



COMUNE DI SURBO
Provincia di LECCE

**LAVORI PER IL POTENZIAMENTO DELLA FOGNATURA
PLUVIALE CON ELIMINAZIONE DI POZZI ASSORBENTI
NELL'ABITATO DI GIORGILORIO**

II° LOTTO FUNZIONALE (AREA SUD)

P.O.R. PUGLIA 2014-2020 - ASSE VI - AZIONE 6.4 - SUB-AZIONE 6.4.D

CUP: I29B18000080001 - CIG: 99183880B5

PROGETTO ESECUTIVO

| | | |
|------|---------------|-----------------|
| | | |
| 00 | Novembre 2023 | PRIMA EMISSIONE |
| REV. | DATA | ATTIVITA' |

Progettista :

Ing. MARCO BARBARA
via Lupiae 12 - Lecce (LE)



committente:

COMUNE DI SURBO
Via G. Codacci Pisanelli, 23
73010 Surbo (LE)

R.U.P. Arch. VINCENZO PALADINI

titolo elaborato:

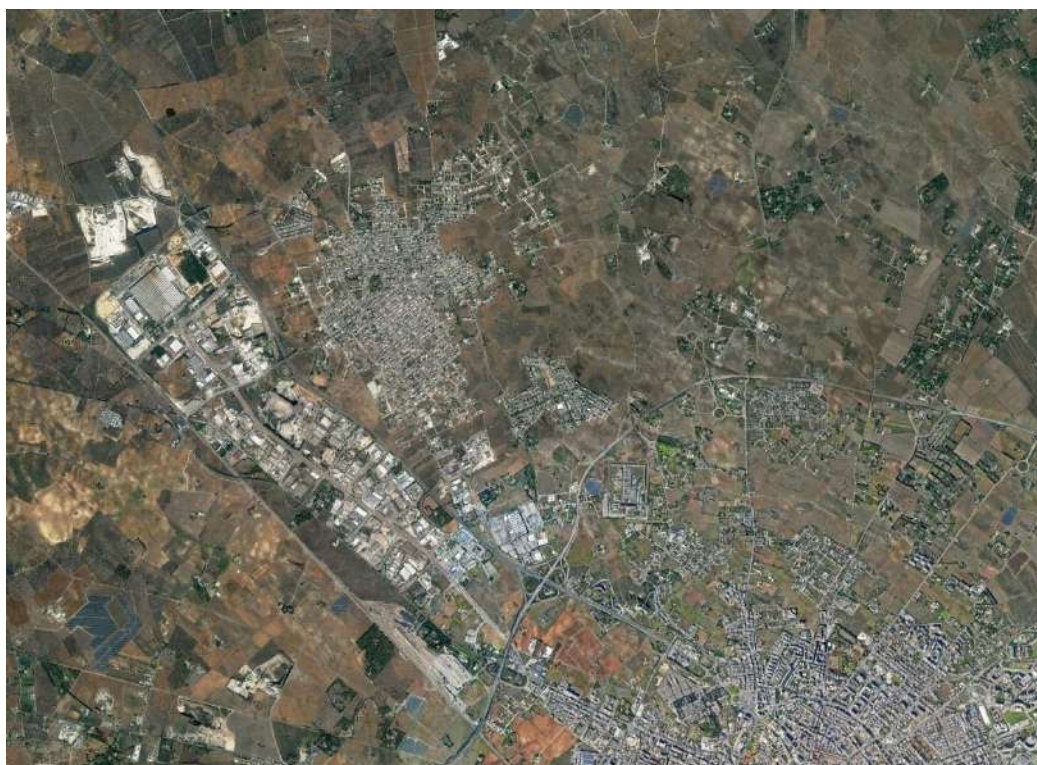
**RELAZIONE GEOLOGICA,
IDROGEOLOGICA E SISMICA**
(Redatta dal Dott. Geol. Marcello De Donatis)

codice elaborato:

C

COMUNE DI SURBO

PROVINCIA DI LECCE



| | |
|--------------------------------|--|
| COMMITTENTE: | Comune di Surbo |
| CANTIERE: | Potenziamento della fognatura pluviale |
| LOCALITA': | Abitato di Giorgilorio |
| TIPOLOGIA DI INDAGINI: | INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOFISICHE |
| Ruffano, Settembre 2023 | <p>IL DIRETTORE TECNICO Dott. Geol. Marcello De Donatis</p>  |

Autorizzazione ministeriale ad effettuare e certificare prove su materiali da costruzione DM 275 del 12 giugno 2018.

Autorizzazione ministeriale ad effettuare e certificare prove su terre, rocce e prove in sito DM 278 del 14 giugno 2018.



GEOPROVE S.R.L. P. IVA 03940580750 • Capitale Sociale € 500.000,00 • Iscrizione alla CCIAA 255978

Sede Legale e Laboratorio Terre e Rocce Via Il Giugno 2, 73049 Ruffano (LE) • Laboratorio Materiali Via Benedetto Falcone snc ZI 73049 Ruffano (LE) •

Unità Locale Via Olanda, Zona Industriale Surbo, 73010 Lecce (LE) • Telefono e Fax 0833 692992 • Cell. 329 359 9093 | www.geoprove.eu • info@geoprove.eu

INDICE

| | |
|---|----|
| <i>INDICE</i> | 1 |
| <i>PREMESSA</i> | 2 |
| <i>INQUADRAMENTO TERRITORIALE DELL'AREA</i> | 3 |
| <i>CARATTERISTICHE MORFOLOGICHE, GEOLITOLOGICHE E STRUTTURALI</i> | 4 |
| <i>CARATTERI IDROGEOLOGICI</i> | 6 |
| <i>INDAGINE GEOGNOSTICA</i> | 9 |
| <i>Sondaggi geognostici a carotaggio continuo</i> | 10 |
| <i>Analisi di laboratorio</i> | 17 |
| <i>Calcolo della permeabilità</i> | 18 |
| <i>Sismica con metodologia MASW</i> | 21 |
| <i>Prospezione Georadar (Ground Penetrating Radar)</i> | 26 |
| <i>CONCLUSIONE</i> | 55 |

PREMESSA

Nel mese di Settembre 2023 la Geoprove Srl di Ruffano è stata incaricata dal Comune di Surbo, Settore Servizi Tecnici per eseguire delle indagini geognostiche e geofisiche a supporto del progetto di “Potenziamento della fognatura pluviale nell'abitato di Giorgilorio nel Comune di Surbo”.

L'area interessata dal progetto del recapito finale è su via 1° Maggio, mentre la condotta pluviale si svilupperà sulle strade Via 1° Maggio, Via dei Messapi, Via Palmieri, Viale dei Pini e Via Pastore situate nell'abitato di Giorgilorio.

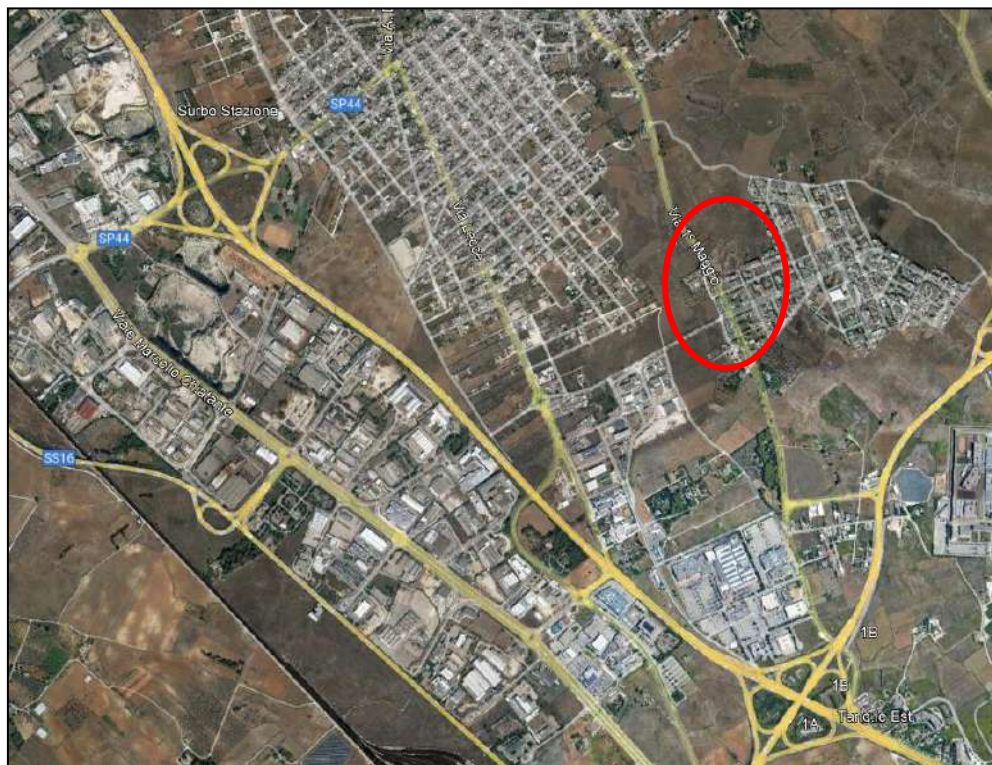
Le indagini sono state eseguite ai sensi del D.M. 17.01.2018 e sono consistite in:

- n. 2 sondaggi geognostici a carotaggio continuo spinti fino ad una profondità di 10.0 e 15.0 metri per l'esecuzione di prove di permeabilità in foro;
- n. 4 prove di permeabilità (2 per ogni sondaggio) a profondità nei primi 3.0 metri e nella tasca 4.0-10.0 m;
- n. 1 profilo sismico MASW per il calcolo delle $V_{s,eq}$ e l'individuazione della categoria sismica del suolo di fondazione;
- n. 43 profili georadar eseguiti sulle strade indagate per individuare la presenza di sottoservizi nel sottosuolo.

Al termine dei rilievi e delle indagini geognostiche è stata redatta la presente relazione che ha permesso di ricostruire il modello geologico-stratigrafico e sismico dell'area studiata.

INQUADRAMENTO TERRITORIALE DELL'AREA

L'area indagata è ubicata nel territorio comunale di Surbo, alla periferia dell'abitato di Giorgilorio.



Area di indagine, immagine da Google Earth ®

CARATTERISTICHE MORFOLOGICHE, GEOLITOLOGICHE E STRUTTURALI

L'area indagata rientra nel foglio 204 della carta geologica d'Italia, tavoletta Lecce scala 1:100.000.

La morfologia risulta ad Horst e Graben e l'area indagata è posizionata su un ripiano dell'alto strutturale, ad una quota topografica di 38 metri s.l.m.

Si tratta di un'area che in passato è stata soggetta a numerosi stress tettonici, i quali hanno lasciato il segno sia morfologicamente, per la presenza di gradini, che litologicamente per lo stato milonitico del materiale affiorante.

Tali lineamenti tettonici, attualmente, risultano inattivi e sono il risultato, alquanto complesso, dei fenomeni distensivi che hanno interessato il basamento carbonatico dalla fine del Cretaceo fino al Pleistocene inf., generando una serie di alti strutturali (Horst) e di bacini (Graben), nei quali si sono depositate, in trasgressione, le sequenze sedimentarie quaternarie.

Nell'area in esame affiorano i Calcari di Altamura che costituiscono il basamento dell'intera penisola salentina, si presentano con stratificazione variabile ad andamento ondulato, con strati da 20-30 cm di spessore, che talvolta diminuisce sino ad assumere la caratteristica struttura a "tavolette" con laminazione piano-parallela.

Litologicamente si tratta di calcari e calcari dolomitici di colore avana, compatti e tenaci, in strati e banchi, talora riccamente fossiliferi, cui si alternano livelli di colore grigio-nocciola.

L'origine è biochimica per i calcari e secondaria per le dolomie.

In base ai dati forniti dall'AGIP, in seguito alla perforazione petrolifera eseguita vicino Ugento, lo spessore massimo si aggira intorno ai 640 metri. Alla base di tale formazione si rinvencono le "Dolomie di Galatina". Il passaggio fra le due formazioni avviene con molta gradualità, infatti con l'aumentare della profondità aumenta la percentuale di dolomia, fino a diventare prevalente nelle dolomie di Galatina.

Per quanto riguarda il suo ambiente deposizionale, esso è di mare poco profondo o più esattamente di piattaforma continentale. Inoltre, data la presenza di spessori abbastanza potenti, appare chiaro che l'ambiente di sedimentazione ha potuto mantenersi pressoché immutato nel tempo per effetto di una costante subsidenza.

CARATTERI IDROGEOLOGICI

Dal rilievo idrogeologico si è appurata la presenza di una sola falda acquifera profonda conosciuta come falda costiera o carsica. Si tratta di un acquifero sostenuto alla base dalle acque marine di intrusione continentale ed è delimitato al tetto da una superficie irregolare coincidente all'incirca con il livello marino.

Questa falda circola a pelo libero nelle rocce calcareo-dolomitiche del Cretaceo, fessurate e carsificate.

I carichi idraulici risultano bassi (2.5 metri s.l.m.). Dall'andamento delle isopieze (curve di uguale altezza piezometrica), si evince che l'area in esame rappresenta un punto di alimentazione con deflusso delle acque sotterranee prevalentemente verso Nord.

Lo spessore dell'acquifero dipende dal carico idraulico e dalla densità delle acque di falda e di quelle del mare, sulle quali le prime galleggiano per minore densità. L'equilibrio tra le acque di falda e le acque di mare, trascurando il deflusso delle stesse, è dato dalla legge di Ghyben-Herzberg:

$$H_i(\rho_m - \rho_f) = H_p \rho_f$$

dove:

H_i = *profondità dell'interfaccia acqua dolce-acqua salata dal livello del mare;*

ρ_m = *densità dell'acqua di mare (1.028);*

ρ_f = *densità dell'acqua dolce di falda (1.0028);*

H_p = *altezza del livello di falda sul livello del mare.*

si ha quindi che:

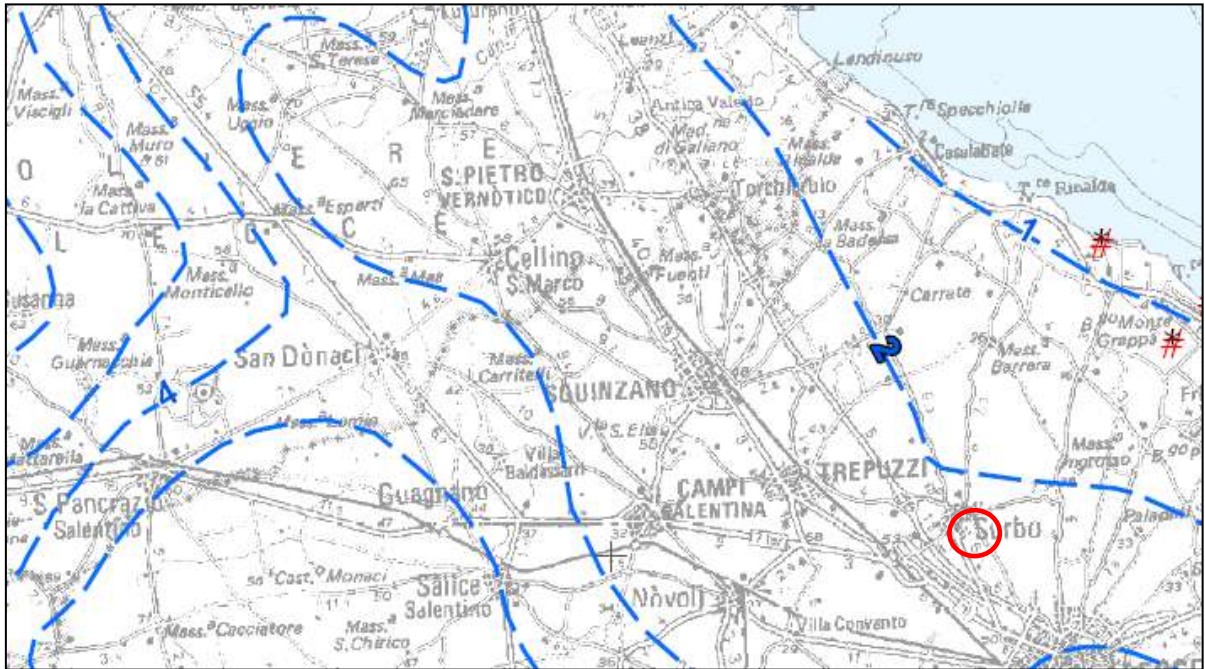
$$H_i \cong 40 H_p.$$

In realtà l'interfaccia è costituita da una vera e propria zona di transizione (o diffusione) in cui i tenori di salinità aumentano rapidamente

da 3 a 38 gr/l in un intervallo rappresentato da circa 1/5 dell'intero spessore dell'acquifero. I primi 4/5 dell'acquifero sono anch'essi caratterizzati da una stratificazione salina delle acque, di cui quelle poste sino ad una profondità pari ad Hp x 26 sotto il livello del mare presentano in genere una concentrazione salina compresa tra 0.5 e 3.0 g/l.

La velocità di filtrazione delle acque di falda, estremamente variabile (5-20 cm/giorno), è legata al diverso grado di fratturazione e carsificazione dell'acquifero. Inoltre la velocità di filtrazione aumenta con la profondità raggiungendo i valori massimi al tetto della zona di transizione.

Da quanto sopra, si deduce come la falda di base presenti delle potenzialità notevoli in termini di utilizzo, ma al tempo stesso anche un delicato equilibrio acqua dolce/acqua salata messo in serio pericolo da uno sfruttamento massiccio e indiscriminato della risorsa. Solo un'attenta ed oculata opera di monitoraggio ed un uso razionale dei prelievi, compatibili con quelle che sono le potenzialità dell'acquifero e le aliquote di ravvenamento, possono salvaguardare il nostro patrimonio idrico sotterraneo dal continuo depauperamento e dalla progressiva contaminazione salina.



Piano di tutela delle acque – Regione Puglia
Tav.6.2 “Distribuzione media dei carichi piezometrici degli acquiferi carsici della
Murgia e del Salento”

INDAGINE GEOGNOSTICA

L'indagine è stata effettuata in conformità al D.M. 17.01.2018 ed è stata finalizzata alla raccolta di tutti i dati qualitativi e quantitativi occorrenti per la previsione del comportamento dell'opera dopo la realizzazione dell'intervento.

La campagna di indagine è pertanto consistita in:

- n. 2 sondaggi geognostici a carotaggio continuo spinto fino ad una profondità di 10.0 e 15.0 metri per l'esecuzione di prove di permeabilità in foro;
- n. 4 prove di permeabilità (2 per ogni sondaggio) a profondità nei primi 3.0 metri e nella tasca 4.0-10.0 m;
- n. 1 profilo sismico MASW per il calcolo delle $V_{s,eq}$ e l'individuazione della categoria sismica del suolo di fondazione;
- n. 43 profili georadar eseguiti sulle strade indagate per individuare la presenza di sottoservizi nel sottosuolo.

Sondaggi geognostici a carotaggio continuo

In data 14.09.2022 e 14.09.2023 sono stati eseguiti due sondaggi geognostici a carotaggio continuo della profondità di 10.0 e 15.0 metri.

Le terebrazioni sono state eseguite impiegando due trivelle della Comacchio, mod. GEO 405 e 602, realizzando un foro di sondaggio del diametro di ϕ 101 mm, consentendo di ricostruire l'intera stratigrafia del sottosuolo.

