

CUP:

ACQUEDOTTO PUGLIESE S.p.A.

PROGETTO DEFINITIVO

IMPIANTO DI DEPURAZIONE DI NARDÒ (LE)

**ADEGUAMENTO TECNOLOGICO DELL'IMPIANTO DI DEPURAZIONE DI NARDÒ
FINALIZZATO AL TRATTAMENTO DEI REFLUI PER IL PERSEGUIMENTO DEI
LIMITI DI CUI AL D.M.185/2003**



Coopprogetti soc. coop.
Via della Piaggiola, 152
06024 Gubbio (PG)

Progettista:
Ing. Alessandro Placucci



ACS International Eng. S.r.l.
Via Ercolano, 24 00078
Castel Gandolfo (RM)

Progettista:
Ing. Andrea Chiovelli



ATECH S.r.l.
Via della Resistenza, 48
70125 Bari

Progettista:
Ing. Orazio Tricarico



Il Coordinatore della progettazione
Ing. Giacomo LOVINO

Il Responsabile del Procedimento
Ing. Leonardo INDELLICATI

Direzione Ingegneria

Il Responsabile Ingegneria di Progettazione
Ing. Massimo PELLEGRINI

Il Direttore
Ing. Andrea VOLPE

Elaborato

ET.28

**Report delle indagini Geognostiche,
Geofisiche e Ambientali (documento fornito
dalla Stazione Appaltante)**

Codice Intervento : P1365

Codice SAP: 21/21047

Prot. N.

Data:

00	GEN.2021	Emesso per PROGETTO DEFINITIVO	-	-	-
N. Rev.	Data	Descrizione	Disegnato	Controllato	Approvato

COMUNE DI NARDO'

PROVINCIA DI LECCE

COMMITTENTE: ACQUEDOTTO PUGLIESE S.p.A.

**INDAGINI GEOGNOSTICHE, GEOFISICHE E PROVE
DI LABORATORIO GEOTECNICO NELL'AMBITO
DEL PROGETTO DI "ADEGUAMENTO
TECNOLOGICO IMPIANTO DI DEPURAZIONE DI
NARDO' FINALIZZATO AL TRATTAMENTO DEI
REFLUI PER IL PERSEGUIMENTO DEI LIMITI DI CUI
AL D.M. 185/2003"**

Ruffano, novembre 2020

IL DIRETTORE TECNICO
Dott. Geol. **MARCELLO DE DONATIS**



Società autorizzata dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
ad effettuare e certificare prove su terre.
Società autorizzata dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
ad effettuare e certificare prove su materiale da costruzione.
Società autorizzata dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
ad effettuare e certificare prove su rocce e prove in sito.



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

INDICE	1
PREMESSA	2
INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	4
INDAGINE GEOGNOSTICA	5
1. Prospezione Georadar (Ground Penetrating Radar).....	6
Schema di funzionamento.....	7
Taratura dati (velocità di propagazione)	9
Analisi dei risultati	10
2. Sondaggi geognostici a carotaggio continuo	14
3. Prelievo dei campioni e analisi di laboratorio.....	25
4. Profili sismici a rifrazione	27
5. Sismica con metodologia Masw.....	37
6. Rilievi sismici con metodologia HVSR.....	42
ALLEGATO:	50
CERTIFICATI DI ANALISI DI LABORATORIO	50
RADARGRAMMI	50

PREMESSA

Su incarico dell'Acquedotto Pugliese S.p.A., con ordine interno n. 10_01_20 del 16.10.2020 (cod. progetto P1365, cod CUP E74D16000040005) la Geoprove Srl di Ruffano ha eseguito delle indagini geognostiche, geofisiche e prove di laboratorio geotecnico e redatto la presente relazione Geologica di supporto al progetto esecutivo di *"Adeguamento tecnologico impianto di depurazione di Nardò finalizzato al trattamento dei reflui per il perseguimento dei limiti di cui al D.M. 185/2003"*.

Sono stati pertanto eseguiti:

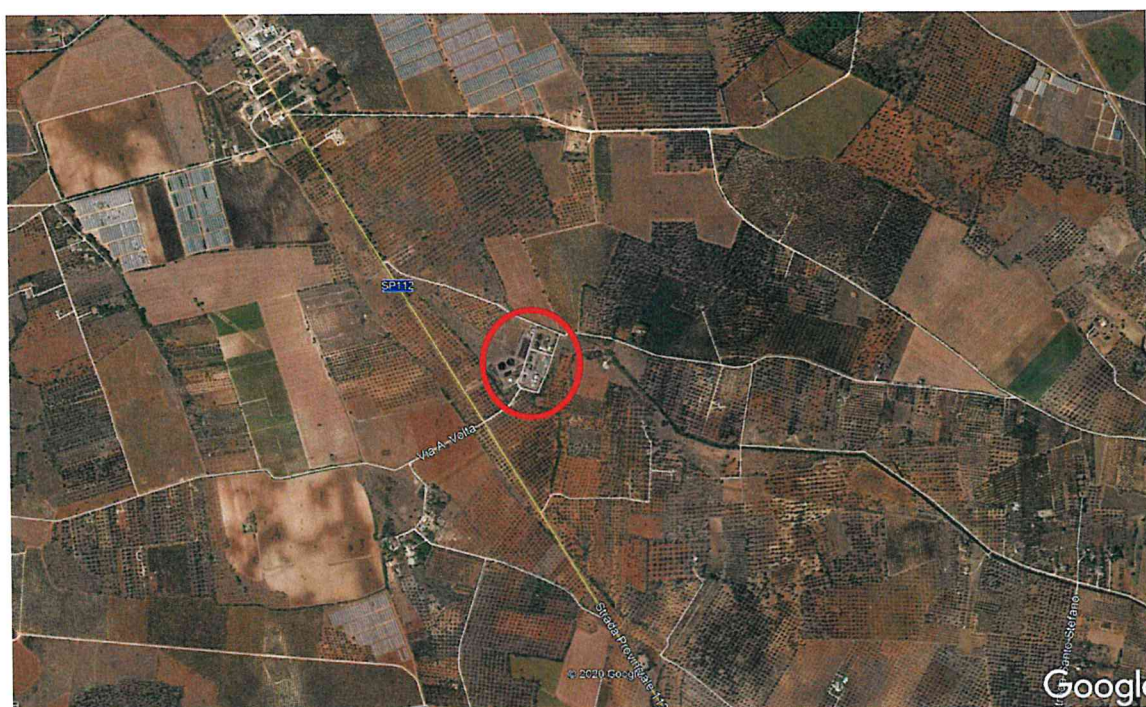
- indagine radar (per un totale di 3400 metri lineari) eseguita in corrispondenza dell'area in esame, l'impianto di depurazione, al fine di individuare e localizzare eventuali sottoservizi e/o anomalie ubicate nel sottosuolo delle sedi stradali con profondità di investigazione di almeno 3.0 metri, che possano interferire con impianto ed opere ad esso connesse;
- n. 3 sondaggio geognostico a carotaggio continuo, di profondità pari a 15 m;
- prelievo ed analisi di laboratorio geotecnico eseguiti su n.4 campioni;
- n. 4 profili sismici a rifrazione della lunghezza ciascuno di 33 metri);
- n. 2 indagini sismiche di superficie con metodologia Masw per il calcolo delle Vs, eq.
- n. 2 rilievi sismici con metodologia HVSR per misura dei microtremori.

Al termine delle indagini è stata redatta la presente relazione geologico-
tecnica e sismica ai sensi del D.M. 17.01.2018.

INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

L'area indagata è ubicata nel territorio comunale di Nardò (LE), ad una quota topografica di 32.0-33.0 m s.l.m. ed è individuata dalle seguenti coordinate geografiche:

- ✓ Latitudine: 40° 11' 37" N
- ✓ Longitudine: 17° 58' 03" E



Area di indagine, immagine da Google Earth ®

INDAGINE GEOGNOSTICA

Le indagini geognostiche sono state eseguite dalla Ditta Geoprove, in conformità alle direttive del **DM 17/01/2018** recante "Norme Tecniche per le costruzioni" ed è stata finalizzata alla raccolta di dati qualitativi e quantitativi occorrenti per la previsione del comportamento dell'opera in rapporto alle caratteristiche del terreno.

Sono stati pertanto eseguiti:

- indagine radar (per un totale di 3400 metri lineari) eseguita in corrispondenza dell'area in esame, l'impianto di depurazione, al fine di individuare e localizzare eventuali sottoservizi e/o anomalie ubicate nel sottosuolo delle sedi stradali con profondità di investigazione di almeno 3.0 metri, che possano interferire con impianto ed opere ad esso connesse;
- n. 3 sondaggio geognostico a carotaggio continuo, di profondità pari a 15 m;
- prelievo ed analisi di laboratorio geotecnico eseguiti su n.4 campioni;
- n. 4 profili sismici a rifrazione della lunghezza ciascuno di 33 metri);
- n. 2 indagini sismiche di superficie con metodologia Masw per il calcolo delle Vs, eq.
- n. 2 rilievi sismici con metodologia HVSR per misura dei microtremori.

1. 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 un'antenna da 600 MHz.

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.

Analisi dei risultati

Le indagini radar, per un totale di 3400 metri lineari, sono state eseguite in corrispondenza dell'area interessata dal progetto al fine di individuare e localizzare eventuali sottoservizi e/o anomalie ubicate nel sottosuolo delle sedi stradali con profondità di investigazione di almeno 3.0 metri, che possano interferire con l'impianto e/o le opere ad esso connesse.

Sono state realizzate complessivamente n. 231 strisciate, attenendosi alle indicazioni fornite dalla committenza, di lunghezza variabile in relazione agli spazi da investigare, per ognuna delle quali è stata allegata una copia del radargramma.

I profili sono stati acquisiti mantenendo costanti i parametri di acquisizione (acquisizione in continuo); il verso di indagine, per convenzione, è stato scelto inserendo il numero della strisciata alla fine della stessa.

La campagna di indagine radar è stata tuttavia supportata da un attento rilievo in situ con ispezione dei pozzetti: ispezioni, insieme all'elaborazione dei dati acquisiti, ha permesso di definire oltre all'andamento planimetrico dei sottoservizi rilevati anche la natura la quale

è stata riportata nella legenda della carta "Ubicazione sottoservizi e anomalie rilevate".



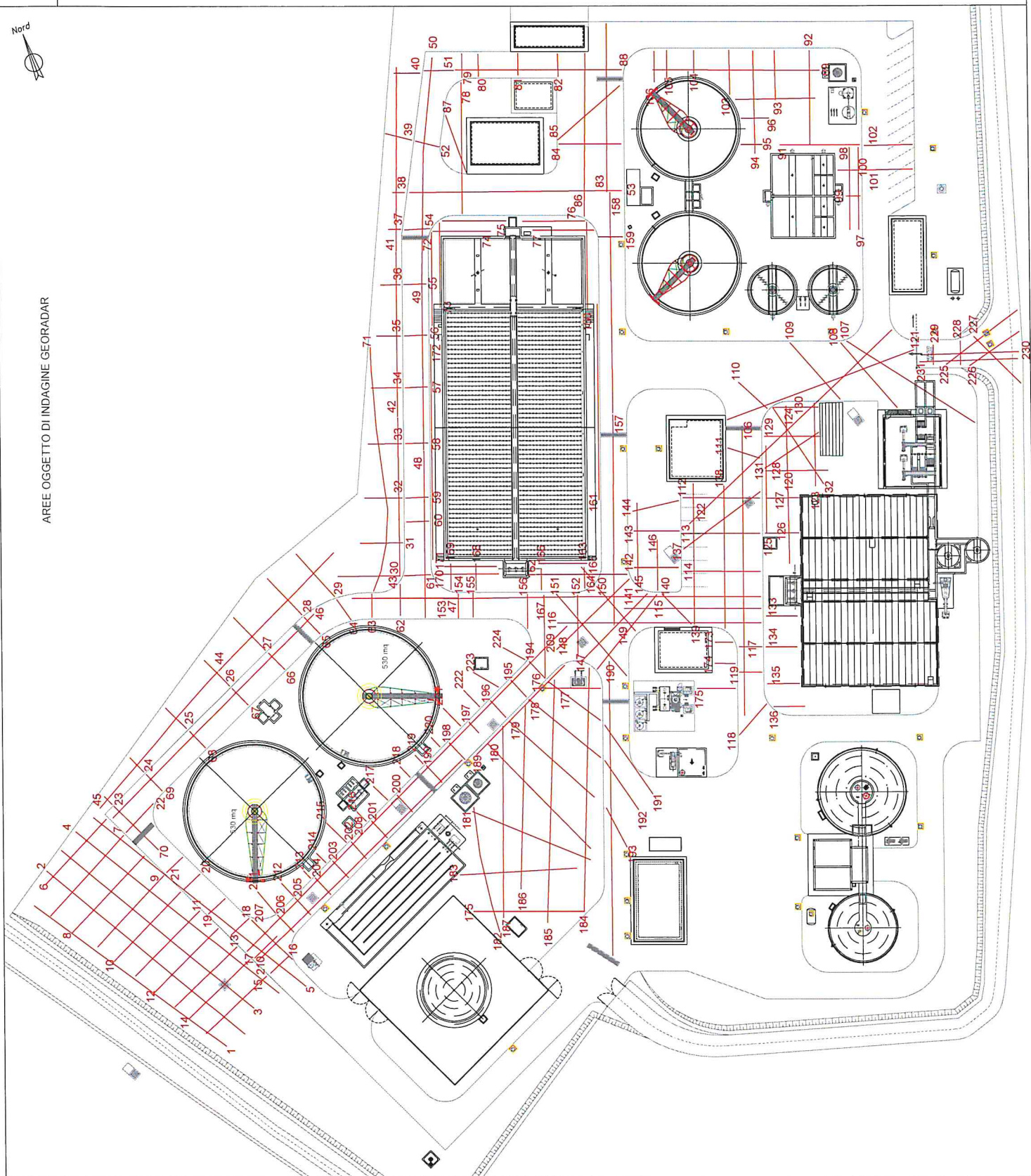
Ispezione pozzetti

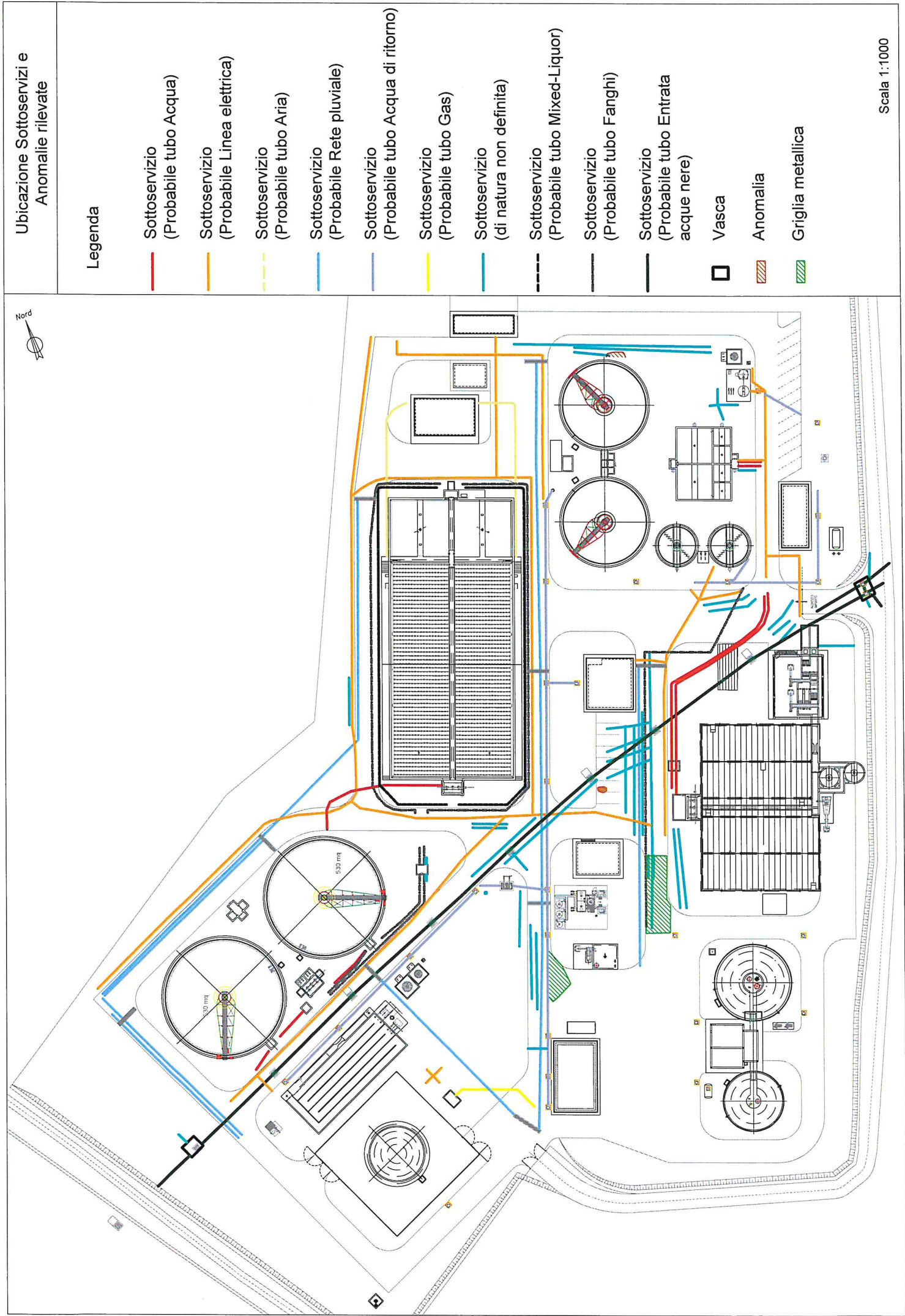
Come si può osservare nella carta elaborata le anomalie sono da ricondurre ad i sottoservizi ed in alcuni casi ad una griglia metallica o a delle anomalie non definite di cui tuttavia è stata riportata ubicazione.

La profondità dei sottoservizi rilevati è compresa tra 0.30 e 1.20 metri di profondità; in alcuni casi le anomalie le si rinvenivano quasi in superficie come nel caso delle griglie metalliche.

Per una facile lettura si rimanda alla planimetria "Ubicazione sottoservizi e anomalie rilevate".

I radargrammi sono riportati in calce alla relazione (allegato).







Esecuzione indagine radar



Esecuzione indagine radar



Esecuzione indagine radar



Esecuzione indagine radar

2. Sondaggi geognostici a carotaggio continuo

In data 10.11.2020 sono stati eseguiti n.3 sondaggi geognostici a carotaggio continuo.

La terebrazione è stata eseguita impiegando una trivella della Comacchio, mod. GEO 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 pistoncini 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.

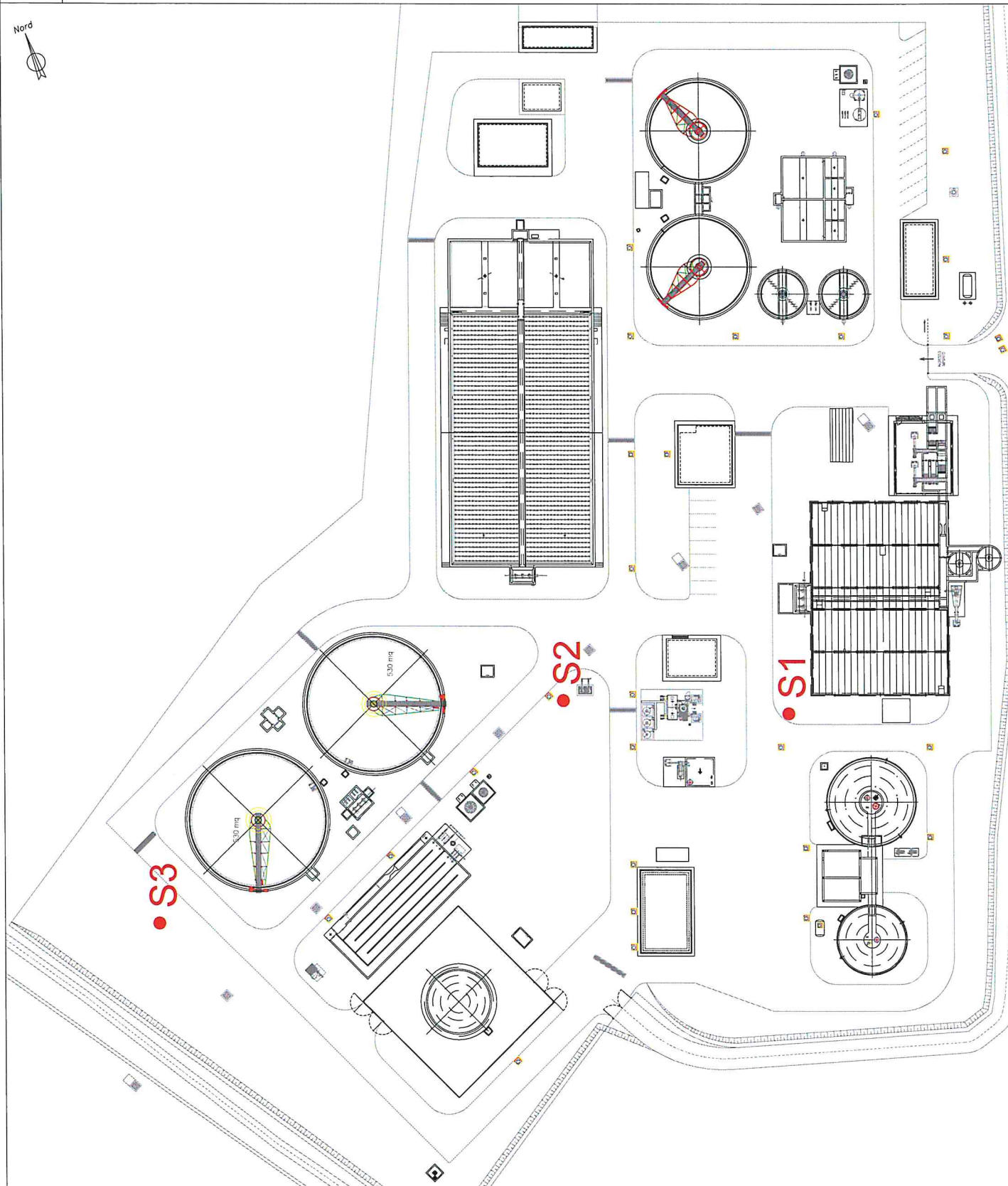
Il materiale perforato è stato conservato in cassette catalogatrici, in PVC della lunghezza di un metro, munite di scomparti divisori (1 m di lunghezza con 5 compartimenti) e di coperchio. Sulle cassette è stato indicato il numero di sondaggio e le profondità.

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

Di seguito si allegano: la restituzione grafica della stratigrafia, nella quale sono riportate anche le profondità di prelievo dei campioni sottoposti ad analisi di laboratorio geotecnico (i campioni indisturbati) e i campioni da sottoporre ad analisi ambientale; la documentazione fotografica ed una planimetria con l'ubicazione.

