



INTERVENTO DI MIGLIORAMENTO DEL DEPURATORE DI
ALESSANDRIA ORTI - LINEA ACQUE E LINEA FANGHI
CUP E36G14000260008 - CIG 6185013231 - CIG 61863555 A4

PROGETTO ESECUTIVO

PROGETTISTA:



TITOLO ELABORATO:

RELAZIONE GEOLOGICA

ELABORATO N° :

II052P-PE-RG002

| ELABORATO | | | | CONTROLLATO | | | | APPROVATO | | | |
|-----------|----|--|-------------|-------------|--|--|--|--------------|--|--|--|
| SIGLA | | | | P.SMORGON | | | | S. VENTURINI | | | |
| REVISIONE | N. | | DESCRIZIONE | | | | | | | | |
| | 1 | | | | | | | | | | |
| | 2 | | | | | | | | | | |
| | 3 | | | | | | | | | | |

NOME FILE :

II052P-PE-RG002.doc

DATA: Settembre 2016

SCALA :


-

| | | | | |
|--|--------|----------------------|---------------------|-----------|
| | Rev. 0 | Data: Settembre 2016 | El. II052P-PE-RG002 | Pag. n. 2 |
| | Rev. | Data: | RELAZIONE GEOLOGICA | |

**INTERVENTO DI MIGLIORAMENTO
 DEL DEPURATORE DI ALESSANDRIA ORTI
 LINEA ACQUE – LINEA FANGHI
 CUP E36G14000260008
 CIG 6185013231 - CIG 61863555 A4**


PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE GEOLOGICA

| | | | | |
|--|--------|----------------------|---------------------|-----------|
|  PRESENTAZIONE | Rev. 0 | Data: Settembre 2016 | El. II052P-PE-RG002 | Pag. n. 3 |
| | Rev. | Data: | RELAZIONE GEOLOGICA | |

I N D I C E

| | | |
|------|---|----|
| 1. | PREMESSE | 5 |
| 2. | OGGETTO E SCOPO | 6 |
| 3. | DOCUMENTI DI RIFERIMENTO | 7 |
| 4. | INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO | 8 |
| 5. | CAMPAGNA DI INDAGINE GEOGNOSTICA | 9 |
| 5.1. | Sondaggi geognostici a carotaggio continuo | 10 |
| 5.2. | Esecuzione di prove SPT in foro di sondaggio | 19 |
| 5.3. | Indagine sismica con metodologia MASW | 21 |
| 5.4. | Prova Lefranc | 24 |
| 6. | CONDIZIONI STRATIGRAFICHE NELL'AREA DI PROGETTO | 25 |
| 7. | ALLEGATO – RELAZIONE DI INDAGINE DI SONDECO | 26 |


| | | | | |
|--|--------|----------------------|---------------------|-----------|
|  PRESENTAZIONE | Rev. 0 | Data: Settembre 2016 | El. II052P-PE-RG002 | Pag. n. 4 |
| | Rev. | Data: | RELAZIONE GEOLOGICA | |

INDICE DELLE FIGURE

| | |
|---|----|
| Fig. 5.1 - Campagna di indagine integrativa – Planimetria con ubicazione indagini | 9 |
| Fig. 5.2 - Scheda di dettaglio per il sondaggio S1 | 11 |
| Fig. 5.3 - Sondaggio S1 – Foto della cassetta catalogatrice da 0 a 5 metri da p.c. | 12 |
| Fig. 5.4 - Sondaggio S1 – Foto della cassetta catalogatrice da 5 a 10 metri da p.c. | 12 |
| Fig. 5.5 - Sondaggio S1 – Foto della cassetta catalogatrice da 10 a 15 metri da p.c. | 13 |
| Fig. 5.6 - Scheda di dettaglio per il sondaggio S2 | 14 |
| Fig. 5.7 - Sondaggio S2 – Foto della cassetta catalogatrice da 0 a 5 metri da p.c. | 15 |
| Fig. 5.8 - Sondaggio S2 – Foto della cassetta catalogatrice da 5 a 10 metri da p.c. | 15 |
| Fig. 5.9 - Sondaggio S2 – Foto della cassetta catalogatrice da 10 a 15 metri da p.c. | 16 |
| Fig. 5.10 - Scheda di dettaglio per il sondaggio S3 | 17 |
| Fig. 5.11 - Sondaggio S3 – Foto della cassetta catalogatrice da 0 a 5 metri da p.c. | 18 |
| Fig. 5.12 - Sondaggio S3 – Foto della cassetta catalogatrice da 5 a 10 metri da p.c. | 18 |
| Fig. 5.13 - Sondaggio S3 – Foto della cassetta catalogatrice da 10 a 15 metri da p.c. | 19 |
| Fig. 5.14 - Prove MASW – Risultati stendimento 1 | 22 |
| Fig. 5.15 - Prove MASW – Risultati stendimento 2 | 23 |
| Fig. 5.16 - Risultati della prova Lefranc nel sondaggio S3 | 24 |

INDICE DELLE TABELLE

| | |
|---|----|
| Tab. 5.1: Sondaggio S1 – Prove SPT eseguite in foro | 19 |
| Tab. 5.2: Sondaggio S2 – Prove SPT eseguite in foro | 20 |
| Tab. 5.3: Sondaggio S3 – Prove SPT eseguite in foro | 21 |

| | | | | |
|---|--------|----------------------|---------------------|-----------|
|  | Rev. 0 | Data: Settembre 2016 | El. II052P-PE-RG002 | Pag. n. 5 |
| | Rev. | Data: | RELAZIONE GEOLOGICA | |

1. PREMESSE

La presente relazione fornisce tutte le informazioni circa la natura litologica e la successione stratigrafica dei terreni di fondazione nell'area del depuratore di Alessandria Orti.


Partendo dalle informazioni disponibili in letteratura e sintetizzate al capitolo 4 è stata condotta una campagna di indagine geognostica che ha consentito di individuare la stratigrafia e le caratteristiche meccaniche dei terreni di fondazione che interagiscono con le opere.

Le attività svolte nella campagna di indagine ed i risultati ottenuti sono descritti al capitolo 5.

Il capitolo 6 riassume le condizioni stratigrafiche dell'area di progetto così come ricavate dall'incrocio delle informazioni provenienti dalla letteratura, dalle indagini pregresse e dalle indagini svolte per il Progetto Definitivo.

La presente relazione fornisce tutte le informazioni di base che saranno poi utilizzate nella relazione geotecnica la quale fornirà l'interpretazione delle indagini qui presentate ed arriverà a fornire la caratterizzazione geomeccanica dei terreni di fondazione.


In Allegato si riporta la relazione di indagine redatta da Sondeco S.r.l.

| | | | | |
|--|--------|----------------------|---------------------|-----------|
|  PRESENTAZIONE | Rev. 0 | Data: Settembre 2016 | El. II052P-PE-RG002 | Pag. n. 6 |
| | Rev. | Data: | RELAZIONE GEOLOGICA | |

2. OGGETTO E SCOPO

Oggetto della presente relazione è la geologia dell'area del depuratore di Alessandria Orti.