Il metodo utilizzato per l'esecuzione del perforo è stato quello a rotazione con carotaggio continuo. In pratica la macchina perforatrice è dotata di una testa idraulica che fornisce alla batteria d'aste di perforazione un movimento rotatorio. La spinta necessaria all'attrezzo di perforazione per "tagliare" il terreno è invece prodotto da pistoni idraulici.

Il funzionamento consiste nell'infiggere nel terreno un tubo di acciaio (carotiere), munito al fondo di un utensile tagliente (corona), collegato in superficie mediante una batteria di aste cave; l'infissione avviene ruotando e spingendo contemporaneamente le aste in superficie mediante sonda. Il metodo di avanzamento è manuale, dato che la pressione è applicata e regolata dall'operatore.

Con la perforazione a rotazione si può attraversare qualsiasi tipo di terreno, con diametro di perforazione di 101 mm.

Il tipo di utensile di perforazione più comunemente impiegato consiste in un carotiere la cui estremità inferiore è costituita da una corona tagliente provvista di elementi di metallo duro diamantato.

Durante la perforazione, per evitare fenomeni franosi del materiale da non poter eseguire una dettagliata ricostruzione stratigrafica del terreno investigato, il foro è stato rivestito con tubi sottili in acciaio, in giunti filettati, che dopo l'esecuzione del sondaggio sono stati rimossi.

Il materiale perforato è stato conservato in cassette catalogatrici, in PVC della lunghezza di un metro, munite di scomparti divisorii (1 m di lunghezza con 5 compartimenti) e di coperchio. Sulle cassette è stato indicato il numero di sondaggio e le profondità.

Le cassette sono state documentate da foto allegate alla presente relazione.

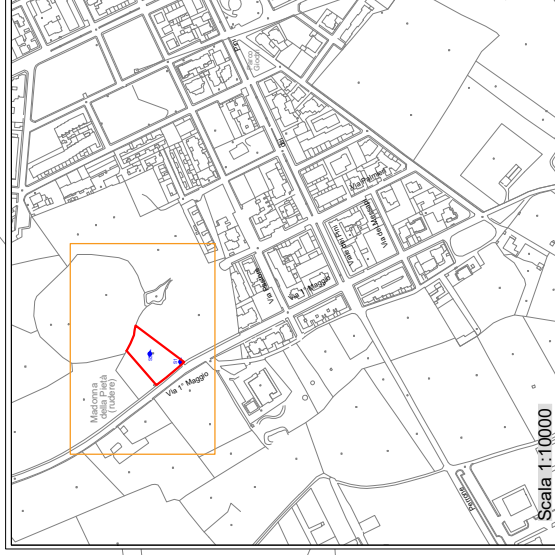
Di seguito si allegano: la restituzione grafica delle stratigrafie, una planimetria con l'ubicazione dei sondaggi e la documentazione fotografica.

Madonna
della Pietà
(rudere)

Via 1° Maggio

S2

S1



Scala 1:10000

Ubicazione sondaggi geognostici

S ● Sondaggio geognostico a carotaggio continuo

Area recapito finale

Scala 1:1000

SONDAGGIO S1

| | |
|---|------------------|
| Committente: Amm.ne Comunale di Surbo | |
| Quota s.l.m.: 37 m s.l.m. | Data: 14/09/2022 |
| Coordinate Lat/Long: 40° 23' 12.70" N, 18° 08' 37.70" E | |

Caratteristiche generali e modalità di perforazione

| | |
|------------------------------------|-----------------------------------|
| Sonda perforatrice | GEO 405 della Comacchio |
| Diametro del foro | Ø 101 |
| Profondità raggiunta | 10.00 m |
| Inclinazione del foro di sondaggio | verticale |
| Tecnica di scavo | A rotazione a carotaggio continuo |
| Tubo di rivestimento | 0.0 m – 10.00 m |
| Cassette catalogatrici | 2 |



Esecuzione sondaggio S.1



Cassetta n. 1 (0.00 m – 5.00 m)



Cassetta n. 1 (0.00 m – 5.00 m)

| | |
|--|------------------|
| Committente: Comune di Surbo | Sondaggio: S1 |
| Riferimento: Fognatura pluviale nell' abitato di Giorgilorio Comune di Surbo | Data: 14/09/2022 |
| Coordinate: 40°23'12.70"N, 18° 8'37.70"E | Quota: 37 m slm |
| Perforazione: Carotaggio continuo | |

| | | |
|-------------|--------------------------|------------|
| SCALA 1 :55 | LOG STRATIGRAFICO | Pagina 1/1 |
|-------------|--------------------------|------------|

| Ø mm | R v | metri | LITOLOGIA | prof. m | Spess. m | DESCRIZIONE | Cass. |
|---------|--------|-------|-----------|------------|-------------|--|-------|
| | | | | 0.5 | 0.5 | Terra rossa di alterazione di copertura superficiale | |
| | | 1 | | | | | 1 |
| | | 2 | | | | | |
| | | 3 | | | | | |
| | | 4 | | | | | |
| | | 5 | | | | | |
| | | 6 | | | | | |
| | | 7 | | | | | |
| | | 8 | | | | | |
| | | 9 | | | | | |
| | | 10 | | 10.0 | 9.5 | | 2 |

SONDAGGIO S2

| | |
|---|------------------|
| Committente: Amm.ne Comunale di Surbo | |
| Quota s.l.m.: 39 m s.l.m. | Data: 14/09/2022 |
| Coordinate Lat/Long: 40°23'14.63"N, 18° 8'37.00"E | |

Caratteristiche generali e modalità di perforazione

| | |
|------------------------------------|-----------------------------------|
| Sonda perforatrice | GEO 602 della Comacchio |
| Diametro del foro | Ø 101 |
| Profondità raggiunta | 10.00 m |
| Inclinazione del foro di sondaggio | verticale |
| Tecnica di scavo | A rotazione a carotaggio continuo |
| Tubo di rivestimento | 0.0 m – 10.00 m |
| Cassette catalogatrici | 2 |



Esecuzione sondaggio S.2



Cassetta n. 1 (0.00 m – 5.00 m)



Cassetta n. 1 (0.00 m – 5.00 m)



Cassetta n. 3 (10.00 m – 15.00 m)

| | |
|--|------------------|
| Committente: Comune di Surbo | Sondaggio: S2 |
| Riferimento: Fognatura pluviale nell' abitato di Giorgilorio Comune di Surbo | Data: 14/09/2022 |
| Coordinate: 40°23'14.63"N, 18° 8'37.00"E | Quota: 39 m slm |
| Perforazione: Carotaggio continuo | |

| | | |
|-------------|--------------------------|------------|
| SCALA 1 :80 | LOG STRATIGRAFICO | Pagina 1/1 |
|-------------|--------------------------|------------|

| ø mm | R v | metri | LITOLOGIA | prof. m | Spess. m | DESCRIZIONE | Cass. |
|---------|--------|-------|-----------|------------|-------------|--|-------|
| | | | | | | Terra rossa di alterazione di copertura superficiale | |
| | | 1 | | 0.8 | 0.8 | Brecce calcare alterate e terre rosse di alterazione | |
| | | 2 | | 2.5 | 1.7 | | |
| | | 3 | | | | Calcare biancastro stratificato e a volte molto fratturato; presenza di piccoli vuoti decimetrici tra 9.0 e 15 metri | 1 |
| | | 4 | | | | | |
| | | 5 | | | | | |
| | | 6 | | | | | |
| | | 7 | | | | | |
| | | 8 | | | | | 2 |
| | | 9 | | | | | |
| | | 10 | | | | | |
| | | 11 | | | | | |
| | | 12 | | | | | |
| | | 13 | | | | | |
| | | 14 | | | | | |
| 101 | | 15 | | 15.0 | 12.5 | | 3 |

Analisi di laboratorio

Durante l'esecuzione del sondaggio geognostico S1 è stato prelevato un campione di roccia da sottoporre ad analisi di laboratorio e determinare le caratteristiche meccaniche dell'ammasso roccioso presente nel sito di indagine.

Su di esso è stata apposta un'etichetta con indicati cantiere, committente, designazione del sondaggio, numero campione, profondità di prelievo, data di prelievo.

Il campione dopo essere stati prelevato, è stato sigillato e conservato; poi è stato portato in laboratorio e conservato in celle, che consentono di mantenere una temperatura di 20 °C ed una umidità del 90%.

Per la caratterizzazione del litotipo è stato determinato il peso di volume, la resistenza a compressione uniassiale e la resistenza a compressione triassiale.

Il campione C1 presenta le seguenti caratteristiche fisiche:

- peso di volume allo stato naturale = 2.24 g/cm^3 .

Dalla prova di compressione uniassiale è stata calcolato:

- resistenza a compressione = 43.60 MPa.

La prova di compressione triassiale su roccia ha permesso di definire:

- $\varphi = 42.1^\circ$ $c = 2.39 \text{ MPa}$.

Calcolo della permeabilità

In fori di sondaggio o in pozzetti la determinazione del coefficiente di permeabilità di un terreno può essere eseguita in due differenti modalità: a carico costante ed a carico variabile.

In ambedue i metodi la normativa di riferimento sono le “Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche” dell’AGI (1977).

Le prove di permeabilità Lefranc si distinguono in prove a carico costante e prove a carico variabile a seconda delle modalità esecutive e delle caratteristiche granulometriche e tessiturali del terreno.

Il Coefficiente di Permeabilità viene sempre esplicitato in cm/sec. In genere nei terreni si realizzano permeabilità diverse a seconda che la filtrazione avvenga prevalentemente in senso verticale od orizzontale; se la filtrazione non ha una direzione preferenziale si individua un valore medio di K si individuano pertanto seguenti valori di K:

K_v = Coefficiente di Permeabilità verticale

K_h = Coefficiente di Permeabilità orizzontale

K_m = Coefficiente di Permeabilità medio.

$$K_m = \sqrt{K_h \cdot K_v}$$

Nella prova LEFRANC se il valore di K valutato in sito sia K_h , K_v o K_m viene definito in funzione della configurazione geometrica di prova, mentre la prova di permeabilità in pozzetto individua in genere un generico K medio.

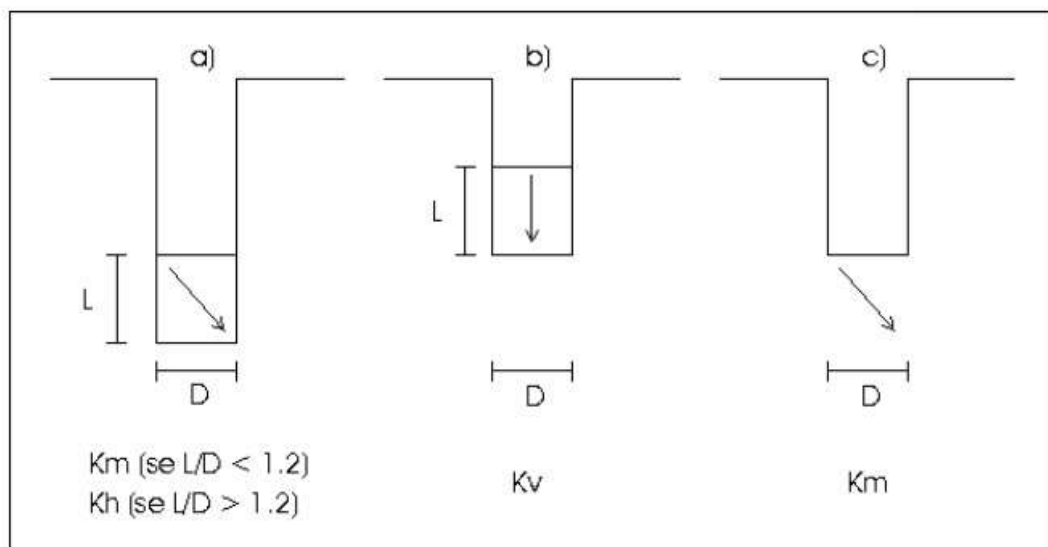
Le prove a carico costante possono essere eseguite sia con immissione che con emungimento di acqua.

Nel primo caso è necessario che le pareti della perforazione siano rivestite con una tubazione per tutto il tratto non direttamente interessato dalla prova stessa; prima di eseguire la prova deve essere effettuata un'accurata pulitura del foro. Le prove si eseguono misurando la portata necessaria per mantenere costante il livello dell'acqua nel foro. La misura deve essere eseguita in condizioni di regime.

Nel secondo caso le prove sono eseguite in fori dai quali si emunge una portata costante.

Nel Metodo LEFRANC i diversi valori di K sono individuati dalle seguenti configurazioni geometriche:

- a) Filtro cilindrico in terreno uniforme
- b) Tubo parzialmente riempito in terreno uniforme
- c) Fondo filtrante piano in terreno uniforme



I valori di K sono ovviamente riferiti a condizioni di flusso a regime permanente e quindi in condizione di saturazione dei terreni di prova. Per la valutazione di K si fa riferimento alla metodologia consigliata dalla

Associazione Geotecnica Italiana (AGI) ed utilizza gli schemi geometrici a) e c) riportati nella precedente immagine e la seguente relazione di calcolo:

$$K = \frac{q}{C_f \cdot h \cdot D}$$

dove:

K = coefficiente di permeabilità

D = diametro tratto di prova

h = altezza del livello d'acqua nel foro rispetto al livello di falda indisturbata o al fondo del foro (h = costante)

q = portata immessa o emunta per mantenere h costante C_f = coefficiente di forma ($C_f = 2.85$)

Le prove di permeabilità sono state eseguite a carico costante; le tasche nelle quali sono state eseguite sono: nell'S1 tra 0.10 e 3.00 metri la prima e tra 6.00 e 10.0 metri la seconda, nell'S2 tra 1.00 e 3.00 metri la prima e tra 4.00 e 10.0 metri la seconda.

Le prove sono state condotte misurando la portata di assorbimento in funzione della portata immessa in corrispondenza di un tratto di perforazione.

Le determinazioni fatte hanno portato alla stima delle seguenti permeabilità:

S1 Prova n. 1 $K = 2.85 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$

S1 Prova n. 2 $K = 7.94 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$

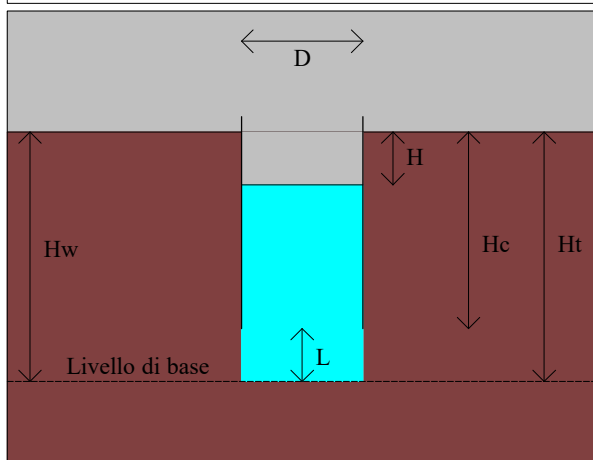
S2 Prova n. 1 $K = 2.28 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$

S2 Prova n. 2 $K = 1.03 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$

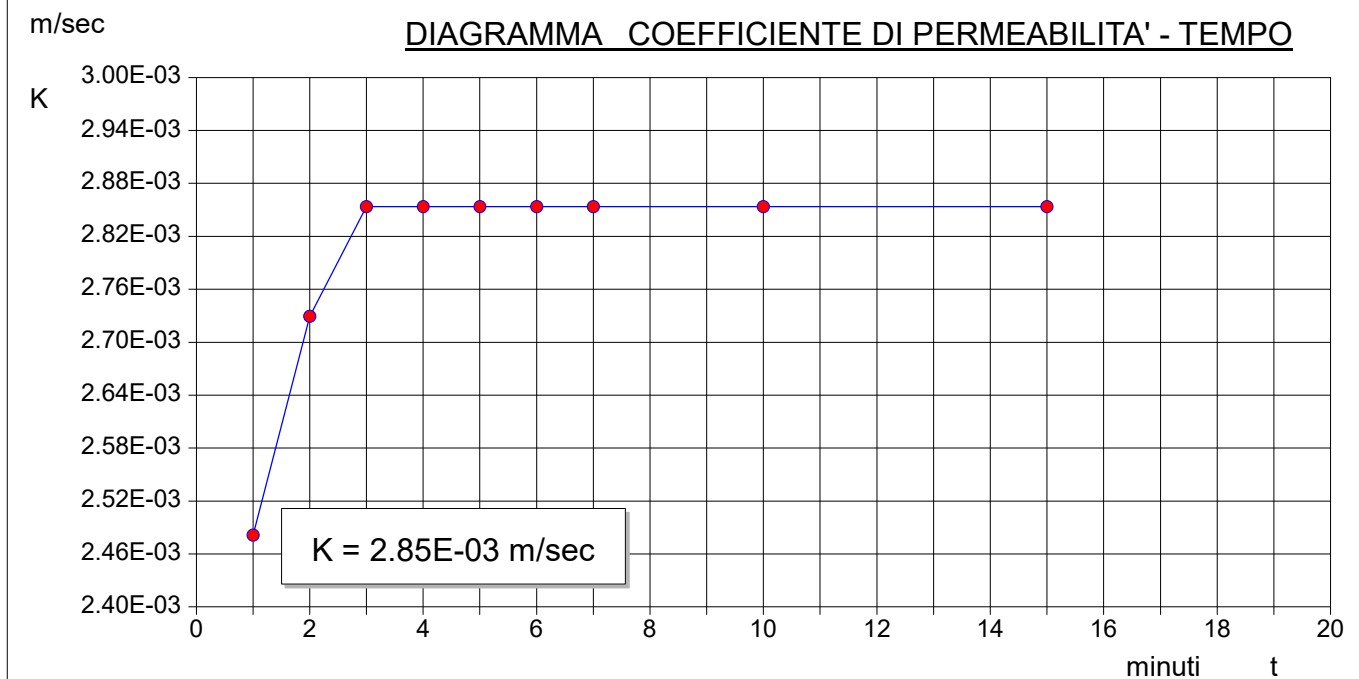
PROVA LEFRANC A CARICO COSTANTE

| | |
|----------------------------------|------------------|
| Committente: Comune di Surbo | |
| Riferimento: Fognatura pluviale | Prova: 1 |
| Località: Abitato di Giorgilorio | Data: 14/09/2022 |
| Sondaggio: S1 | |

| | |
|--|-------|
| Livello di base dell'acqua dal p.c. [Hw] (m) | 3.00 |
| Livello dell'acqua dal p.c. [H] (m) | 0.20 |
| Diametro del tratto di prova [D] (m) | 0.101 |
| Profondità del rivestimento [Hc] (m) | 0.10 |
| Profondità del foro [Ht] (m) | 3.00 |
| Spessore del tratto di prova [L] (m) | 2.90 |
| Coefficiente di forma [C] | 2.85 |