Legenda

- Sondaggi geognostici a
carotaggio continuo



SONDAGGIO S1

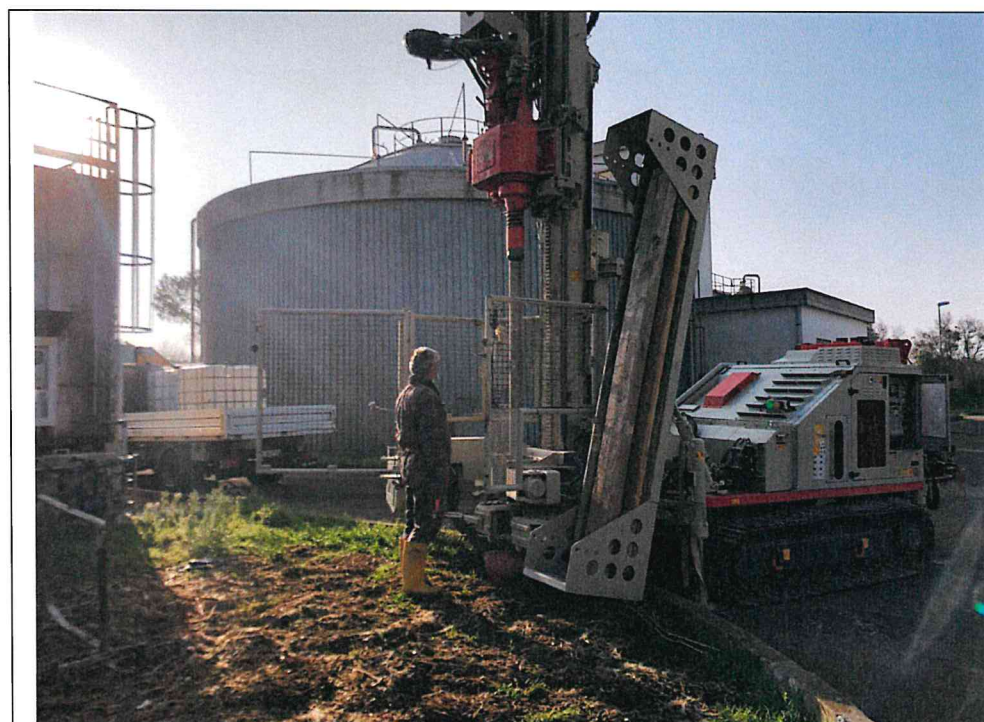
Committente: Acquedotto Pugliese SpA	
Località: Depuratore Nardò	
Quota s.l.m.: 33 m s.l.m.	Data: 10/11/2020
Coordinate Lat/Long: 40° 11' 36.71"N; 17° 58' 3.93" E	

Caratteristiche generali e modalità di perforazione







Sonda perforatrice	GEO 602 - Comacchio
Diametro del foro	Ø 101
Profondità raggiunta	15.0 m
Inclinazione del foro di sondaggio	verticale
Tecnica di scavo	A rotazione a carotaggio continuo
Tubo di rivestimento	0.0 m - 4.0 m
Cassette catalogatrici	3

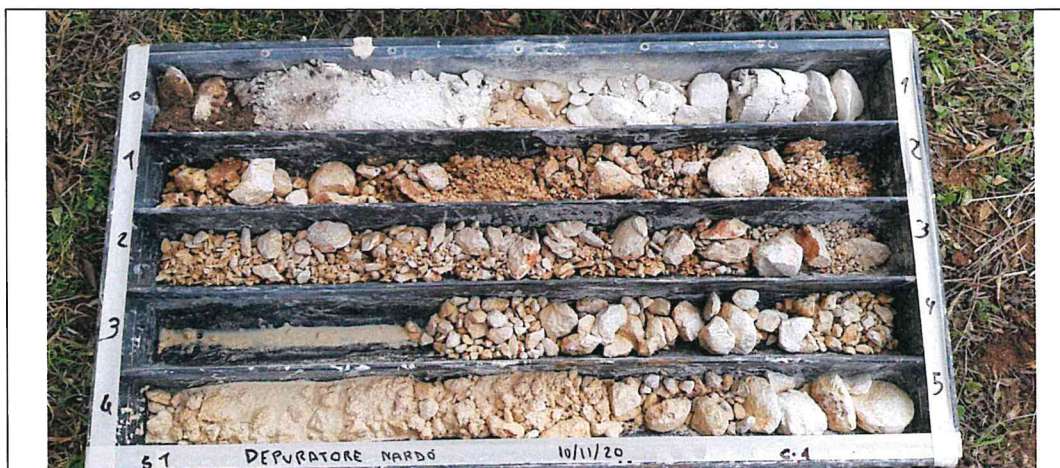


Esecuzione sondaggio S1



Esecuzione sondaggio S1

SCALA 1 :75			STRATIGRAFIA				Pagina 1/1			
Ø mm	R v	metri	LITOLOGIA	prof. m	Spes. m	DESCRIZIONE	RQD % 0 -- 100	Campioni	Cass.	
				0.3	0.3	Terreno vegetale		CA1) Amb 0.10 0.50		
				0.7	0.4	Terreno di riporto costituito da brecce calcaree e sabbie				
		1				Calcare biancastro alterato, molto fratturato e sottilmente stratificato fino a rendere l'ammasso roccioso totalmente una breccia calcarea.				
		2								
		3							C1) Ind < 3.00 3.50	
		4								
		5								
		6								
		7								
		8								
		9								
		10							C2) Ind < 9.50 10.00	
		11								
		12								
		13								
		14								
		15								
101				15.0	14.3					



Cassetta n. 1 (0.00 m - 5.00 m)



Cassetta n. 2 (5.00 m - 10.00 m)



Cassetta n. 3 (10.00 m - 15.00 m)

SONDAGGIO S2

Committente: Acquedotto Pugliese SpA	
Località: Depuratore Nardò	
Quota s.l.m.: 33 m s.l.m.	Data: 10/11/2020
Coordinate Lat/Long: 40° 11' 37.16"N; 17° 58' 2.33" E	

Caratteristiche generali e modalità di perforazione

Sonda perforatrice	GEO 602 - Comacchio
Diametro del foro	Ø 101
Profondità raggiunta	15.0 m
Inclinazione del foro di sondaggio	verticale
Tecnica di scavo	A rotazione a carotaggio continuo
Tubo di rivestimento	0.0 m - 4.0 m
Cassette catalogatrici	3



Esecuzione sondaggio S2



Esecuzione sondaggio S2

Committente: Aqp SpA	Sondaggio: S2
Riferimento: Adeguamento depuratore	Data: 10/11/2020
Coordinate: 40°11'37.16"N, 17°58'2.33"E	Quota: 33 mt s.l.m.
Località: Nardò (Le)	

SCALA 1 :75

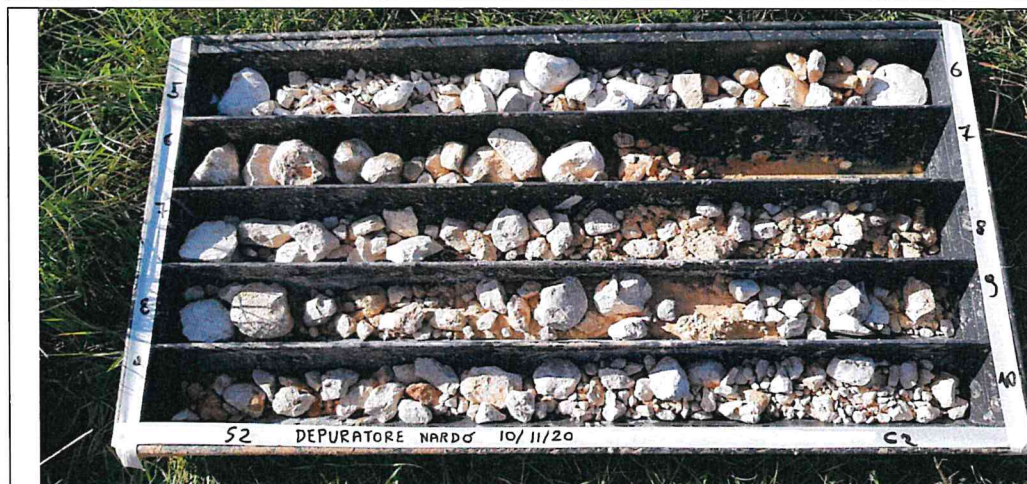
STRATIGRAFIA

Pagina 1/1

Ø mm	R v	metri	LITOLOGIA	prof. m	Spess. m	DESCRIZIONE	RQD % 0 --- 100	Campioni	Cass.
				0.3	0.3	Terreno vegetale		CA1) Amb 0.10 0.50	
		1				Breccia calcarea molto alterata con elementi di alterazione sabbiosi di colore arancio			
		2		2.0	1.7	Calcare biancastro alterato, molto fratturato e sottilmente stratificato fino a rendere l'ammasso roccioso, quasi interamente, una breccia calcarea.			1
		3						C1) Ind < 3.00 3.50	
		4							
		5							
		6							
		7							
		8							
		9							
		10							
		11							
		12							
		13							2
		14							
		15		15.0	13.0				3



Cassetta n. 1 (0.00 m - 5.00 m)



Cassetta n. 2 (5.00 m - 10.00 m)



Cassetta n. 3 (10.00 m - 15.00 m)

SONDAGGIO S3

Committente: Acquedotto Pugliese SpA	
Località: Depuratore Nardò	
Quota s.l.m.: 33 m s.l.m.	Data: 10/11/2020
Coordinate Lat/Long: 40° 11' 36.84"N; 17° 58' 58.19" E	

Caratteristiche generali e modalità di perforazione

Sonda perforatrice	GEO 602 - Comacchio
Diametro del foro	Ø 101
Profondità raggiunta	13.50 m
Inclinazione del foro di sondaggio	verticale
Tecnica di scavo	A rotazione a carotaggio continuo
Tubo di rivestimento	0.0 m - 4.0 m
Cassette catalogatrici	3



Esecuzione sondaggio S3



Esecuzione sondaggio S3

Committente: Aqp SpA	Sondaggio: S3
Riferimento: Adeguamento depuratore	Data: 10/11/2020
Coordinate: 40°11'36.84"N, 17°57'58.19"E	Quota: 33 mt s.l.m.
Località: Nardò (Le)	

SCALA 1 :70

STRATIGRAFIA

Pagina 1/1

Ø mm	R v	metri	LITOLOGIA	prof. m	Spes. m	DESCRIZIONE	RQD % 0 --- 100	Campioni	Cass.
				0.4	0.4	Terreno vegetale		CA1) Amb 0.10 0.50	
		1				Calcare micritico dal bianco al grigio molto fratturato e sottilmente stratificato fino a rendere, quasi interamente, l'ammasso roccioso una breccia calcarea. Si identificano talvolta dei livelli vacuolari e leggermenti alterati			
		2						CA2) Amb 2.00 2.50	
		3						C1) Ind < 2.50 3.00	1
		4							
		5							
		6							
		7							
		8							2
		9							
		10						C2) Ind < 10.00 10.50	
		11							
		12							3
		13							
101				13.5	13.1				



Cassetta n. 1 (0.00 m - 5.00 m)



Cassetta n. 2 (5.00 m - 10.00 m)



Cassetta n. 3 (10.00 m - 13.50 m)

3. Prelievo dei campioni e analisi di laboratorio

Durante l'esecuzione dei sondaggi geognostici sono stati prelevati 4 campioni di roccia sottoposti ad analisi di laboratorio.

Si tratta di due campioni prelevati dal sondaggio S1, ad una profondità di 3.0 e 4.0 m, e di due campioni prelevati dal sondaggio S3, i campioni C1 e C2 prelevati rispettivamente a 5.0 e 10.0 m.

Per la caratterizzazione del litotipo calcareo è stato determinato il peso di volume, l'umidità, la massa volumica apparente e massa volumica reale, la porosità e la resistenza a compressione uniassiale.

Il campione S1-C1 presenta le seguenti caratteristiche fisiche:

- peso di volume allo stato naturale = $2135,26 \text{ kg/m}^3$.
- massa volumica apparente = $2094,50 \text{ kg/m}^3$
- massa volumica reale = $2721,80 \text{ kg/m}^3$
- porosità totale = 23 %
- umidità naturale = 1,0 %;
- Resistenza a compressione = $756,28 \text{ kg/cm}^2$

Il campione S1-C2 presenta le seguenti caratteristiche fisiche:

- peso di volume allo stato naturale = $2237,49 \text{ kg/m}^3$.
- massa volumica apparente = $2176,40 \text{ kg/m}^3$
- massa volumica reale = $2721,80 \text{ kg/m}^3$
- porosità totale = 20 %
- umidità naturale = 1,2 %;

- Resistenza a compressione = $751,87 \text{ kg/cm}^2$

Il campione S3-C1 presenta le seguenti caratteristiche fisiche:

- peso di volume allo stato naturale = $2301,90 \text{ kg/m}^3$.
- massa volumica apparente = $2232,00 \text{ kg/m}^3$
- massa volumica reale = $2737,30 \text{ kg/m}^3$
- porosità totale = 18,5 %
- umidità naturale = 1,2 %;
- Resistenza a compressione = $892,06 \text{ kg/cm}^2$

Il campione S3-C2 presenta le seguenti caratteristiche fisiche:

- peso di volume allo stato naturale = $2429,59 \text{ kg/m}^3$.
- massa volumica apparente = $2300,10 \text{ kg/m}^3$
- massa volumica reale = $2741,10 \text{ kg/m}^3$
- porosità totale = 16,1 %
- umidità naturale = 1,3 %;
- Resistenza a compressione = $917,09 \text{ kg/cm}^2$

4. Profili sismici a rifrazione

Per la ricostruzione stratigrafica e sismostratigrafica dell'area e per la caratterizzazione meccanica dei litotipi che ivi si rinvenivano sono stati eseguiti n. 4 profili sismici per una lunghezza ciascuno di 33.0 metri.

L'elaborazione del profilo sismico è avvenuta mediante apposito algoritmo delle sezioni sismografiche, con restituzione tomografia. Tale metodo permette di individuare anomalie nella velocità di propagazione delle onde sismiche, con un elevato potere risolutivo offrendo la possibilità di ricostruire stratigraficamente situazioni complesse, non risolvibili con differenti tecniche di indagine.

La tomografia sismica, rispetto alla convenzionale sismica a rifrazione, limita i problemi interpretativi dovuti agli strati ad inversione di velocità (orizzonte fantasma) o di ridotti spessori.

Essa consiste nella ricostruzione di sezioni bidimensionali (2D) realizzate mediante serie di stendimenti sismici a rifrazione con sismografo a 12 canali.

Lo strumento di acquisizione è il Geode, della Geometrics con geofoni da 12 Hz, il software utilizzato per l'elaborazione tomografica è il Rayfract.

La sezione di output del software di interpretazione geofisica è in grado di rappresentare la discretizzazione del sottosuolo indagato in differenti sismogrammi, ovvero livelli caratterizzati da omologhe velocità sismiche.

Per il trattamento dei dati per la ricostruzione tomografica dell'immagine si utilizza una suddivisione dell'area di studio in celle elementari, calcolando per ciascuna di queste un valore di velocità congruente con il tempo di tragitto medio relativo ai percorsi dei raggi

sismici che le attraversano; la presentazione delle elaborazioni eseguite dà come risultato una mappa della distribuzione delle velocità sismiche in una sezione piana contenente le sorgenti ed i geofoni.

Le indagini sismiche, in pratica, si effettuano misurando i tempi diretti di propagazione nel terreno delle onde sismiche tra una sorgente di energia, e uno o più sensori (geofoni), che vengono posizionati lungo un allineamento a distanze progressivamente crescenti dal punto di emissione dell'energia. Le indagini possono essere effettuate sia a livello, che in foro.

Le onde elastiche possono essere generate mediante l'utilizzazione di masse battenti o tramite esplosioni controllate. L'impiego dell'una o dell'altra fonte di energizzazione dipende essenzialmente dalla profondità d'investigazione richiesta.

In tale campagna di indagine le prospezioni sismiche sono state realizzate posizionando sorgenti e geofoni lungo un allineamento, utilizzando 12 geofoni 5 registrazioni per ogni stendimento. L'energizzazione è stata del tipo a massa battente.

La restituzione grafica è stata presentata con finestre profonde 7 metri.

Il risultato finale è la rappresentazione delle velocità (in m/s) per piani o sezioni indagate visualizzata mediante una scala cromatica, che va dal blu (basse velocità) al rosso (alte velocità). Quanto più il mezzo attraversato dal suono è rigido e incompressibile, tanto maggiore sarà la sua velocità caratteristica. Valori bassi della velocità mettono in evidenza la variazione negativa delle caratteristiche elastiche e meccaniche

Ogni profilo sismico è stato registrato con n.5 scoppi in linea (shots)

Gli "scoppi" estremi sono stati ubicati ad una distanza dal primo e dall'ultimo geofono pari alla meta della distanza intergeofonica utilizzata.

Per quanto riguarda gli "scoppi" esterni alla base sismica sono stati posizionati, compatibilmente con le condizioni logistico-morfologiche ad una distanza pari alla semilunghezza della base stessa.

L'elaborazione tomografica e la restituzione del modello geofisico è stata effettuata con il *software Rayfract* che esegue l'inversione tomografica con il metodo *WET (Wavepath Eikonal Traveltime tomography processing)*.

Il software RAYFRACT consente la realizzazione di dettagliati modelli di velocità del sottosuolo, con le più evolute tecniche tomografiche, soprattutto nel caso di strutture profonde. Tali tecniche consistono in due metodi, quello di inversione DELTA t-v, mediante il quale si ottengono dei profili 1D "profondità-velocità" dai dati di *traveltime* e il metodo di inversione 2D, WET, mediante il quale si ottimizzano i modelli di velocità ottenuti con il metodo DELTA t-v.

Il software RAYFRACT è stato supportato dal software SURFER 8 mediante il quale è stato eseguito automaticamente il *gridding*, l'*imaging* ed il *contouring* dei suddetti modelli di velocità.

Partendo direttamente dall'importazione delle tracce sismiche, RAYFRACT permette di effettuare il *picking* dei primi arrivi, eseguito in questo caso manualmente, ed ottenere quindi un *image* delle strutture di velocità anche in situazioni di topografia estrema e di marcati contrasti laterali di velocità.

Il modello iniziale del gradiente di velocità ottenuto con il metodo DELTA t-v viene ottimizzato automaticamente mediante l'inversione tomografica 2D WET (*Wet Tomography Eikonal Traveltime*). La teoria in proposito basa i modelli tomografici sulla modellizzazione del percorso di

un fascio di raggi per ogni primo arrivo, contrariamente a quanto previsto con la tomografia convenzionale basata sulla modellizzazione del percorso di un raggio sismico per ogni primo arrivo.

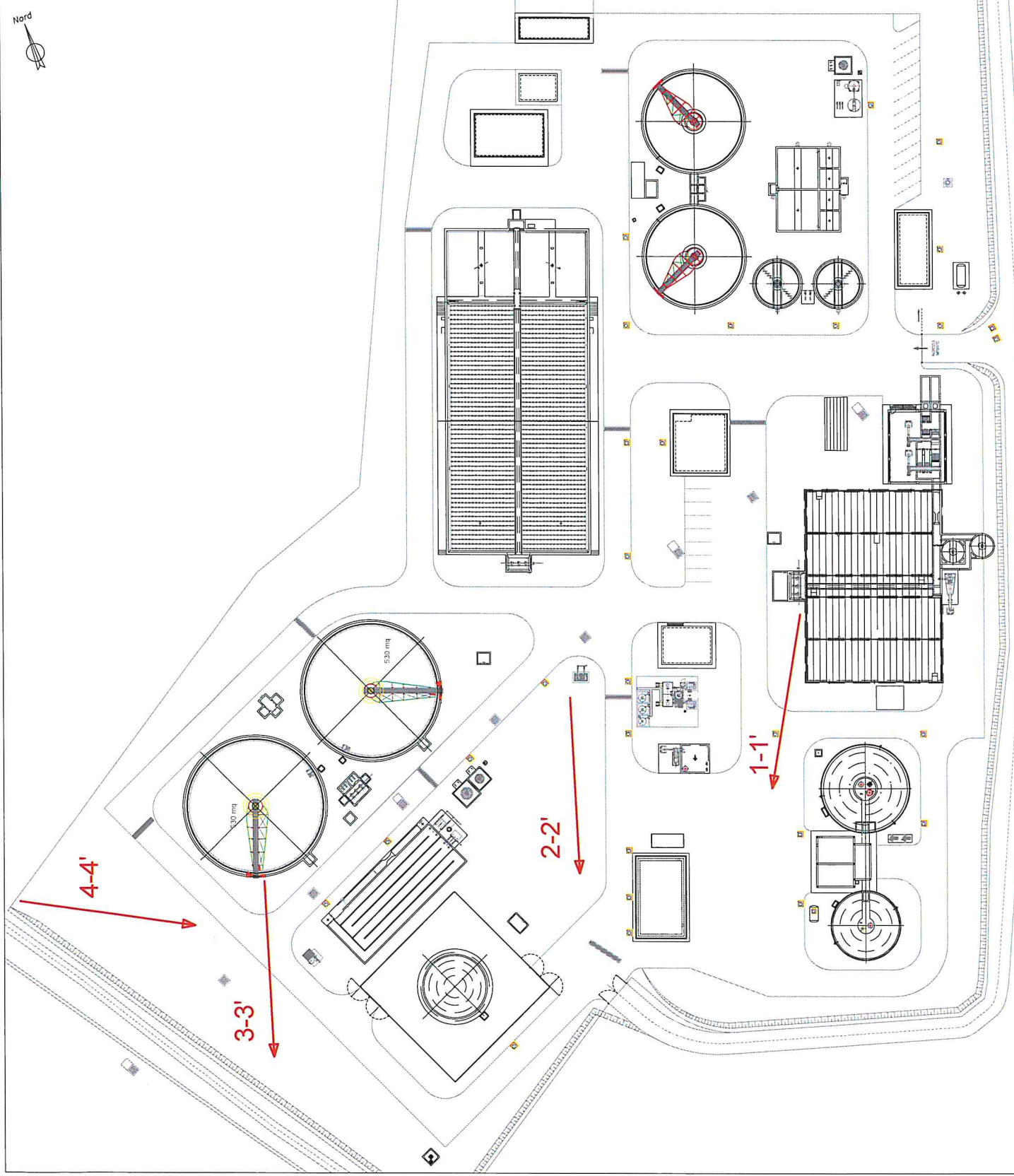
In tal modo si ottiene l'output finale dell'inversione WE.

Qui di seguito si allega una planimetria con l'ubicazione degli stendimenti sismici; segue la documentazione fotografica e la descrizione dei risultati ottenuti in questa campagna di indagini.

Legenda



Profilo sismico a rifrazione





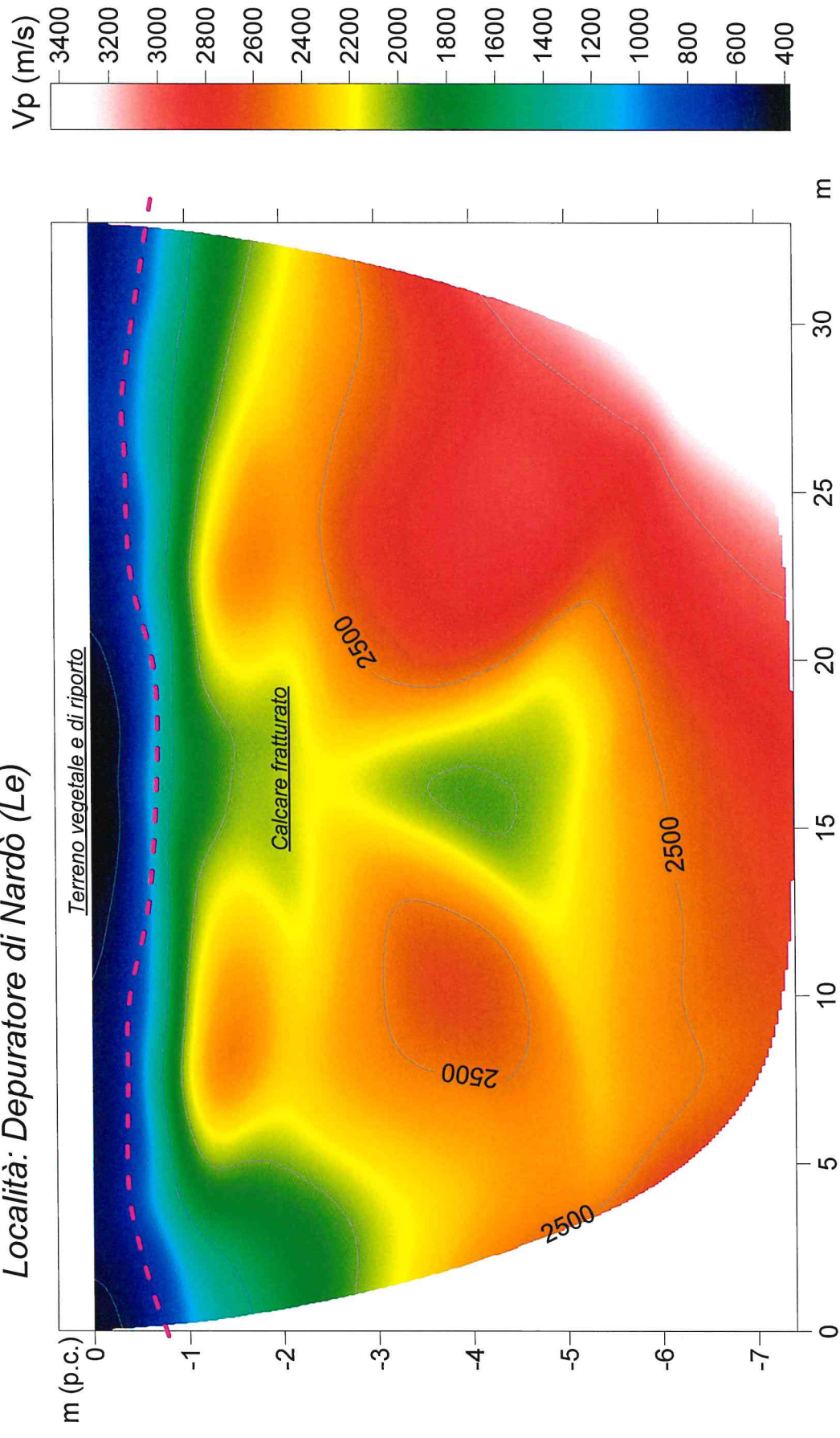
Esecuzione profilo sismico a rifrazione 1-1' e Masw sullo stesso stendimento



Esecuzione profilo sismico a rifrazione 1-1' e Masw sullo stesso stendimento

Sismica tomografica a rifrazione
Località: Depuratore di Nardò (Le)

Profilo 1-1'