Scopo è individuare la successione stratigrafica dei terreni di fondazione e fornire tutte le indicazioni che costituiscono la base della progettazione geotecnica delle opere.

| | | | | |
|---|--------|----------------------|---------------------|-----------|
|  | Rev. 0 | Data: Settembre 2016 | El. II052P-PE-RG002 | Pag. n. 7 |
| | Rev. | Data: | RELAZIONE GEOLOGICA | |

3. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

Sono di riferimento a questo rapporto i seguenti documenti:

1. Relazione geotecnica redatta a supporto del Progetto Definitivo dell' Ampliamento ed adeguamento dell'impianto di depurazione di Alessandria in data 4/12/2003 a cura del Geologo Paolo Ricci;
2. Relazione illustrativa relativa l'esecuzione di indagini geognostiche presso l'impianto di depurazione della città di Alessandria redatta in data 30/10/2003 da Geotek;
3. Relazione geologico-geotecnica e sismica II052P-PP-RG001 redatta da Technital per il Progetto Preliminare;
4. Relazione geologica II052P-PD-RG002 redatta da Technital per il Progetto Definitivo;
5. Norme Tecniche per le Costruzioni, D.M. del 14 gennaio 2008.

| | | | | |
|---|--------|----------------------|---------------------|-----------|
|  | Rev. 0 | Data: Settembre 2016 | El. II052P-PE-RG002 | Pag. n. 8 |
| | Rev. | Data: | RELAZIONE GEOLOGICA | |

4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

L'area in cui si colloca l'intervento in progetto comprende un settore prettamente collinare a Nord, determinato dai rilievi del Monferrato, e di pianura nella restante parte.

L'area oggetto del previsto intervento presenta una morfologia sostanzialmente pianeggiante con altimetria di circa 90 m s.l.m.m., caratterizzata dalla presenza degli alvei attivi dei fiumi Bormida e Tanaro che confluiscono a circa 3 km a valle del sito e dei terrazzi determinati dalla dinamica fluviale.

L'area direttamente interessata dalla progettazione appare caratterizzata da un elevato grado di stabilità, dovuta alla morfologia sostanzialmente pianeggiante della superficie topografica.

L'area in esame risulta cartografata sul Foglio n. 70 "Alessandria" della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000.

La provincia di Alessandria è situata nel settore sud-orientale della regione Piemonte, che geologicamente appartiene al complesso di sedimenti marini e continentali (a partire dall'Oligocene), denominato Bacino Terziario Ligure Piemontese (BTLP) i cui termini più antichi affiorano sui rilievi collinari del Monferrato che delimitano a Nord la pianura di Alessandria.

Sulla base dei documenti di riferimento 1 e 2, risulta che dal punto di vista stratigrafico, si possono individuare 3 livelli principali:

- 1) strato di riporto antropico a granulometria prevalentemente fine avente potenza 2.5 m;
- 2) tra 2.5 m e 8.5 m da p.c. si rinviene un livello di sabbia limosa argillosa di bassa consistenza;
- 3) al di sotto di 8.5 m si trova ghiaia con sabbia da fine a leggermente limosa.


Da punto di vista idrogeologico, le indagini pregresse eseguite nell'area, posizionano la falda ad una profondità mediamente pari a 10.5 m dal p.c.. Tale soggiacenza risulta superiore alle profondità di scavo richieste per l'esecuzione delle opere, fatto salvo per la stazione di grigliatura e sollevamento iniziale per la quale potrebbe verificarsi un'interazione degli scavi con la falda.

Per il corretto dimensionamento delle opere in progetto è necessario individuare l'effettiva potenza dei livelli 1) e 2) del precedente elenco ed è necessario avere informazioni circa la loro resistenza e deformabilità utile sia per il dimensionamento delle scarpate di scavo provvisorie che per il calcolo dei cedimenti delle vasche.

Per la stazione di grigliatura e sollevamento la situazione si complica ulteriormente in quanto le profondità di scavo risultano notevoli, dell'ordine dei 6-7 metri, e non è esclusa la possibilità di un'interazione dello scavo stesso con la falda.

Al fine di ottenere gli approfondimenti di cui sopra si è prevista l'esecuzione di una campagna di indagine geognostica integrativa.

La campagna prevista è descritta nel dettaglio nel capitolo che segue, ma sinteticamente si tratta di realizzare dei sondaggi geognostici da accoppiare a prove sismiche tipo MASW atte a definire la completa caratterizzazione geomeccanica dei terreni di fondazione (anche dal punto di vista sismico) oltre che, ovviamente, l'effettiva successione stratigrafica dei singoli livelli deposizionali.

| | | | | |
|---|--------|----------------------|---------------------|-----------|
|  | Rev. 0 | Data: Settembre 2016 | El. II052P-PE-RG002 | Pag. n. 9 |
| | Rev. | Data: | RELAZIONE GEOLOGICA | |

5. CAMPAGNA DI INDAGINE GEOGNOSTICA

La campagna di indagine integrativa è stata condotta da Sondeco S.r.l. di Torino.

Si sono eseguiti n. 3 sondaggi spinti ad una profondità di 15 m, all'interno dei quali sono state realizzate prove SPT nella misura di 1 ogni metro.

Per il sondaggio S3 in corrispondenza della nuova stazione di grigliatura e sollevamento iniziale, in aggiunta, si è prevista l'esecuzione di una prova Lefranc all'interno dell'orizzonte ghiaioso al fine di stimarne la permeabilità e contestualmente si è proceduto ad installare un piezometro a tubo aperto per la misura corretta del livello di falda nell'area.

La caratterizzazione sismica dei terreni di fondazione è basata sui risultati di prove tipo MASW eseguite nell'area oggetto di intervento.

L'ubicazione dei sondaggi eseguiti è riportata nella figura che segue.