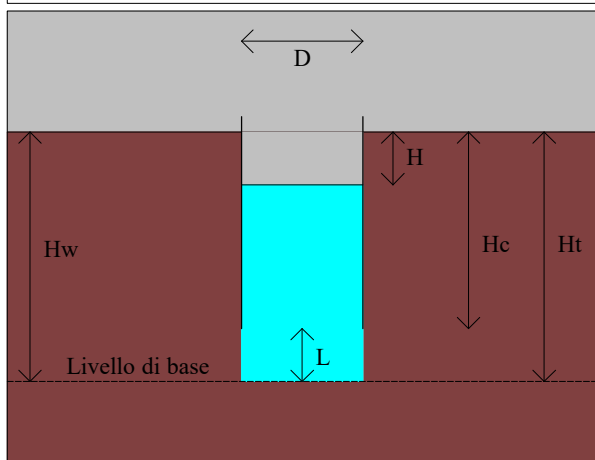
| Tempo minuti | Portata litri/sec | Assorbimento parziale m³ | Assorbimento totale m³ | Permeabilità m/sec |
|--------------|-------------------|--------------------------|------------------------|--------------------|
| 1.00 | 2.000 | 0.120 | 0.120 | 2.481E-03 |
| 2.00 | 2.200 | 0.132 | 0.252 | 2.729E-03 |
| 3.00 | 2.300 | 0.138 | 0.390 | 2.854E-03 |
| 4.00 | 2.300 | 0.138 | 0.528 | 2.854E-03 |
| 5.00 | 2.300 | 0.138 | 0.666 | 2.854E-03 |
| 6.00 | 2.300 | 0.138 | 0.804 | 2.854E-03 |
| 7.00 | 2.300 | 0.138 | 0.942 | 2.854E-03 |
| 10.00 | 2.300 | 0.414 | 1.356 | 2.854E-03 |
| 15.00 | 2.300 | 0.690 | 2.046 | 2.854E-03 |



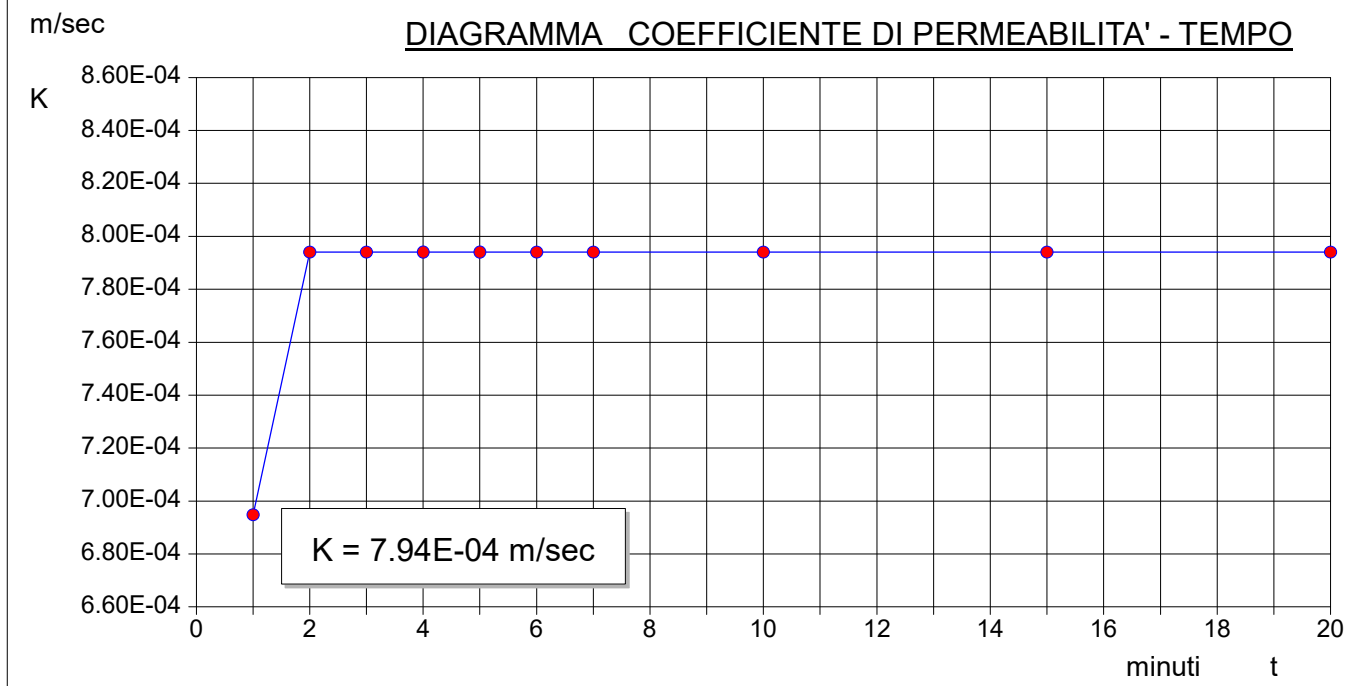
PROVA LEFRANC A CARICO COSTANTE

| | |
|----------------------------------|------------------|
| Committente: Comune di Surbo | |
| Riferimento: Fognatura pluviale | Prova: 2 |
| Località: Abitato di Giorgilorio | Data: 14/09/2022 |
| Sondaggio: S1 | |

| | |
|--|-------|
| Livello di base dell'acqua dal p.c. [Hw] (m) | 10.00 |
| Livello dell'acqua dal p.c. [H] (m) | 3.00 |
| Diametro del tratto di prova [D] (m) | 0.101 |
| Profondità del rivestimento [Hc] (m) | 6.00 |
| Profondità del foro [Ht] (m) | 10.00 |
| Spessore del tratto di prova [L] (m) | 4.00 |
| Coefficiente di forma [C] | 2.85 |



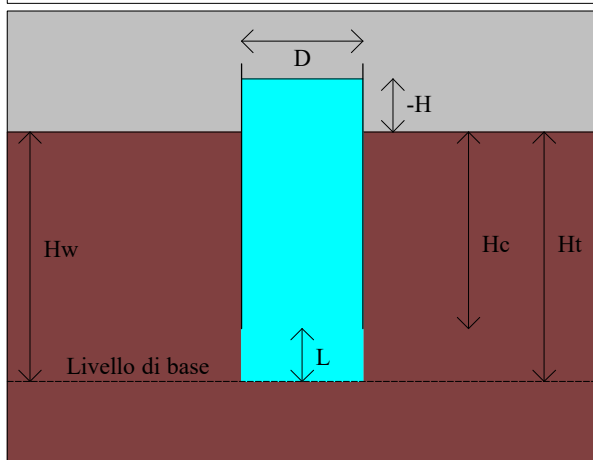
| Tempo minuti | Portata litri/sec | Assorbimento parziale m³ | Assorbimento totale m³ | Permeabilità m/sec |
|--------------|-------------------|--------------------------|------------------------|--------------------|
| 1.00 | 1.400 | 0.084 | 0.084 | 6.948E-04 |
| 2.00 | 1.600 | 0.096 | 0.180 | 7.941E-04 |
| 3.00 | 1.600 | 0.096 | 0.276 | 7.941E-04 |
| 4.00 | 1.600 | 0.096 | 0.372 | 7.941E-04 |
| 5.00 | 1.600 | 0.096 | 0.468 | 7.941E-04 |
| 6.00 | 1.600 | 0.096 | 0.564 | 7.941E-04 |
| 7.00 | 1.600 | 0.096 | 0.660 | 7.941E-04 |
| 10.00 | 1.600 | 0.288 | 0.948 | 7.941E-04 |
| 15.00 | 1.600 | 0.480 | 1.428 | 7.941E-04 |
| 20.00 | 1.600 | 0.480 | 1.908 | 7.941E-04 |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |



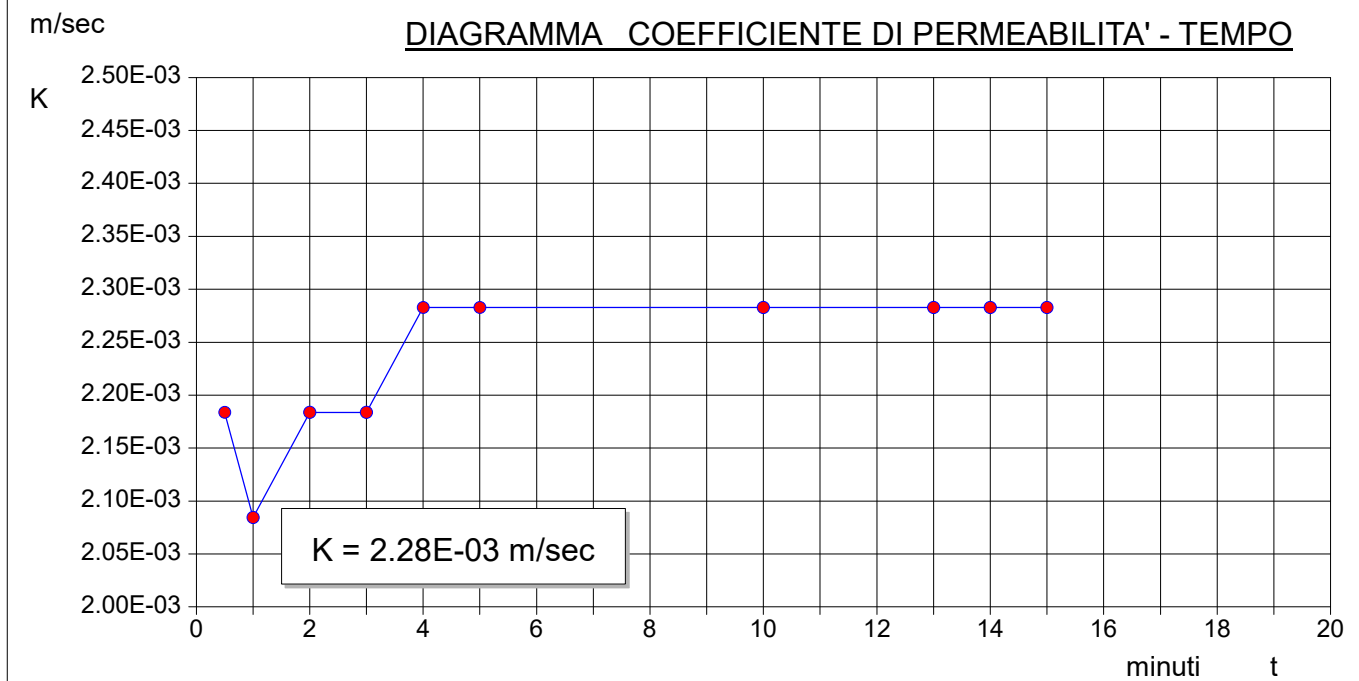
PROVA LEFRANC A CARICO COSTANTE

| | |
|----------------------------------|------------------------|
| Progetto: Comune di Surbo | |
| Riferimento: Fognatura pluviale | Prova: 1 |
| Località: Abitato di Giorgilorio | Data prova: 14/09/2023 |
| Sondaggio: S2 | Orario prova: |

| | |
|--|-------|
| Livello di base dell'acqua dal p.c. [Hw] (m) | 3.00 |
| Livello dell'acqua dal p.c. [H] (m) | -0.50 |
| Diametro del tratto di prova [D] (m) | 0.101 |
| Profondità del rivestimento [Hc] (m) | 1.00 |
| Profondità del foro [Ht] (m) | 3.00 |
| Spessore del tratto di prova [L] (m) | 2.00 |
| Coefficiente di forma [C] | 2.85 |



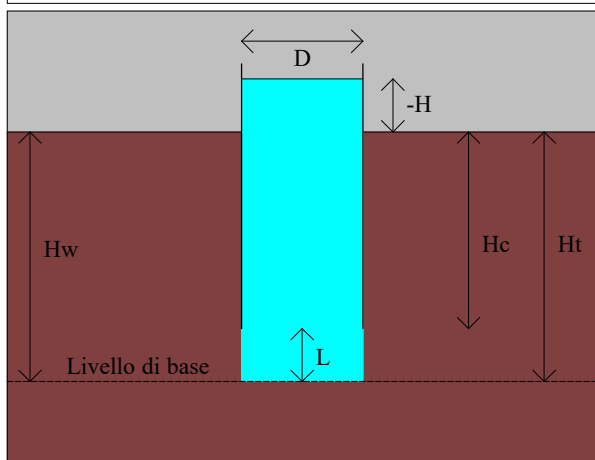
| Tempo minuti | Portata litri/sec | Assorbimento parziale m³ | Assorbimento totale m³ | Permeabilità m/sec |
|--------------|-------------------|--------------------------|------------------------|--------------------|
| 0.50 | 2.200 | 0.066 | 0.066 | 2.184E-03 |
| 1.00 | 2.100 | 0.063 | 0.129 | 2.084E-03 |
| 2.00 | 2.200 | 0.132 | 0.261 | 2.184E-03 |
| 3.00 | 2.200 | 0.132 | 0.393 | 2.184E-03 |
| 4.00 | 2.300 | 0.138 | 0.531 | 2.283E-03 |
| 5.00 | 2.300 | 0.138 | 0.669 | 2.283E-03 |
| 10.00 | 2.300 | 0.690 | 1.359 | 2.283E-03 |
| 13.00 | 2.300 | 0.414 | 1.773 | 2.283E-03 |
| 14.00 | 2.300 | 0.138 | 1.911 | 2.283E-03 |
| 15.00 | 2.300 | 0.138 | 2.049 | 2.283E-03 |



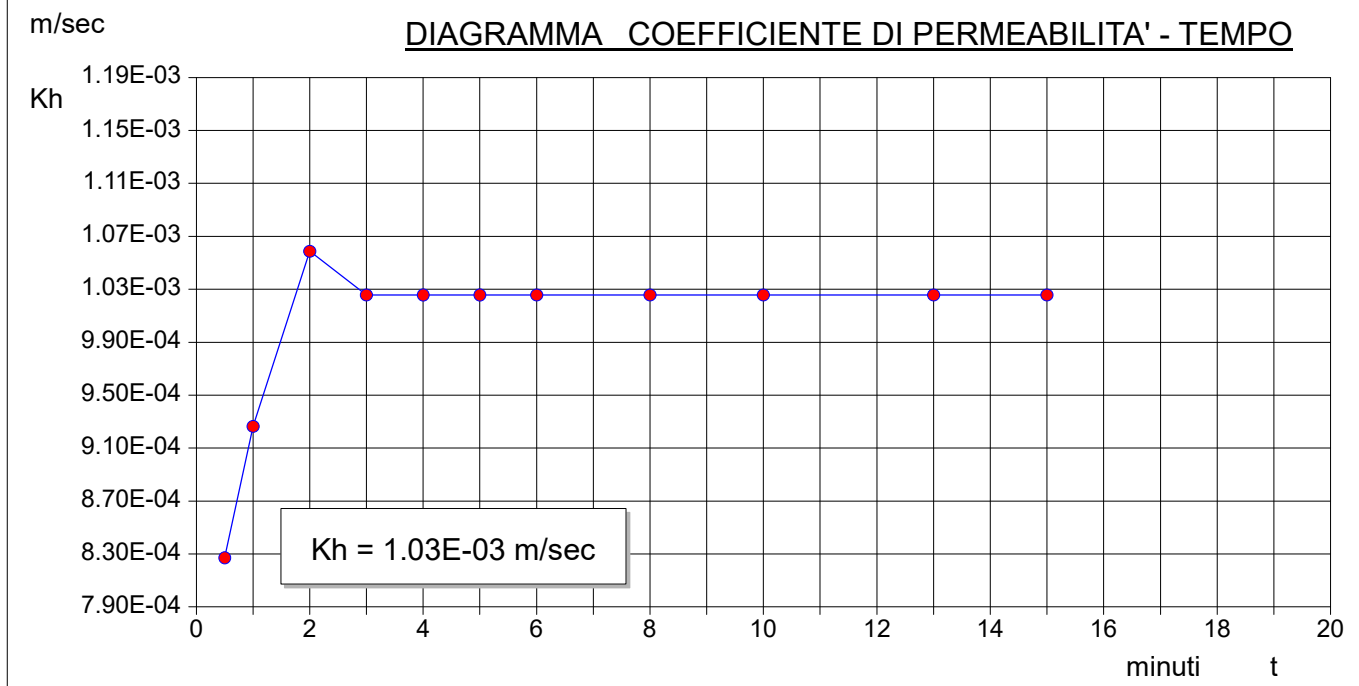
PROVA LEFRANC A CARICO COSTANTE

| | |
|---------------------------------|------------------------|
| Progetto: Comune di Surbo | |
| Riferimento: Fognatura pluviale | Prova: 2 |
| Località: Abitato di Giorgiorio | Data prova: 14/09/2023 |
| Sondaggio: S2 | Orario prova: |

| | |
|--|-------|
| Livello di base dell'acqua dal p.c. [Hw] (m) | 10.00 |
| Livello dell'acqua dal p.c. [H] (m) | -0.50 |
| Diametro del tratto di prova [D] (m) | 0.101 |
| Profondità del rivestimento [Hc] (m) | 4.00 |
| Profondità del foro [Ht] (m) | 10.00 |
| Spessore del tratto di prova [L] (m) | 6.00 |
| Coefficiente di forma [C] | 2.85 |



| Tempo minuti | Portata litri/sec | Assorbimento parziale m³ | Assorbimento totale m³ | Permeabilità m/sec |
|--------------|-------------------|--------------------------|------------------------|--------------------|
| 0.50 | 2.500 | 0.075 | 0.075 | 8.272E-04 |
| 1.00 | 2.800 | 0.084 | 0.159 | 9.264E-04 |
| 2.00 | 3.200 | 0.192 | 0.351 | 1.059E-03 |
| 3.00 | 3.100 | 0.186 | 0.537 | 1.026E-03 |
| 4.00 | 3.100 | 0.186 | 0.723 | 1.026E-03 |
| 5.00 | 3.100 | 0.186 | 0.909 | 1.026E-03 |
| 6.00 | 3.100 | 0.186 | 1.095 | 1.026E-03 |
| 8.00 | 3.100 | 0.372 | 1.467 | 1.026E-03 |
| 10.00 | 3.100 | 0.372 | 1.839 | 1.026E-03 |
| 13.00 | 3.100 | 0.558 | 2.397 | 1.026E-03 |
| 15.00 | 3.100 | 0.372 | 2.769 | 1.026E-03 |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |



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 V_s , 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.

La metodologia per la realizzazione di una indagine sismica MASW prevede almeno i seguenti passi:

- Acquisizioni multicanale dei segnali sismici, generati da una sorgente energizzante artificiale (maglio battente su piastra in alluminio), lungo uno stendimento rettilineo di sorgente-geofoni
- Estrazione dei modi dalle curve di dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh;
- Inversione delle curve di dispersione per ottenere profili verticali delle V_s .

Gli algoritmi genetici rappresentano un tipo di procedura di ottimizzazione appartenente alla classe degli algoritmi euristici (o anche global-search methods o soft computing).

Rispetto ai comuni metodi di inversione lineare basati su metodi del gradiente (matrice Jacobiana), queste tecniche di inversione offrono un'affidabilità del risultato di gran lunga superiore per precisione e completezza.

I comuni metodi lineari forniscono infatti soluzioni che dipendono pesantemente dal modello iniziale di partenza che l'utente deve necessariamente fornire. Per la natura del problema (inversione delle curve di dispersione), la grande quantità di minimi locali porta infatti ad attrarre il modello iniziale verso un minimo locale che può essere significativamente diverso da quello reale (o globale).

In altre parole, i metodi lineari richiedono che il modello di partenza sia già di per sé vicinissimo alla soluzione reale. In caso contrario il rischio è quello di fornire soluzioni erranee.

Gli algoritmi genetici (come altri analoghi) offrono invece un'esplorazione molto più ampia delle possibili soluzioni.

Le NTC18 effettuano la classificazione del sottosuolo in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, $V_{S,eq}$ (in m/s), definita dall'espressione:

$$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_i \frac{h_i}{V_{S,i}}}$$

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.