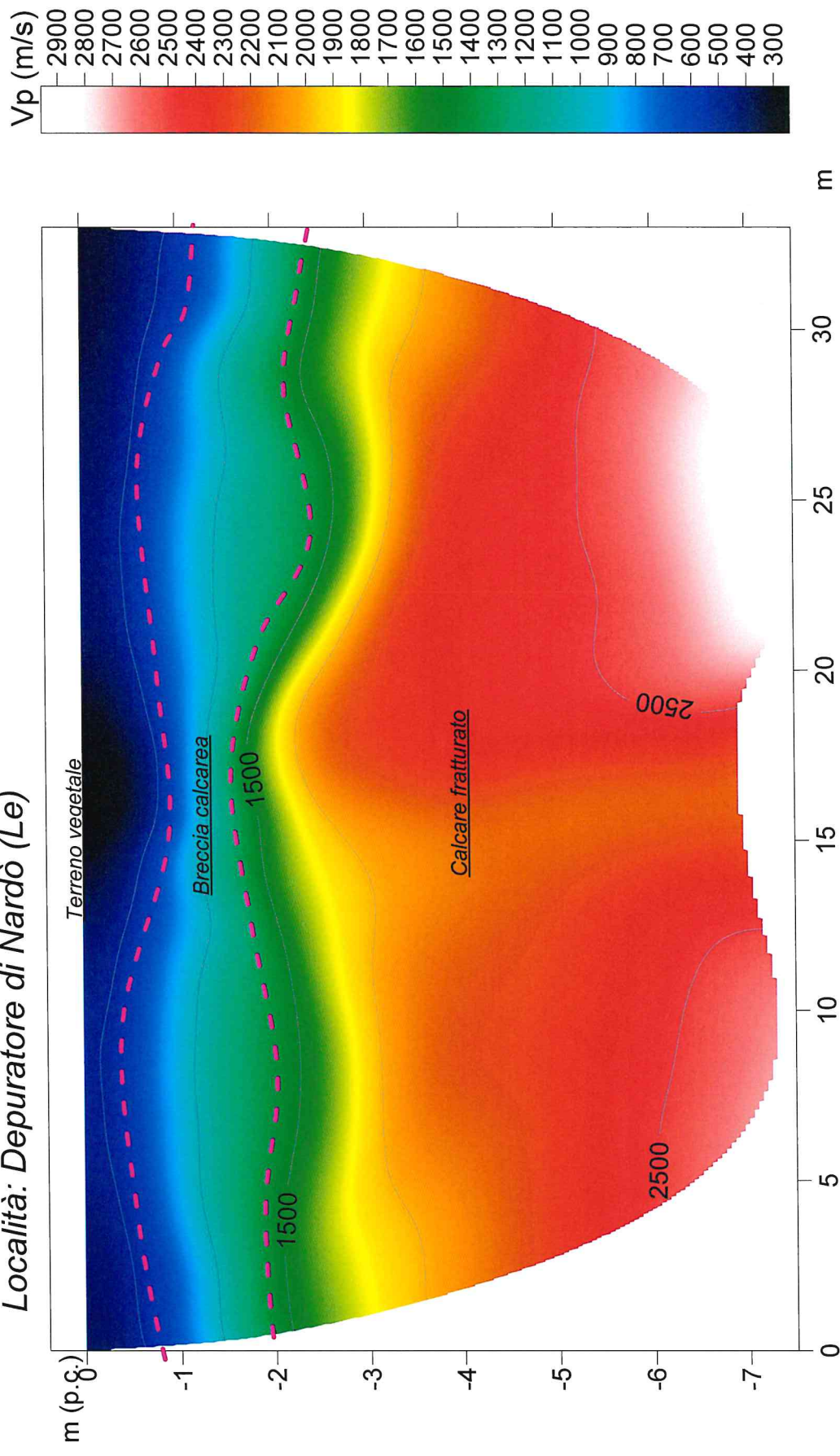
Esecuzione profilo sismico a rifrazione 2-2'



Esecuzione profilo sismico a rifrazione 2-2'

Sismica tomografica a rifrazione
Località: Depuratore di Nardò (Le)

Profilo 2-2'





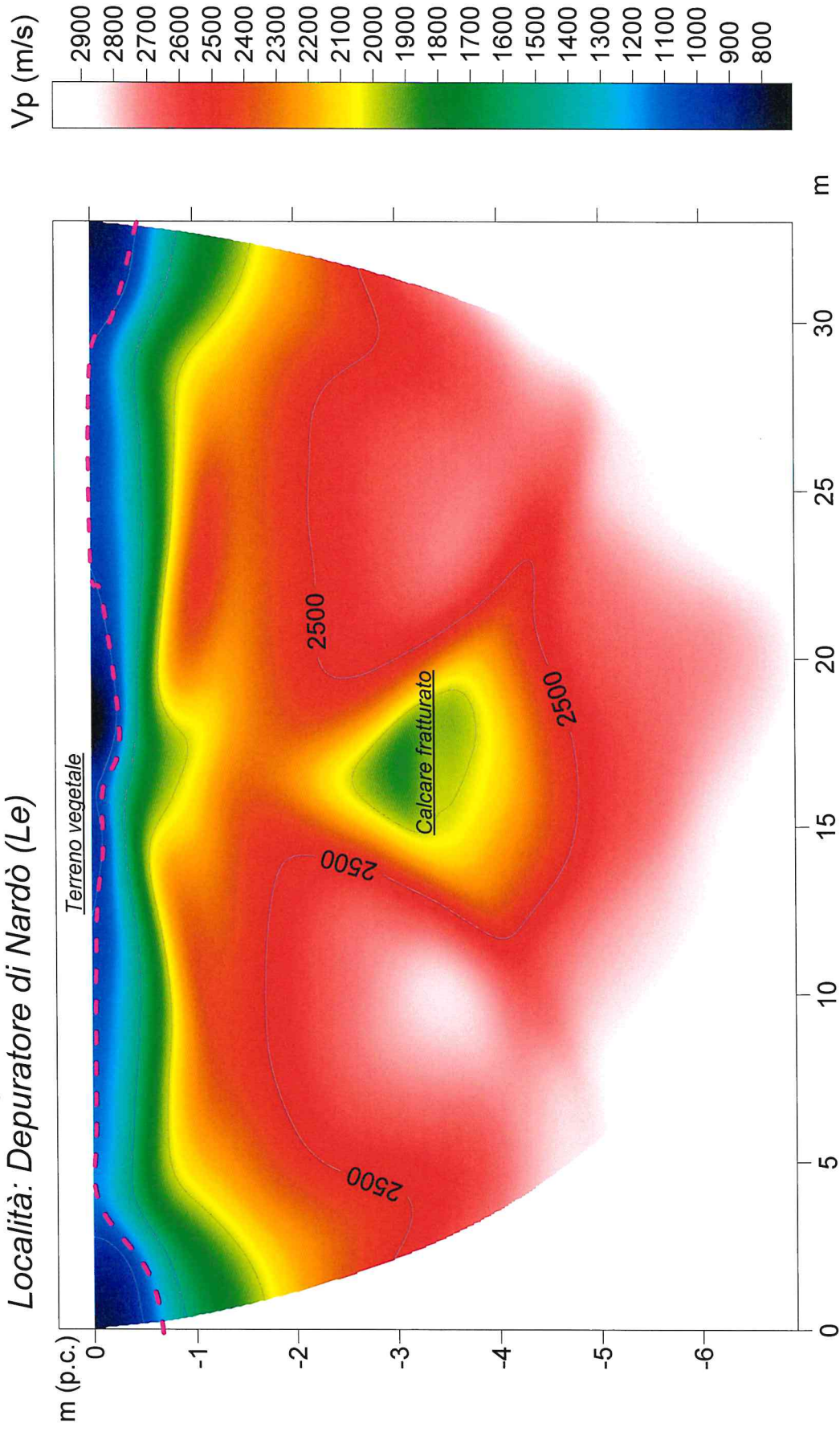
Esecuzione profilo sismico a rifrazione 3-3'



Esecuzione profilo sismico a rifrazione 3-3'

Sismica tomografica a rifrazione
Località: Depuratore di Nardò (Le)

Profilo 3-3'



*Indagini geognostiche, geofisiche e prove di laboratorio geotecnico nell'ambito del progetto di
"Adeguamento tecnologico impianto di depurazione di Nardò finalizzato al trattamento dei reflui
per il perseguimento dei limiti di cui al D.M. 185/2003"*



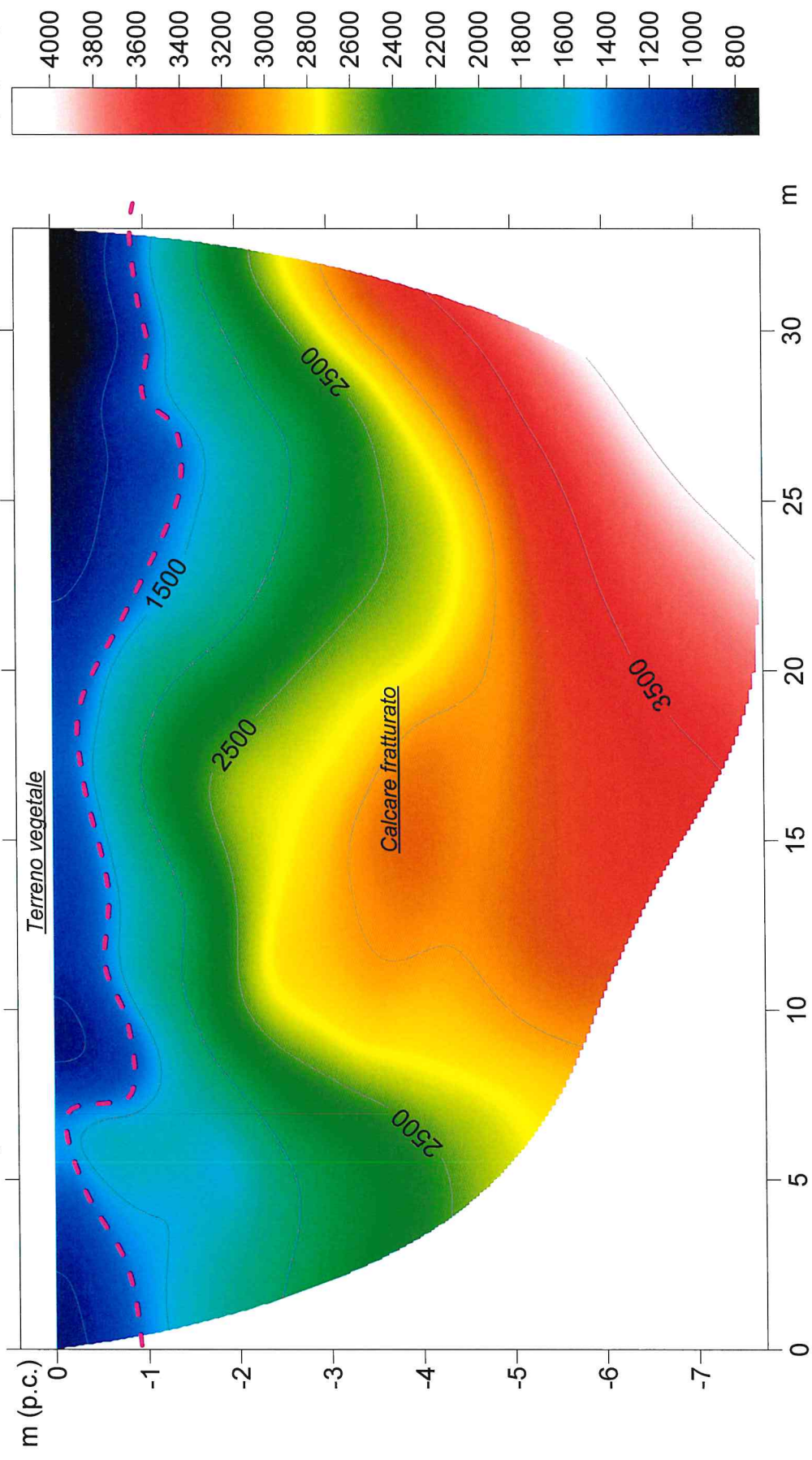
Esecuzione profilo sismico a rifrazione 4-4' e Masw sullo stesso stendimento



Esecuzione profilo sismico a rifrazione 4-4' e Masw sullo stesso stendimento

Sismica tomografica a rifrazione
Località: Depuratore di Nardò (Le)

Profilo 4-4'



Risultati Profilo sismico 1

Esso è lungo 33.0 metri ed ha investigato il sottosuolo per una profondità di 7.0 metri.

Tale indagine ha permesso di ricostruire un modello a due sismostrati: in affioramento per uno spessore di circa 0.8 m si rinviene il primo sismostrato che caratterizzato da una velocità V_p di 400 m/sec è riconducibile a terreno di riporto; segue il secondo sismostrato che ha restituito delle velocità V_p intorno a 2500 m/sec da ricondurre ad un calcare fratturato.

Risultati Profilo sismico 2

Tale indagine ha permesso di ricostruire un modello a tre sismostrati: in affioramento che raggiunge al massimo un metro si rinviene il primo sismostrato che caratterizzato da una velocità V_p di 350 m/sec è riconducibile a terreno di riporto; il secondo sismo strato presenta uno spessore di circa un metro e delle velocità di 900 m/sec; esso è da attribuire ad una breccia calcarea.

Il terzo sismostrato è caratterizzato da una velocità di 2500 m/sec, da assimilare ad un calcare fratturato.

Risultati Profilo sismico 3

Tale indagine ha permesso di ricostruire un modello a due sismostrati: in affioramento per un esiguo spessore si rinviene il primo sismostrato che caratterizzato da una velocità V_p di 500 m/sec è riconducibile a terreno di riporto; segue il secondo sismostrato che ha restituito delle velocità V_p intorno a 2500 m/sec da ricondurre ad un calcare fratturato.

Risultati Profilo sismico 4

L'indagine conferma il modello sismo stratigrafico rilevato con le altre indagini: in affioramento per uno spessore variabile da 0.5 a 1.2 metri si rinviene del terreno di riporto; segue il secondo sismostrato che ha restituito delle velocità V_p intorno a 2500 m/sec da ricondurre ad un calcare fratturato. Le velocità aumentano poi con la profondità.

5. 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:

$$V_{s,eq} = \frac{H}{\sum_i \frac{h_i}{n_{VS,i}}}$$

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 VS 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 VS_{30} , ottenuto ponendo $H=30$ m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

Le indagini Masw hanno permesso di rilevare il bedrock ad una profondità di 1.0-1.5 metri, intendendo per bedrock il litotipo caratterizzato da Vs di oltre 800 m/sec.

Poichè esso lo si rinviene già dai primi metri **la categoria sismica del suolo di fondazione è la A di 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.

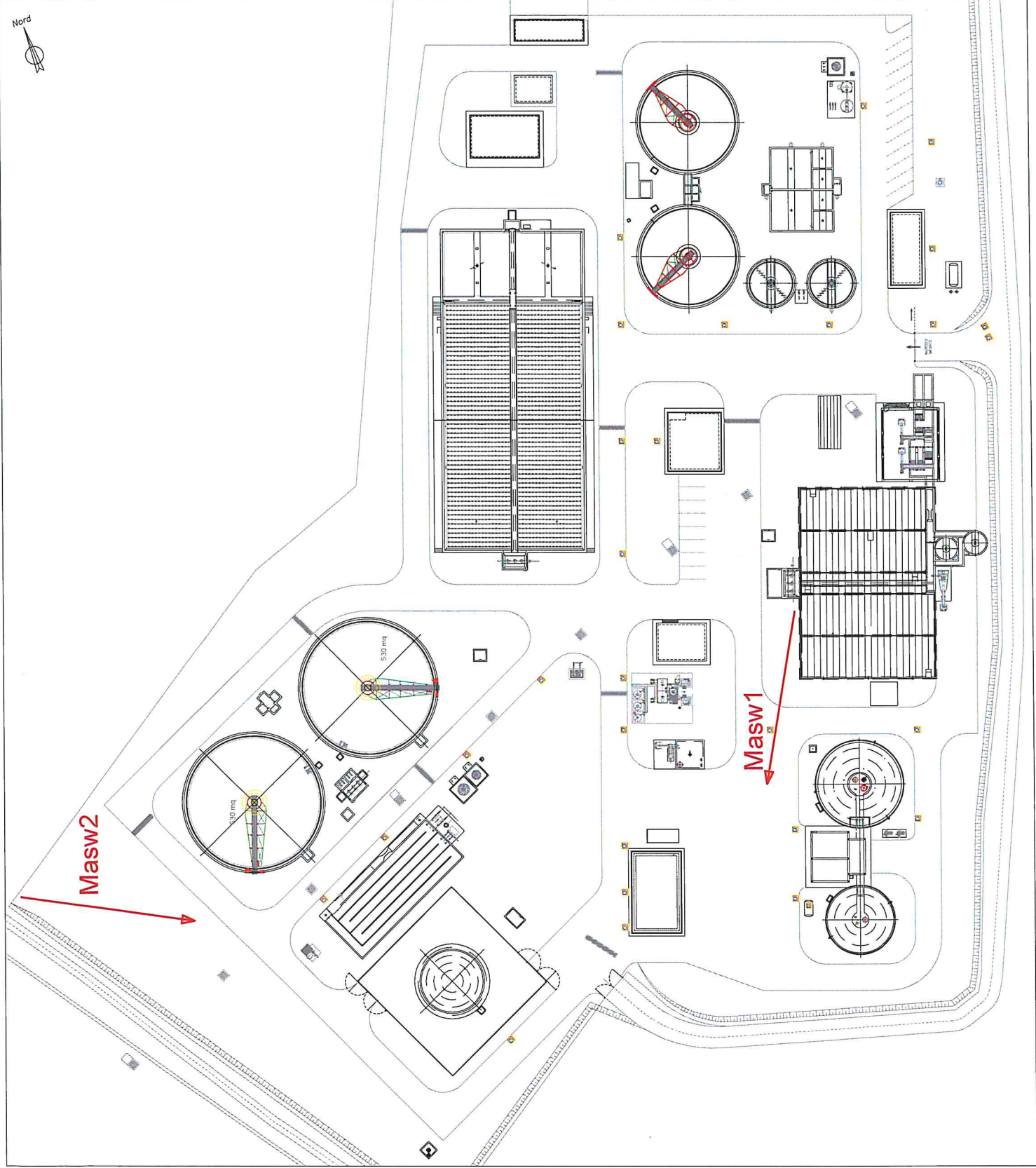
E' stata, infatti, registrata una Vs si 937 già a partire da 1.20 metri nell'indagine Masw n. 1 e una Vs di 904 m/sec a partire da 1.4 m nell'indagine Masw n. 2.

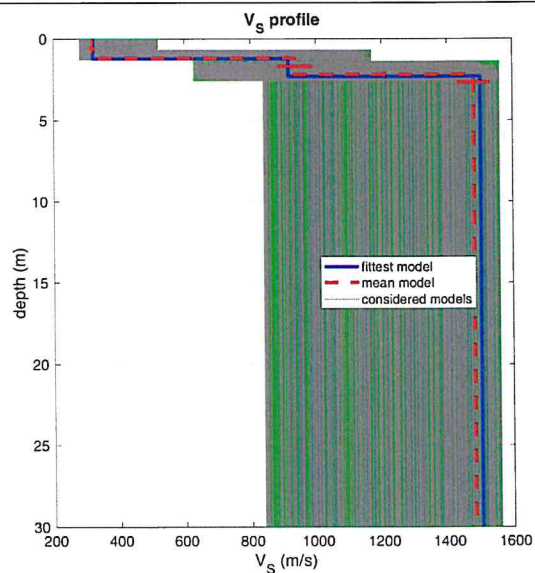
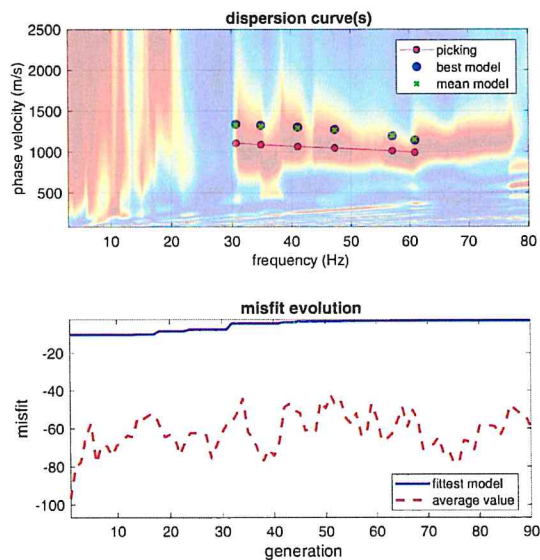
Masw 1: $V_{s,30} \& V_{s,eq} = 1270 \text{ m/s}$

Masw 2: $V_{s,30} \& V_{s,eq} = 1203 \text{ m/s}$

Legenda

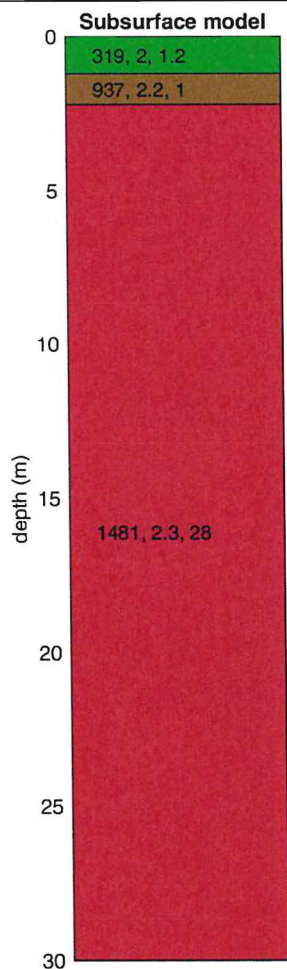
→
Profilo sismico Masw





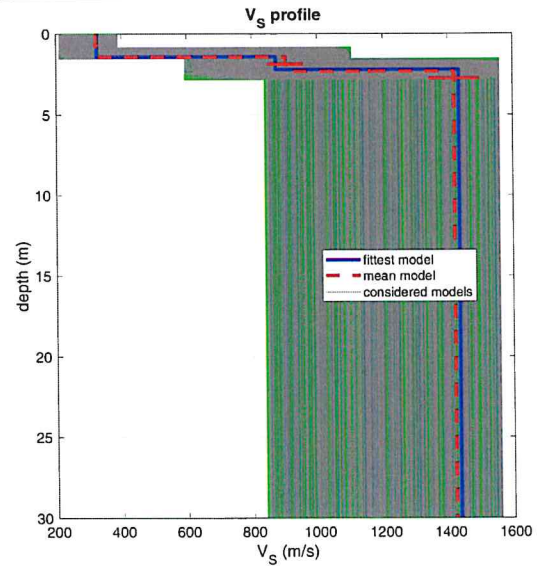
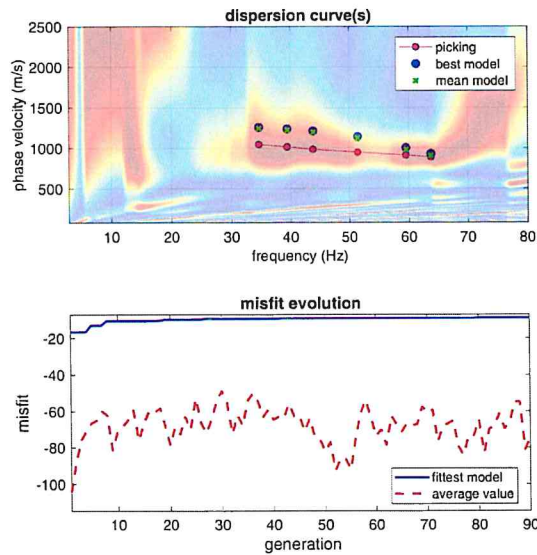
www.winmasw.com

dataset: 67.dat
dispersion curve: Masw1.cdp
Vs30 & VsE (best model): 1280 321 m/s
Vs30 & VsE (mean model): 1270 319 m/s



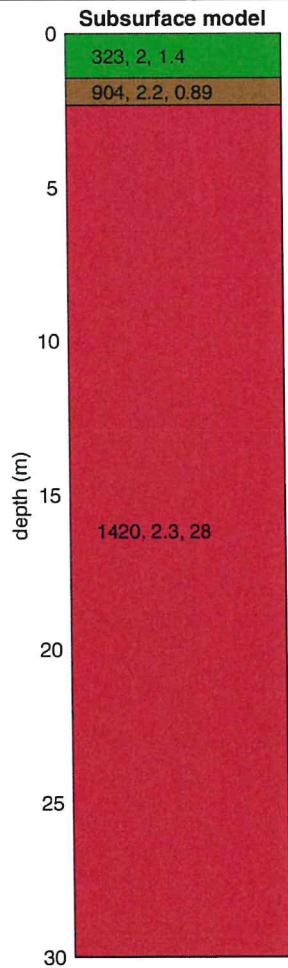
V_s density thickness
(m/s) (gr/cm^3) (m)

Geometria stendimento	Geofoni	Energizzazione
Lunghezza 33 mt	n. 12	Massa Battente 5 kg
Interdistanza geofonica 3 mt	Verticali	Battuta verticale
	4.5 Hz	Scoppio -2 mt dal 1° geofono



www.winmasw.com

dataset: 68.dat
 dispersion curve: Masw2.cdp
 Vs30 & VsE (best model): 1217 325 m/s
 Vs30 & VsE (mean model): 1203 323 m/s



V_s density thickness
 (m/s) (gr/cm³) (m)

Geometria stendimento	Geofoni	Energizzazione
Lunghezza 33 mt	n. 12	Massa Battente 5 kg
Interdistanza geofonica 3 mt	Verticali	Battuta verticale
	4.5 Hz	Scoppio -2 mt dal 1° geofono

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.

CATEGORIE TOPOGRAFICHE

Le categorie topografiche individuate dal Decreto Ministeriale 17 Gennaio 2018, recante "Norme Tecniche per le costruzioni" sono le seguenti:

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

NTC 2017 – Tab. 3.2.III – Categorie topografiche

L'area di interesse ricade nella categoria T1 di Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$

6. Rilievi sismici con metodologia HVSR

Nell'area indagata si è proceduto alla misura delle **vibrazioni sismiche ambientali (rumore sismico)** con singola stazione di misura in due postazioni diverse utilizzando il metodo dei rapporti spettrali o HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio).

La tecnica dei rapporti spettrali H/V consiste nel calcolo del rapporto degli spettri di Fourier del rumore nel piano orizzontale H (generalmente lo spettro H viene calcolato come media degli spettri di Fourier delle componenti orizzontali NS ed EW) e della componente verticale V. Il metodo è applicabile alle misure di rumore registrate in una singola stazione.

Il risultato dell'elaborazione è una curva, detta di ellitticità, che rappresenta appunto il rapporto spettrale tra il segnale delle componenti orizzontali e quello della componente verticale.

Questa curva permette di valutare in modo diretto le frequenze di risonanza del sito indagato.