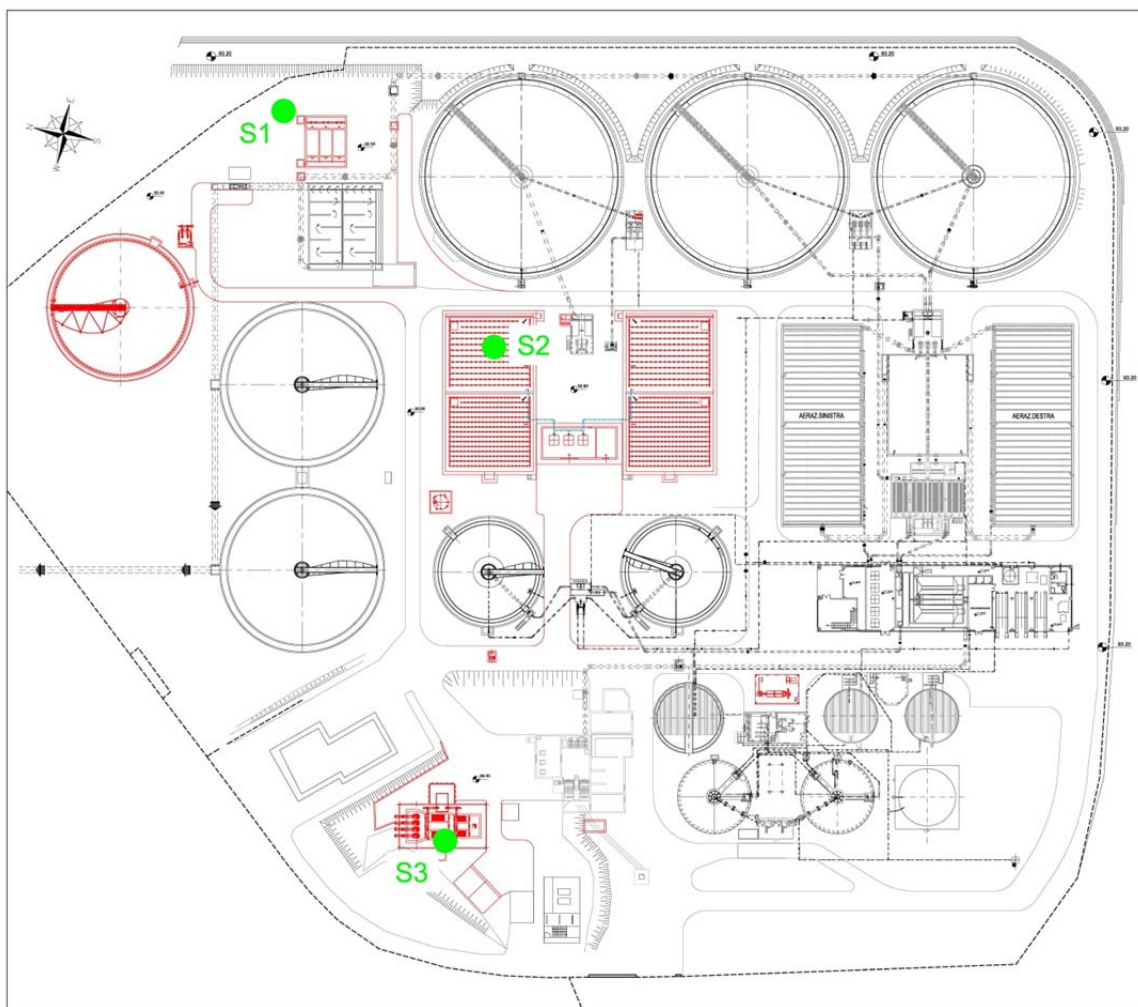



FIG. 5.1 - CAMPAGNA DI INDAGINE INTEGRATIVA – PLANIMETRIA CON UBICAZIONE INDAGINI

| | | | | |
|---|--------|----------------------|---------------------|------------|
|  | Rev. 0 | Data: Settembre 2016 | El. II052P-PE-RG002 | Pag. n. 10 |
| | Rev. | Data: | RELAZIONE GEOLOGICA | |

Dalle carote estratte durante i sondaggi, si sono ottenuti campioni di terreno da sottoporre a prove di laboratorio finalizzate alla sua caratterizzazione ambientale e quindi alla definizione del suo eventuale riutilizzo nell'ambito del cantiere o dalla necessità di portare il materiale scavato a discarica.

In particolare, il prelievo dei campioni è stato fatto, in corrispondenza di ciascuno dei 3 sondaggi, seguendo il seguente approccio:

- 1 campione tra 0 e 1 metro di profondità prelevato in 3 aliquote: la prima nella parte alta, la seconda nella zona centrale e la terza nella zona inferiore del metro;
- 1 campione tra 1 e 4 metri di profondità prelevato in 3 aliquote: la prima tra 1 e 2 metri, la seconda tra 2 e 3 metri e la terza tra 3 e 4 metri;
- 1 campione tra 4 e 5 metri di profondità prelevato in 3 aliquote: la prima nella parte alta, la seconda nella zona centrale e la terza nella zona inferiore del metro;

Le prove eseguite sono state le seguenti:

1. Set di analisi di qualità ambientale ai sensi della Legge 93/13;
2. Set di analisi per l'ammissibilità in discarica ai sensi del DM 27/09/2010;
3. Set di analisi per il recupero di cui al DM 186/2006.

5.1. Sondaggi geognostici a carotaggio continuo

L'ubicazione dei sondaggi eseguiti è riportata in Fig. 5.1.


I sondaggi sono stati realizzati con una sonda meccanica a rotazione montata su cingolato. Essa ha permesso di estrarre dal sottosuolo degli spezzoni cilindrici di terreno (carote) del diametro di 101,6 mm (4") che sono state raccolte in progressione verticale e riposte all'interno di cassette catalogatrici.

L'avanzamento in profondità è stato garantito da un rivestimento del foro mediante camicie in acciaio del diametro di 127 mm (5") che ne hanno impedito il franamento.

Il materiale perforato è stato conservato in cassette catalogatrici in PVC nella misura di 5 metri di perforazione per ciascuna cassetta catalogatrice.

Sulle cassette è stato indicato il numero del sondaggio e le profondità, inoltre sugli scomparti interni sono state scritte le quote di riferimento di ciascuna manovra eseguita.

Si riportano nel seguito le indicazioni circa le caratteristiche della perforazione.

| | | | | |
|---|--------|----------------------|---------------------|------------|
|  | Rev. 0 | Data: Settembre 2016 | El. II052P-PE-RG002 | Pag. n. 11 |
| | Rev. | Data: | RELAZIONE GEOLOGICA | |



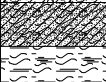



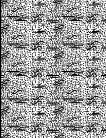


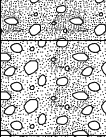
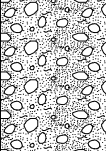
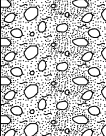