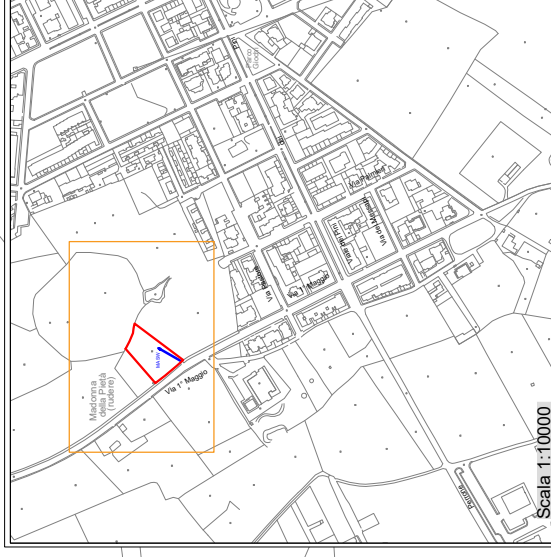
Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio $V_{S,eq}$ è definita dal parametro $V_{S,30}$, ottenuto ponendo $H=30$ m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

Madonna
della Pietà
(rudere)

MASW

Via 1° Maggio

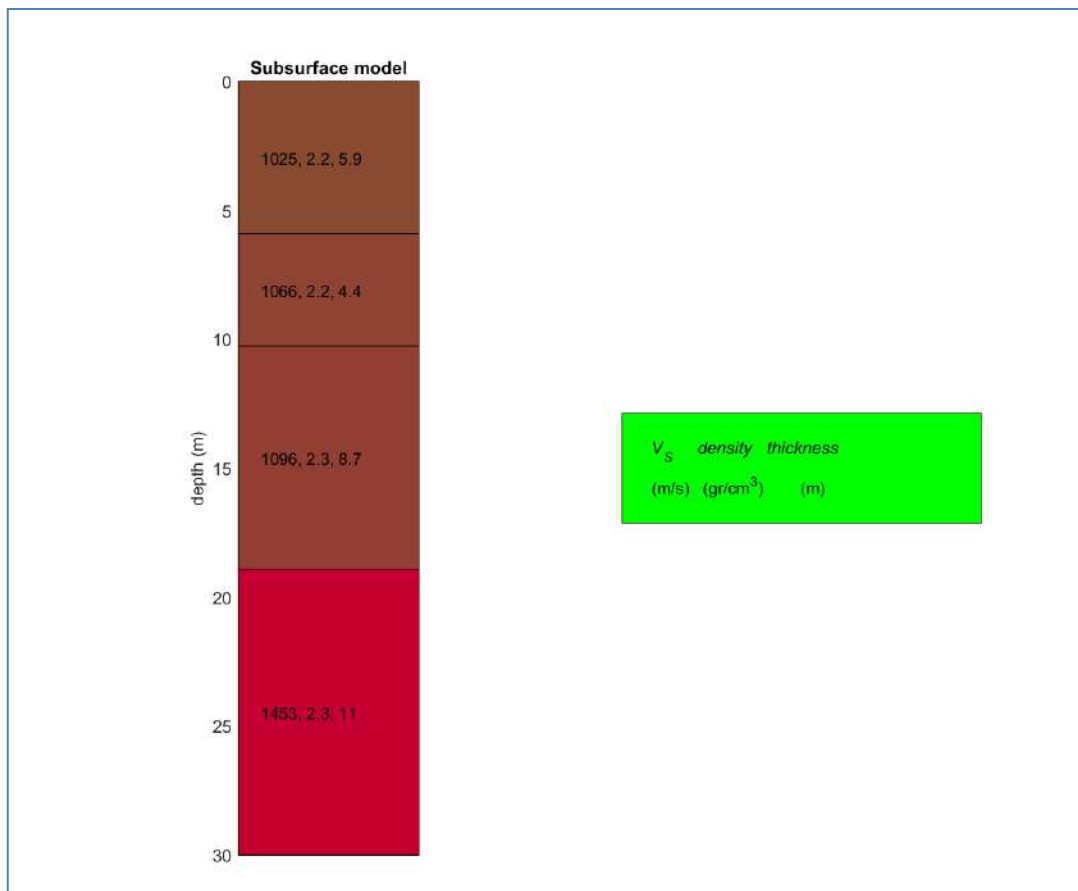
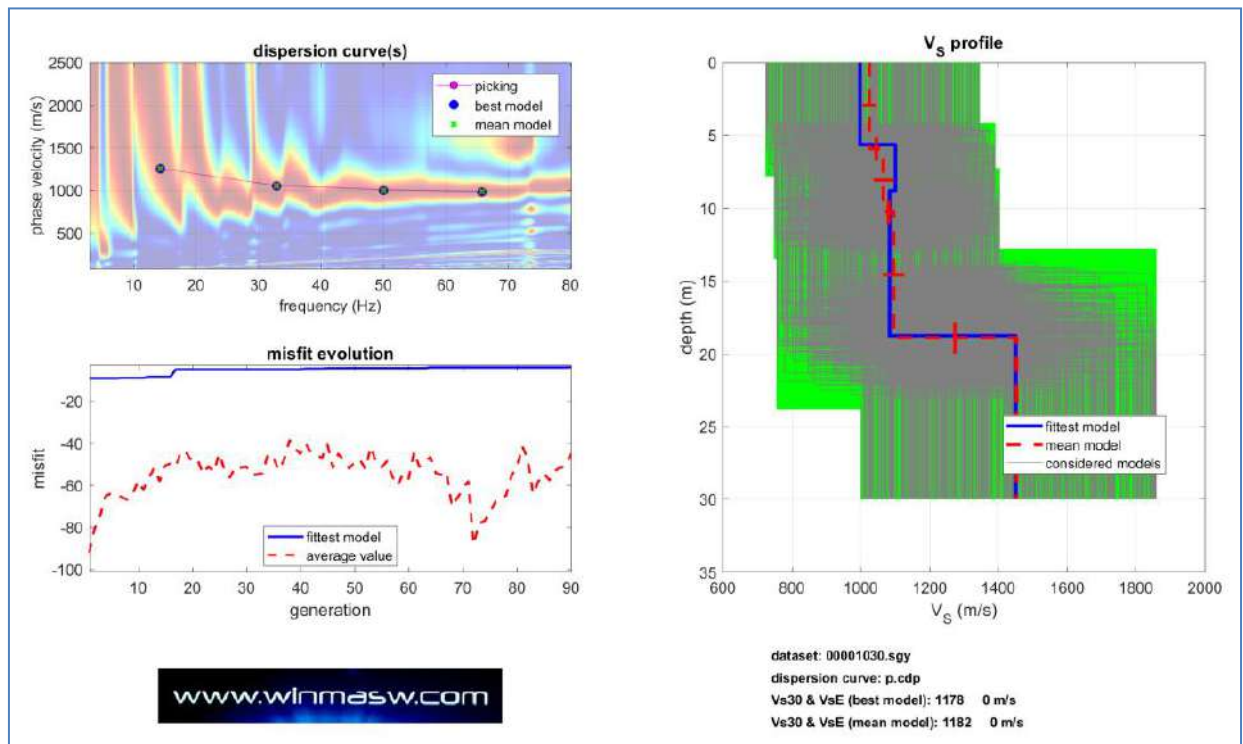
Scala 1:1000



Ubicazione profilo sismico MASW

→ Profilo sismico MASW

▭ Area recapito finale



CATEGORIE DI SOTTOSUOLO

Le categorie di sottosuolo individuate dal Decreto Ministeriale 17 Gennaio 2018, recante “Norme Tecniche per le costruzioni” sono le seguenti:

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

Nell'area in esame, in corrispondenza dell'indagine è stato rilevato il substrato sismico già a partire dai primi metri, ciò significa che la categoria sismica di suolo di fondazione è la A di *Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi*

Prospezione Georadar (Ground Penetrating Radar)

Il Georadar (Ground Penetrating Radar) è uno strumento di recente introduzione nella esplorazione geofisica in grado di determinare la presenza di “anomalie dielettriche” in terreni, rocce e strutture.

E' una metodologia di prospezione geofisica che consiste, generalmente, nella trasmissione di impulsi elettromagnetici attraverso antenne di appropriata frequenza e nella misura del tempo di propagazione che l'onda riflessa impiega per raggiungere l'antenna. Attraverso il tempo di propagazione è possibile determinare la distanza della sorgente riflettente.

Questa capacità dipende da cambiamenti dell'impedenza elettrica del terreno, ed in particolare dalla differenza di valori della costante dielettrica tra il mezzo ospitante e l'oggetto ospitato.

Per consentire misurazioni accurate è necessario che gli impulsi siano brevi e che la velocità di propagazione nel mezzo sia abbastanza costante.

La propagazione delle onde elettromagnetiche nel mezzo viene governata da due fondamentali caratteristiche petro-fisiche che sono: la conduttività e la percettività relativa.

La conduttività elettrica σ (mS/m), o il suo inverso, la resistività ρ (Ohm*m), regola l'attenuazione del segnale al punto tale che non consente la riflessione.

La percettività dielettrica relativa o costante dielettrica del mezzo (k) regola la velocità del segnale.

Le onde elettromagnetiche ricevute, contenenti segnali riflessi, vengono acquisite digitalmente tramite computer. Esse vengono visualizzate, secondo sezioni di tempo, lungo i profili. Questi vengono successivamente

elaborati attraverso filtraggi, deconvoluzioni, migrazioni, ecc. e poi interpretati.

Il processing dei dati radar è la parte più impegnativa del rilievo georadar. Per una buona interpretazione è importante il **filtraggio** che tende ad esaltare certe caratteristiche e/o ad eliminare segnali di disturbo con l'obiettivo di migliorare l'immagine del rilievo.

Il filtraggio viene eseguito per rimuovere segnali provenienti da oggetti piccoli di non interesse o da disturbi esterni, che in genere sono distinguibili in quanto si caratterizzano per un contenuto in frequenza differente dall'insieme dei segnali.

Un rilievo GPR va preparato, nel senso che vanno eseguite una serie di attività finalizzate ad ottimizzare il rilievo stesso. Vanno perciò definite:

- la maglia del rilievo in funzione dell'oggetto da indagare (della dimensione) e dell'estensione dell'indagine stessa;
- le antenne, la cui frequenza governa la risoluzione lungo le tracce, nonché la profondità di penetrazione.

Schema di funzionamento

Lo strumento è caratterizzato dalla presenza di un'antenna costituita da un trasmettitore di segnale e da un ricevitore.

- Il generatore invia, attraverso le antenne, delle onde elettromagnetiche (impulso);
- l'impulso attraversa il mezzo a contatto ed incontrando una struttura od un oggetto con contrasto dielettrico, in parte viene riflesso verso la superficie di contatto ed in parte continua ad attraversare il mezzo;
- appena ricevuto il segnale di start la ricevente raccoglie un campione e lo invia all'unità di controllo;

- col ripetersi dei suddetti punti continuamente, ma secondo una frequenza di campionamento ben precisa e prestabilita, l'unità di controllo raccoglie tutti i campioni di una traccia;
- quando l'intera traccia è campionata l'unità di controllo la invia al computer dove viene salvata e visualizzata.

Le onde elettromagnetiche ricevute, acquisite digitalmente tramite computer, vengono poi elaborate ed interpretate.

L'elaborazione dei radargrammi, ottenuta con l'utilizzo del programma "Reflex", è consistita nella correzione topografica e nell'applicazione di una serie di filtri che ne hanno esaltato le caratteristiche; la stessa banda di colore che viene sostituita alla registrazione monocromatica, contribuisce ad una migliore visualizzazione dei "disturbi".

L'indagine è stata eseguita utilizzando una strumentazione "RIS MF HI-MOD#1" della IDS con due antenne da 200 e 600 MHz. L'elaborazione dei radargrammi è avvenuta con l'utilizzo del programma "Reflex".

Dall'interpretazione delle sezioni è possibile riconoscere delle anomalie localizzate che consistono in chiari segnali iperbolici associati ad oggetti sepolti di limitata estensione, con caratteristiche dielettriche nettamente distinte rispetto all'ambiente circostante.

Come già accennato, il georadar è un apparecchiatura ricetrasmittente in grado di inviare un impulso multifrequenza nel sottosuolo e di ricevere le riflessioni che si generano in corrispondenza delle variazioni di caratteristiche elettriche. E' importante sottolineare che le prestazioni del sistema sono influenzate dalla natura e dalle condizioni del substrato investigato. Generalmente, più il substrato è omogeneo, migliore è la

percezione delle anomalie in esso contenute. Le peggiori prestazioni si ottengono nei materiali saturi, in special modo se argillosi.

Per quanto riguarda i terreni esaminati (o meglio la successione degli orizzonti naturali e artificiali interessati dalla prospezione), i litotipi sono stati dedotti dalla carta geologica dell'area indagata.

Taratura dati (velocità di propagazione)

La determinazione delle velocità di propagazione nel materiale è un passo essenziale per l'interpretazione dei dati perché consente la ricostruzione di sezioni interpretative. L'operazione infatti serve a convertire i tempi in distanze o profondità ed è quindi indispensabile per dare un senso alla prospezione.

E' stata eseguita una taratura indiretta su base strumentale, utilizzando le riflessioni di forma iperbolica la cui presenza è associata alla presenza di bersagli nella struttura o terreno da indagare. La forma delle iperboli è infatti descrivibile con una relazione nella quale compare il valore della velocità di propagazione. E' da rilevare relativamente ai radargrammi allegati che:

1. durante l'esecuzione delle prospezioni radar è stato utilizzato un profilo di amplificazione definito in situ valutando alcuni parametri quali: l'attenuazione media, la costante dielettrica, velocità di strisciata, ecc..
2. le profondità sono espresse in unità di tempo (ns) e non in unità di lunghezza in quanto queste ultime risulterebbero imprecise, poiché, l'eventuale presenza di ipogei o intercapedini d'aria altera i percorsi di propagazione delle onde.
3. sui radargrammi allegati l'intervallo marker è espresso in metri;

4. il radargramma va letto da sinistra (inizio strisciata) verso destra (fine strisciata).
5. Nei radargrammi lungo l'asse delle ordinate sono riportati i tempi di propagazione espressi in n/sec e una profondità estimativa.

Mappatura profili georadar

Il rilievo dei percorsi eseguiti con il georadar è stato effettuato tramite sistema GPS LEICA Zeno GG04 Professional.

Il sistema GPS completo di asta telescopica, è stato alloggiato nell'apposito supporto situato al lato del sistema georadar.

La planimetria dei profili GPR riportata in seguito, è scaturita dall'esportazione dei dati GPS georeferenziati; i profili presentano un errore massimo di qualche centimetro, mentre i profili rilevati manualmente possono presentare un errore dell'ordine di qualche metro.



Rilievi GPS

Analisi dei risultati

Le indagini georadar (per complessive 43 strisciate, distribuite sulle diverse strade) sono state eseguite per l'individuazione e la localizzazione dei sottoservizi principali nel sottosuolo delle sedi stradali con profondità di investigazione da 0.0 a 3.0 metri.

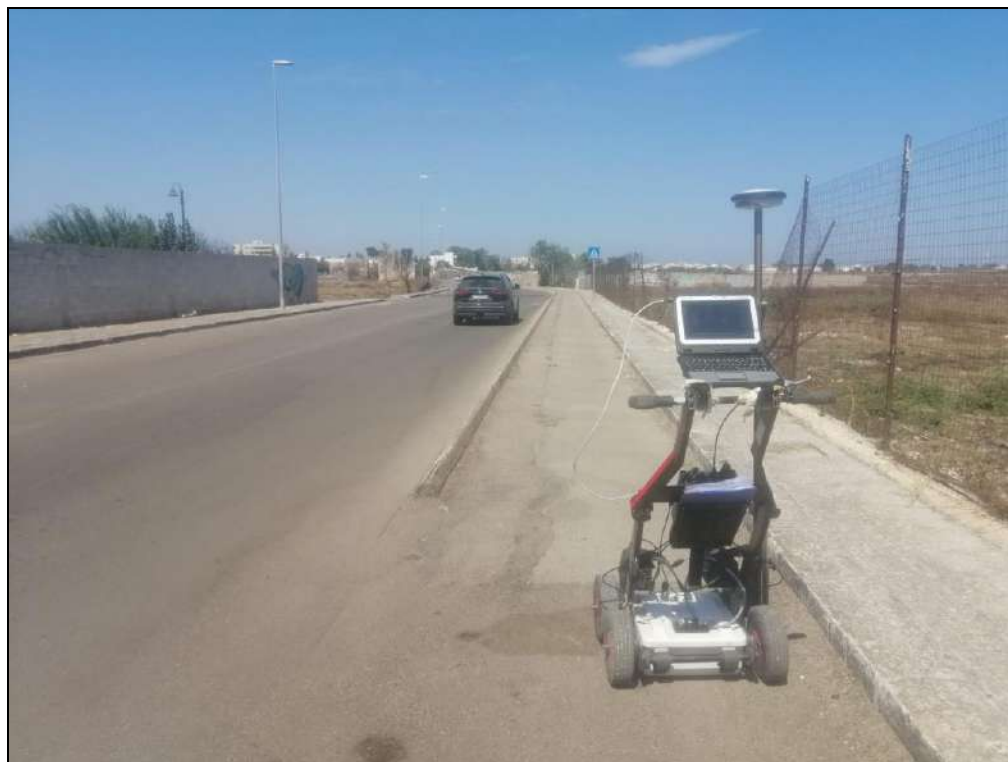
Con le indagini sono state indagate le seguenti strade: via 1° Maggio; Via dei Messapi; Via Palmieri; Viale dei Pini e Via Pastore.

I profili sono stati acquisiti mantenendo costanti i parametri di acquisizione (acquisizione in continuo).