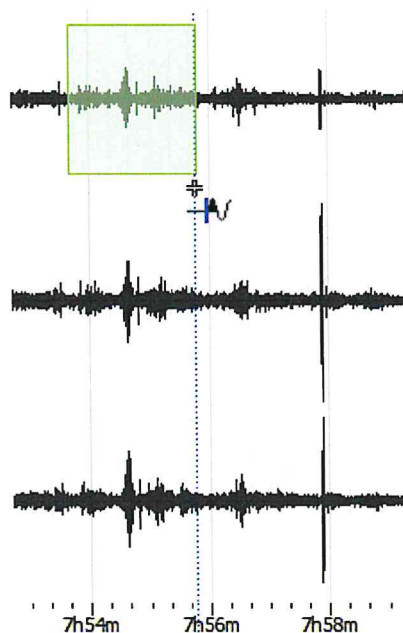
La tecnica, in origine proposta da Nogoshi e Igarashi (1971), in seguito diffusa da Nakamura (1989), consiste nella stima del rapporto fra lo spettro di ampiezza delle componenti orizzontali e quello della componente verticale dei microtremori sismici ambientali registrati da una singola stazione.

Il calcolo del rapporto H/V segue queste fasi:

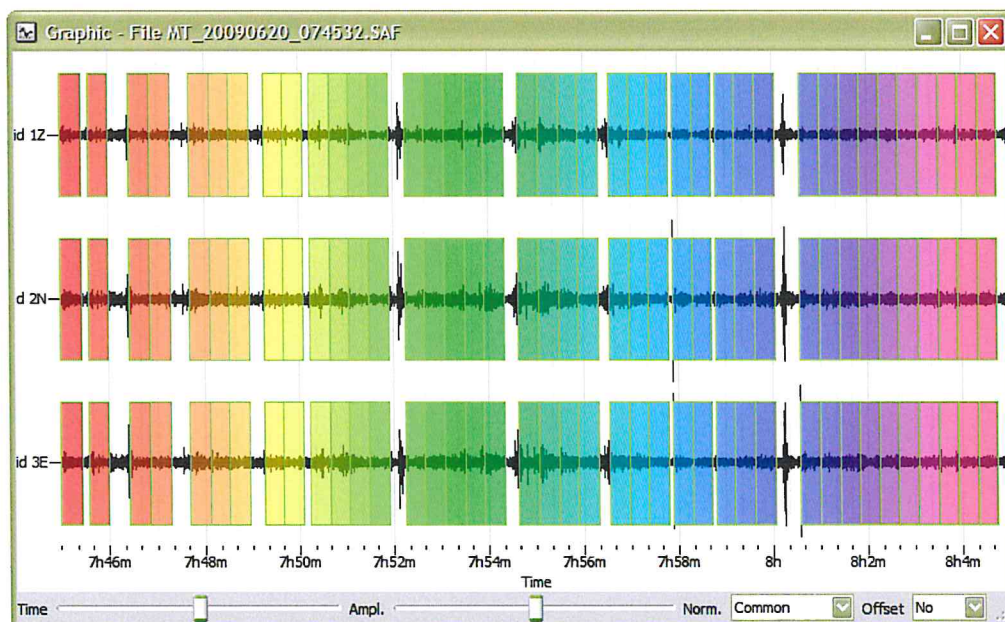
1. Registrazione del segnale ambientale nelle 3 componenti.

2. Scomposizione del segnale in finestre temporali, con l'obiettivo di isolare le parti della registrazione in cui il segnale risulta maggiormente stazionario ed eliminare i rumori transitori, o transienti.
3. Calcolo e smussamento dello spettro di ampiezza ricavato tramite la trasformata di Fourier per ognuna delle finestre selezionate su tutte e tre le componenti.
4. Combinazione, con un'operazione di media, delle due componenti orizzontali per ognuna delle finestre selezionate.
5. Calcolo del rapporto H/V per ogni finestra.
6. Calcolo della media dei rapporti H/V delle singole finestre, che rappresenterà la curva H/V definitiva.

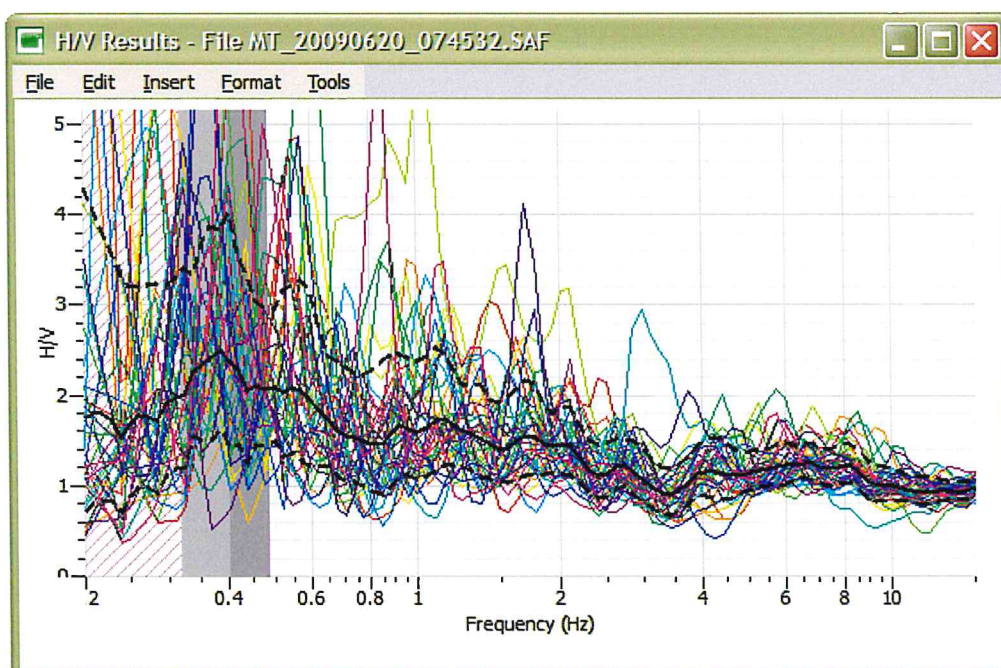
Il segnale misurato in campagna è del tipo:



Attraverso un'elaborazione dei dati di campagna si ottiene il grafico della curva H/V, del tipo



Il grafico della curva H/V si presenta invece come nell'immagine che segue.



La curva nera continua rappresenta il rapporto H/V medio, mentre le curve nere tratteggiate, dette "curve di confidenza", sono il risultato della

moltiplicazione (curva superiore) e divisione (curva inferiore) dei valori del rapporto H/V medio per la deviazione standard dei valori delle singole curve H/V.

Le curve colorate sono i rapporti H/V delle singole finestre; grazie al colore è possibile associare ogni curva alla corrispondente finestra temporale.

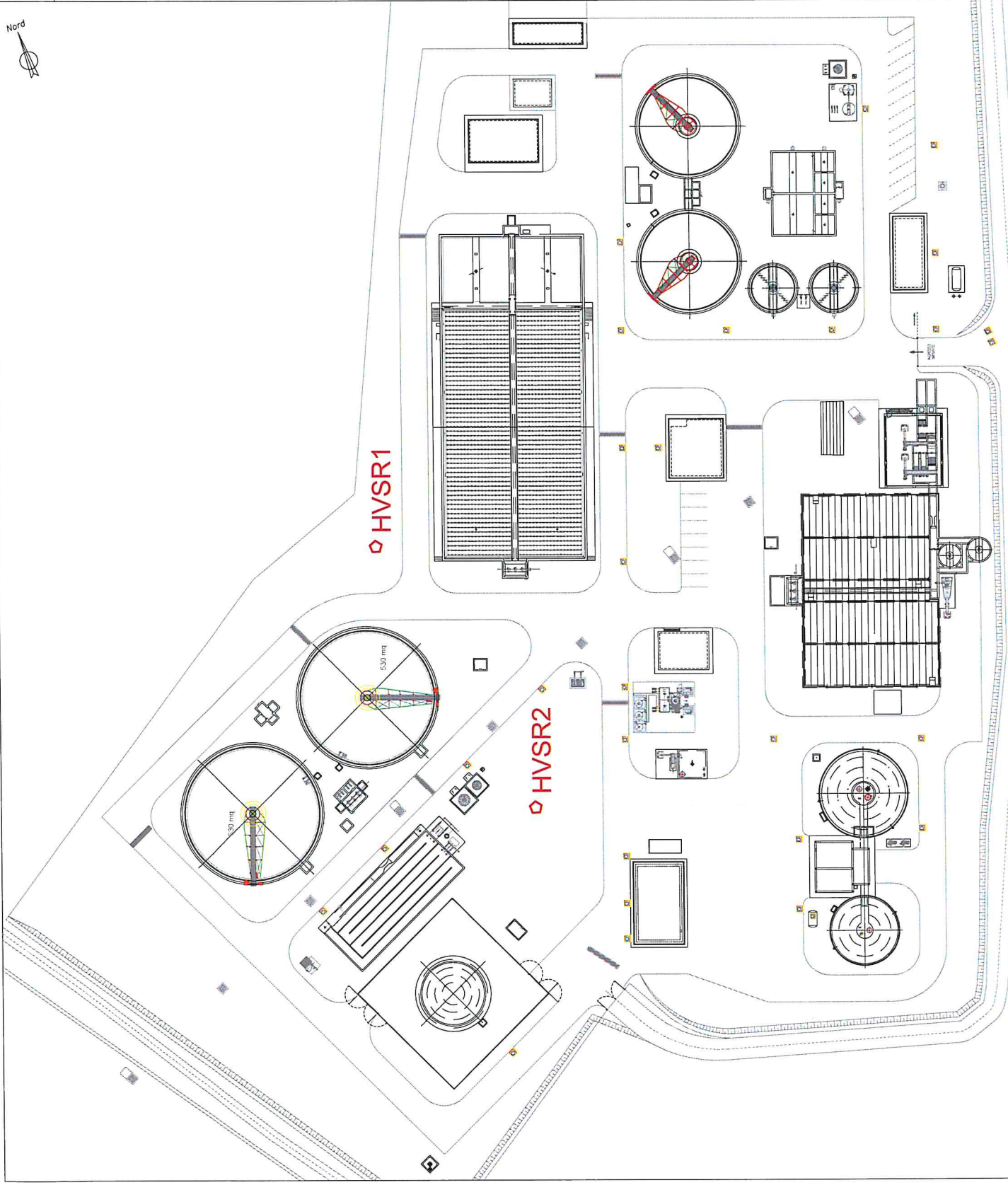
Le due bande grigie identificano la frequenza principale, o f_0 , individuata automaticamente. La f_0 del rapporto medio è esattamente al centro delle due bande, mentre l'area coperta dalle bande è ottenuta aggiungendo e sottraendo alla f_0 del rapporto medio la deviazione standard delle f_0 delle singole curve.

L'area tratteggiata di rosso indica invece la zona di frequenze in cui il rapporto calcolato non è affidabile in quanto le finestre temporali scelte per l'elaborazione non sono lunghe a sufficienza per raggiungere quelle basse frequenze.

Per la misura delle velocità di vibrazione è stato utilizzato uno strumento mod. PCE-VT 1000.

Legenda

Indagine simica HVSR





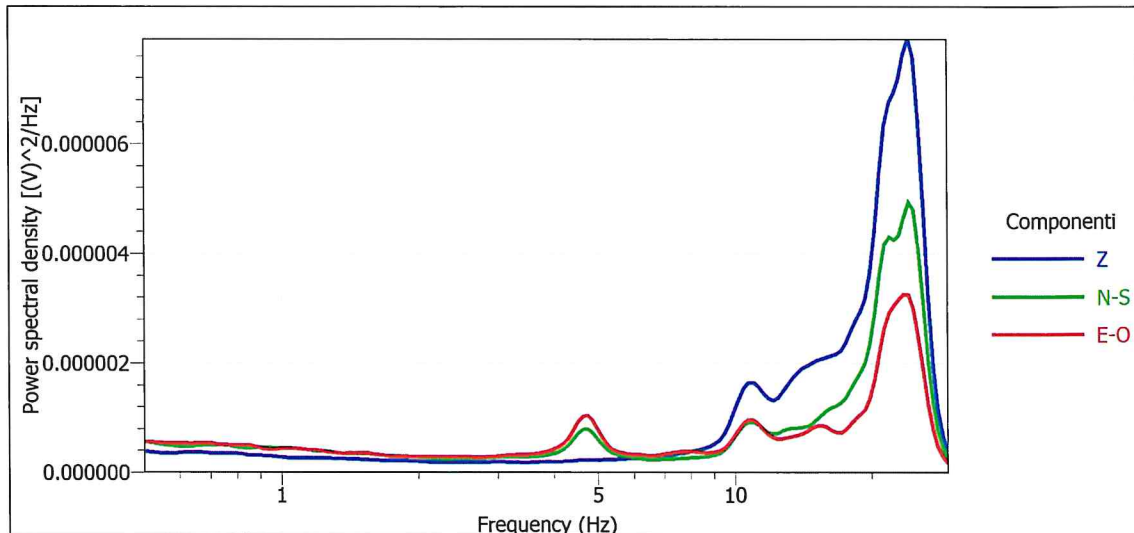
Esecuzione HVSR1



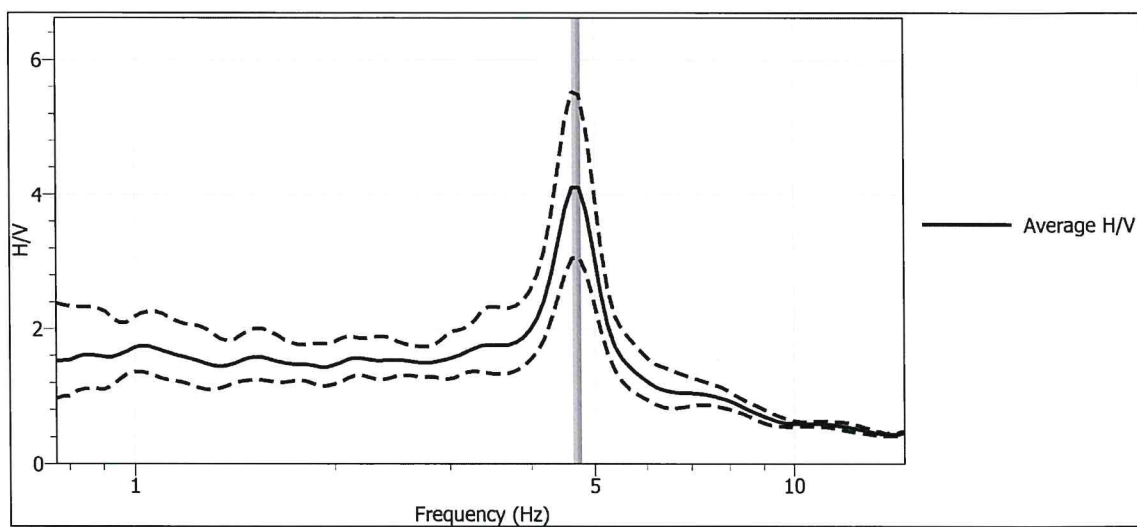
Esecuzione HVSR1

ELABORAZIONE HVSR 1

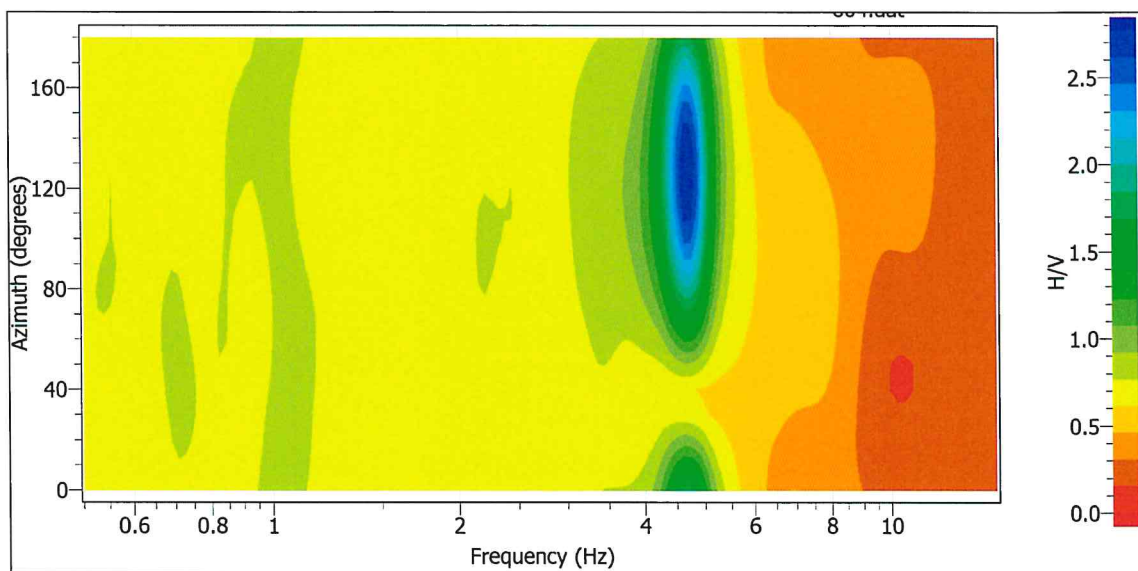
Località: Depuratore Nardò (Le)



Spettri medi delle tre componenti



Curva del risultato H/V



Direzionalità

$f_0 = 4.62$
 $A_0 = 4.09$

HVSR1 CRITERI SESAME

- | | |
|--|----|
| 1) $f_0 > 10/L_w$ | Ok |
| 2) $n_c(f_0) > 200$ | Ok |
| 3) $\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ o $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$ | Ok |
| 4) $\exists f^- \in [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0/2$ | Ok |
| 5) $\exists f^+ \in [f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$ | Ok |
| 6) $A_0 > 2$ | Ok |
| 7) $f_{\text{picco}} [A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$ | Ok |
| 8) $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$ | Ok |
| 9) $\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$ | Ok |

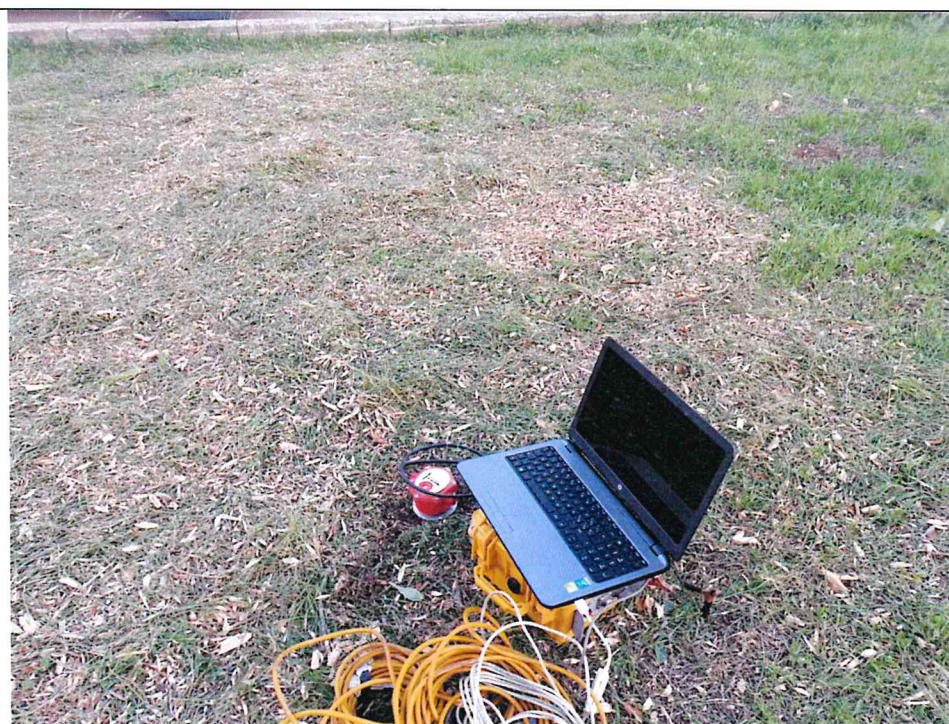
L_w = lunghezza della finestra
n_w = numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w \cdot n_w \cdot f_0$ = numero di cicli significativi
f = frequenza attuale
f_0 = frequenza del picco H/V
σ_f = deviazione standard della frequenza del picco H/V calcolata su tutte le finestre
$\varepsilon(f_0)$ = valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0 = ampiezza media della curva H/V alla frequenza f_0
$A_{H/V}(f)$ ampiezza media della curva H/V alla frequenza f
f^- = frequenza tra $f_0/4$ e f_0 alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+ = frequenza tra f_0 e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$ = deviazione standard di $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{\log H/V}(f)$ = deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$ = valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$

Valori soglia

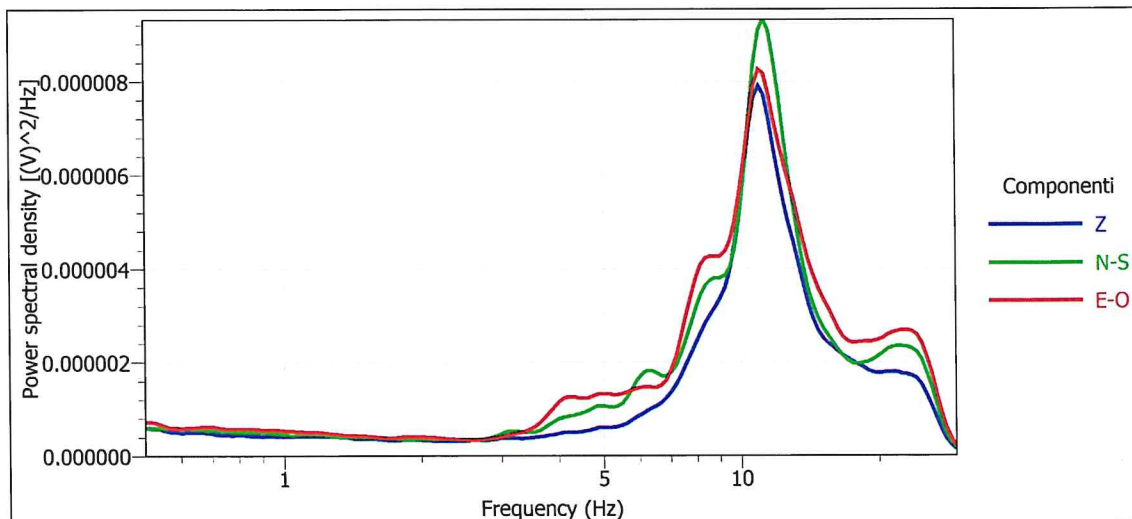
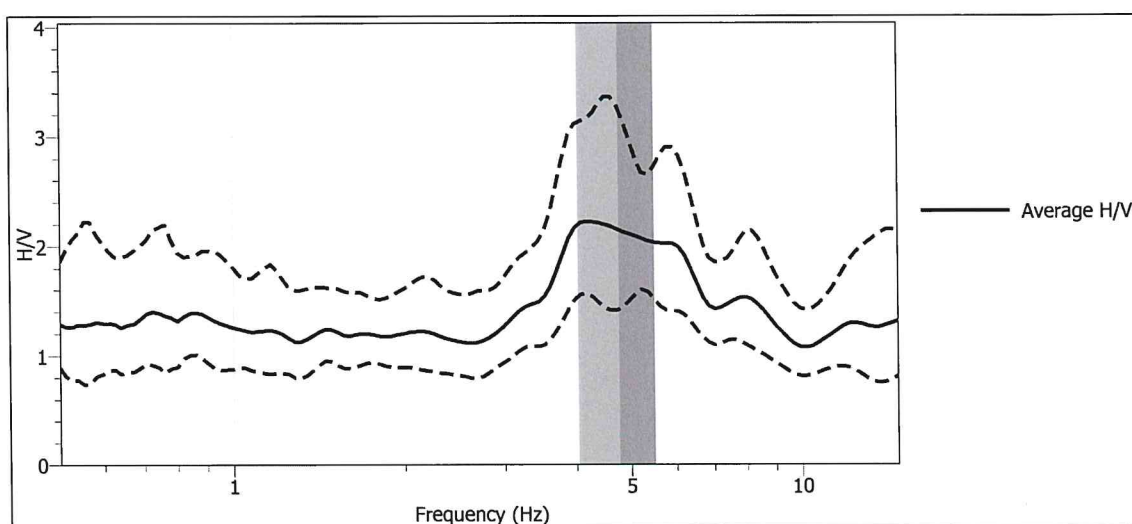
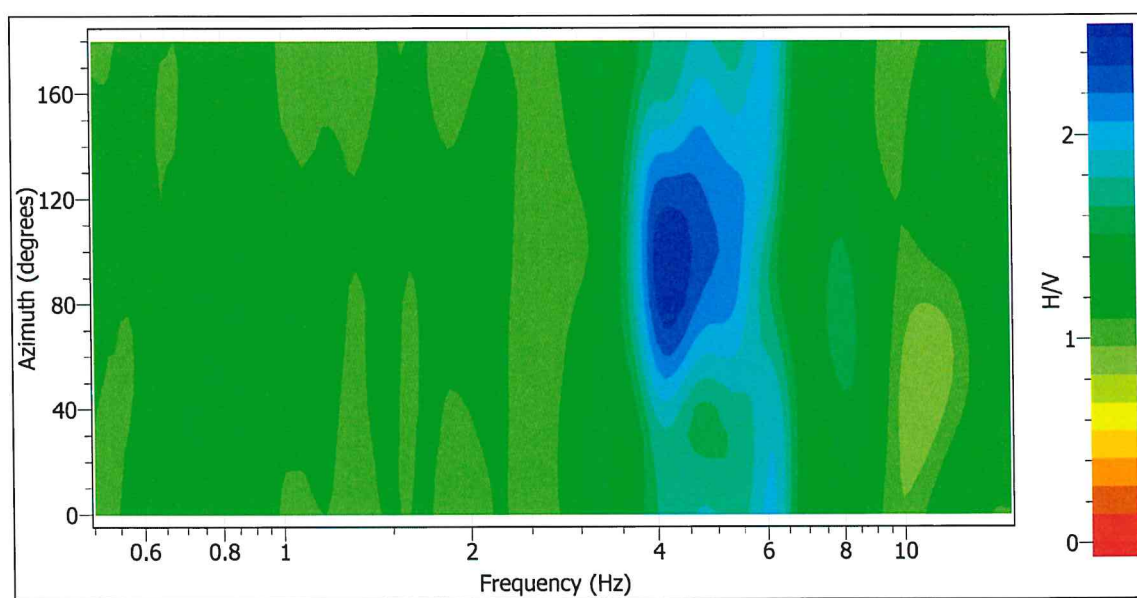
Frequency range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.20 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ for $\sigma_A(f_0)$	3	2.5	2	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.4	0.3	0.25	0.2



