |

TUBAZIONE PVC TIPO SCORCIO (DN143)  
DIAMETRO UNI EN 1401-1

1000

COPERCHIO CARRABILE PER CARICO TIRAGALE A CALCE

ELICA DI DRENAGGIO SPESORE MIN. 30mm

1000

400

CONCRETO DI FONDAZIONE

TIPICO POZZETTO DISPERDENTE

PANNELLI DI COPERTURA

TRALICCI IN ACCIAIO TRACIZO

MURETTO IN MATTONI FORATI DA 200 mm

COPERTURA IN PANNELLI LAMINATI D'ALUMINIO

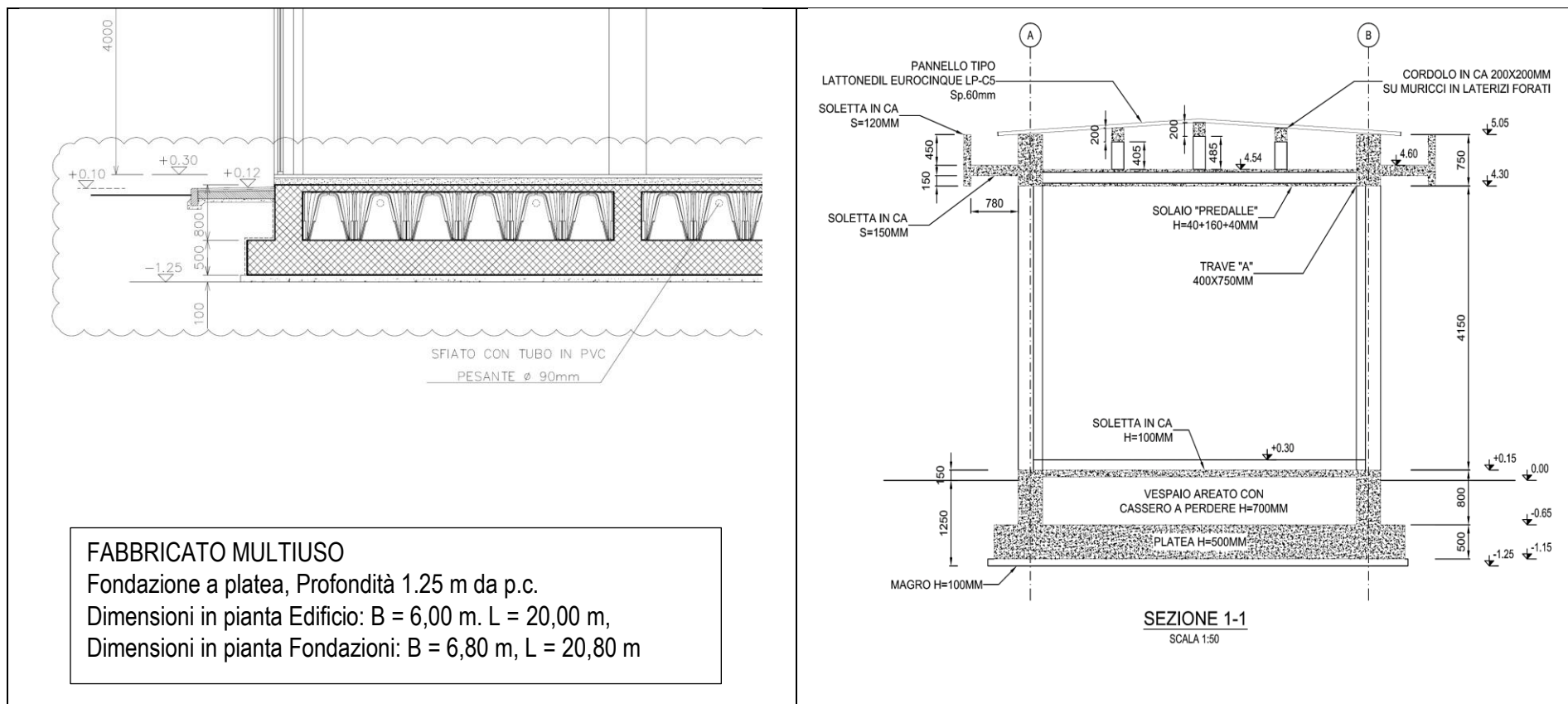
CORPOLO IN C.A. 40x 31.4x2.200

LA COPERTURA IN PANNELLI D'ALUMINIO E' DOTATA DI MURETTO E' DOTATO NELLA PARTE COPRIFUORI (IN C.A. 20-20-20)