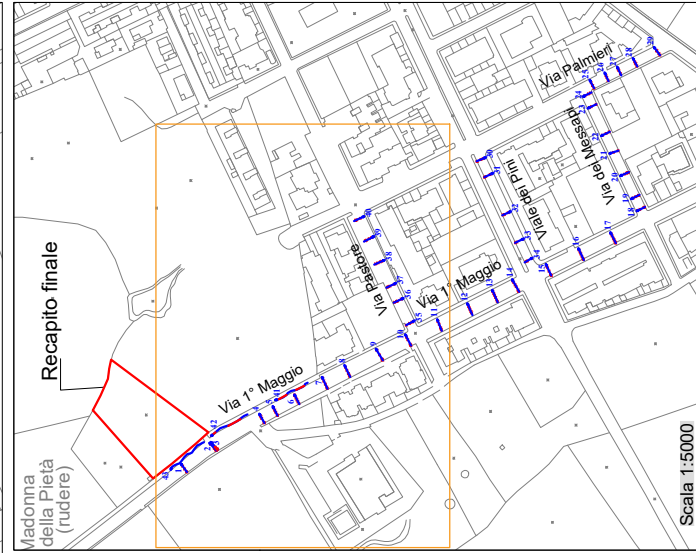
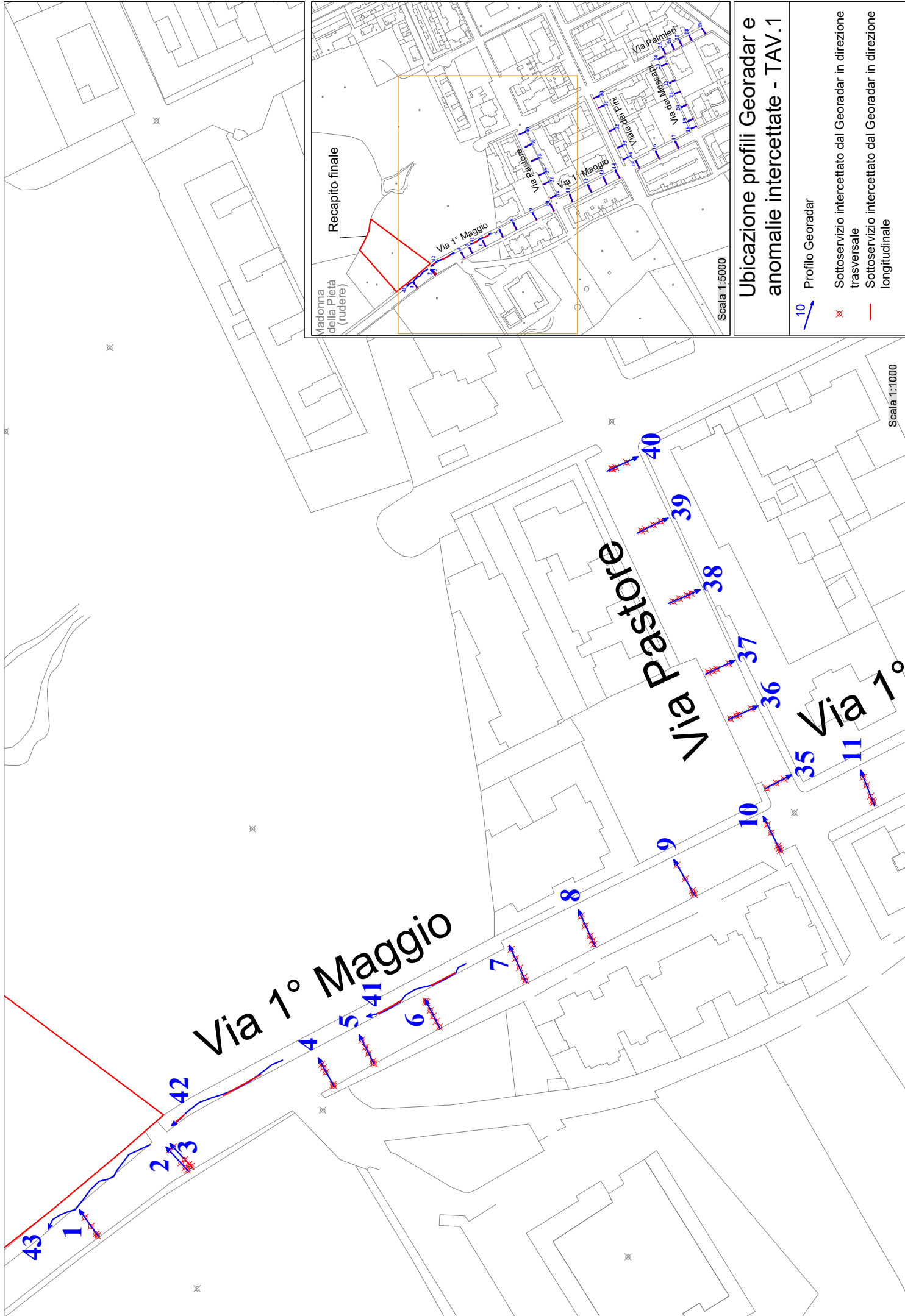
Dopo aver acquisito i profili GPR in situ ne è stata effettuata l'elaborazione di cui si allega per ognuna delle strisciate copia del radargramma.

Di seguito si riporta documentazione fotografica; seguono: planimetrie *“Ubicazione profili Georadar e sottoservizi intercettati”* (2 tavole), copia di ciascun radargramma elaborato e le planimetrie *“Sviluppo probabile dei sottoservizi”* (2 tavole).




Essi sono stati rilevati tutti ad una profondità compresa tra 0.40 e 1.20 metri.

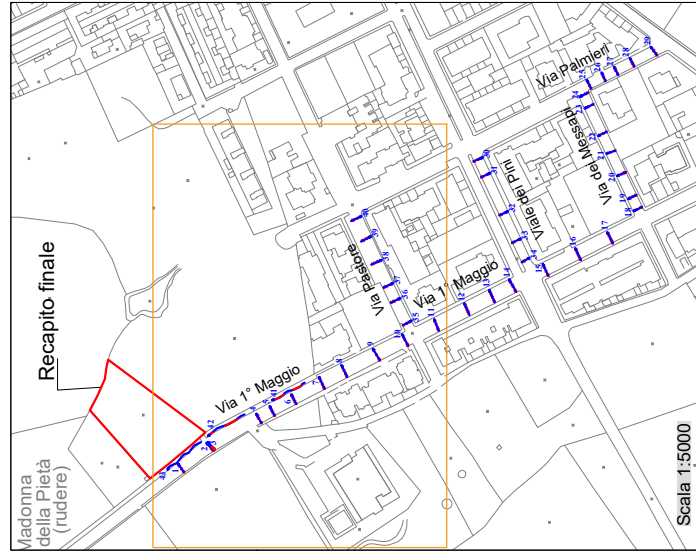
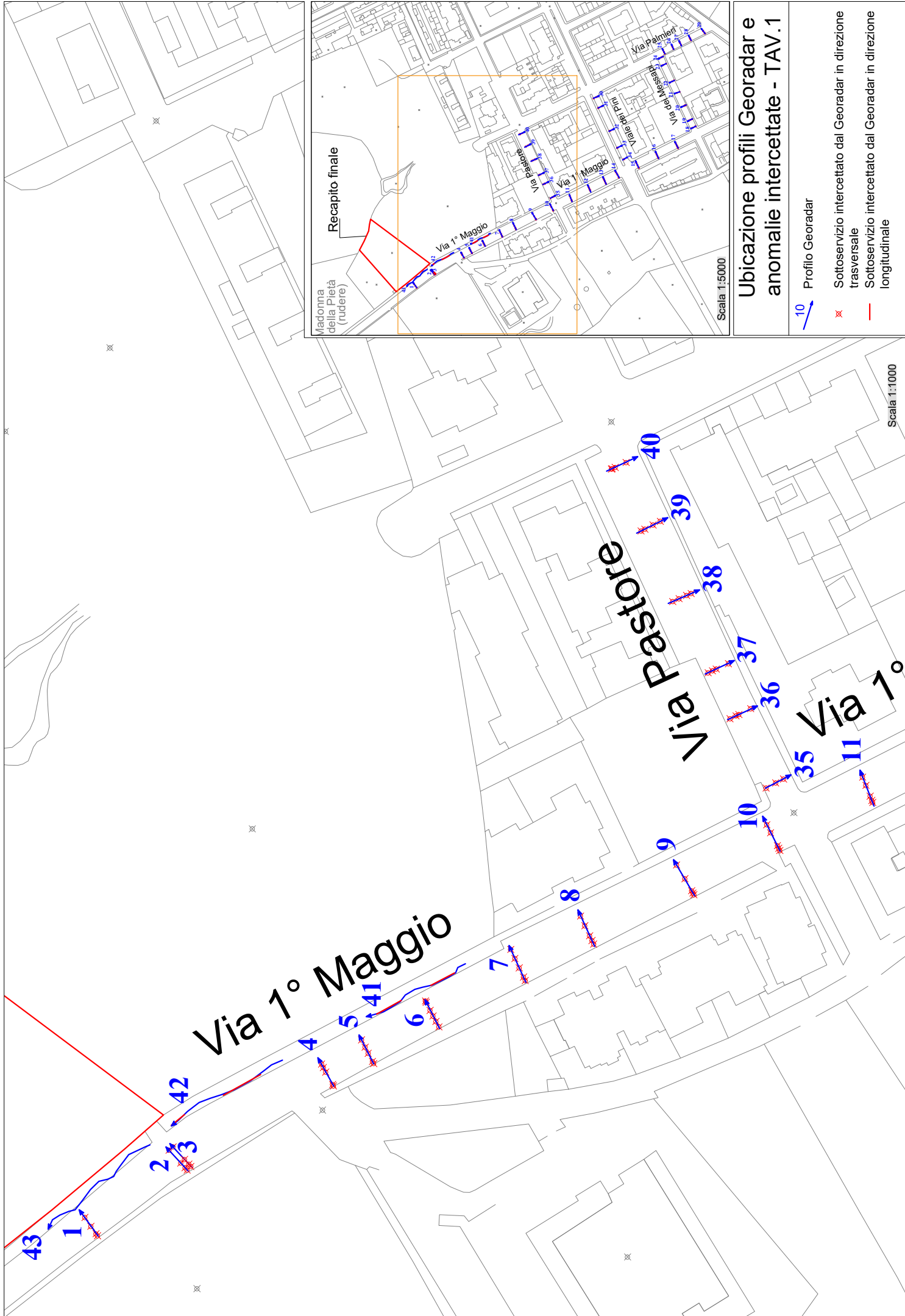


Esecuzione indagini georadar






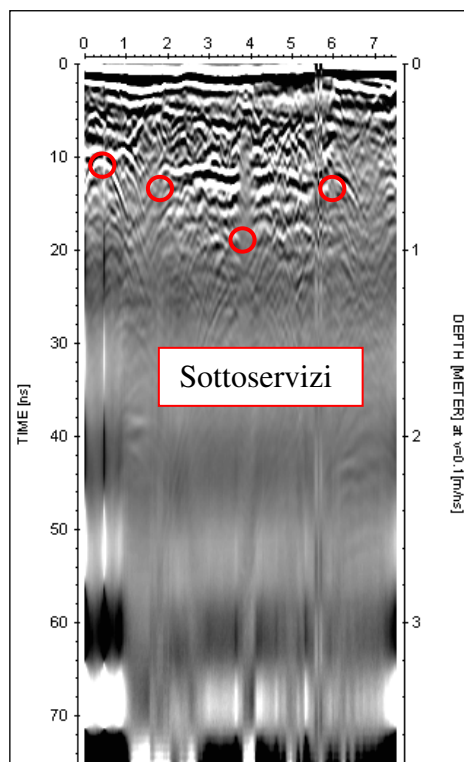
Ubicazione profili Georadar e anomalie intercettate - TAV.1

| | |
|---|--|
|  | Profilo Georadar |
|  | Sottoservizio intercettato dal Georadar in direzione trasversale |
|  | Sottoservizio intercettato dal Georadar in direzione longitudinale |

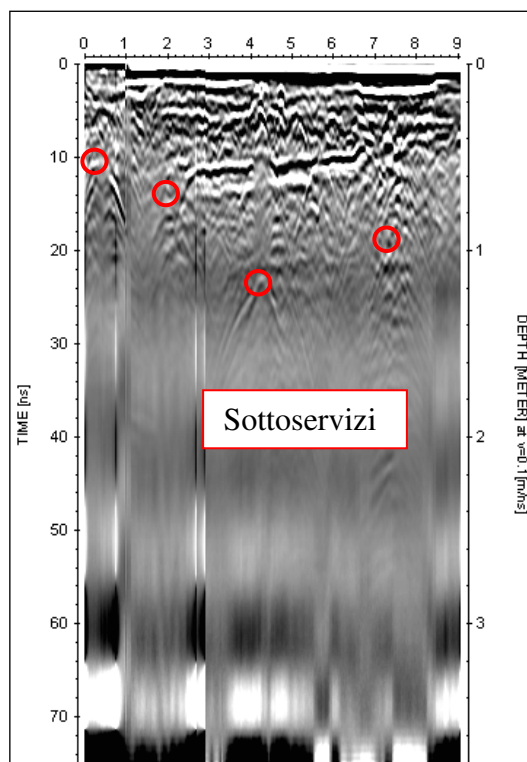


Ubicazione profili Georadar e anomalie intercettate - TAV.1

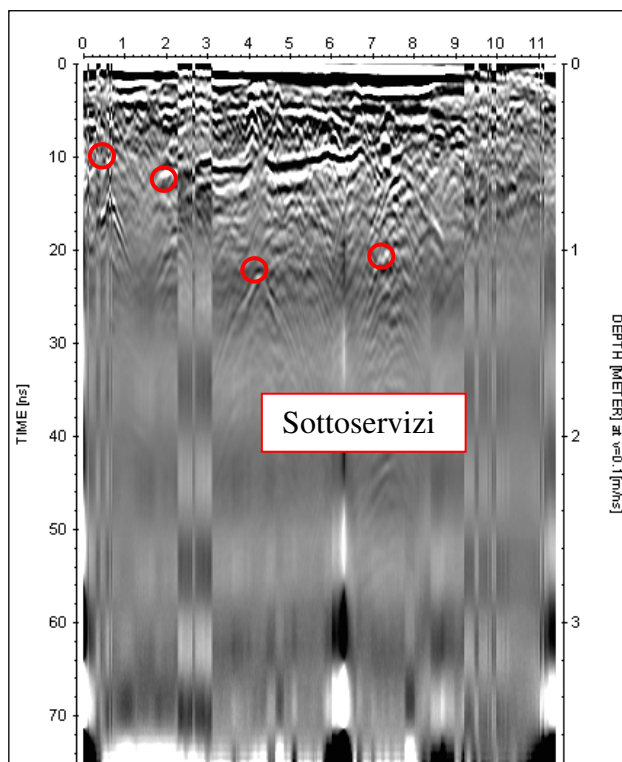
| | |
|---|--|
|  | Profilo Georadar |
|  | Sottoservizio intercettato dal Georadar in direzione trasversale |
|  | Sottoservizio intercettato dal Georadar in direzione longitudinale |