Esecuzione HVSR2



Esecuzione HVSR2

*Spettri medi delle tre componenti**Curva del risultato H/V**Direzionalità*

$f_0 = 4.18$
 $A_0 = 2.14$

HVSR2 CRITERI SESAME

- | | |
|--|----|
| 1) $f_0 > 10/L_w$ | Ok |
| 2) $n_c(f_0) > 200$ | Ok |
| 3) $\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ o $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$ | Ok |
| 4) $\exists f^- \in [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0/2$ | Ok |
| 5) $\exists f^+ \in [f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$ | Ok |
| 6) $A_0 > 2$ | Ok |
| 7) $f_{\text{picco}} [A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$ | Ok |
| 8) $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$ | Ok |
| 9) $\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$ | Ok |

L_w = lunghezza della finestra
n_w = numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w \cdot n_w$. f_0 = numero di cicli significativi
f = frequenza attuale
f_0 = frequenza del picco H/V
σ_f = deviazione standard della frequenza del picco H/V calcolata su tutte le finestre
$\varepsilon(f_0)$ = valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0 = ampiezza media della curva H/V alla frequenza f_0
$A_{H/V}(f)$ ampiezza media della curva H/V alla frequenza f
f^- = frequenza tra $f_0/4$ e f_0 alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+ = frequenza tra f_0 e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$ = deviazione standard di $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{\log H/V}(f)$ = deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$ = valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$

Valori soglia

Frequency range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.20 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ for $\sigma_A(f_0)$	3	2.5	2	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.4	0.3	0.25	0.2

Ruffano, novembre 2020

IL DIRETTORE TECNICO
Dott. Geol. Marcello DE DONATIS



ALLEGATO:

CERTIFICATI DI ANALISI DI LABORATORIO

QUADRO RIASSUNTIVO PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO ROCCE

Riferimento: Adeguamento depuratore di Nardò

Campione	Peso di volume allo stato naturale (Kg/m ³)	Massa volumica Apparente (Kg/m ³)	Massa volumica Reale (Kg/m ³)	A = Porosità aperta T = Porosità totale (%)	Indice IS(su) (Mpa) Valore medio	Resistenza a Compressione PLT (Kg/cm ²)
S1-C1 Prof. 3.00-3.50	2135.26	2094.5	2721.8	A= 7.4 T= 23.0	31.51	756.28
S2-C1 Prof. 4.00-4.50	2237.49	2176.4	2721.8	A= 4.0 T= 20.0	31.33	751.87
S3-C1 Prof. 5.00-5.50	2301.90	2232.0	2737.3	A= 8.1 T= 18.5	37.17	892.06
S3-C2 Prof. 10.00-10.50	2429.59	2300.1	2741.1	A= 4.2 T= 16.1	38.21	917.09

Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Marcello De Donatis

COMMITTENTE: ACQUEDOTTO PUGLIESE S.p.A			
RIFERIMENTO: ADEGUAMENTO DEPURATORE DI NARDO'			
SONDAGGIO: S1	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m	3.00-3.50

MODULO RIASSUNTIVO

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Peso di volume (kg/m ³):	2135.26
--------------------------------------	---------

MASSA VOLUMICA APPARENTE E REALE - POROSITA'

Massa volumica apparente (kg/m ³):	2094.5
Massa volumica reale (kg/m ³):	2721.8
Porosità aperta (%):	7.4
Porosità totale (%):	23.0

POINT LOAD TEST

Resistenza a compressione - Valore medio (MPa):	756.28
---	--------

CERTIFICATO DI PROVA N°: 1345/mv/20 Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 20/11/20	Inizio analisi: 17/11/20
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 181 del 13/11/20	Apertura campione: 14/11/20	Fine analisi: 17/11/20

COMMITTENTE: ACQUEDOTTO PUGLIESE S.p.A		
RIFERIMENTO: ADEGUAMENTO DEPURATORE DI NARDO'		
SONDAGGIO: S1	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m 3.00-3.50

MASSA VOLUMICA NATURALE

Modalità di prova: Norma RACCOMANDAZIONI ISRM
--

Peso di volume allo stato naturale = 2135.26 kg/m³

CERTIFICATO DI PROVA N°: 1345/por/20 Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 20/11/20	Inizio analisi: 17/11/20
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 181 del 13/11/20	Apertura campione: 14/11/20	Fine analisi: 18/11/20

COMMITTENTE: ACQUEDOTTO PUGLIESE S.p.A
RIFERIMENTO: ADEGUAMENTO DEPURATORE DI NARDO'
SONDAGGIO: S1 CAMPIONE: C1 PROFONDITA': m 3.00-3.50

MASSA VOLUMICA APPARENTE E REALE - POROSITA'

Modalità di prova: Norma UNI EN 1936:2007
--

Massa provino essiccato g	Massa provino immerso g	Massa provino saturo g	Massa volumica apparente kg/m³	Massa volumica reale kg/m³	Porosità aperta %	Porosità totale %
1190.6	665.0	1232.3	2094.5	2721.8	7.4	23.0

Massa volumica apparente (kg/m³):	2094.5
Massa volumica reale (kg/m³):	2721.8
Porosità aperta (%):	7.4
Porosità totale (%):	23.0

Massa volumica reale determinata con Picnometro

COMMITTENTE: ACQUEDOTTO PUGLIESE S.p.A			
RIFERIMENTO: ADEGUAMENTO DEPURATORE DI NARDO'			
SONDAGGIO: S2	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m	4.00-4.50

MODULO RIASSUNTIVO

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Peso di volume (kg/m ³):	2237.49
--------------------------------------	---------

MASSA VOLUMICA APPARENTE E REALE - POROSITA'

Massa volumica apparente (kg/m ³):	2176.4
Massa volumica reale (kg/m ³):	2721.8
Porosità aperta (%):	4.0
Porosità totale (%):	20.0

POINT LOAD TEST

Resistenza a compressione - Valore medio (MPa):	751.87
---	--------

CERTIFICATO DI PROVA N°: 1346/mv/20 Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 20/11/20	Inizio analisi: 17/11/20
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 181 del 13/11/20	Apertura campione: 14/11/20	Fine analisi: 17/11/20

COMMITTENTE: ACQUEDOTTO PUGLIESE S.p.A		
RIFERIMENTO: ADEGUAMENTO DEPURATORE DI NARDO'		
SONDAGGIO: S2	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m 4.00-4.50

MASSA VOLUMICA NATURALE

Modalità di prova: Norma RACCOMANDAZIONI ISRM
--

Peso di volume allo stato naturale = 2237.49 kg/m³

CERTIFICATO DI PROVA N°: 1346/por/20 Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 20/11/20	Inizio analisi: 17/11/20
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 181 del 13/11/20	Apertura campione: 14/11/20	Fine analisi: 18/11/20

COMMITTENTE: ACQUEDOTTO PUGLIESE S.p.A
RIFERIMENTO: ADEGUAMENTO DEPURATORE DI NARDO'
SONDAGGIO: S2 CAMPIONE: C1 PROFONDITA': m 4.00-4.50

MASSA VOLUMICA APPARENTE E REALE - POROSITA'

Modalità di prova: Norma UNI EN 1936:2007

Massa provino essiccato g	Massa provino immerso g	Massa provino saturo g	Massa volumica apparente kg/m³	Massa volumica reale kg/m³	Porosità aperta %	Porosità totale %
1316.3	736.6	1340.2	2176.4	2721.8	4.0	20.0

Massa volumica apparente (kg/m³):	2176.4
Massa volumica reale (kg/m³):	2721.8
Porosità aperta (%):	4.0
Porosità totale (%):	20.0

Massa volumica reale determinata con Picnometro

DI LABORATORIO

COMMITTENTE: ACQUEDOTTO PUGLIESE S.p.A			
RIFERIMENTO: ADEGUAMENTO DEPURATORE DI NARDO'			
SONDAGGIO: S3	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m	5.00 - 5.50

MODULO RIASSUNTIVO

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Peso di volume (kg/m ³):	2301.90
--------------------------------------	---------

MASSA VOLUMICA APPARENTE E REALE - POROSITA'

Massa volumica apparente (kg/m ³):	2232.0
Massa volumica reale (kg/m ³):	2737.3
Porosità aperta (%):	8.1
Porosità totale (%):	18.5

POINT LOAD TEST

Resistenza a compressione - Valore medio (MPa):	892.06
---	--------

CERTIFICATO DI PROVA N°: 1343/mv/20	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 20/11/20	Inizio analisi: 16/11/20
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 181 del 13/11/20		Apertura campione: 14/11/20	Fine analisi: 16/11/20

COMMITTENTE: ACQUEDOTTO PUGLIESE S.p.A			
RIFERIMENTO: ADEGUAMENTO DEPURATORE DI NARDO'			
SONDAGGIO: S3	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m	5.00 - 5.50

MASSA VOLUMICA NATURALE

Modalità di prova: Norma RACCOMANDAZIONI ISRM
--

Peso di volume allo stato naturale = 2301.90 kg/m³

CERTIFICATO DI PROVA N°: 1343/por/20 Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 20/11/20	Inizio analisi: 16/11/20
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 181 del 13/11/20	Apertura campione: 14/11/20	Fine analisi: 17/11/20

COMMITTENTE: ACQUEDOTTO PUGLIESE S.p.A
RIFERIMENTO: ADEGUAMENTO DEPURATORE DI NARDO'
SONDAGGIO: S3 CAMPIONE: C1 PROFONDITA': m 5.00 - 5.50

MASSA VOLUMICA APPARENTE E REALE - POROSITA'

Modalità di prova: Norma UNI EN 1936:2007

Massa provino essiccato g	Massa provino immerso g	Massa provino saturo g	Massa volumica apparente kg/m³	Massa volumica reale kg/m³	Porosità aperta %	Porosità totale %
1103.7	650.4	1143.9	2232.0	2737.3	8.1	18.5

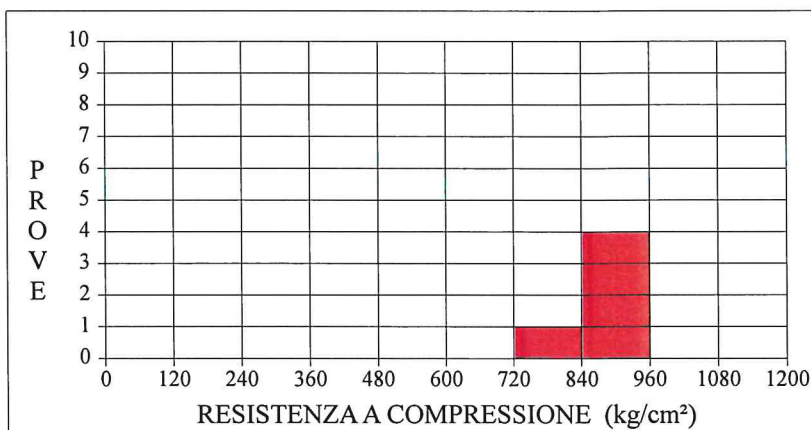
Massa volumica apparente (kg/m³):	2232.0
Massa volumica reale (kg/m³):	2737.3
Porosità aperta (%):	8.1
Porosità totale (%):	18.5

Massa volumica reale determinata con Picnometro

Modalità di prova: Norma ISRM1985

RESISTENZA A COMPRESSIONE

$\sigma = F \times I_s(50)$	$F =$	24
Prove eseguite:		5
Valore massimo		945.72
Valore medio		892.06
Valore minimo		828.83



CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale (%)	1.2
Peso di volume (g/cm³):	2.23

[illegible]

Il valore medio viene calcolato considerando tutti i valori

Forma del provino e tipo di rottura

A - Blocco
B - Cilindrico - rottura diametrale
C - Cilindrico - rottura assiale
D - Informe

Posizione dei piani di debolezza

A - Assenti
B - Perpendicolari alla direzione del carico
C - Paralleli alla direzione del carico
D - In direzioni varie

COMMITTENTE: ACQUEDOTTO PUGLIESE S.p.A			
RIFERIMENTO: ADEGUAMENTO DEPURATORE DI NARDO'			
SONDAGGIO: S3	CAMPIONE: C2	PROFONDITA': m	10.00 - 10.50

MODULO RIASSUNTIVO

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Peso di volume (kg/m ³):	2429.59
--------------------------------------	---------

MASSA VOLUMICA APPARENTE E REALE - POROSITA'

Massa volumica apparente (kg/m ³):	2300.1
Massa volumica reale (kg/m ³):	2741.1
Porosità aperta (%):	4.2
Porosità totale (%):	16.1

POINT LOAD TEST

Resistenza a compressione - Valore medio (MPa):	917.09
---	--------

CERTIFICATO DI PROVA N°: 1344/mv/20	DATA DI EMISSIONE: 20/11/20	Inizio analisi: 17/11/20
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 181 del 13/11/20	Apertura campione: 14/11/20	Fine analisi: 17/11/20

COMMITTENTE: ACQUEDOTTO PUGLIESE S.p.A			
RIFERIMENTO: ADEGUAMENTO DEPURATORE DI NARDO'			
SONDAGGIO: S3	CAMPIONE: C2	PROFONDITA': m	10.00 - 10.50

<u>MASSA VOLUMICA NATURALE</u>

Modalità di prova: Norma RACCOMANDAZIONI ISRM
--

Peso di volume allo stato naturale = 2429.59 kg/m³

CERTIFICATO DI PROVA N°: 1344/por/20	DATA DI EMISSIONE: 20/11/20	Inizio analisi: 17/11/20
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 181 del 13/11/20	Apertura campione: 14/11/20	Fine analisi: 18/11/20

COMMITTENTE: ACQUEDOTTO PUGLIESE S.p.A
RIFERIMENTO: ADEGUAMENTO DEPURATORE DI NARDO'
SONDAGGIO: S3 CAMPIONE: C2 PROFONDITA': m 10.00 - 10.50

MASSA VOLUMICA APPARENTE E REALE - POROSITA'

Modalità di prova: Norma UNI EN 1936:2007

Massa provino essiccato g	Massa provino immerso g	Massa provino saturo g	Massa volumica apparente kg/m³	Massa volumica reale kg/m³	Porosità aperta %	Porosità totale %
884.1	516.6	900.2	2300.1	2741.1	4.2	16.1

Massa volumica apparente (kg/m³):	2300.1
Massa volumica reale (kg/m³):	2741.1
Porosità aperta (%):	4.2
Porosità totale (%):	16.1

Massa volumica reale determinata con Picnometro

Direttore del laboratorio
Dott. Marcello De Donatis

Modalità di prova: Norma ISRM1985

RESISTENZA A COMPRESSIONE

$$\sigma = F \times I_s(50) \quad F = 24$$

Prove eseguite: 5

Valore massimo	993.94
----------------	--------

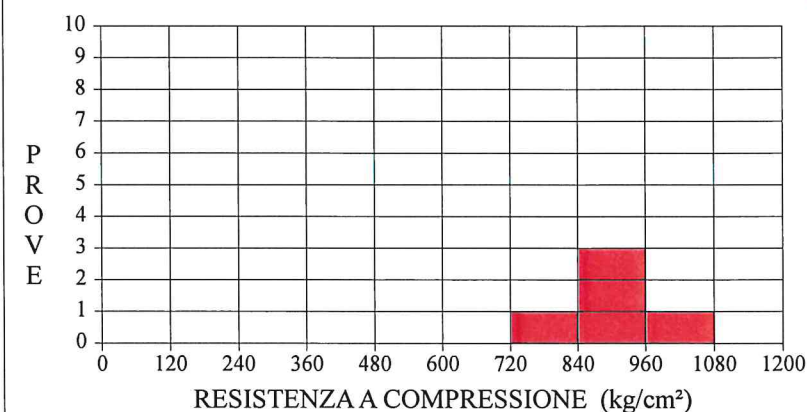
Valore medio	917.09
--------------	--------

Valore minimo	798.79
---------------	--------

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale (%)	1.3
----------------------	-----

Peso di volume (g/cm³): 2.42

[illegible]

Il valore medio viene calcolato considerando tutti i valori

Forma del provino e tipo di rottura

A - Blocco
B - Cilindrico - rottura diametrale
C - Cilindrico - rottura assiale
D - Informe

Posizione dei piani di debolezza

A - Assenti
B - Perpendicolari alla direzione del carico
C - Paralleli alla direzione del carico
D - In direzioni varie