**PART. SOSTEGNO PANNELLI COPERTURA**

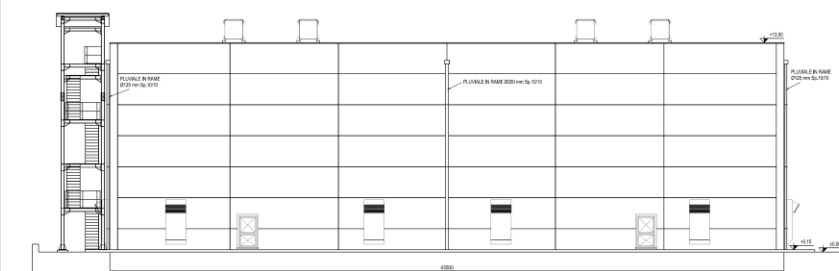
PART. SOSTEGNO PANNELLI COPERTURA

[illegible]

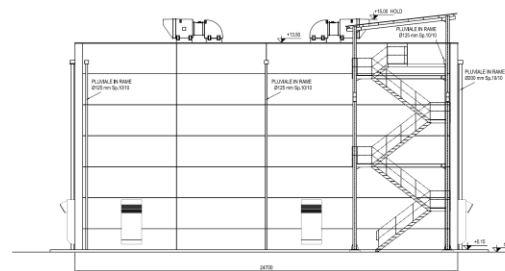


Particolare Fondazione del FABBRICATO MULTIUSO (profondità 1.25 m da p.c.)

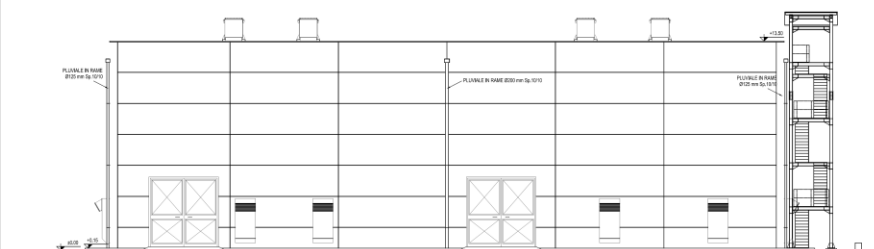
Fondazione del FABBRICATO COMPRESSORI ELCO EC-7 E



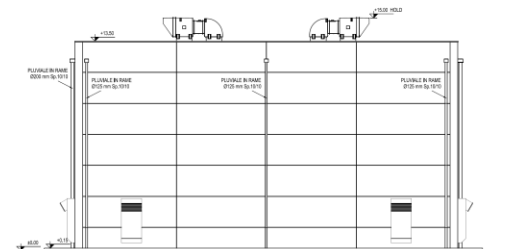
PROSPETTO "A"



PROSPETTO "B"



### PROSPETTO "C"



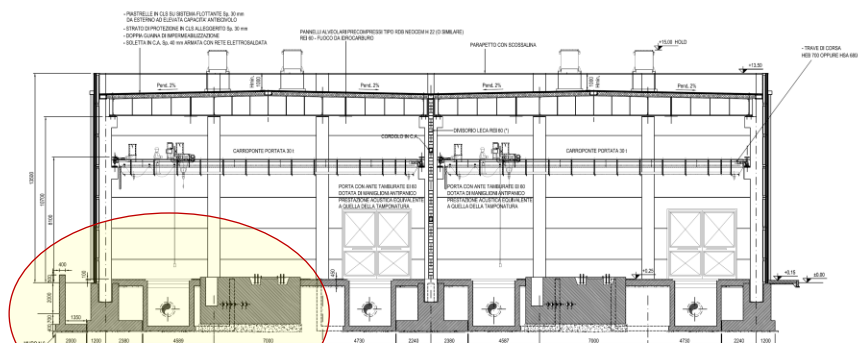
PROSPETTO "D"

NOTE:

1) GENERALITÀ:

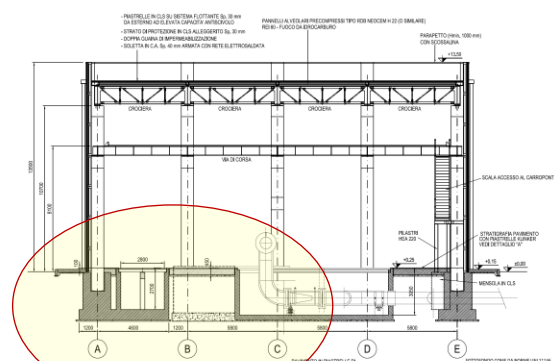
1) **GENERALITÀ:**

- TUTTE LE ELEVAZIONI SONO RIFERITE ALLA QUOTA 0,00 DELL'IMPIANTO CORRISPONDENTE A M. 168,50 S.L.N.M.
- LE QUOTE IN ELEVAZIONE SONO RIFERITE ALLA QUOTA 0,00 DELL'IMPIANTO
- CIASCUN PAVIMENTO SARÀ DIRETTAMENTE COLLEGATO AD UN POZZETTO DEPENDENTE IN CALCESTRUZZO DN1500
- PRODOTTO DA CONTRUZIONI CONFORMI A QUANTO PREVISTO NELL'ARTICOLO 5, COMMA 5, DEL D.LGS. 106/2017 ED ALLE DISPOSIZIONI IN MATERIA DI DICHIARAZIONE DI PRESTAZIONE E MARCATURA CE DI CUI AGLI ARTICOLI 4, 5, 6, 7, 8, 9 E 10 DEL REGOLAMENTO (UE) N. 305/2011

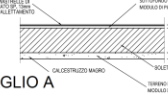


SEZIONE X-X

(7) DIMENSIONE LICA RESISTE - FUOCO DA 1800 CARBURANTE  
FRONTE FUOCO SU ENTRAMBE LE FACCE DOTATO DI  
CERTIFICAZIONE ED ESTESO PER TUTTA L'ALTEZZA INTERNA  
SARÀ DOTATO DI PLASTICHE E CORDOLI ALLO SCOPO DI  
ASSICURARE LA RESISTENZA PREVISTA DALLA NORMATIVA  
UNIVERSITÀ (tel. 071/470000)



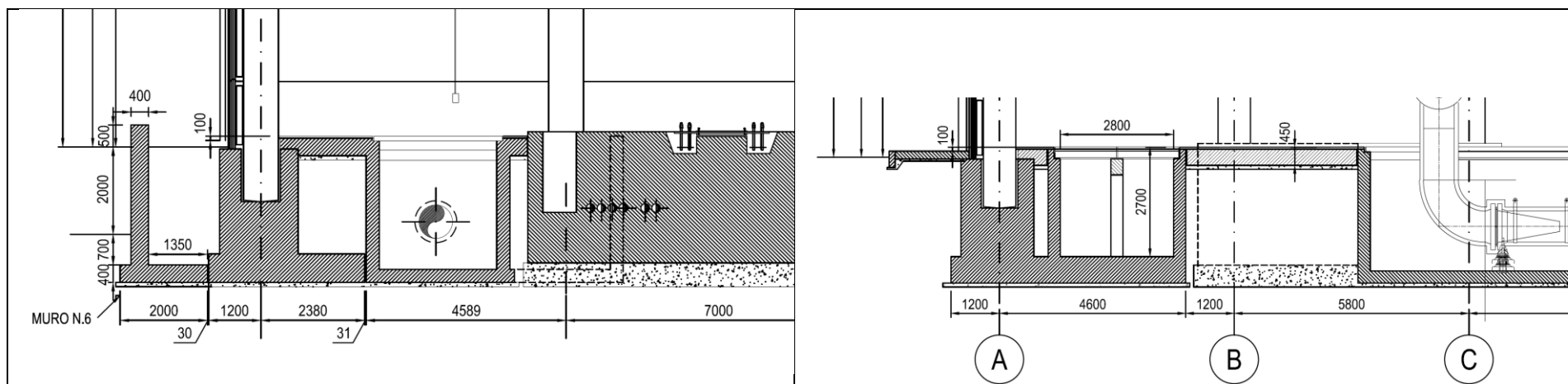
SEZIONE Y-Y



## DETTAGLIO A

[illegible]





Particolare Fondazione del FABBRICATO COMPRESSORI ELCO EC-7 E EC-8 (profondità circa 2.10 m da p.c. attuale).