|  | | | <div>Committente AMAG S.p.A.</div> <div>Cantiere Depuratore - Località Orti</div> <div>Località Alessandria</div> <div>Data Inizio 08/06/16 Data Fine 09/06/16</div> | | | | | | | | <div>SONDAGGIO</div> <div>S1</div> | | <div>FOGLIO</div> <div>1/1</div> | |
|--|--------------|---|--|--|------------|--------------|--------------|--------------|-----|------------|---|----------------|---|------|
| <div>Quota (p.c.)</div> | | | | | | | | | | | | | | |
| Profondità' | Potenza | Scala 1:75 | Stratigrafia | Descrizione | Falda | Perforazione | Rivestimento | % Carotaggio | RQD | Piezometro | Inclinometro | Prove S.P.T. | Campioni | |
| 1.60 2.20 2.70 2.85 3.10 7.10 8.10 9.70 11.00 15.00 | 1.60 | 1 |  | Terreno di riporto prevalentemente limoso sabbioso fine; colore bruno chiaro. Presenza di sporadici clasti centimetrici e di rari frammenti di laterizi. | 127 | | | | | | | 1.00 | 1 | |
| | | 2 |  | Terreno di riporto prevalentemente sabbioso fine includente frammenti di laterizi, vetro, sacchi di nylon, detriti e clasti ghiaiosi; colore variabile da grigio bruno a bruno chiaro. | | | | | | | | 3-7-13 p.a. | | 1.00 |
| | 0.60 | 3 |  | Limo argilloso, debolmente plastico; colore bruno chiaro con screziature giallastre e bruno verdastre. | | | | | | | | 2-2-3 p.a. | | |
| | 0.50 | 4 |  | Sabbia fine limosa; colore grigio verdastro. | | | | | | | | 3.00 | 2 | |
| | 0.15 0.25 | 5 |  | Limo sabbioso fine; colore bruno chiaro. | | | | | | | | 3-2-3 p.a. | | |
| | 4.00 | 6 |  | Sabbia fine debolmente limosa, da poco addensata a sciolta; colore bruno giallastro. | | | | | | | | 4.00 | 3 | |
| | | 7 |  | | | | | | | | | Aff-Aff-1 p.a. | | 4.00 |
| | | 8 |  | Sabbia fine debolmente limosa; colore grigio bruno con screziature ocracee. | 5.00 | 5.00 | | | | | | | | |
| | | 9 |  | Sabbia eterometrica, sciolta, con subordinata ghiaia medio fine (diam. max 3-4 cm); colore bruno chiaro passante a bruno giallastro. | 1-1-2 p.a. | | | | | | | | | |
| | | 10 |  | Ghiaia eterometrica (diam. max 4-6 cm) in abbondante matrice sabbiosa eterometrica; colore grigio bruno. Presenza al tetto di un orizzonte centimetrico sabbioso limoso di colore rosso ocraceo. | 6.00 | | | | | | | | | |
| | | 11 |  | Sabbia eterometrica, sciolta, con abbondante ghiaia eterometrica (diam. max 6-8 cm), colore variabile da bruno chiaro a grigio bruno. Presenza di un ciottolo isolato a m 14.00 (diam. 10 cm) e di rari o-rizzonti sabbiosi limosi con ghiaia. | 2-3-3 p.a. | | | | | | | | | |
| | | 12 |  | | 7.00 | | | | | | | | | |
| | 13 |  | | 1-2-2 p.a. | | | | | | | | | | |
| | 14 |  | | 8.00 | | | | | | | | | | |
| | 15 |  | | 9-17-12 p.a. | | | | | | | | | | |
| 9-11-15 p.a. | | | | | | | | | | | | | | |

FIG. 5.2 - SCHEDA DI DETTAGLIO PER IL SONDAGGIO S1


| | | | | |
|---|--------|----------------------|---------------------|------------|
|  | Rev. 0 | Data: Settembre 2016 | El. II052P-PE-RG002 | Pag. n. 12 |
| | Rev. | Data: | RELAZIONE GEOLOGICA | |



FIG. 5.3 - SONDAGGIO S1 – FOTO DELLA CASSETTA CATALOGATRICE DA 0 A 5 METRI DA P.C.



FIG. 5.4 - SONDAGGIO S1 – FOTO DELLA CASSETTA CATALOGATRICE DA 5 A 10 METRI DA P.C.



| | | | | |
|---|--------|----------------------|---------------------|------------|
|  | Rev. 0 | Data: Settembre 2016 | El. II052P-PE-RG002 | Pag. n. 13 |
| | Rev. | Data: | RELAZIONE GEOLOGICA | |



FIG. 5.5 - SONDAGGIO S1 – FOTO DELLA CASSETTA CATALOGATRICE DA 10 A 15 METRI DA P.C.

| | | | | |
|---|--------|----------------------|---------------------|------------|
|  | Rev. 0 | Data: Settembre 2016 | El. II052P-PE-RG002 | Pag. n. 14 |
| | Rev. | Data: | RELAZIONE GEOLOGICA | |