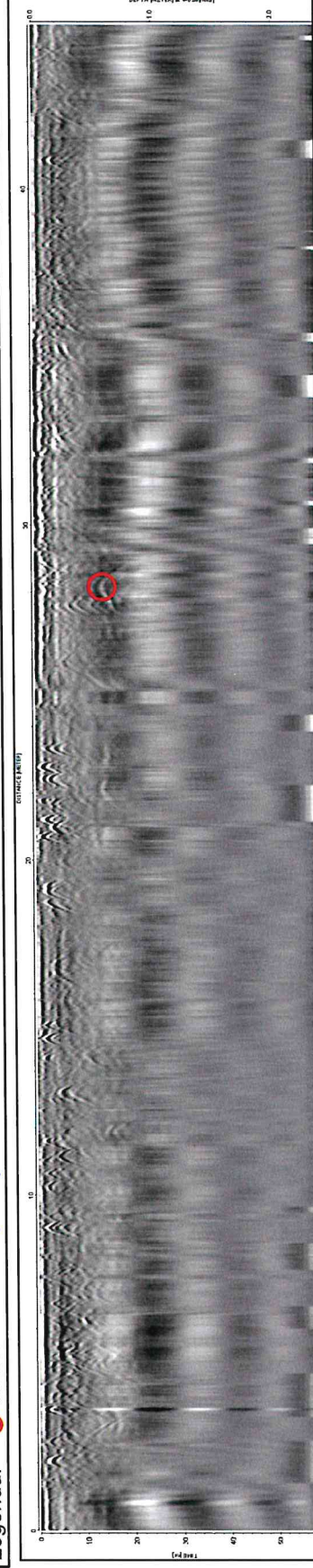
RADARGRAMMI

LOCALITA': Depuratore Nardò

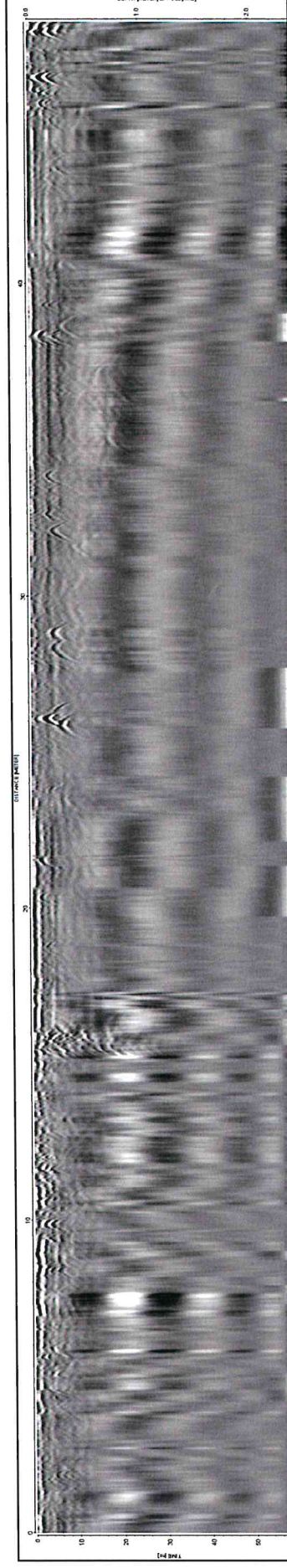
COMMITTENTE: Aqp SpA

DATA: Novembre 2020

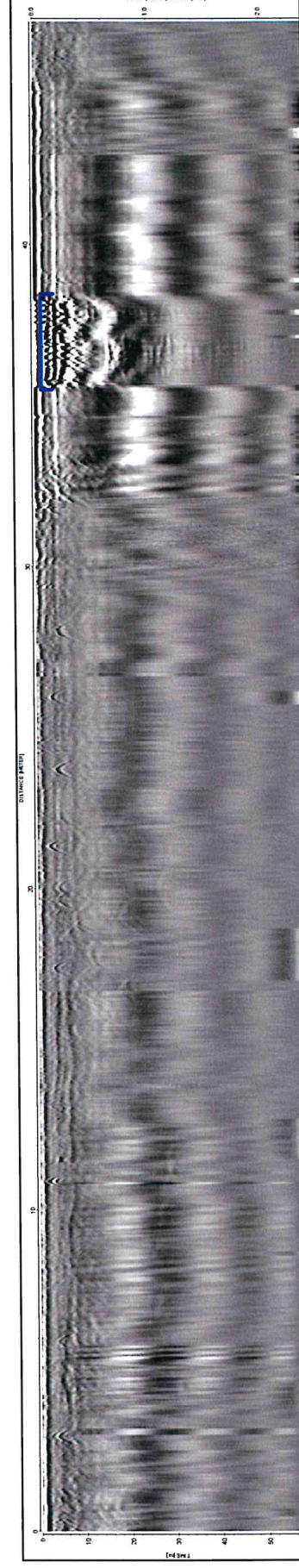
Legenda:  Sottoservizio  Vasca



PROFILO GPR n.1



PROFILO GPR n.2



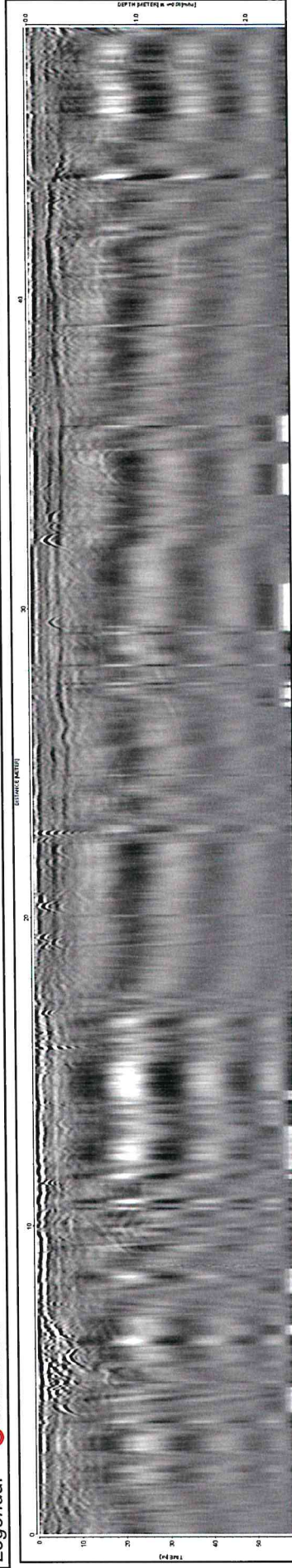
PROFILO GPR n.3

LOCALITA': Depuratore Nardò

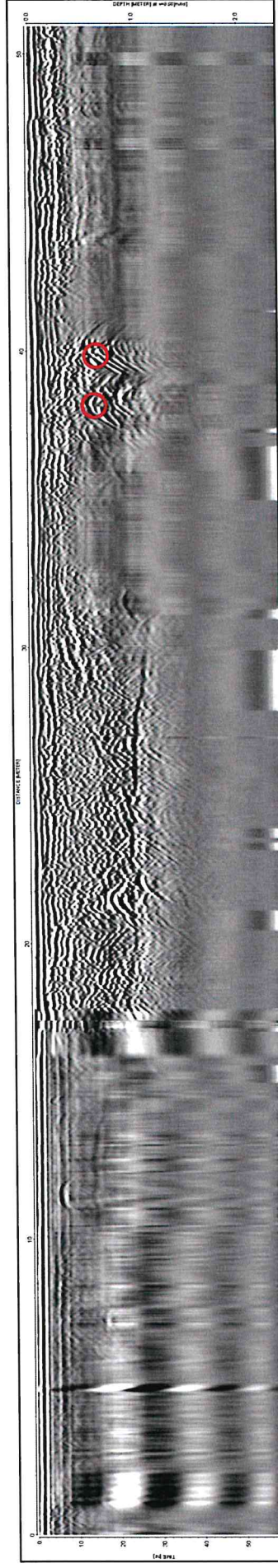
COMMITTENTE: Aqp SpA

DATA: Novembre 2020

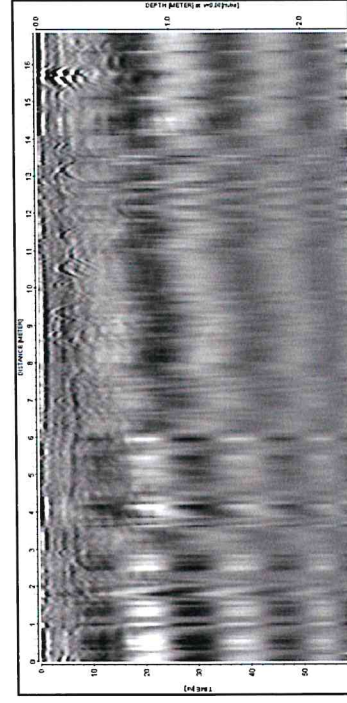
Legenda:  Sottoservizio



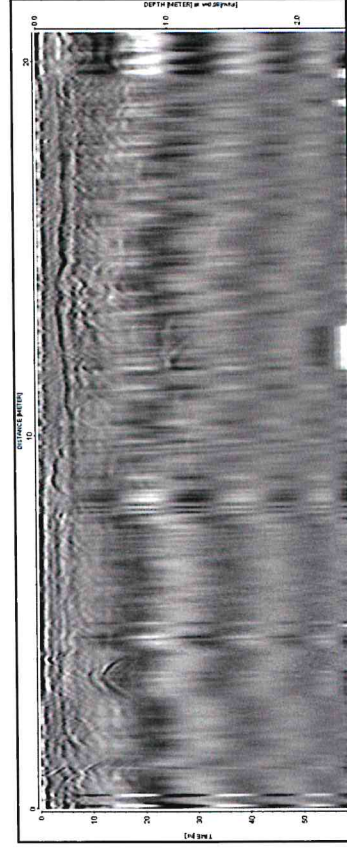
PROFILO GPR n.4



PROFILO GPR n.5



PROFILO GPR n.6



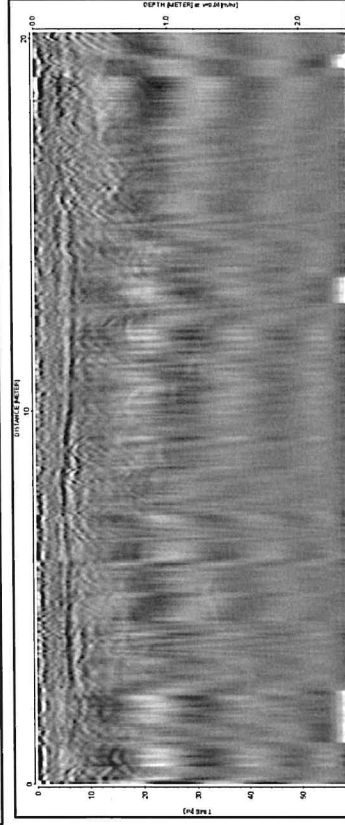
PROFILO GPR n.7

LOCALITA': Depuratore Nardò

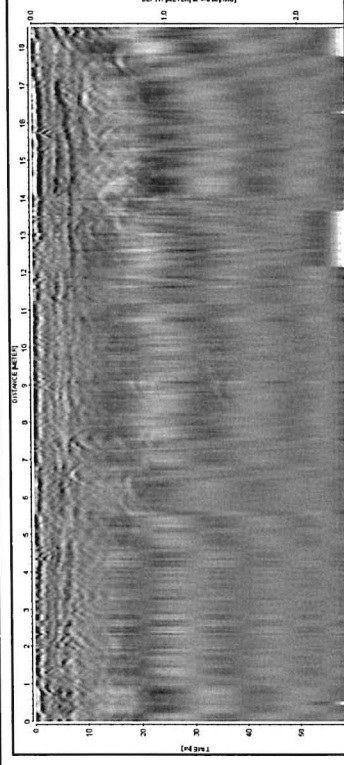
COMMITTENTE: Aqp SpA

DATA: Novembre 2020

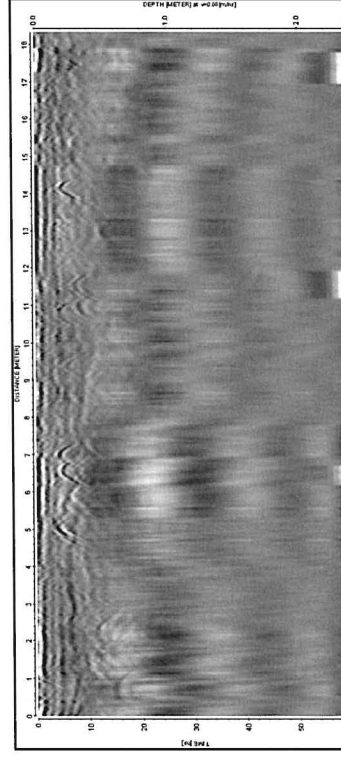
Legenda: ☒ Sottoservizio



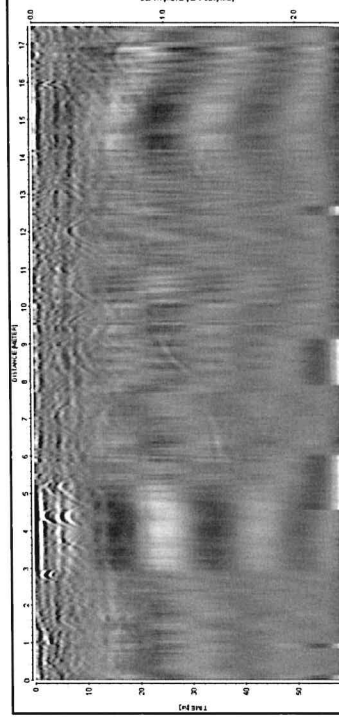
PROFILO GPR n.8



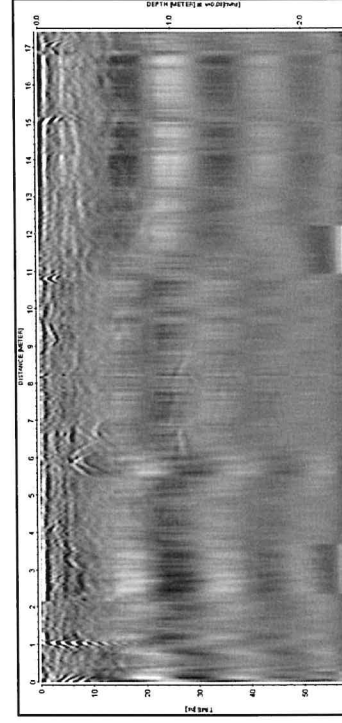
PROFILO GPR n.9



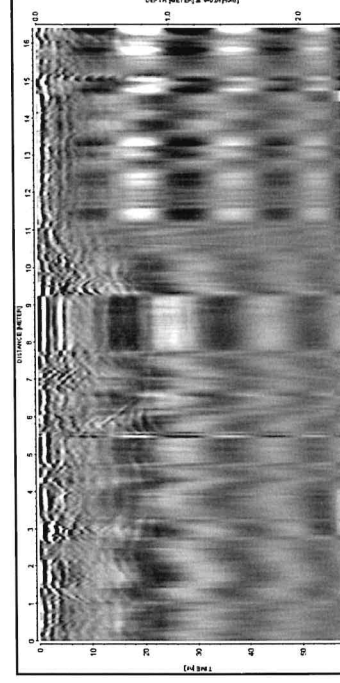
PROFILO GPR n.10



PROFILO GPR n.11



PROFILO GPR n.12



PROFILO GPR n.13

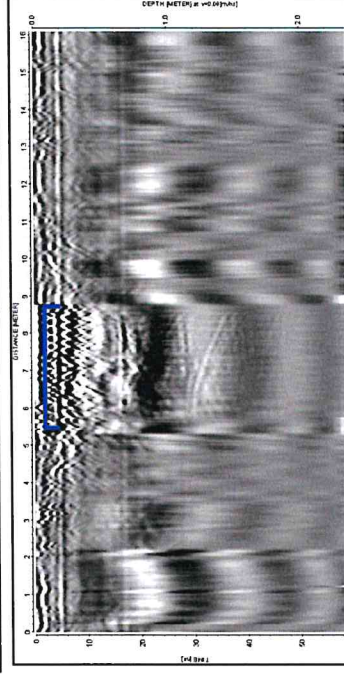
LOCALITA': Depuratore Nardò

COMMITTENTE: Aqp SpA

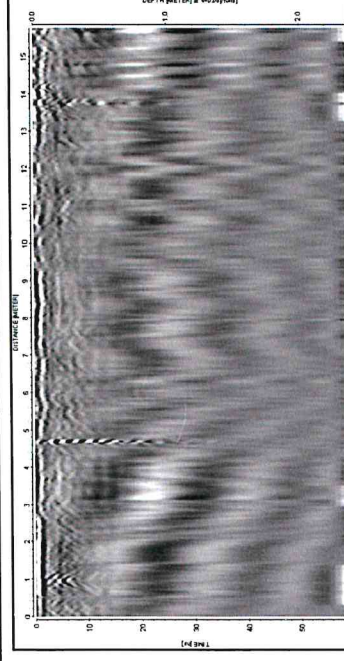
DATA: Novembre 2020

Legenda: ○ Sottoservizio

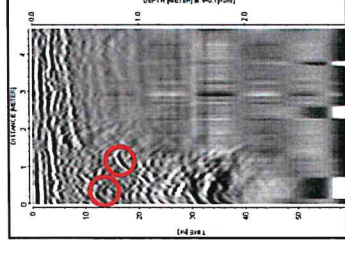
▬ Vasca



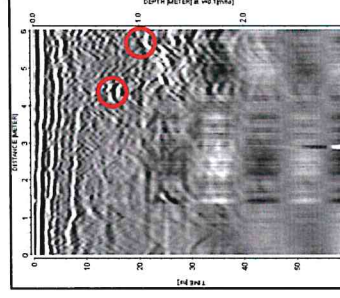
PROFILO GPR n.14



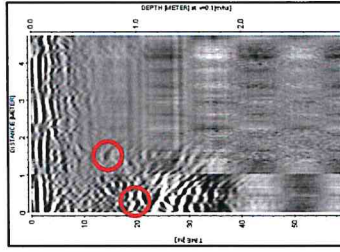
PROFILO GPR n.15



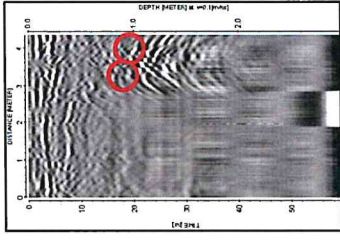
PROFILO GPR n.16



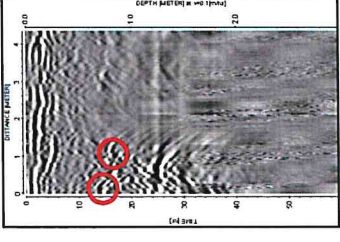
PROFILO GPR n.17



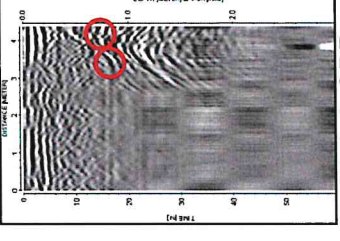
PROFILO GPR n.18



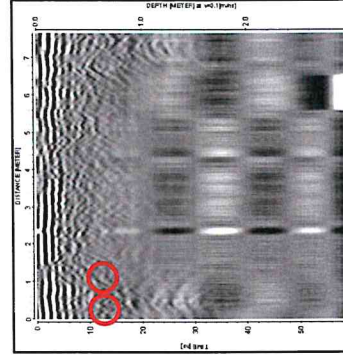
PROFILO GPR n.19



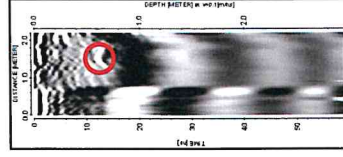
PROFILO GPR n.20



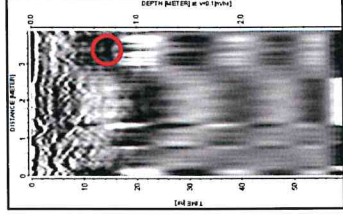
PROFILO GPR n.21



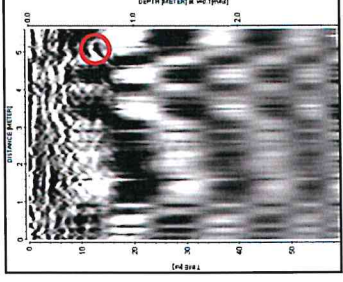
PROFILO GPR n.22



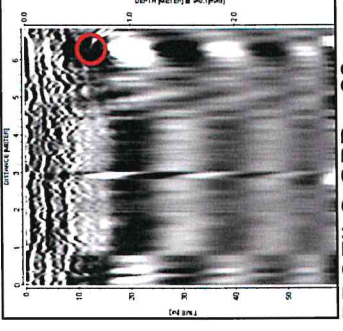
PROFILO GPR n.23



PROFILO GPR n.24



PROFILO GPR n.25



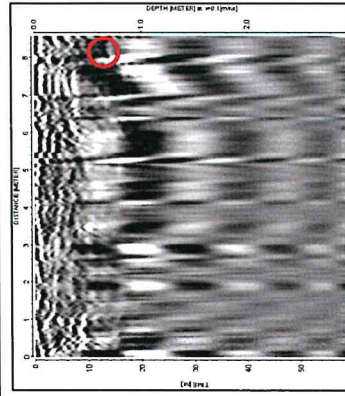
PROFILO GPR n.26

LOCALITA': Depuratore Nardò

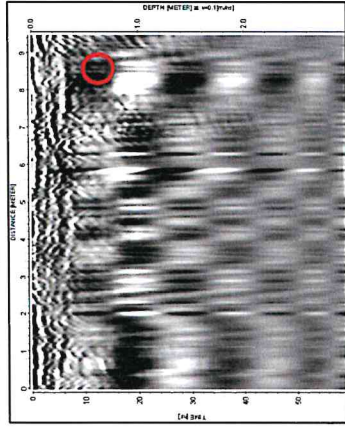
COMMITTENTE: Aqp SpA

DATA: Novembre 2020

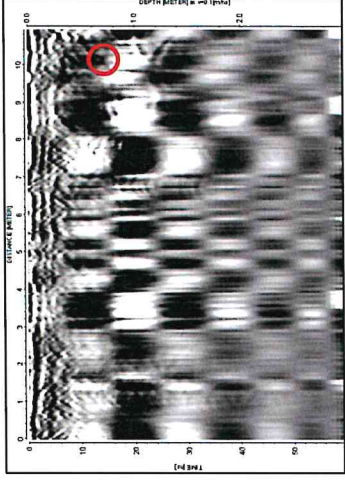
Legenda:  Softservizio



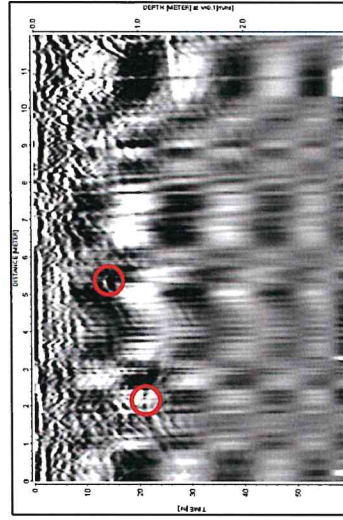
PROFILO GPR n.27



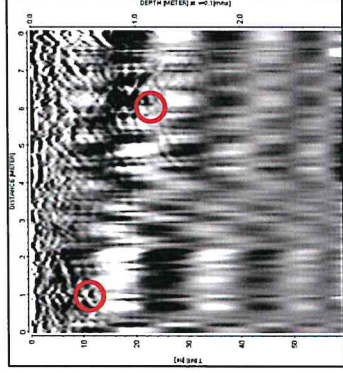
PROFILO GPR n.28



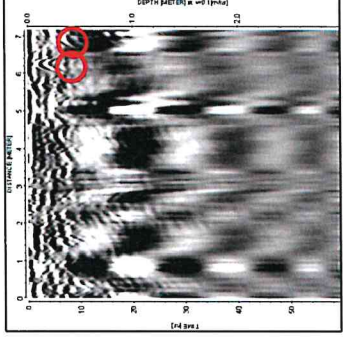
PROFILO GPR n.29



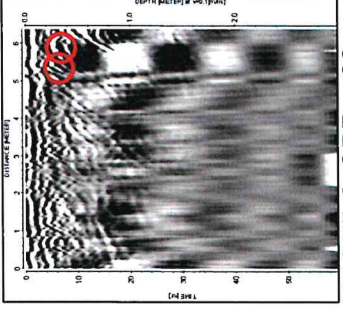
PROFILO GPR n.30



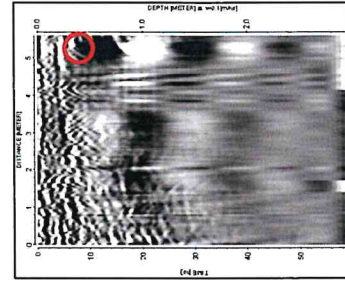
PROFILO GPR n.31



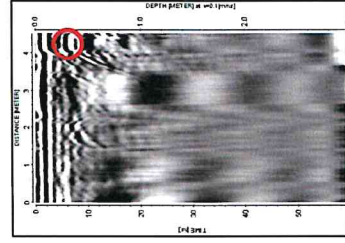
PROFILO GPR n.32



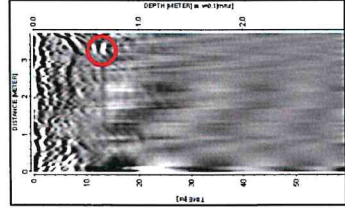
PROFILO GPR n.33



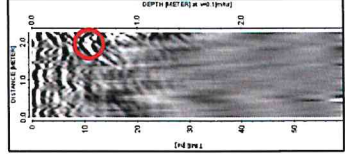
PROFILO GPR n.34