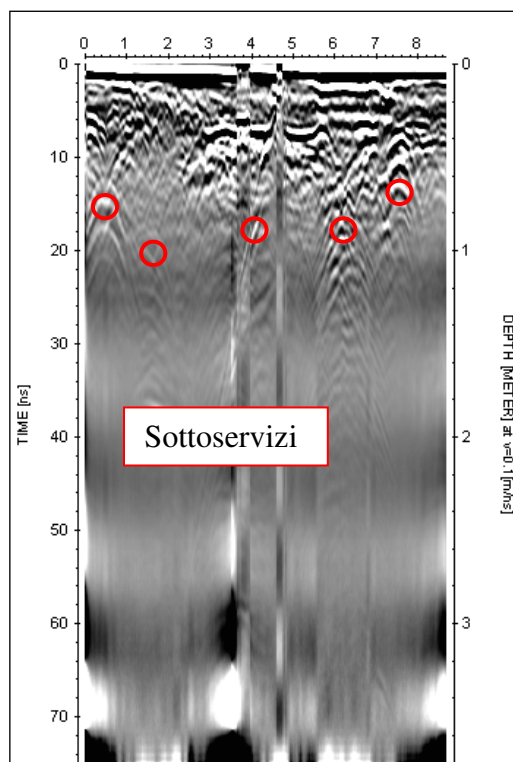
Profilo georadar n. 1



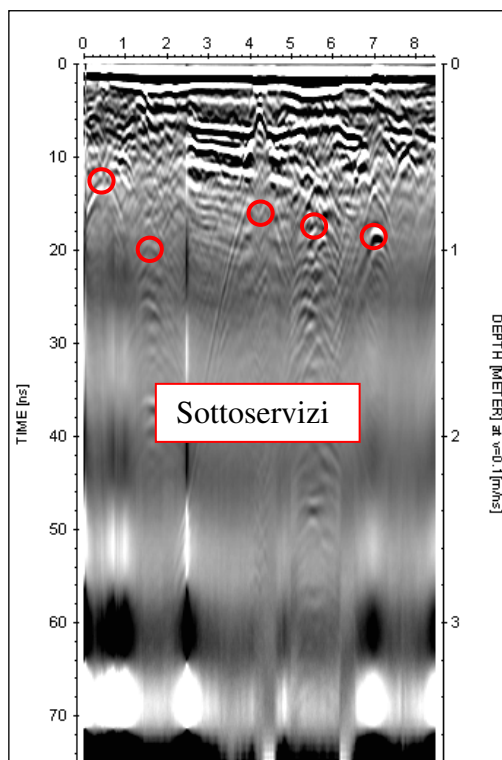
Profilo georadar n. 2



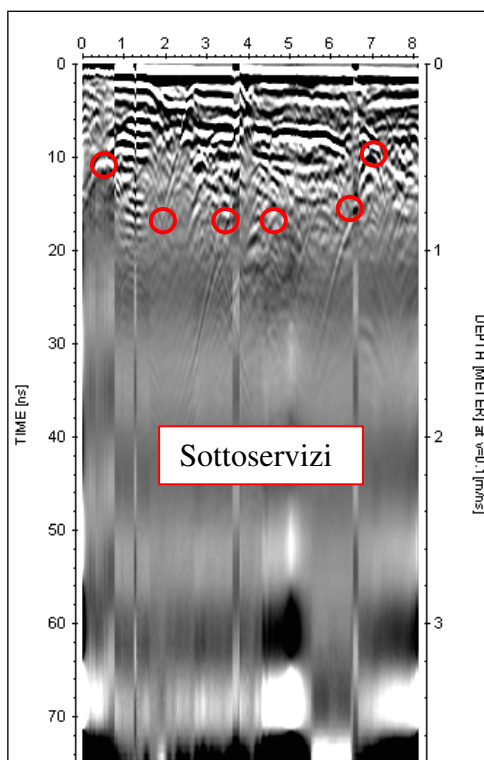
Profilo georadar n. 3



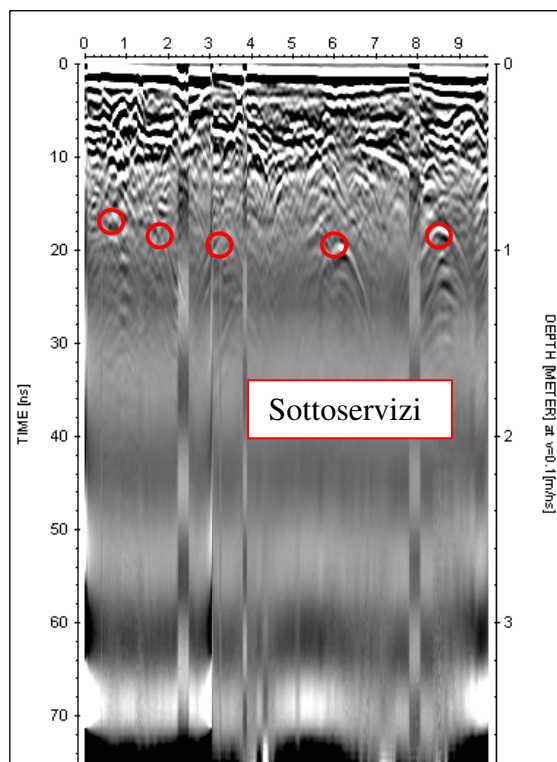
Profilo georadar n. 4



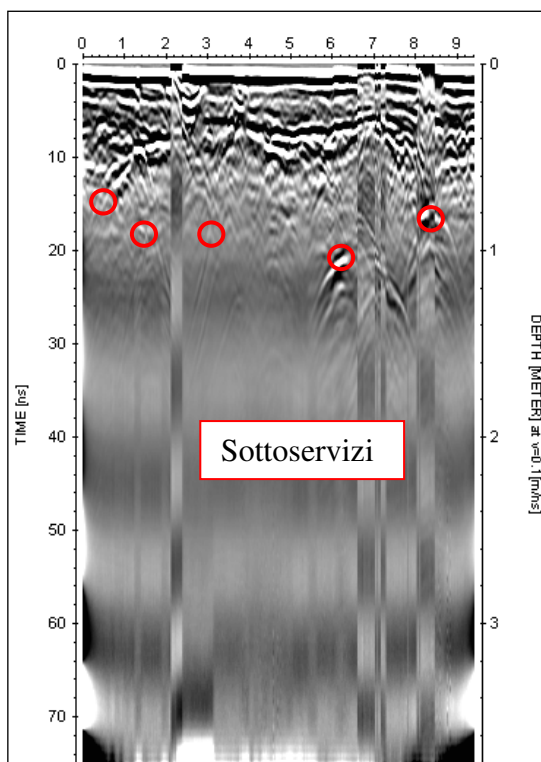
Profilo georadar n. 5



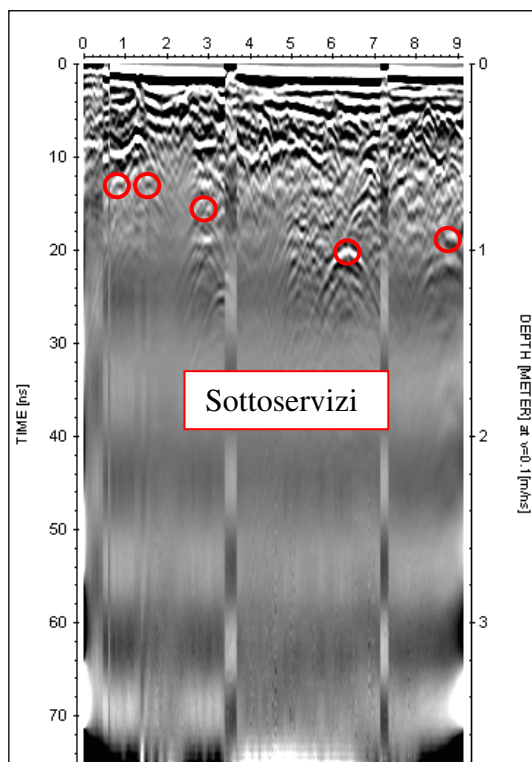
Profilo georadar n. 6



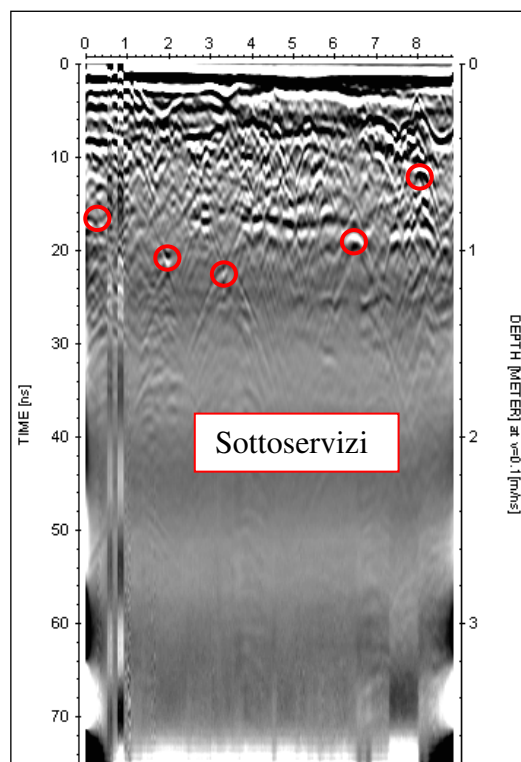
Profilo georadar n. 7



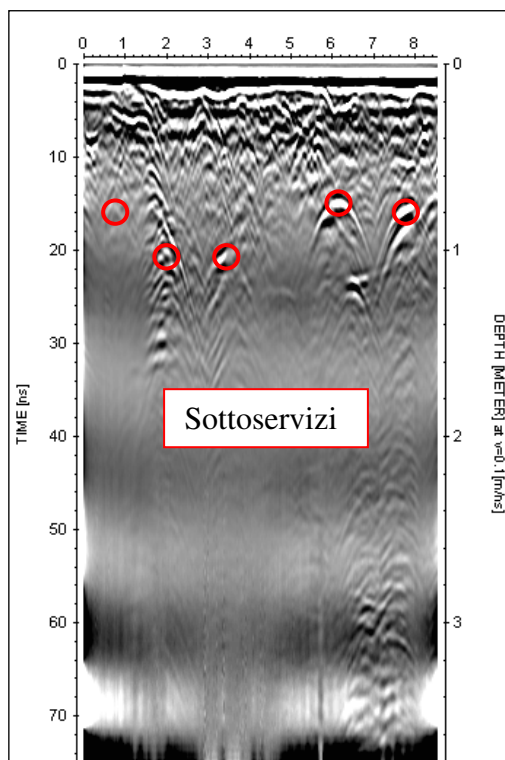
Profilo georadar n. 8



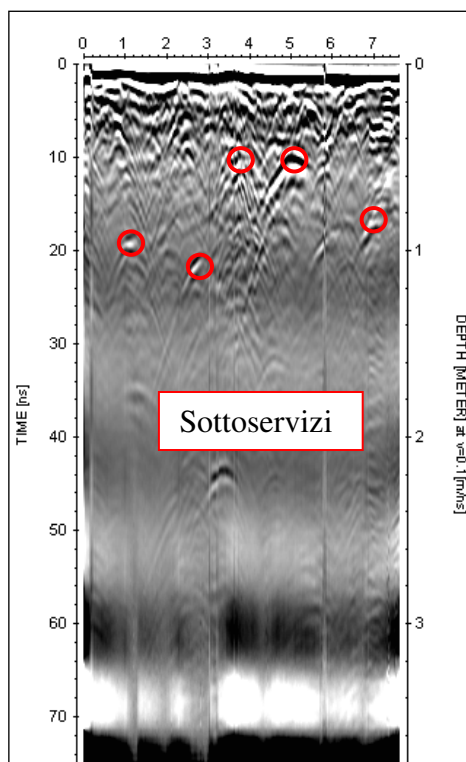
Profilo georadar n. 9



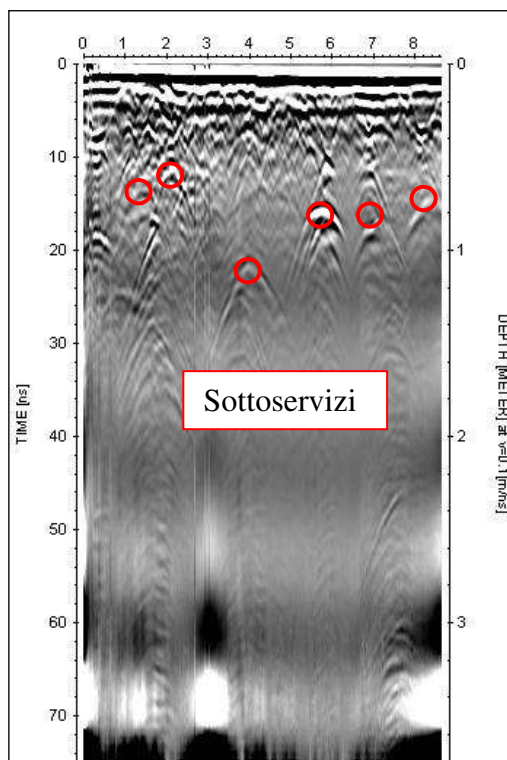
Profilo georadar n. 10



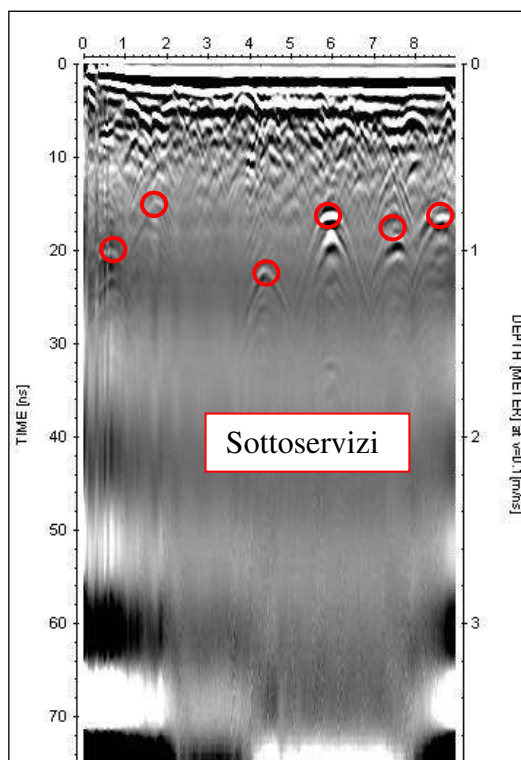
Profilo georadar n. 11



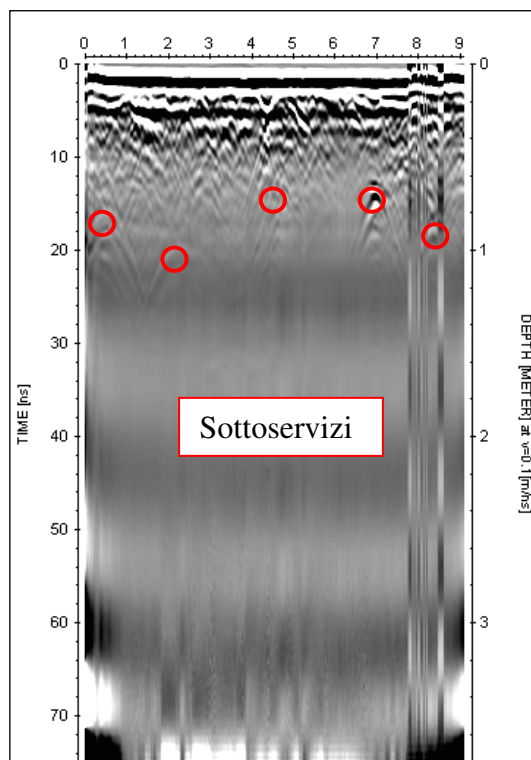
Profilo georadar n. 12



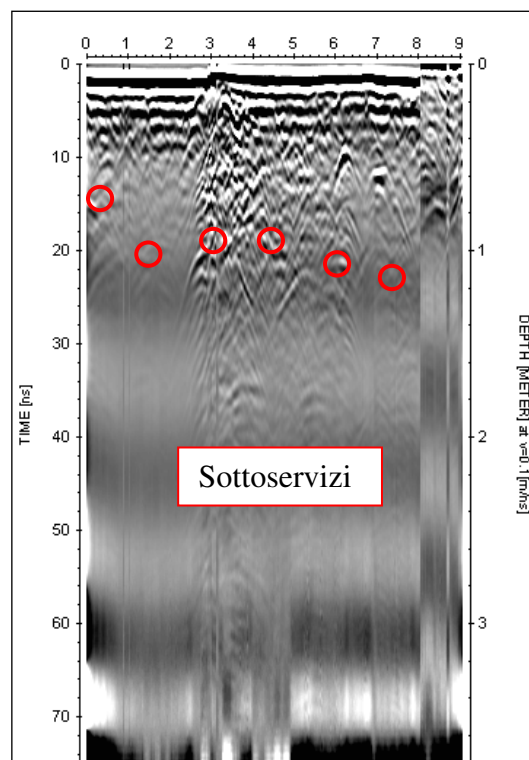
Profilo georadar n. 13



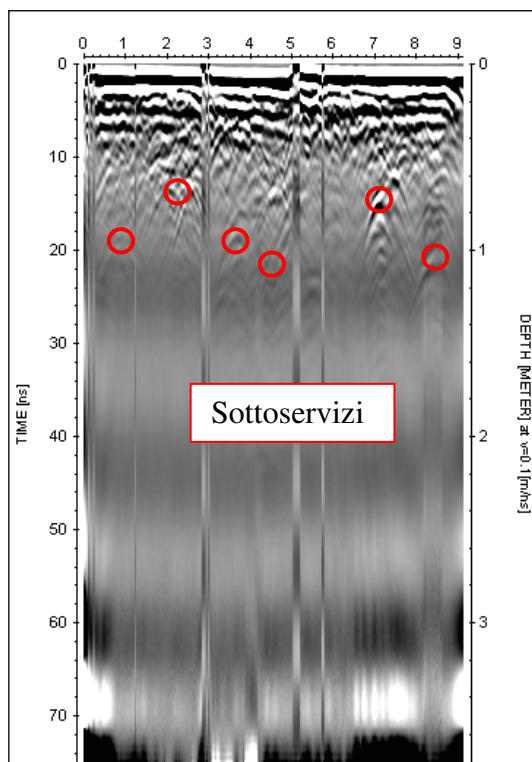
Profilo georadar n. 14



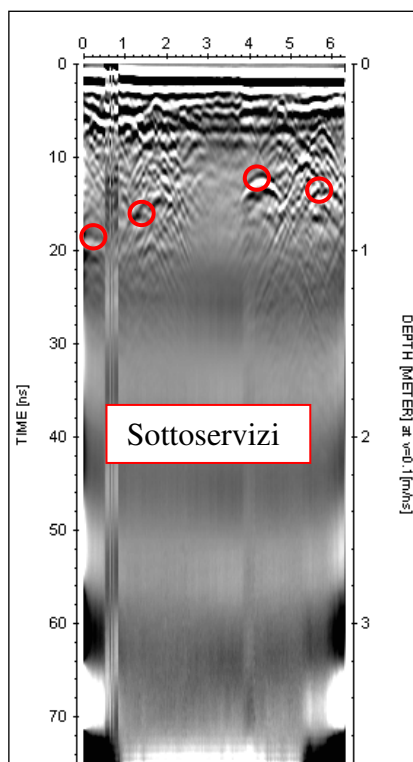
Profilo georadar n. 15



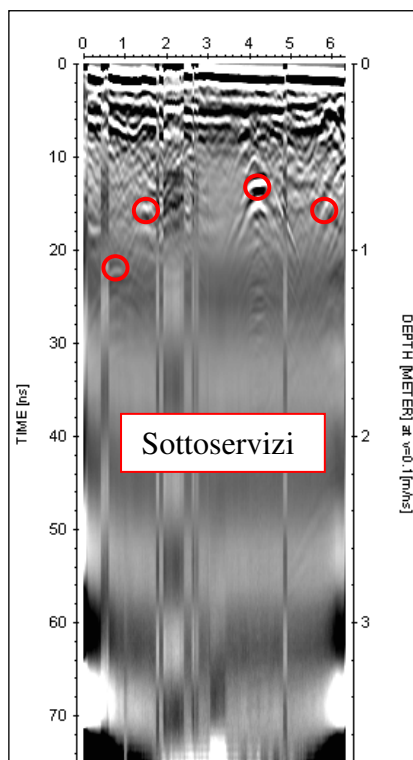
Profilo georadar n. 16



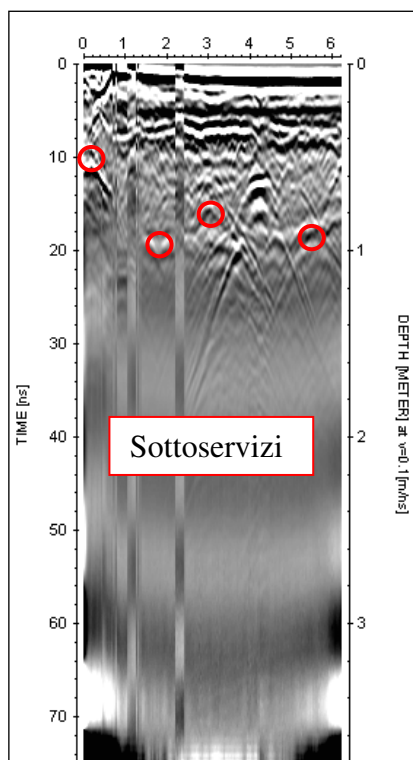
Profilo georadar n. 17



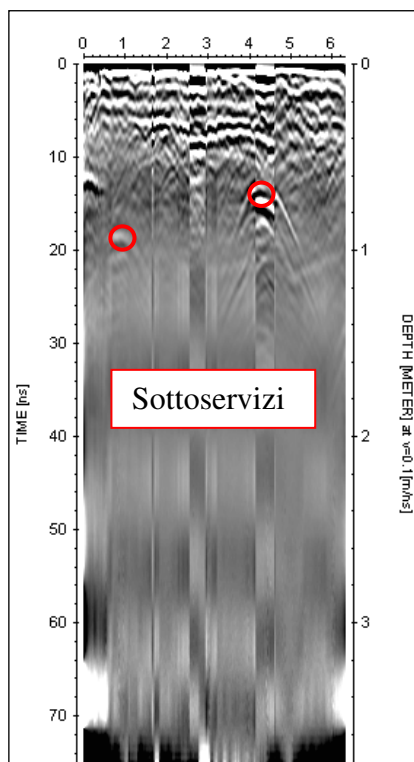
Profilo georadar n. 18



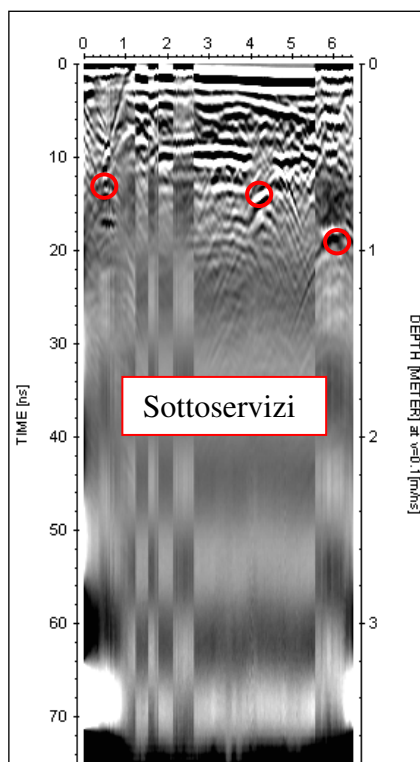
Profilo georadar n. 19



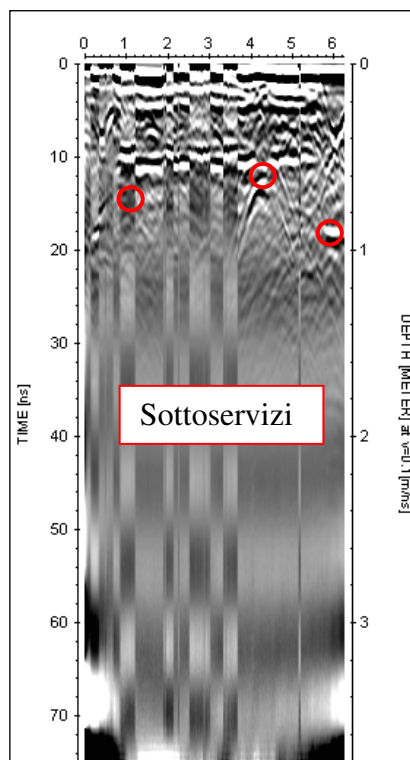
Profilo georadar n. 20



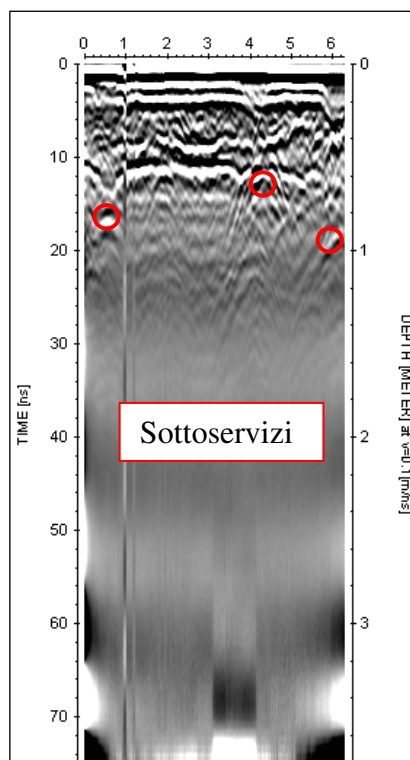
Profilo georadar n. 21



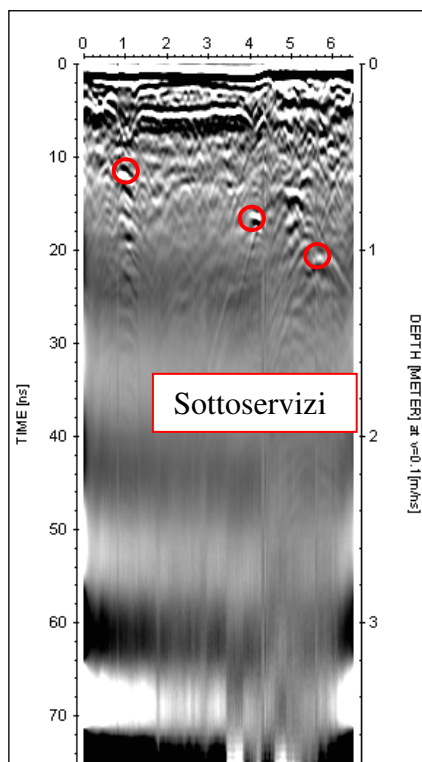
Profilo georadar n. 22



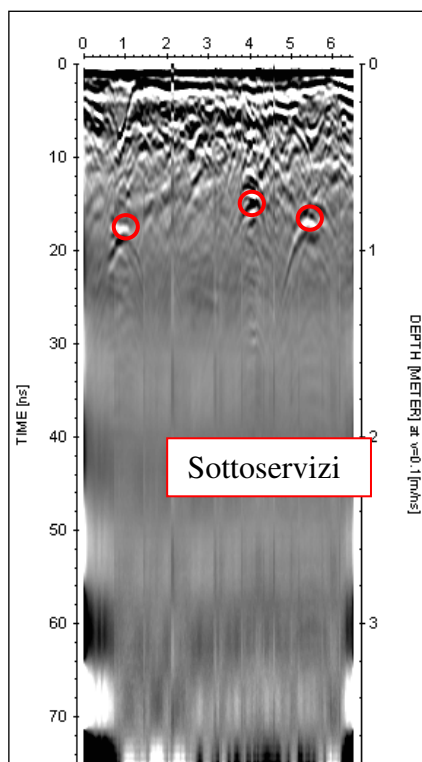
Profilo georadar n. 23



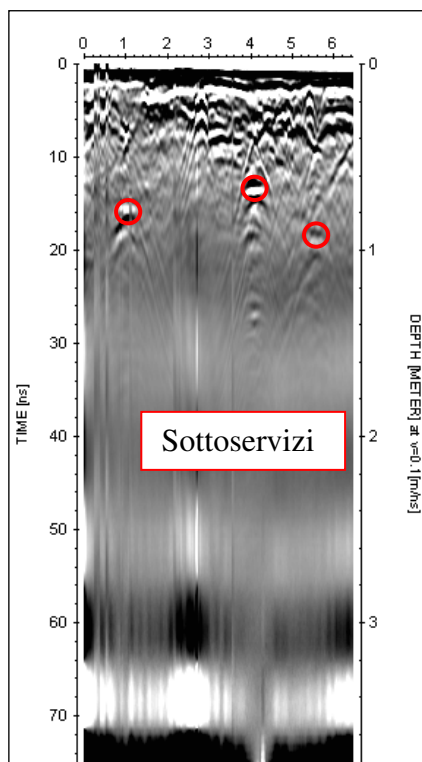
Profilo georadar n. 24



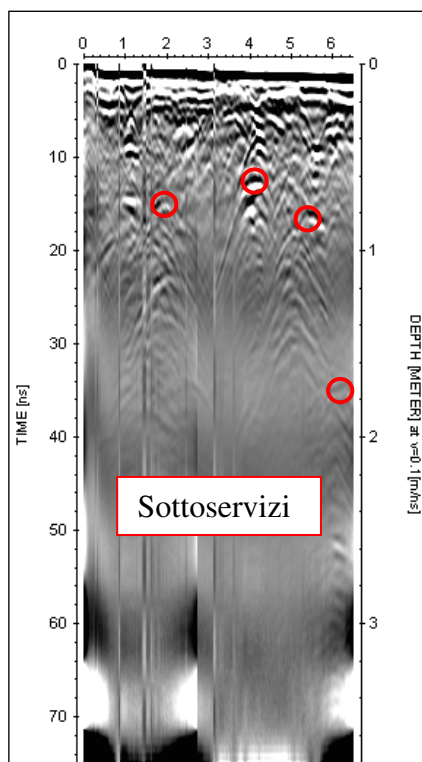
Profilo georadar n. 25



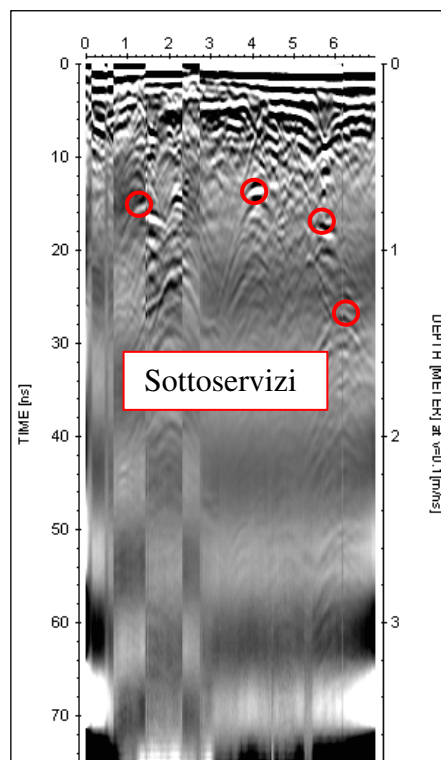
Profilo georadar n. 26



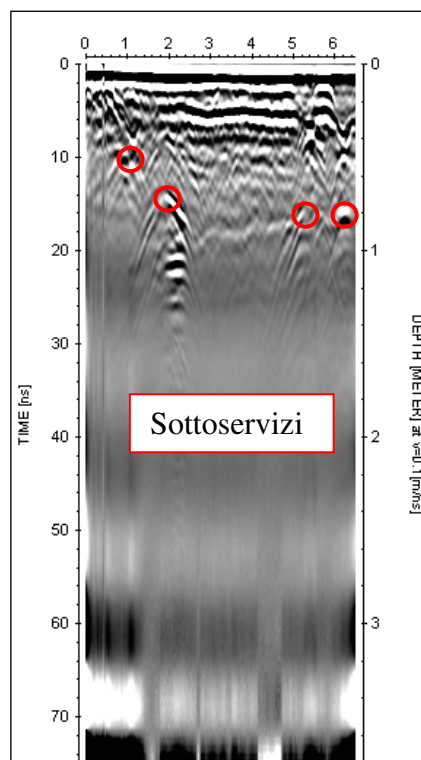
Profilo georadar n. 27



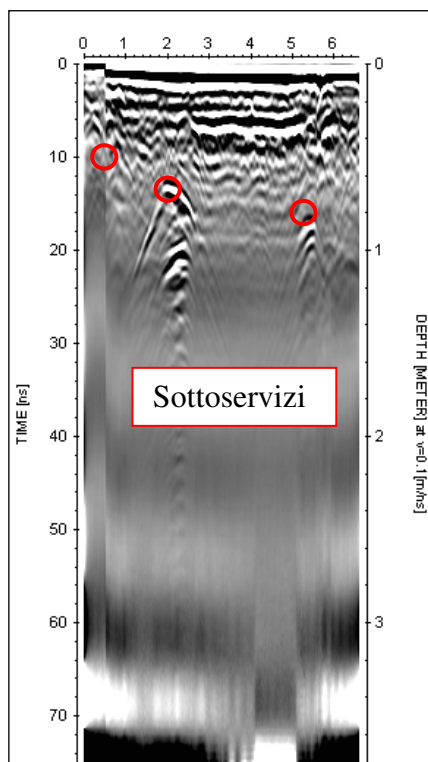
Profilo georadar n. 28



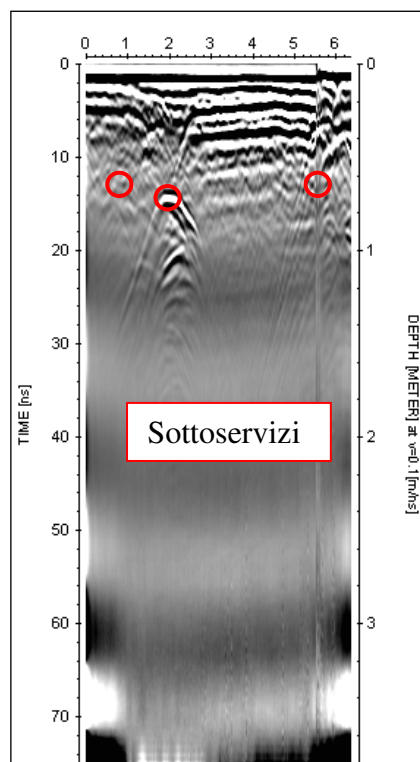
Profilo georadar n. 29



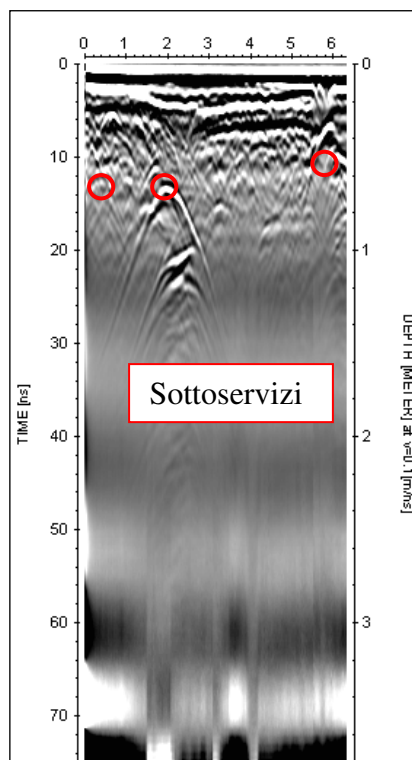
Profilo georadar n. 30



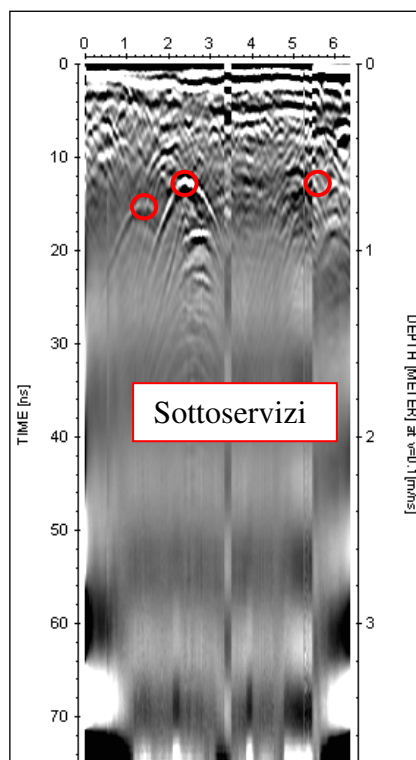