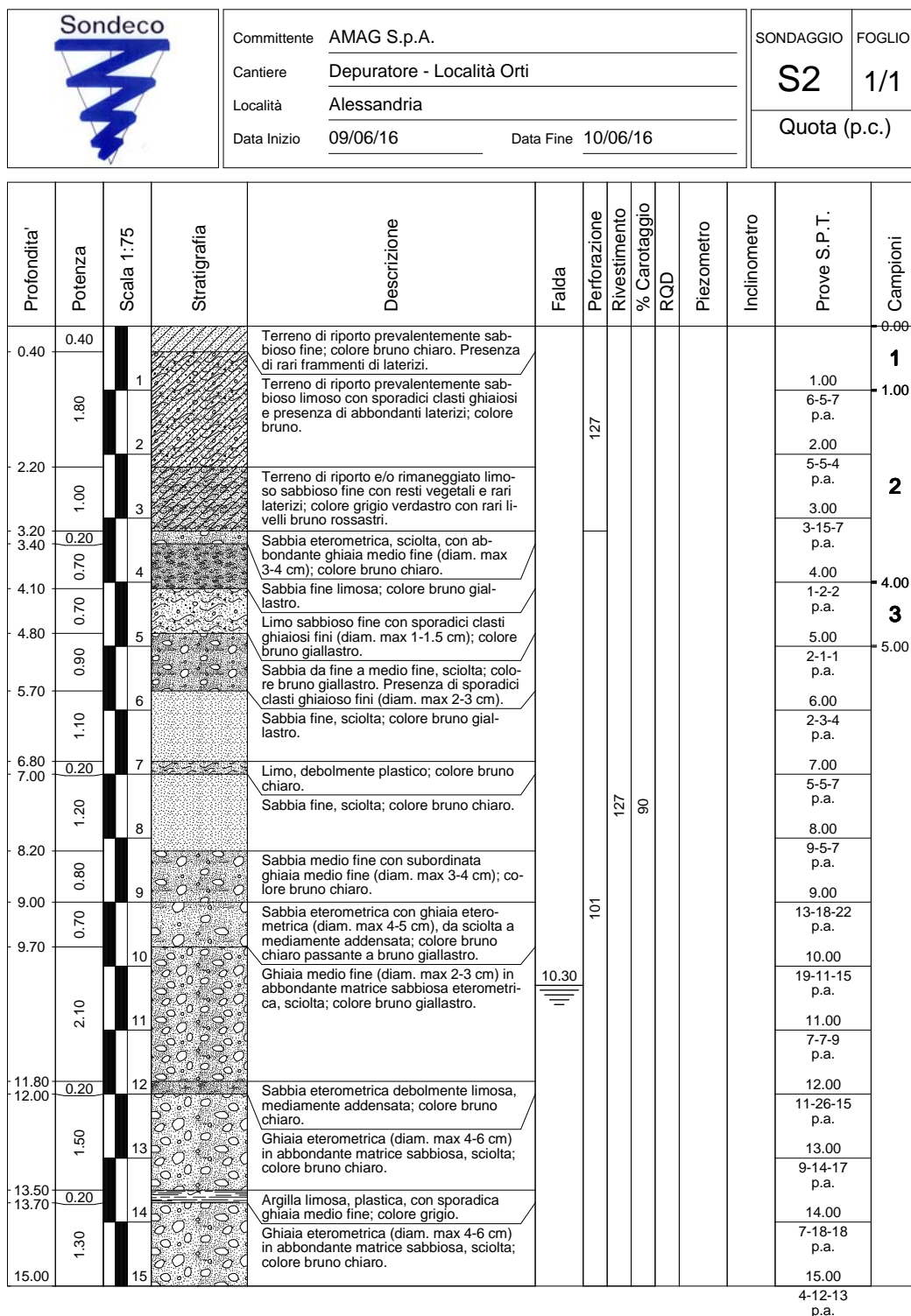


FIG. 5.6 - SCHEDA DI DETTAGLIO PER IL SONDAGGIO S2


| | | | | |
|---|--------|----------------------|---------------------|------------|
|  | Rev. 0 | Data: Settembre 2016 | El. II052P-PE-RG002 | Pag. n. 15 |
| | Rev. | Data: | RELAZIONE GEOLOGICA | |



FIG. 5.7 - SONDAGGIO S2 – FOTO DELLA CASSETTA CATALOGATRICE DA 0 A 5 METRI DA P.C.



FIG. 5.8 - SONDAGGIO S2 – FOTO DELLA CASSETTA CATALOGATRICE DA 5 A 10 METRI DA P.C.



| | | | | |
|---|--------|----------------------|---------------------|------------|
|  | Rev. 0 | Data: Settembre 2016 | El. II052P-PE-RG002 | Pag. n. 16 |
| | Rev. | Data: | RELAZIONE GEOLOGICA | |



FIG. 5.9 - SONDAGGIO S2 – FOTO DELLA CASSETTA CATALOGATRICE DA 10 A 15 METRI DA P.C.

| | | | | |
|---|--------|----------------------|---------------------|------------|
|  | Rev. 0 | Data: Settembre 2016 | El. II052P-PE-RG002 | Pag. n. 17 |
| | Rev. | Data: | RELAZIONE GEOLOGICA | |

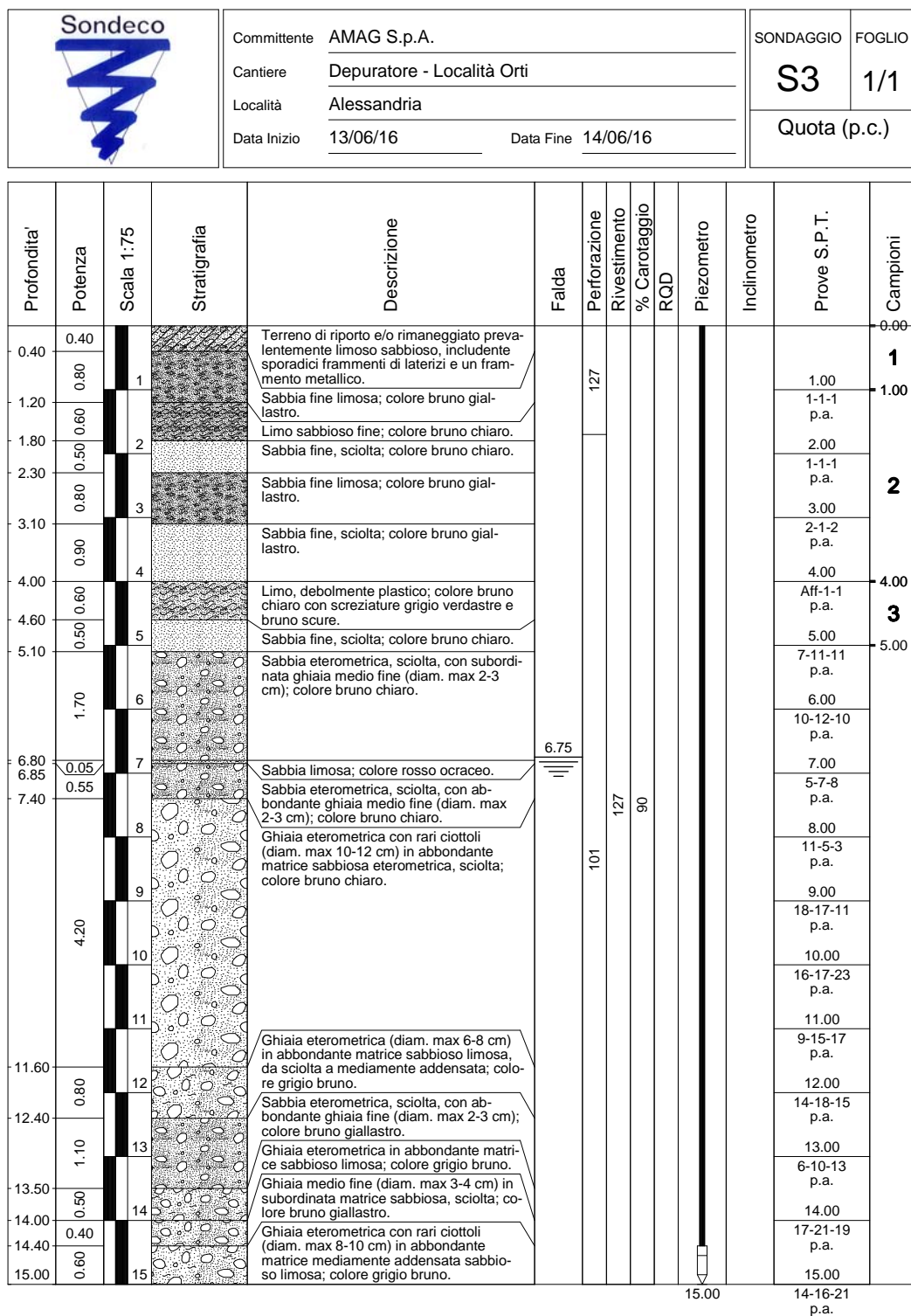


FIG. 5.10 - SCHEDA DI DETTAGLIO PER IL SONDAGGIO S3


| | | | | |
|---|--------|----------------------|---------------------|------------|
|  | Rev. 0 | Data: Settembre 2016 | El. II052P-PE-RG002 | Pag. n. 18 |
| | Rev. | Data: | RELAZIONE GEOLOGICA | |



FIG. 5.11 - SONDAGGIO S3 – FOTO DELLA CASSETTA CATALOGATRICE DA 0 A 5 METRI DA P.C.