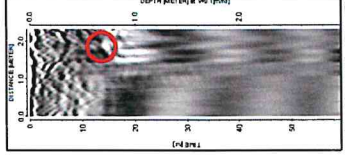
PROFILO GPR n.35



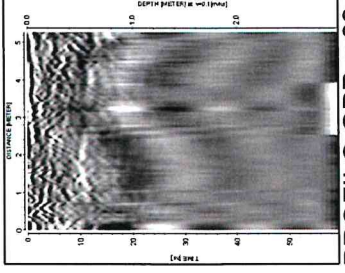
PROFILO GPR n.36



PROFILO GPR n.37



PROFILO GPR n.38



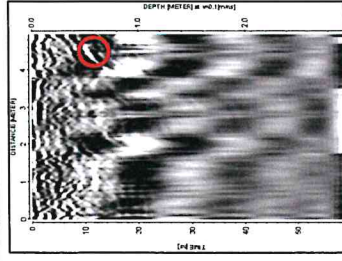
PROFILO GPR n.39

LOCALITA': Depuratore Nardò

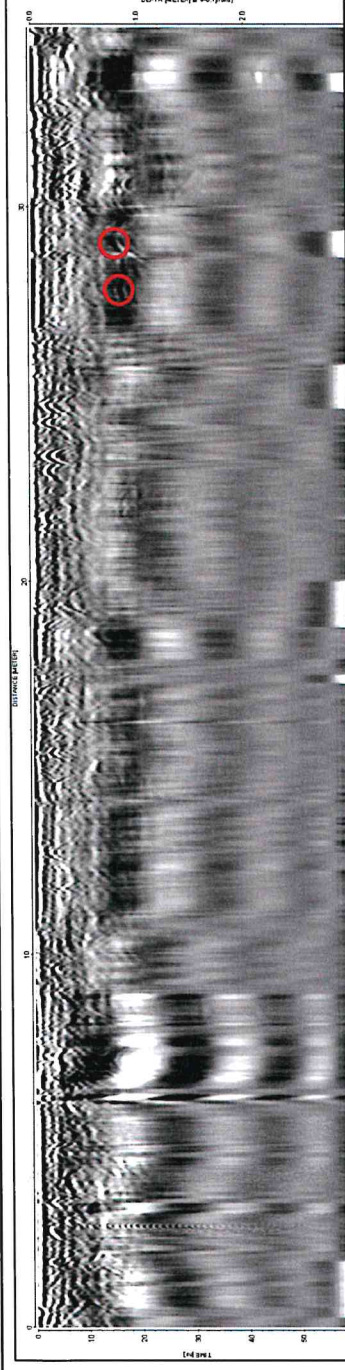
COMMITTENTE: Aqp SpA

DATA: Novembre 2020

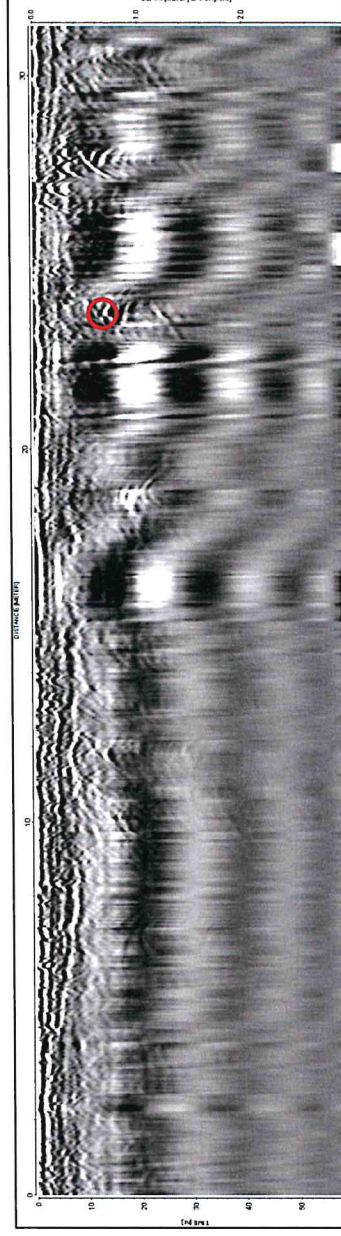
Legenda:  Sottoservizio



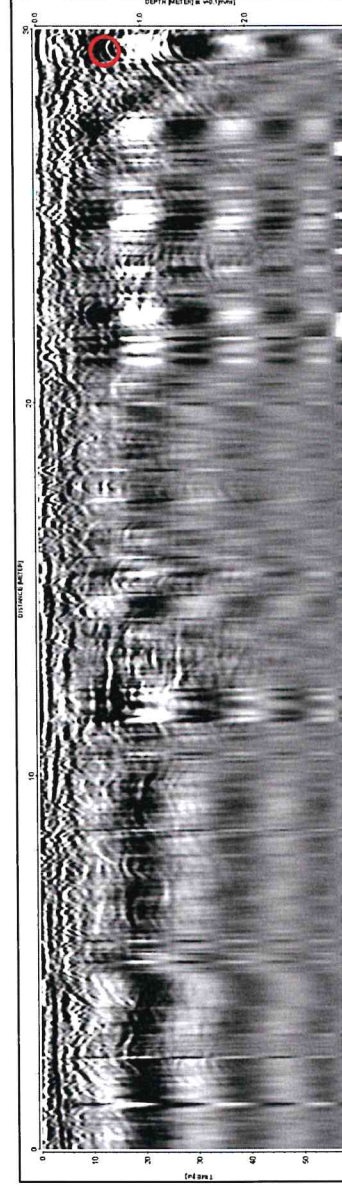
PROFILO GPR n.40



PROFILO GPR n.41



PROFILO GPR n.42



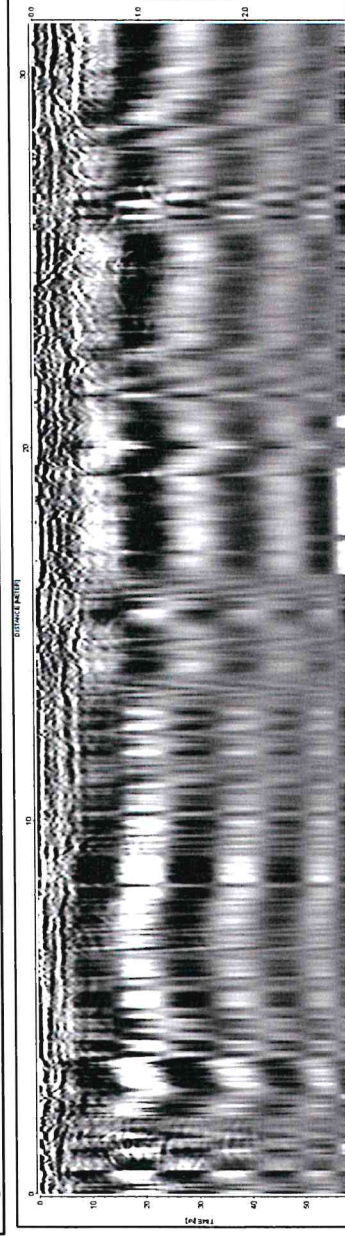
PROFILO GPR n.43

LOCALITA': Depuratore Nardò

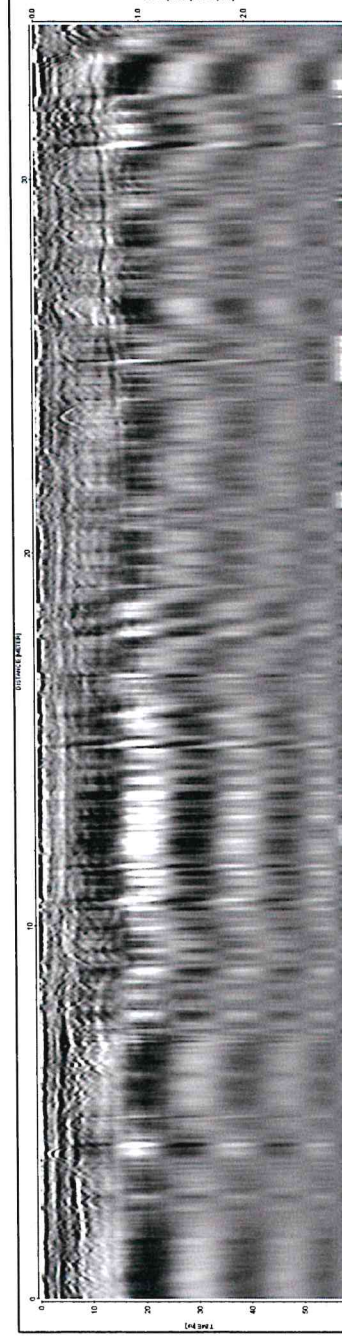
COMMITTENTE: Aqp SpA

DATA: Novembre 2020

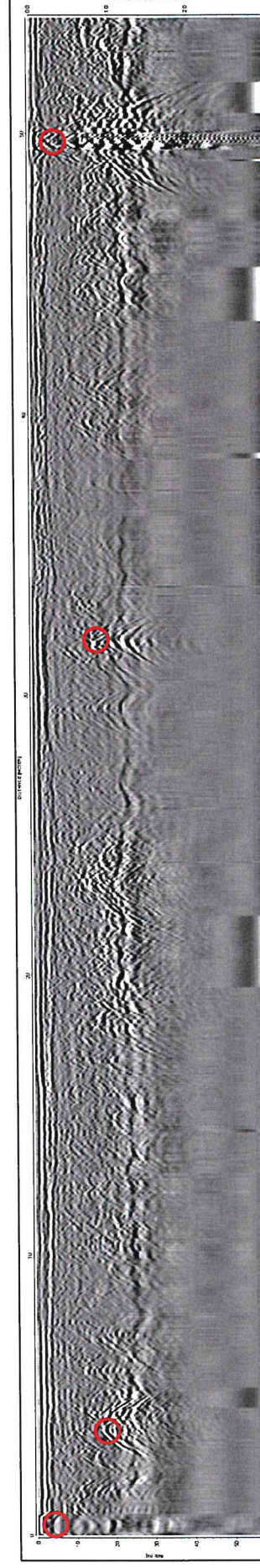
Legenda:  Sottoservizio



PROFILO GPR n.44



PROFILO GPR n.45



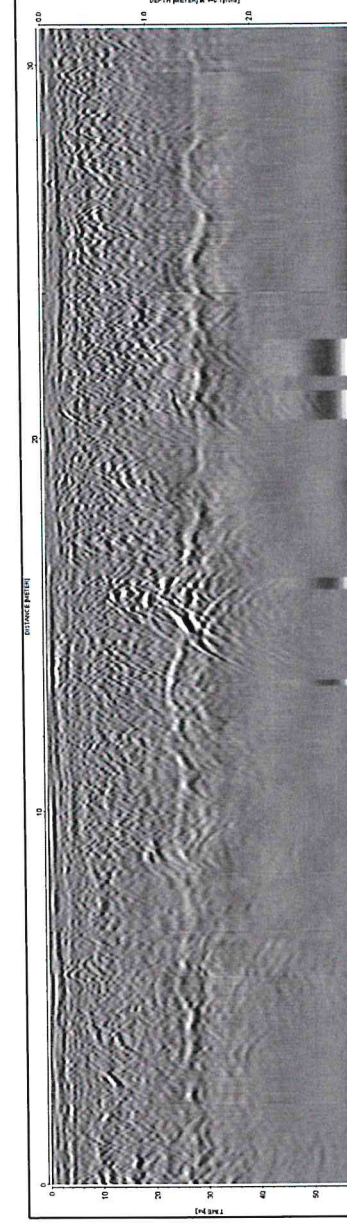
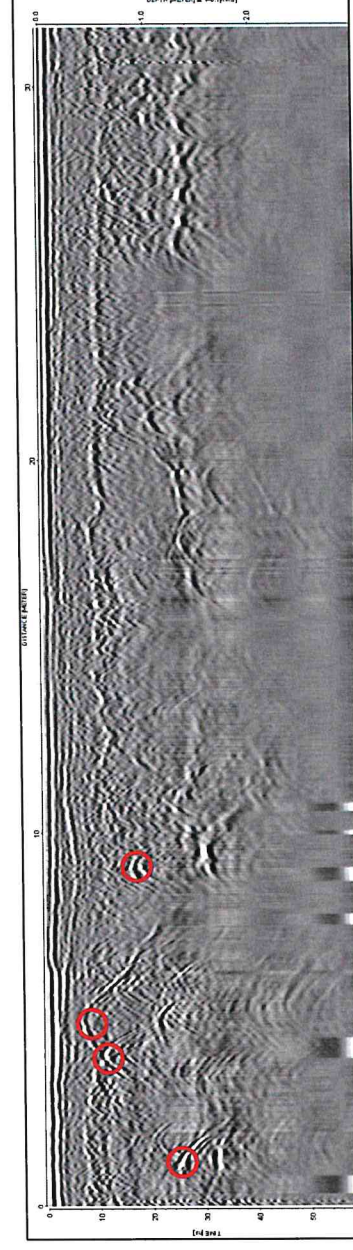
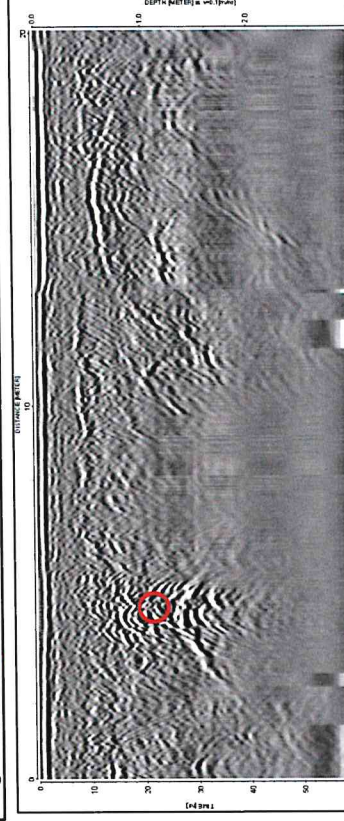
PROFILO GPR n.46

LOCALITA': Depuratore Nardò

COMMITTENTE: Aqp SpA

DATA: Novembre 2020

Legenda:  Softoservizio

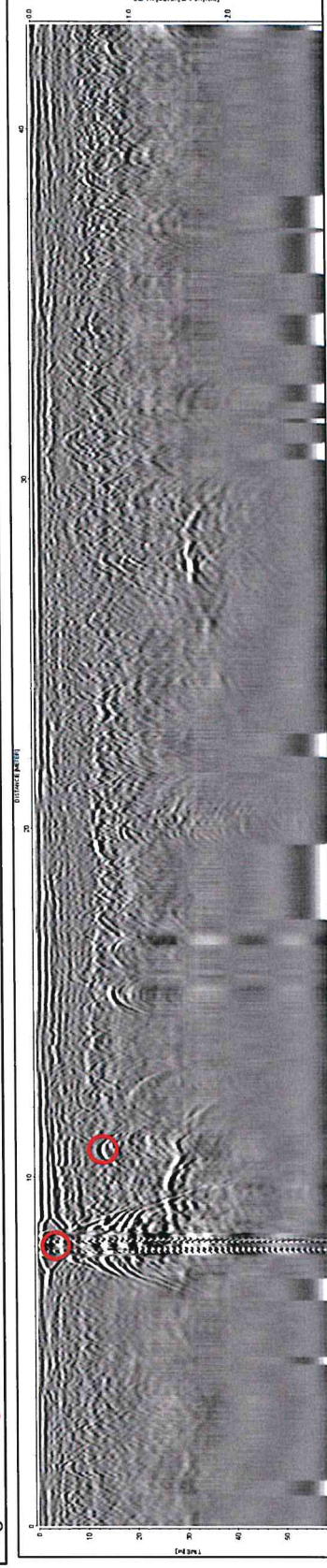


LOCALITA': Depuratore Nardò

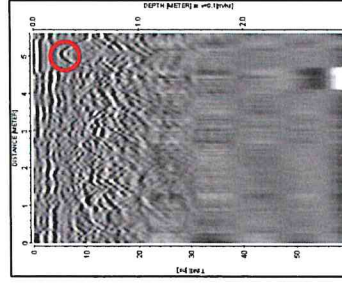
COMMITTENTE: Aqp SpA

DATA: Novembre 2020

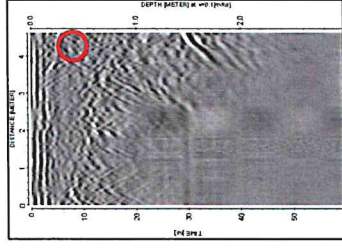
Legenda:  Softoservizio



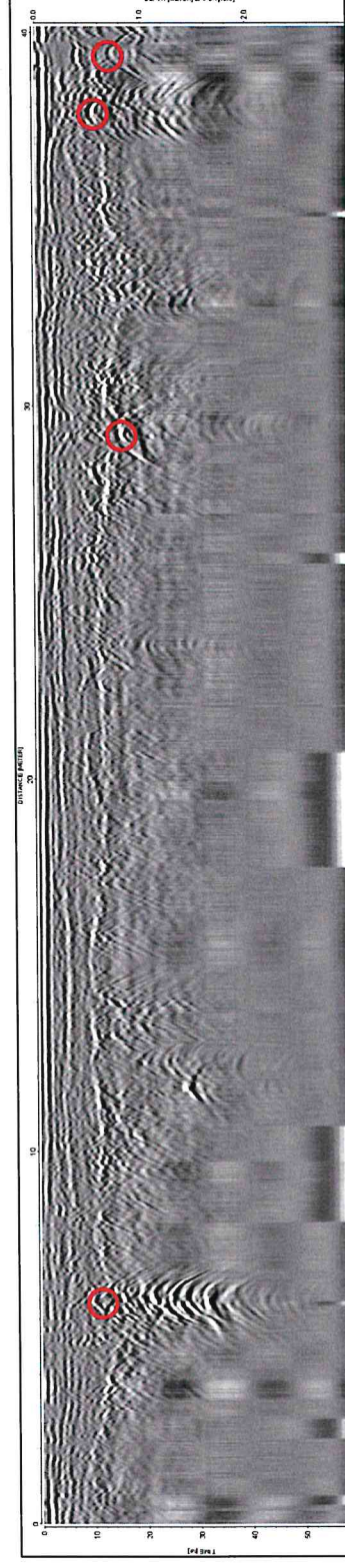
PROFILO GPR n.50



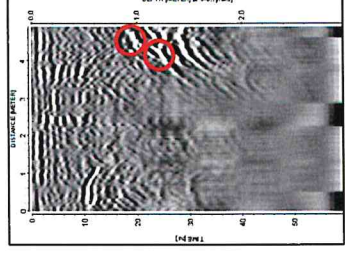
PROFILO GPR n.51



PROFILO GPR n.52



PROFILO GPR n.53



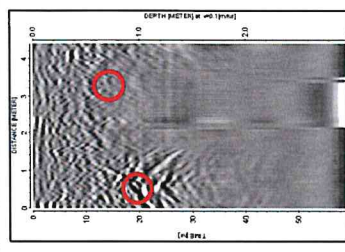
PROFILO GPR n.54

LOCALITA': Depuratore Nardò

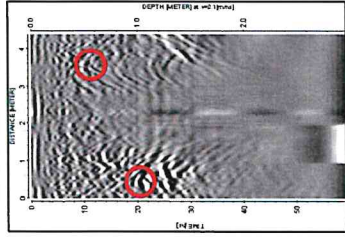
COMMITTENTE: Aqp SpA

DATA: Novembre 2020

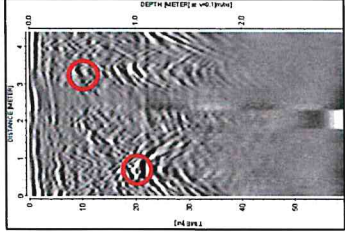
Legenda: ○ Softoservizio



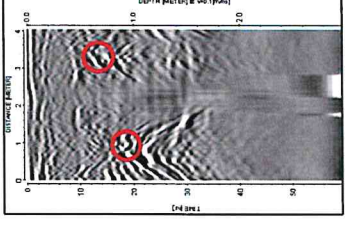
PROFILO GPR n.55



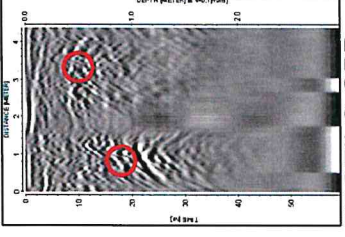
PROFILO GPR n.56



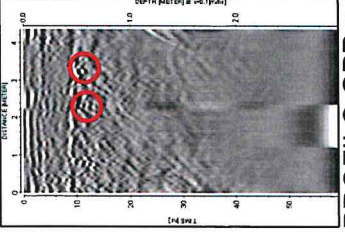
PROFILO GPR n.57



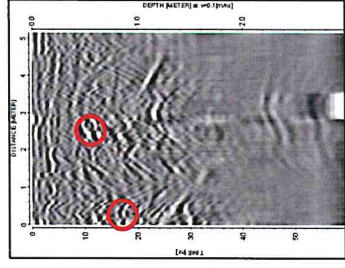
PROFILO GPR n.58



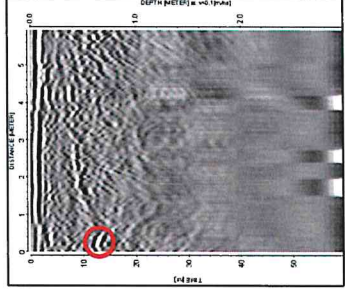
PROFILO GPR n.59



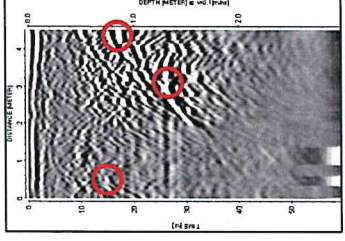
PROFILO GPR n.60



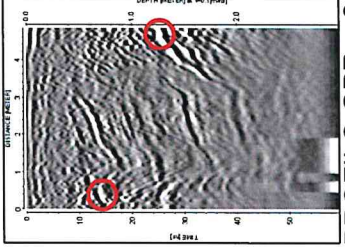
PROFILO GPR n.61



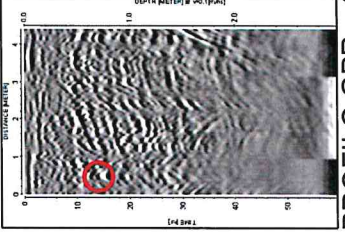
PROFILO GPR n.62



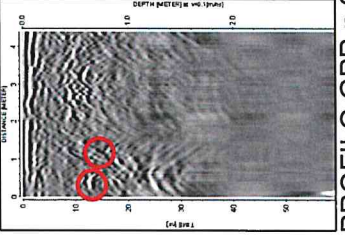
PROFILO GPR n.63



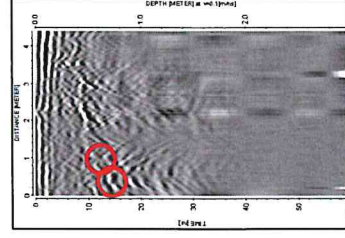
PROFILO GPR n.64



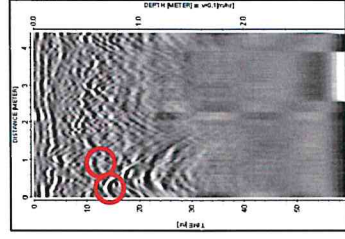
PROFILO GPR n.65



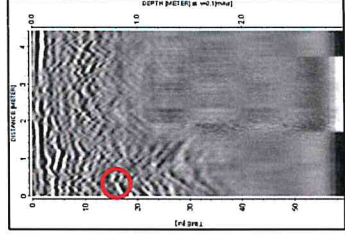
PROFILO GPR n.66



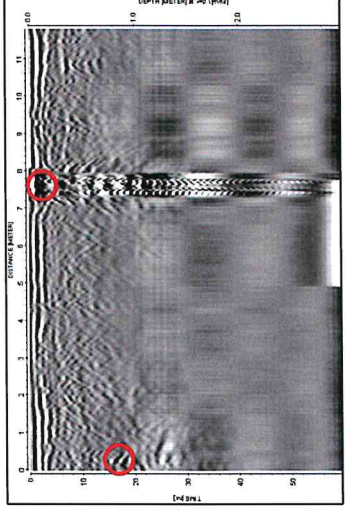
PROFILO GPR n.67



PROFILO GPR n.68



PROFILO GPR n.69



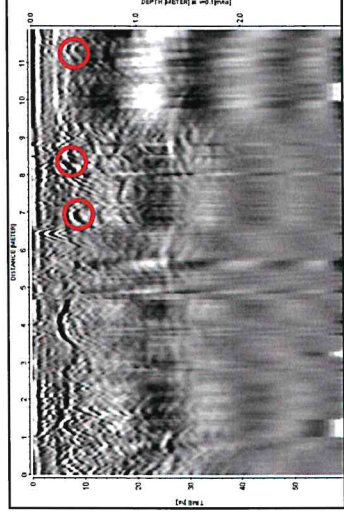
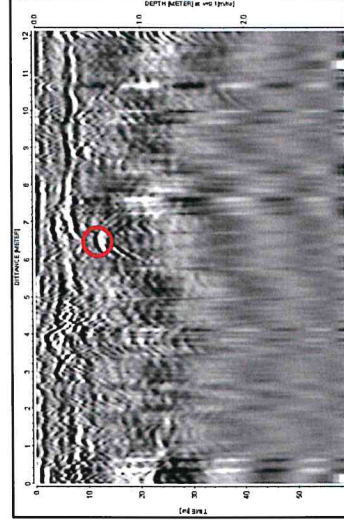
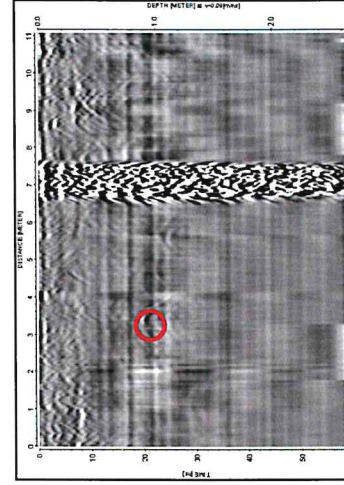
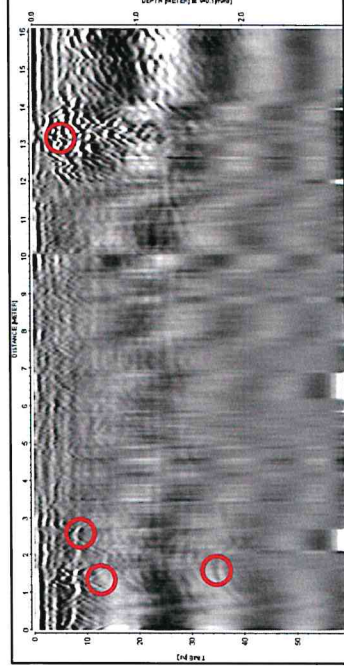
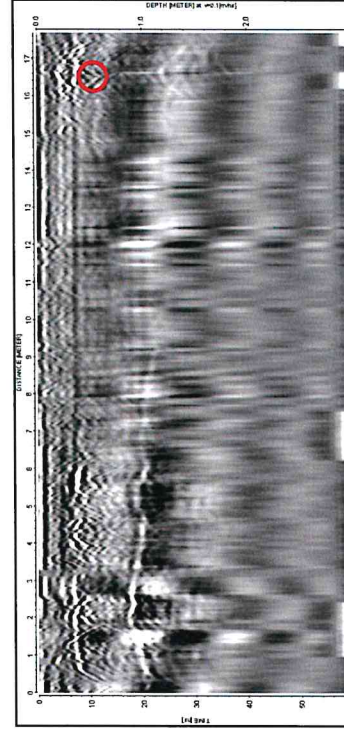
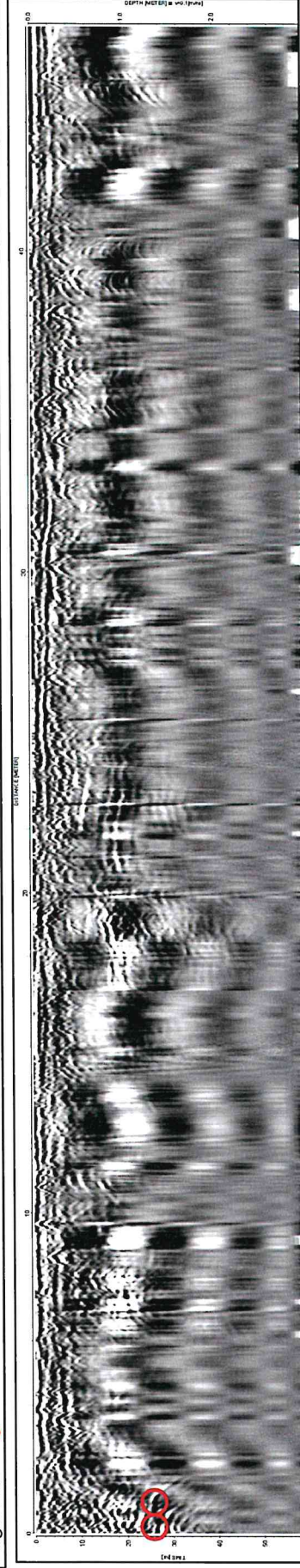
PROFILO GPR n.70