Profilo georadar n. 31



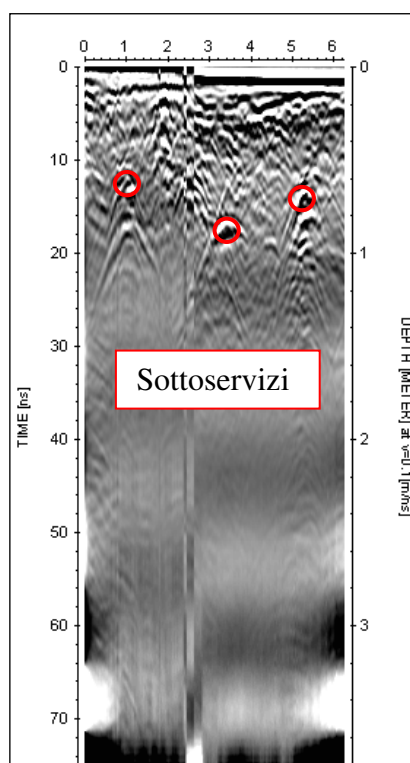
Profilo georadar n. 32



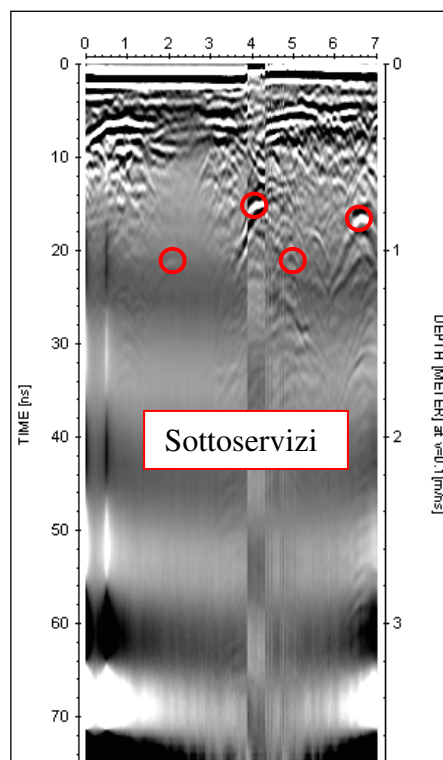
Profilo georadar n. 33



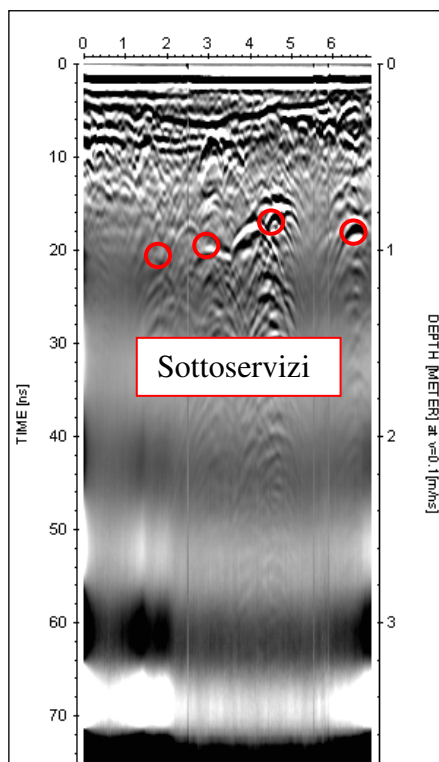
Profilo georadar n. 34



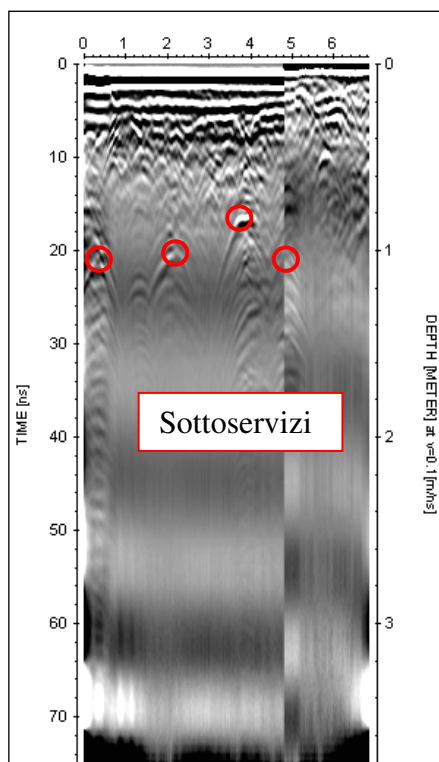
Profilo georadar n. 35



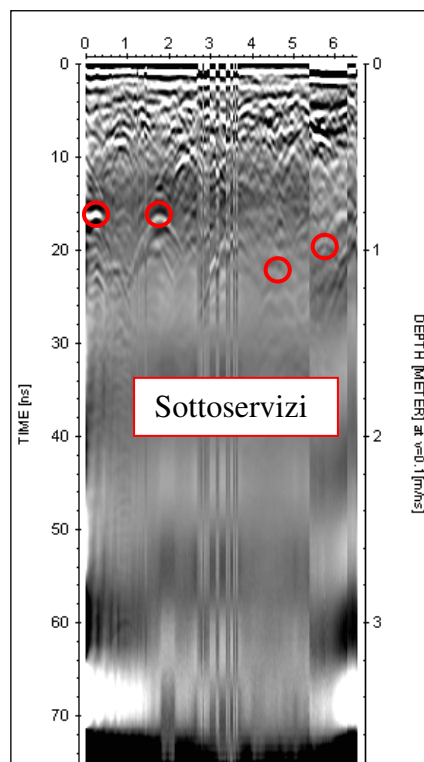
Profilo georadar n. 36



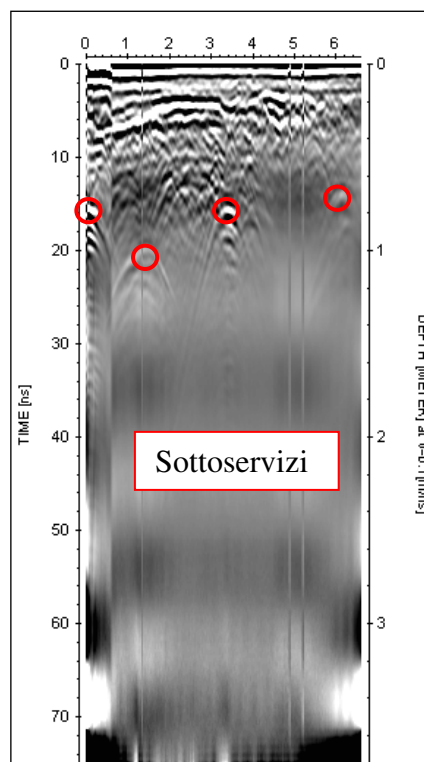
Profilo georadar n. 37



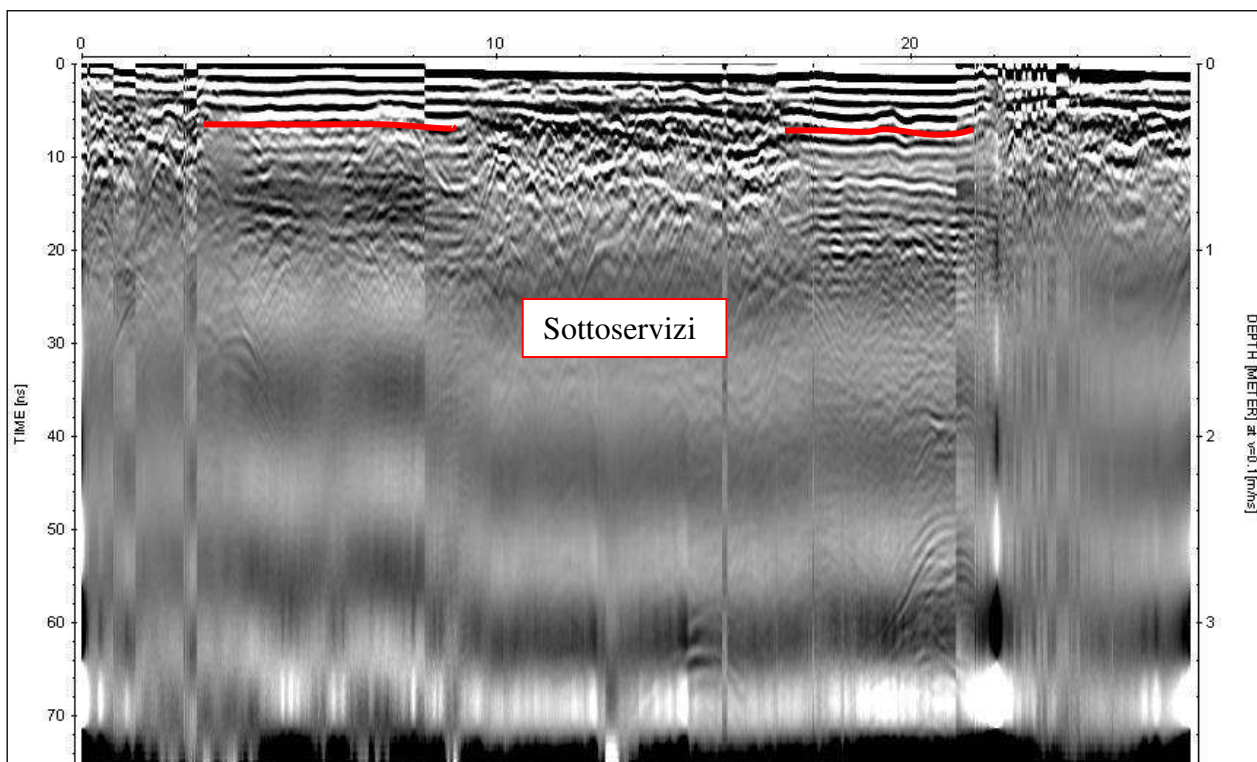
Profilo georadar n. 38



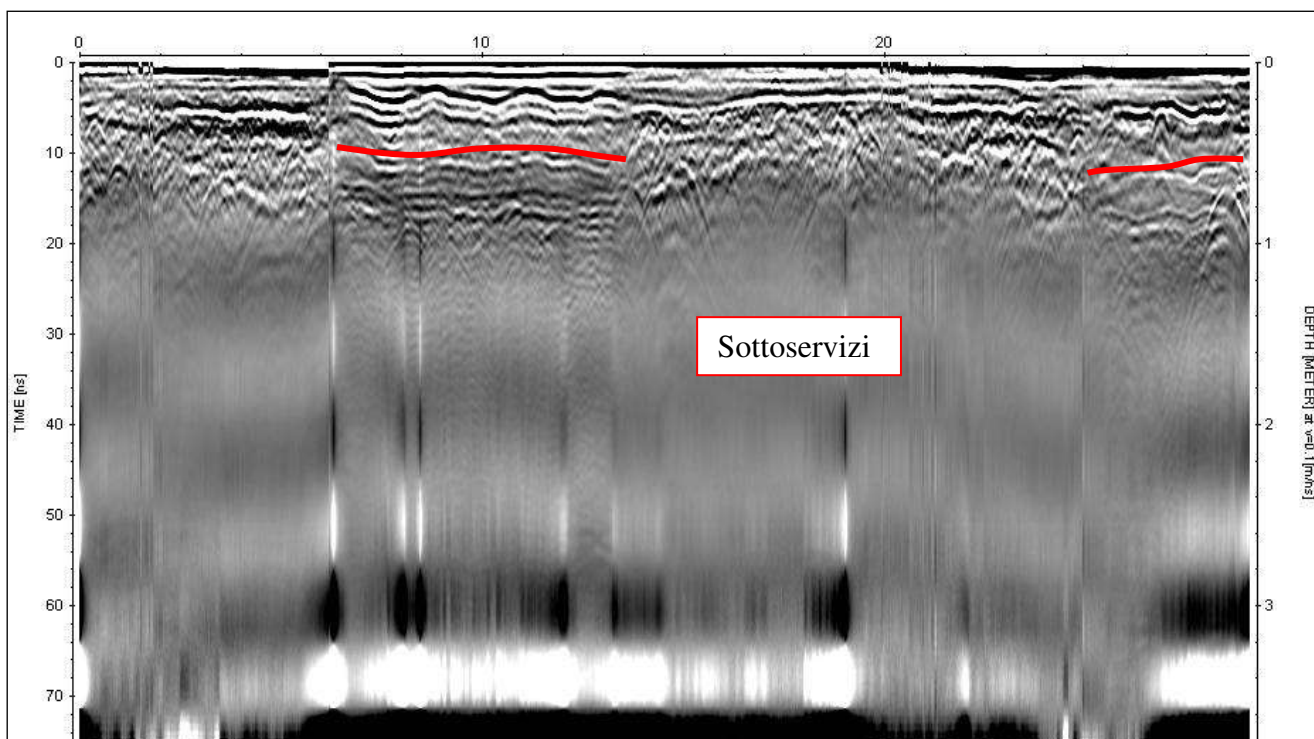
Profilo georadar n. 39



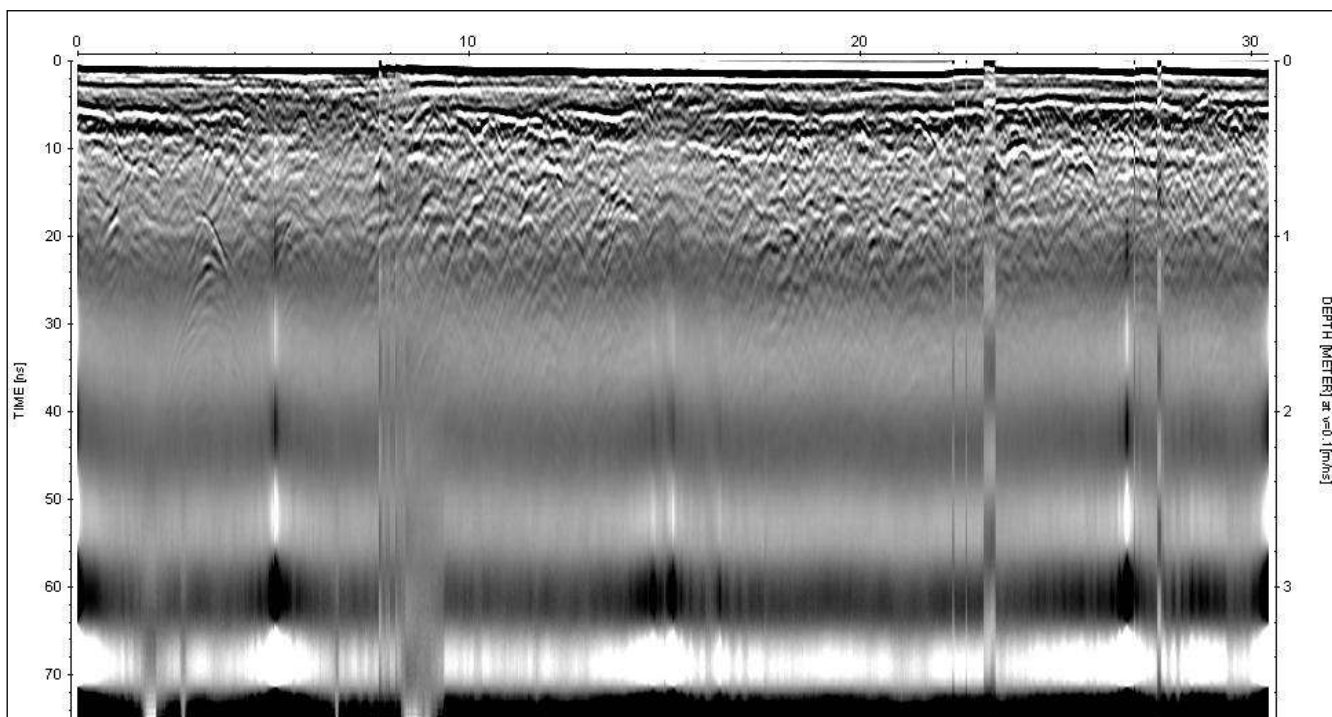
Profilo georadar n. 40



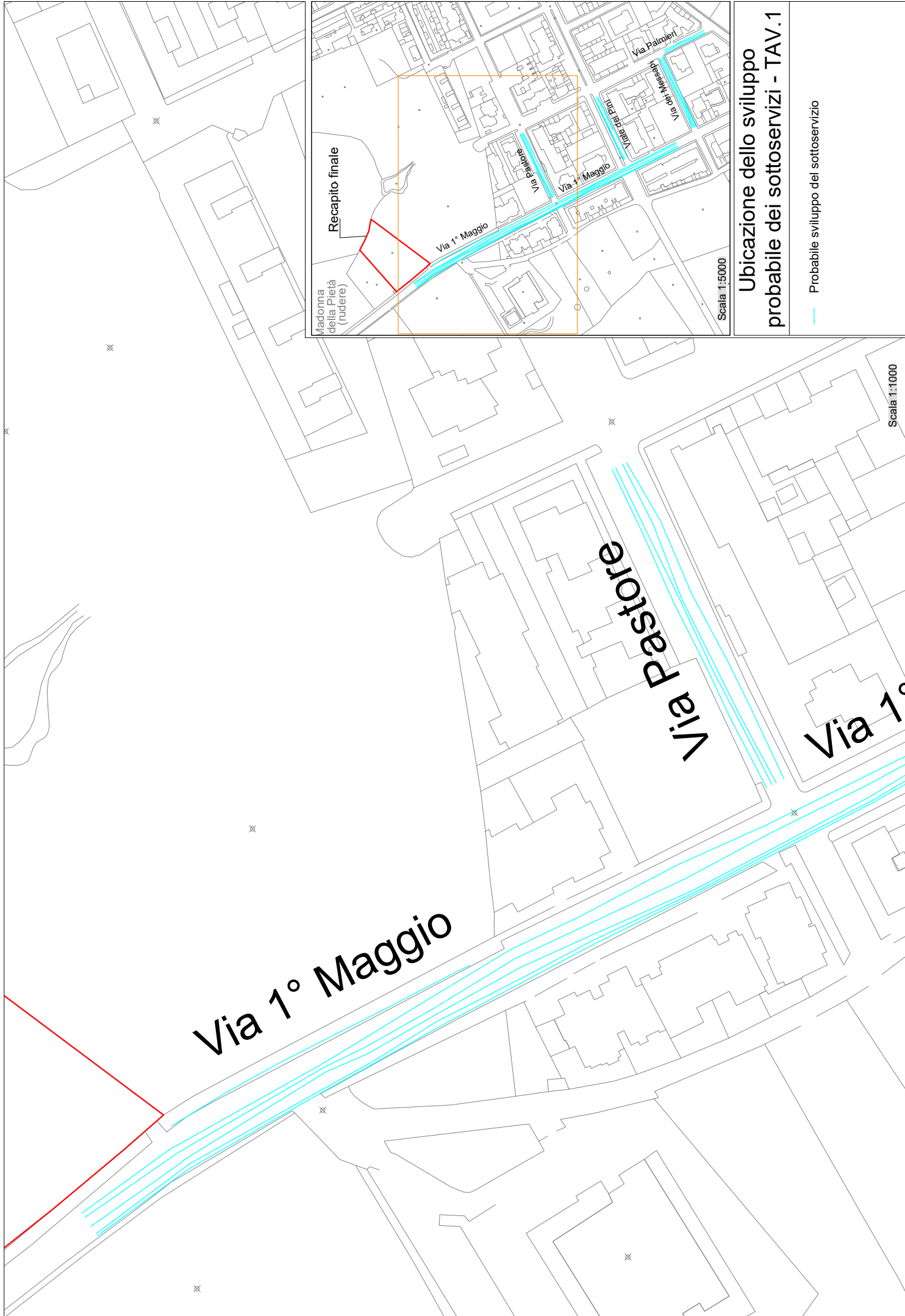
Profilo georadar n. 41

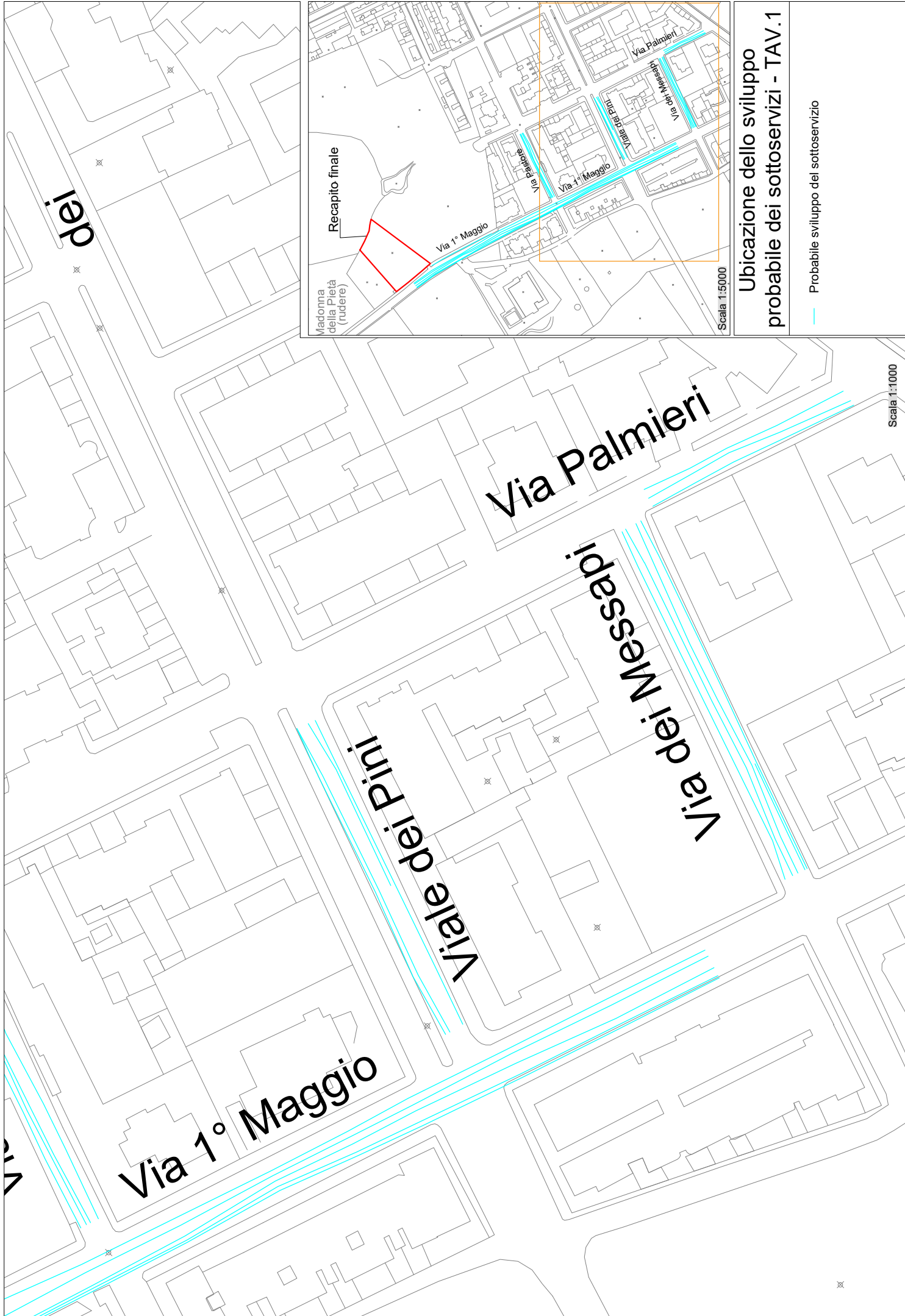


Profilo georadar n. 42



Profilo georadar n. 43





CONCLUSIONE

Su incarico dell'Amm.ne Comunale, nel mese di settembre 2023, il sottoscritto ha eseguito uno studio geologico-tecnico di supporto ad un progetto di "Potenziamento della fognatura pluviale nell'abitato di Giorgilorio nel Comune di Surbo".

L'area interessata dal progetto del recapito finale è su via 1° Maggio, mentre la condotta pluviale si svilupperà sulle strade Via 1° Maggio, Via dei Messapi, Via Palmieri, Viale dei Pini e Via Pastore.

Dal rilevamento geologico di superficie è emerso che nell'area in esame affiorano i Calcari di Altamura.

L'area risulta caratterizzata da una morfologia subpianeggiante ed è posizionata ad una quota media di 38 metri s.l.m..

Idrogeologicamente l'area è caratterizzata dalla presenza di una falda profonda ad una profondità di oltre 35.0 metri dal p.c, pertanto non interferisce con i lavori da realizzare.

Durante l'esecuzione del sondaggio geognostico è stato prelevato un campione di roccia da sottoporre ad analisi di laboratorio e determinare le caratteristiche meccaniche dell'ammasso roccioso presente nel sito di indagine.

Il campione di calcare è caratterizzato da:

- peso di volume allo stato naturale $\gamma = 2.24 \text{ g/cm}^3$.
- resistenza a compressione $\sigma = 43.60 \text{ MPa}$