FIG. 5.12 - SONDAGGIO S3 – FOTO DELLA CASSETTA CATALOGATRICE DA 5 A 10 METRI DA P.C.


| | | | | |
|--|--------|----------------------|---------------------|------------|
|  TECERITAL | Rev. 0 | Data: Settembre 2016 | El. II052P-PE-RG002 | Pag. n. 19 |
| | Rev. | Data: | RELAZIONE GEOLOGICA | |



FIG. 5.13 - SONDAGGIO S3 – FOTO DELLA CASSETTA CATALOGATRICE DA 10 A 15 METRI DA P.C.

5.2. Esecuzione di prove SPT in foro di sondaggio

Durante l'esecuzione dei sondaggi sono state eseguite prove SPT ogni metro di profondità.


La prova è stata eseguita in conformità a quanto previsto dalla ASTM D1586/67.

Per le prove è stato usato un campionatore di lunghezza 711 mm, diametro esterno di 50.8 mm, diametro interno 34.9 mm ed un dispositivo di guida e di sgancio automatico del maglio, di peso 63.5 kg, che ha assicurato una corsa libera di 0.76 m.

I risultati delle prove eseguite sono riportati di seguito.

TAB. 5.1: SONDAGGIO S1 – PROVE SPT ESEGUITE IN FORO


| Profondità (m p.c.) | Livello stratigrafico | N SPT |
|------------------------|-------------------------------|-------|
| 1.00 | Terreno di riporto | 20 |
| 2.00 | Terreno di riporto | 5 |
| 3.00 | Limo argilloso | 5 |
| 4.00 | Sabbia fine debolmente limosa | 1 |

| | | | | |
|--|--------|----------------------|---------------------|------------|
|  TECENITAL | Rev. 0 | Data: Settembre 2016 | El. II052P-PE-RG002 | Pag. n. 20 |
| | Rev. | Data: | RELAZIONE GEOLOGICA | |

| Profondità (m p.c.) | Livello stratigrafico | N SPT |
|--------------------------------|--|--------------|
| 5.00 | Sabbia fine debolmente limosa | 3 |
| 6.00 | Sabbia fine debolmente limosa | 6 |
| 7.00 | Sabbia fine debolmente limosa | 4 |
| 8.00 | Sabbia fine debolmente limosa | 29 |
| 9.00 | Sabbia sciolta con subordinata ghiaia medio fine | 22 |
| 10.00 | Ghiaia eterometrica in matrice sabbiosa | 23 |
| 11.00 | Sabbia sciolta con abbondante ghiaia | 9 |
| 12.00 | Sabbia sciolta con abbondante ghiaia | 26 |
| 13.00 | Sabbia sciolta con abbondante ghiaia | 31 |
| 14.00 | Sabbia sciolta con abbondante ghiaia | 32 |
| 15.00 | Sabbia sciolta con abbondante ghiaia | 26 |

TAB. 5.2: SONDAGGIO S2 – PROVE SPT ESEGUITE IN FORO

| Profondità (m p.c.) | Livello stratigrafico | N SPT |
|--------------------------------|---------------------------------------|--------------|
| 1.00 | Terreno di riporto | 12 |
| 2.00 | Terreno di riporto | 9 |
| 3.00 | Terreno di riporto | 22 |
| 4.00 | Sabbia fine limosa | 4 |
| 5.00 | Sabbia fine | 2 |
| 6.00 | Sabbia fine | 7 |
| 7.00 | Sabbia fine | 12 |
| 8.00 | Sabbia fine | 12 |
| 9.00 | Sabbia sciolta con ghiaia medio fine | 40 |
| 10.00 | Ghiaia medio fine in matrice sabbiosa | 26 |
| 11.00 | Ghiaia medio fine in matrice sabbiosa | 16 |
| 12.00 | Ghiaia medio fine in matrice sabbiosa | 41 |
| 13.00 | Ghiaia medio fine in matrice sabbiosa | 31 |
| 14.00 | Ghiaia medio fine in matrice sabbiosa | 36 |
| 15.00 | Ghiaia medio fine in matrice sabbiosa | 25 |

| | | | | |
|---|--------|----------------------|---------------------|------------|
|  TECNOLOGIA | Rev. 0 | Data: Settembre 2016 | El. II052P-PE-RG002 | Pag. n. 21 |
| | Rev. | Data: | RELAZIONE GEOLOGICA | |

TAB. 5.3: SONDAGGIO S3 – PROVE SPT ESEGUITE IN FORO

| Profondità (m p.c.) | Livello stratigrafico | N SPT |
|------------------------|---|-------|
| 1.00 | Sabbia fine limosa | 2 |
| 2.00 | Sabbia fine | 2 |
| 3.00 | Sabbia fine | 3 |
| 4.00 | Limo | 2 |
| 5.00 | Sabbia sciolta con ghiaia medio fine | 22 |
| 6.00 | Sabbia sciolta con ghiaia medio fine | 22 |
| 7.00 | Sabbia sciolta con ghiaia medio fine | 15 |
| 8.00 | Ghiaia eterometrica in matrice sabbiosa | 8 |
| 9.00 | Ghiaia eterometrica in matrice sabbiosa | 28 |
| 10.00 | Ghiaia eterometrica in matrice sabbiosa | 40 |
| 11.00 | Ghiaia eterometrica in matrice sabbiosa | 32 |
| 12.00 | Ghiaia eterometrica in matrice sabbiosa | 33 |
| 13.00 | Ghiaia eterometrica in matrice sabbiosa | 23 |
| 14.00 | Ghiaia eterometrica in matrice sabbiosa | 30 |
| 15.00 | Ghiaia eterometrica in matrice sabbiosa | 37 |

5.3. Indagine sismica con metodologia MASW

Al fine individuare la categoria sismica del suolo di fondazione, secondo quanto prescritto dalle NTC, sono state eseguite due indagini di sismica con metodologia MASW.

Il metodo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) è una tecnica di indagine non invasiva (non è necessario eseguire perforazioni o scavi), che individua il profilo di velocità delle onde di taglio verticali Vs, basandosi sulla misura delle onde superficiali fatta in corrispondenza di diversi sensori (accelerometri o geofoni) posti sulla superficie del suolo.

Le onde superficiali di Rayleigh, durante la loro propagazione vengono registrate lungo lo stendimento di geofoni (da 4.5 Hz) e vengono successivamente analizzate attraverso complesse tecniche computazionali basate su un approccio di riconoscimento di modelli multistrato di terreno.

Si sono ottenuti i seguenti valori di velocità Vs,30:

- Stendimento 1: Vs,30 = 248 m/sec;
- Stendimento 2: Vs,30 = 247.5 m/s.