- angolo di attrito $\varphi = 42.1^\circ$
- coesione $c = 2.39 \text{ MPa}$

Nei fori di sondaggio sono inoltre state eseguite due prove di permeabilità a carico costante; le tasche nelle quali sono state eseguite sono: nell' S1 tra 0.10 e 3.00 metri la prima e tra 6.00 e 10.0 metri la seconda, nell' S2 tra 1.00 e 3.00 metri la prima e tra 4.00 e 10.0 metri la seconda.

Le determinazioni fatte hanno portato alla stima delle seguenti permeabilità:

$$S1 \text{ Prova n. } 1 \quad K = 2.85 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$$

$$S1 \text{ Prova n. } 2 \quad K = 7.94 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$$

$$S2 \text{ Prova n. } 1 \quad K = 2.28 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$$

$$S2 \text{ Prova n. } 2 \quad K = 1.03 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$$

Per individuazione la categoria sismica del suolo di fondazione è stato poi eseguito nell'area un profilo sismico MASW per il calcolo delle V_s ,eq da cui è risultato che il substrato sismico lo si rinviene già a partire dai primi metri, ciò significa che la categoria sismica di suolo di fondazione è la A di *Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi*.

Sulle strade interessate dalla condotta pluviale sono state realizzate dei profili georadar per individuare e localizzare i sottoservizi principali nel sottosuolo; dalla elaborazione dei radar grammi è risultato che le strade sono interessate da una serie di sottoservizi restituiti nelle planimetrie riportate nel capitolo "Prospezione georadar".

In definitiva, gli scavi per la realizzazione della fognatura pluviale interessano tre litofacies secondo le seguenti percentuali:

- 10 % terreni di alterazione di copertura superficiale (terra rossa e/o terreno vegetale) che richiedono l'utilizzo della benna;
- 50 % di roccia lapidea molto fratturata e alterata che richiede l'utilizzo della benna/martellone;
- 40 % di roccia lapidea poco fratturata che richiede l'utilizzo del martellone.

Ruffano, settembre 2023

Dott. Geol. Marcello De Donatis