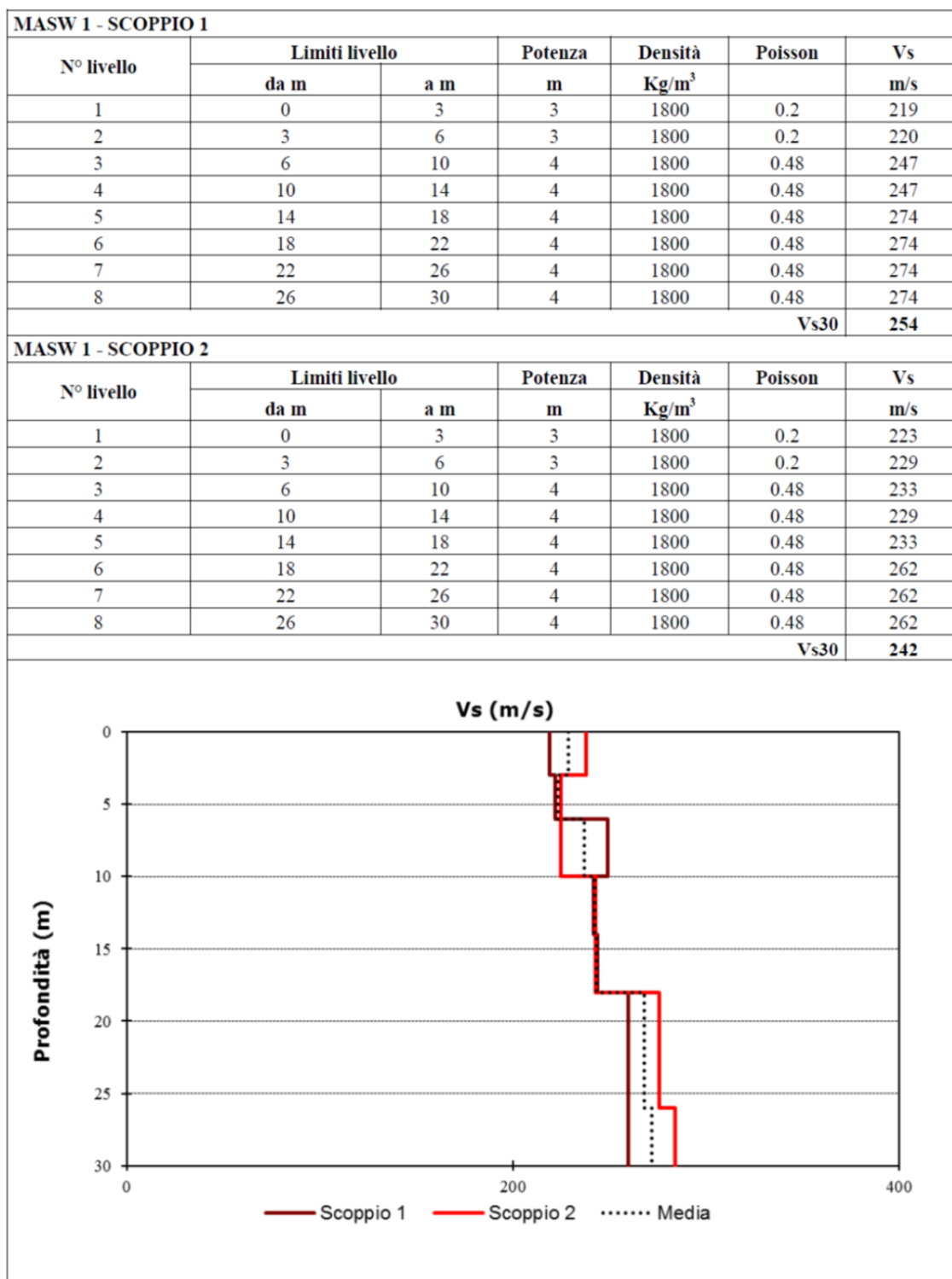


FIG. 5.14 - PROVE MASW – RISULTATI STENDIMENTO 1

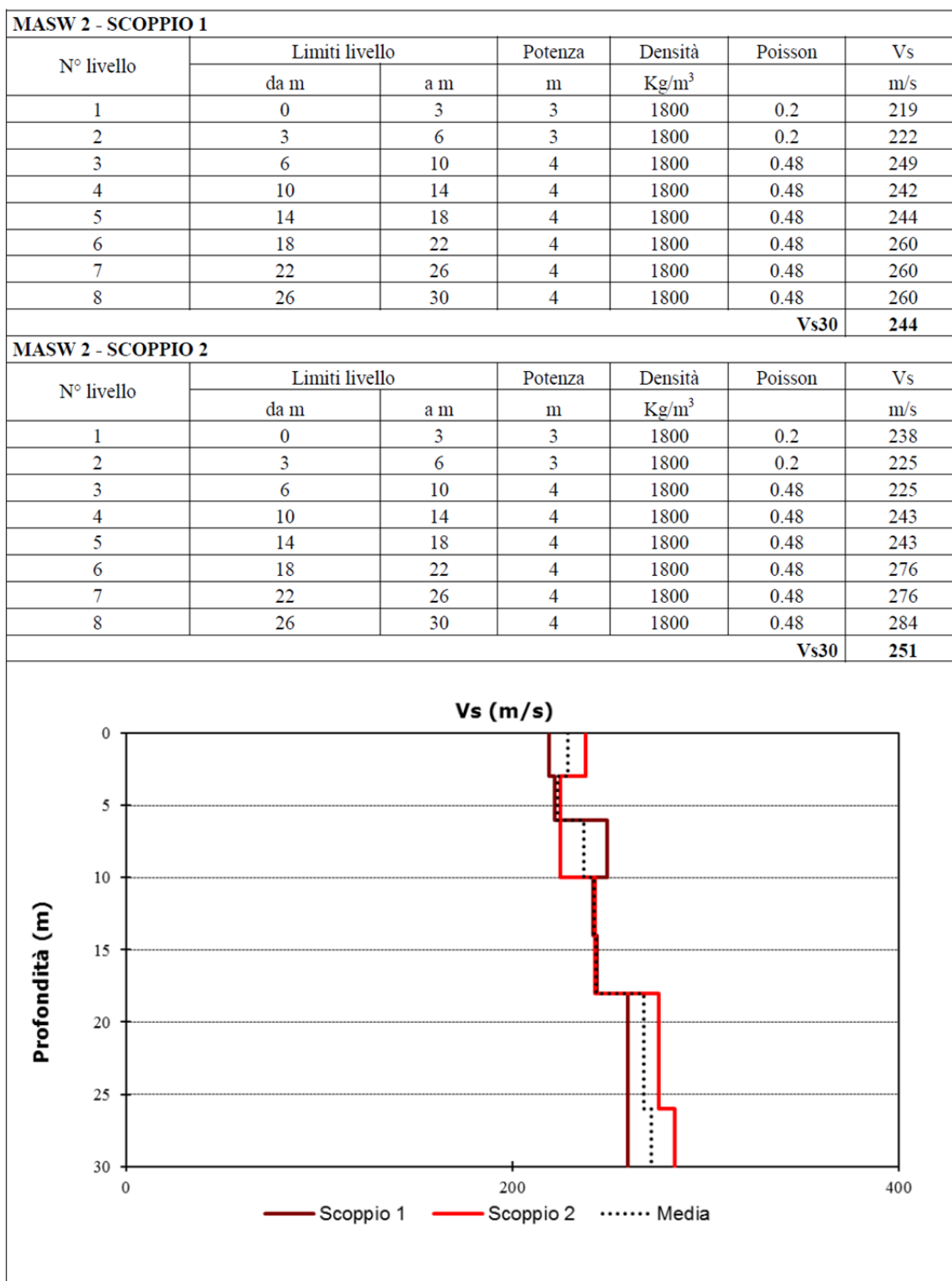



FIG. 5.15 - PROVE MASW – RISULTATI STENDIMENTO 2

| | | | | |
|---|--------|----------------------|---------------------|------------|
|  | Rev. 0 | Data: Settembre 2016 | El. II052P-PE-RG002 | Pag. n. 24 |
| | Rev. | Data: | RELAZIONE GEOLOGICA | |

5.4. Prova Lefranc

Nel sondaggio S3 è stata eseguita una prova di permeabilità tipo Lefranc interessante l'orizzonte ghiaioso.

I risultati della prova sono di seguito riportati.



PROVA DI PERMEABILITA' TIPO "LEFRANC" A CARICO VARIABILE

Prova con "Filtro Cilindrico in Terreno Omogeneo"

Sondaggio: S3

Prova: 1

Committente: AMAG S.p.A.

Cantiere: Depuratore - Loc. Orti

Data: 14/06/16

Località: Alessandria

Tratto di prova: da -8,25 m a -8,65 m

Diametro di perforazione: 127 mm

Diametro del rivestimento: 127 mm

Riempimento tratto di prova: Ghiaietto siliceo

Profondità di perforazione: - 8,65 m

Profondità tubo di rivestimento: -8,25 m

Sporgenza tubo di rivestimento: + 0,40 m


Livello statico della falda: -6,70 m da p.c.

Descrizione litostratigrafica tratto di prova:

Ghiaia eterometrica con rari ciottoli (diam. max 10-12 cm) in abbondante matrice sabbiosa eterometrica, sciolta; colore bruno chiaro.

| Tempi (t - sec) | Abbassamenti (m) | Altezze (h - m) | h/h ₀ | Fattori geometrici | |
|--------------------------|------------------|-----------------|------------------|--|--------------|
| 0 | 0,000 | 7,100 | 1,0000 | Sporgenza rivestimento da PC (h ₁ - m) | 0,400 |
| 15 | 0,200 | 6,900 | 0,9718 | Profondità falda da PC (H - m) | 6,700 |
| 30 | 0,355 | 6,745 | 0,9500 | Profondità falda da TT (h ₀ - m) | 7,100 |
| 45 | 0,510 | 6,590 | 0,9282 | Altezza tasca (L - m) | 0,400 |
| 60 | 0,650 | 6,450 | 0,9085 | Diametro tasca (D - m) | 0,127 |
| 90 | 0,930 | 6,170 | 0,8690 | Fattore di Forma per filtro cilindrico in terreno omogeneo (F - m) | 1,669541685 |
| 120 | 1,170 | 5,930 | 0,8352 | Area della tasca (A - m ²) | 0,012661265 |
| 150 | 1,410 | 5,690 | 0,8014 | Tempo di riequilibrio stimato (T - sec) | 675 |
| 180 | 1,620 | 5,480 | 0,7718 | | |
| 240 | 2,050 | 5,050 | 0,7113 | | |
| 300 | 2,540 | 4,560 | 0,6423 | | |
| 450 | 3,470 | 3,630 | 0,5113 | | |
| 600 | 4,220 | 2,880 | 0,4056 | | |
| 760 | 4,880 | 2,220 | 0,3127 | | |
| 900 | 5,300 | 1,800 | 0,2535 | | |
| 1050 | 5,730 | 1,370 | 0,1930 | | |
| 1200 | 6,070 | 1,030 | 0,1451 | | |
| 1500 | 6,570 | 0,530 | 0,0746 | | |
| 1800 | 6,900 | 0,200 | 0,0282 | | |
| Permeabilità (K - m/sec) | | | | =A/(F*T) | 0,0000112351 |
| | | | | | 1,12E-05 |

FIG. 5.16 - RISULTATI DELLA PROVA LEFRANC NEL SONDAGGIO S3

| | | | | |
|---|--------|----------------------|---------------------|------------|
|  | Rev. 0 | Data: Settembre 2016 | El. II052P-PE-RG002 | Pag. n. 25 |
| | Rev. | Data: | RELAZIONE GEOLOGICA | |

6. CONDIZIONI STRATIGRAFICHE NELL'AREA DI PROGETTO

Dal punto di vista geologico le indagini eseguite permettono di affermare che l'area di progetto non si discosta dal contesto generale presentato al capitolo 4, ovvero il terreno di fondazione delle future vasche è formato da depositi alluvionali ghiaiosi.

In particolare le indagini hanno consentito di caratterizzare i terreni di fondazione presenti all'interno del volume significativo di terreno che interagisce con le opere stesse.

In particolare, la stratigrafia dei terreni nell'area di progetto è sostanzialmente costituita da 3 livelli stratigrafici:


1. Livello I: Terreno di riporto. Presente da 0 a 2.5 metri dal p.c.;
2. Livello II: Sabbia fine limosa/limo sabbioso. Presente da 2.5 a 8.5 metri dal p.c.;
3. Livello III: Ghiaia in matrice sabbiosa e limosa. Presente da 8.5 metri a fine sondaggio.

La superficie freatica è stata individuata attorno ai 10 metri di profondità dal piano campagna.

Le indagini MASW hanno consentito di classificare il terreno di fondazione, ai sensi delle NTC 2008, come di categoria C. Le velocità $V_{s,30}$ misurate infatti sono infatti di 248 m/s.

La permeabilità del livello III è stata misurata con una prova Lefranc dedicata che ha evidenziato un valore di conducibilità idraulica pari a 10^{-5} m/s.

La caratterizzazione meccanica dei terreni di fondazione basata sulle indagini presentate in precedenza è trattata nella relazione geotecnica.

| | | | | |
|--|--------|----------------------|---------------------|------------|
|  PRESENTAZIONE | Rev. 0 | Data: Settembre 2016 | El. II052P-PE-RG002 | Pag. n. 26 |
| | Rev. | Data: | RELAZIONE GEOLOGICA | |

7. ALLEGATO – RELAZIONE DI INDAGINE DI SONDECO