LOCALITA': Depuratore Nardò

COMMITTENTE: Aqp SpA

DATA: Novembre 2020

Legenda: ○ Softoservizio

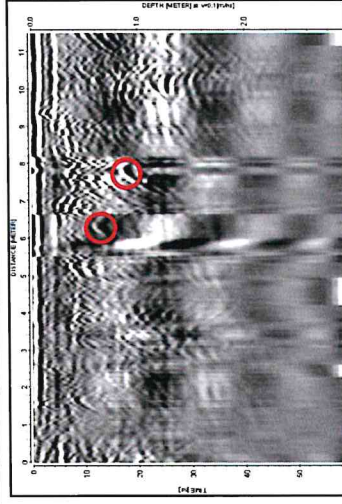


LOCALITA': Depuratore Nardò

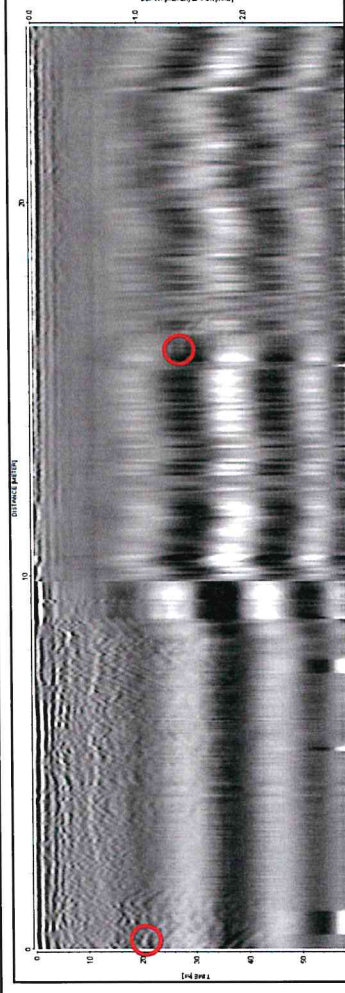
COMMITTENTE: Aqp SpA

DATA: Novembre 2020

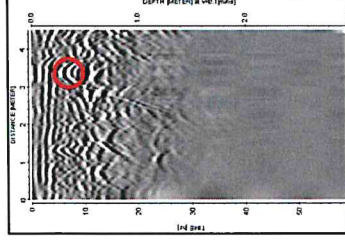
Legenda:  Softservizio



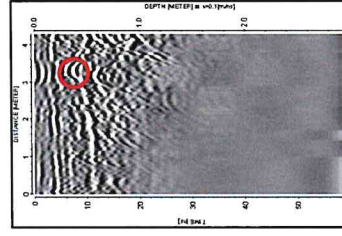
PROFILO GPR n.77



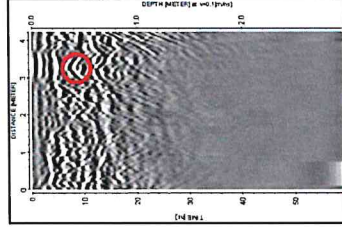
PROFILO GPR n.78



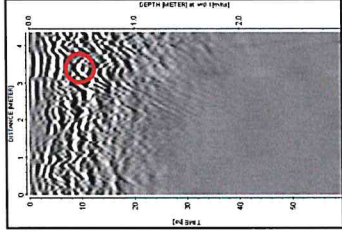
PROFILO GPR n.79



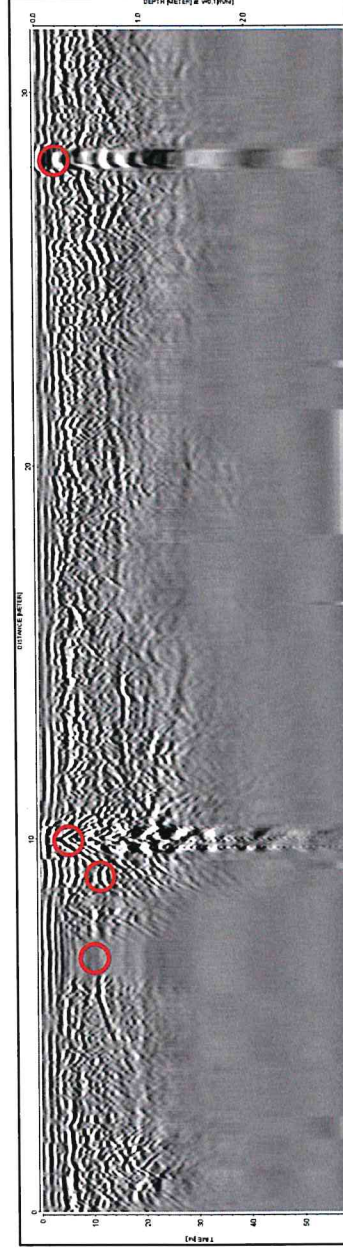
PROFILO GPR n.80



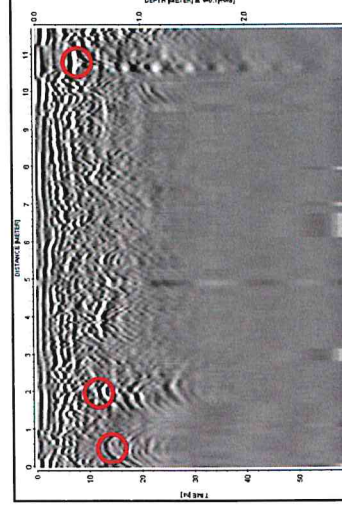
PROFILO GPR n.81



PROFILO GPR n.82



PROFILO GPR n.83





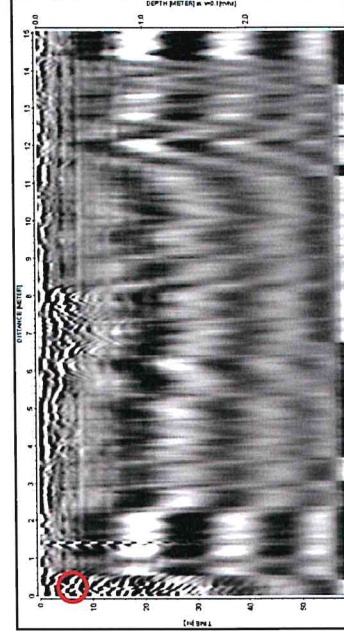
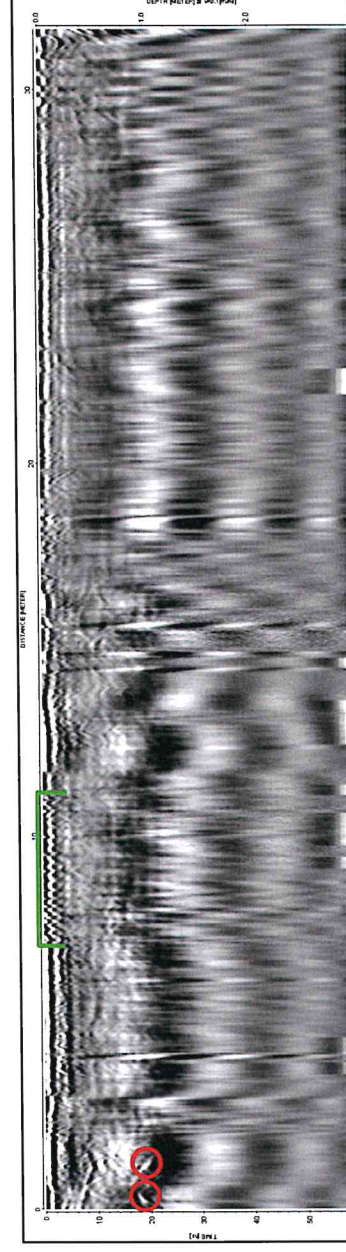
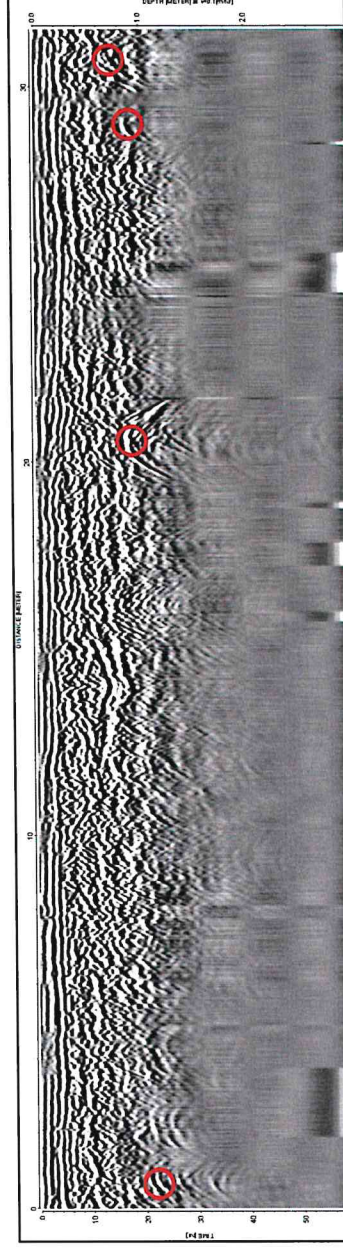
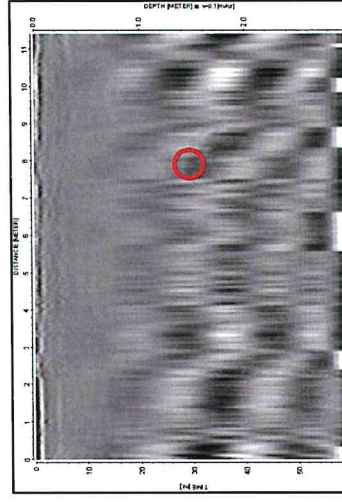
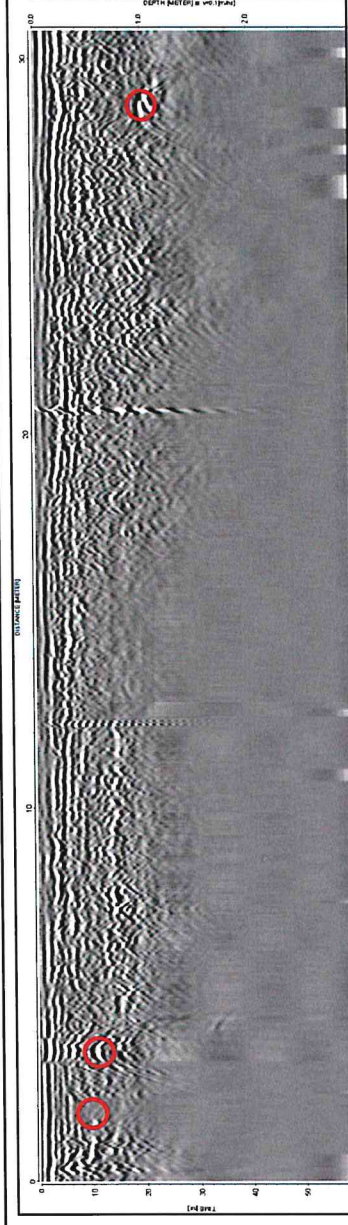
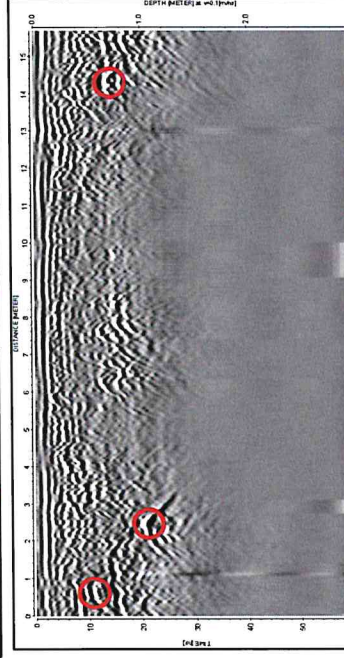
PROFILO GPR n.84

LOCALITA': Depuratore Nardò

COMMITTENTE: Aqp SpA

DATA: Novembre 2020

Legenda:  Softoservizio  Griglia metallica

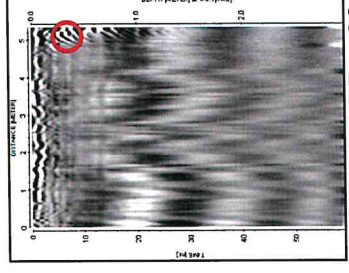
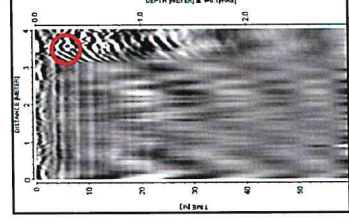
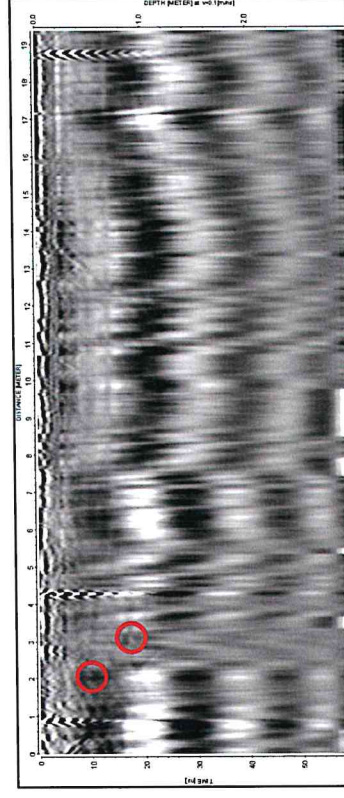
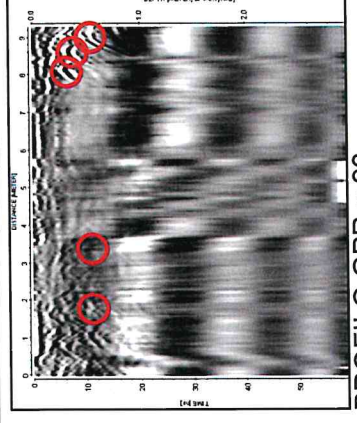
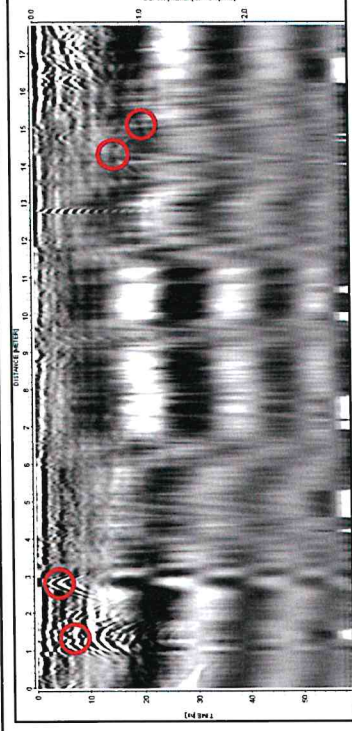
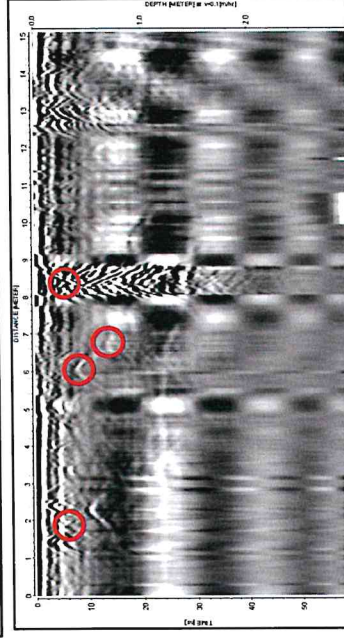


LOCALITA': Depuratore Nardò

COMMITTENTE: Aqp SpA

DATA: Novembre 2020

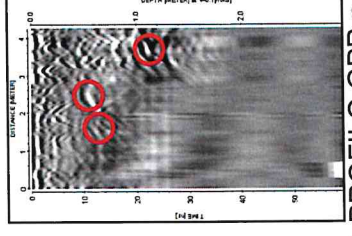
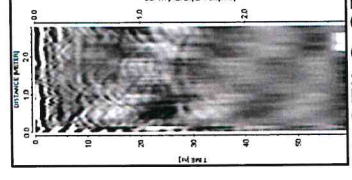
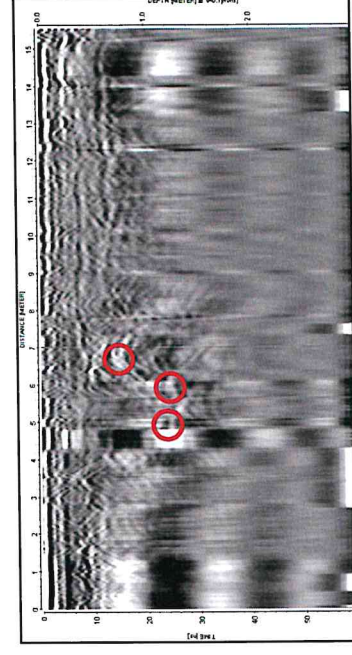
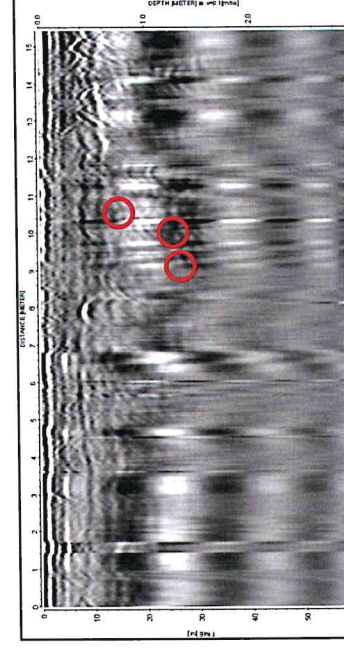
Legenda: ○ Softoservizio



PROFILO GPR n.94

PROFILO GPR n.95

PROFILO GPR n.96



PROFILO GPR n.97

PROFILO GPR n.98

PROFILO GPR n.99

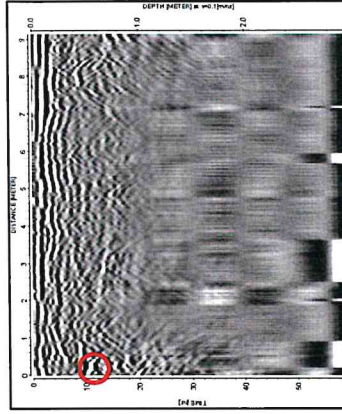
PROFILO GPR n.100

LOCALITA': Depuratore Nardò

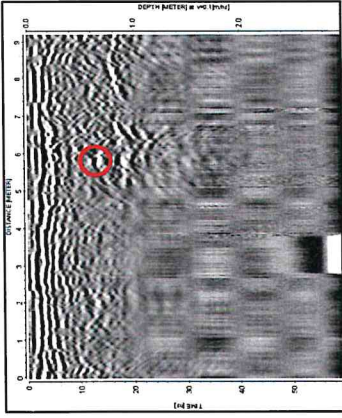
COMMITTENTE: Aqp SpA

DATA: Novembre 2020

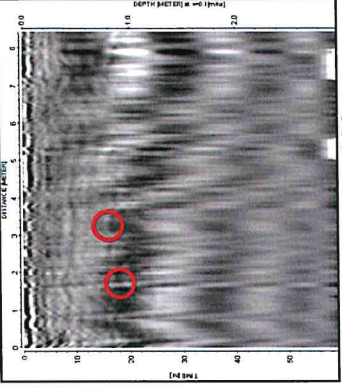
Legenda:  Softoservizio  Vasca



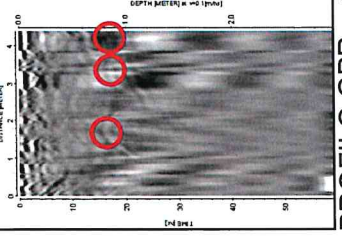
PROFILO GPR n. 101



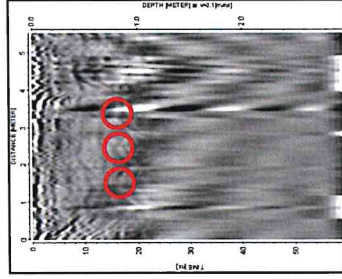
PROFILO GPR n. 102



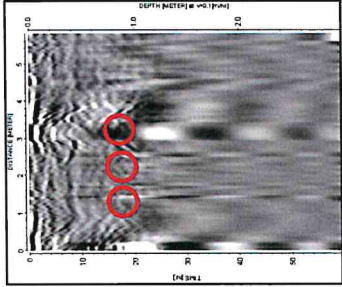
PROFILO GPR n. 103



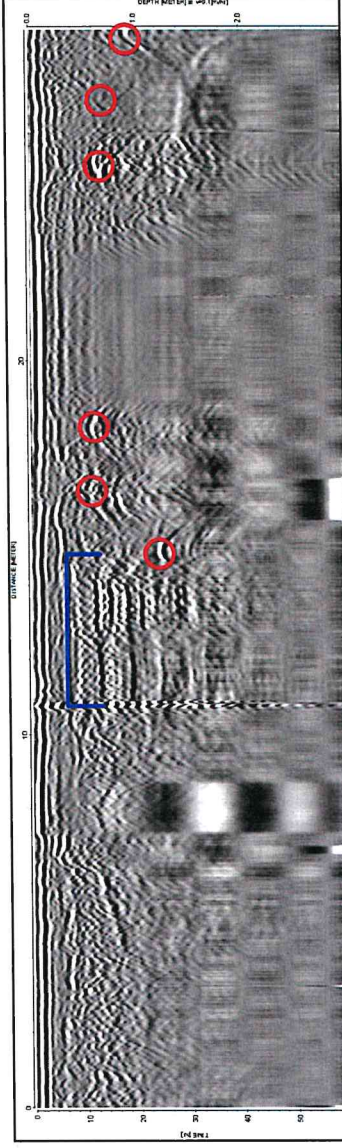
PROFILO GPR n. 104



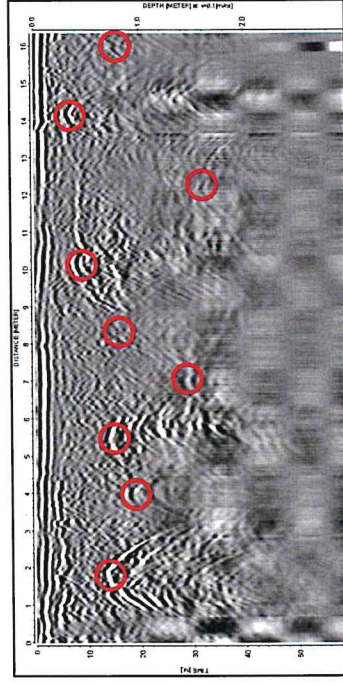
PROFILO GPR n. 105



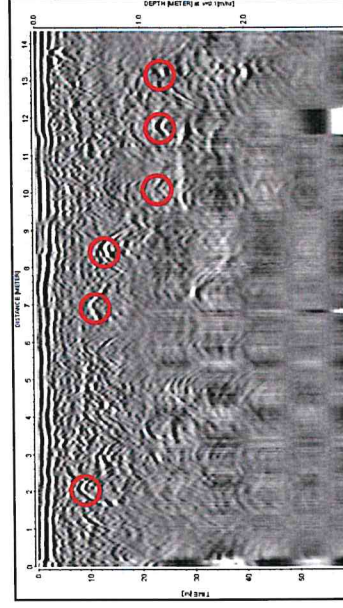
PROFILO GPR n. 106



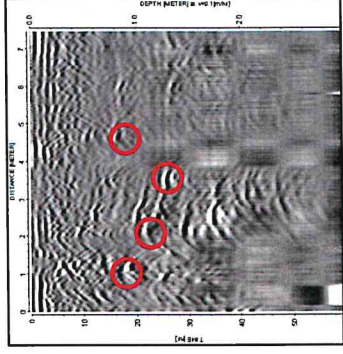
PROFILO GPR n. 107



PROFILO GPR n. 108



PROFILO GPR n. 109



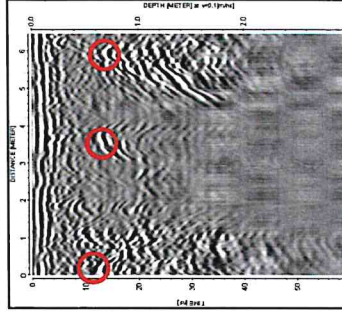
PROFILO GPR n. 110

LOCALITA': Depuratore Nardò

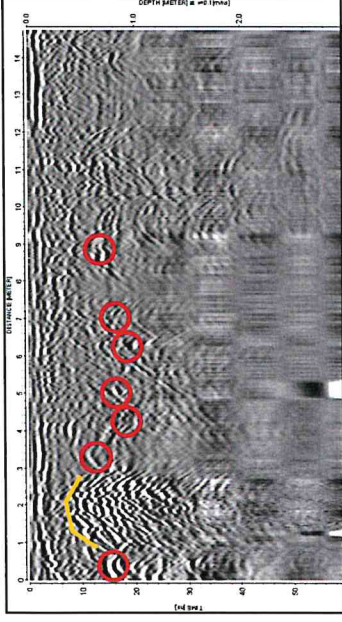
COMMITTENTE: Aqp SpA

DATA: Novembre 2020

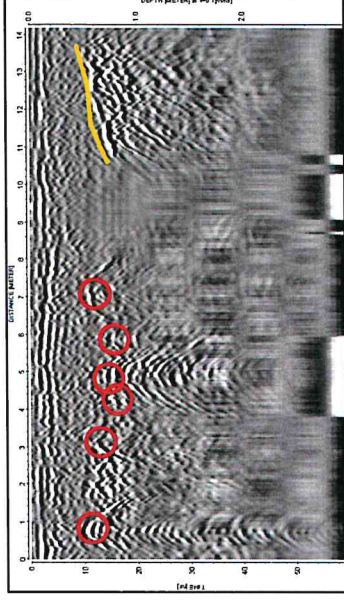
Legenda:  Softoservizio  Anomalia  Griglia metallica



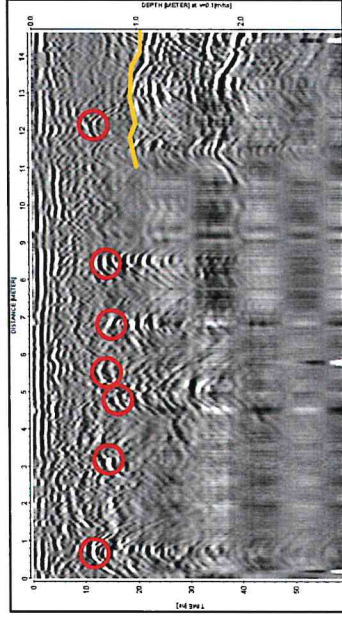
PROFILO GPR n.111



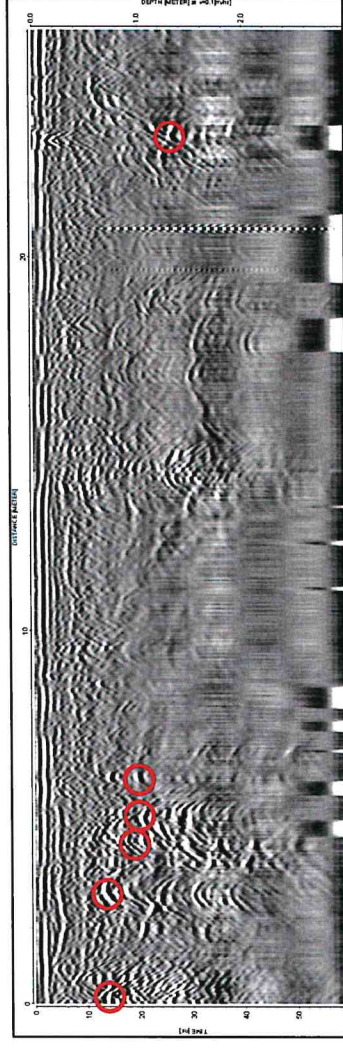
PROFILO GPR n.112



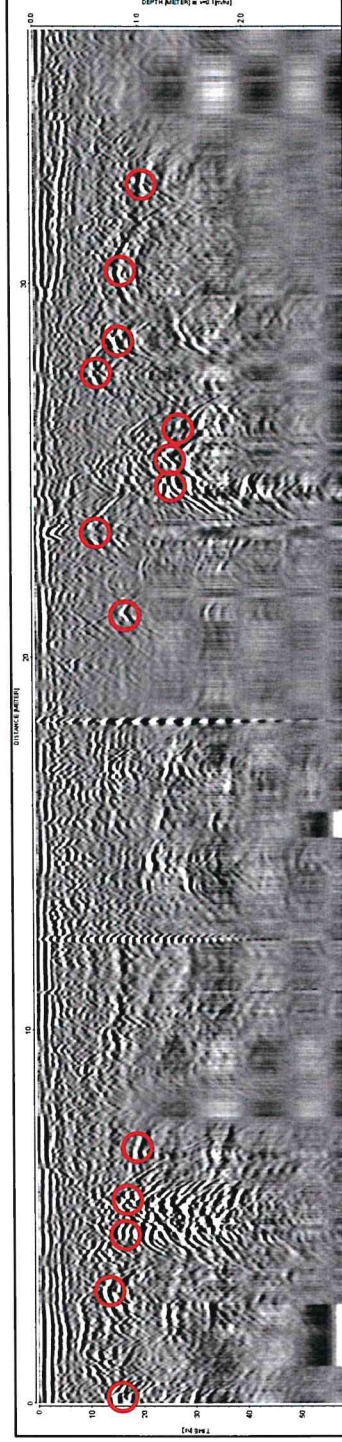
PROFILO GPR n.113



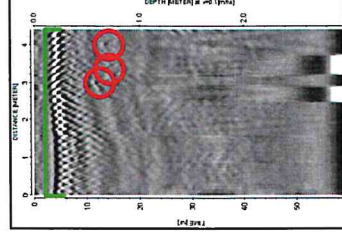
PROFILO GPR n.114



PROFILO GPR n.115



PROFILO GPR n.116



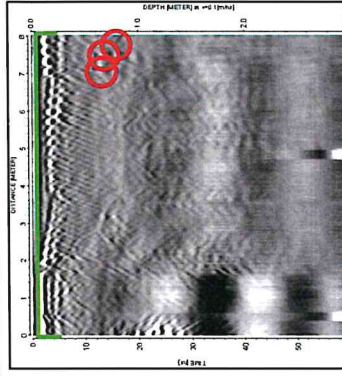
PROFILO GPR n.117

LOCALITA': Depuratore Nardò

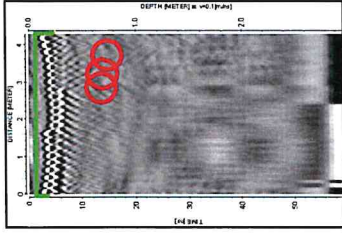
COMMITTENTE: Aqp SpA

DATA: Novembre 2020

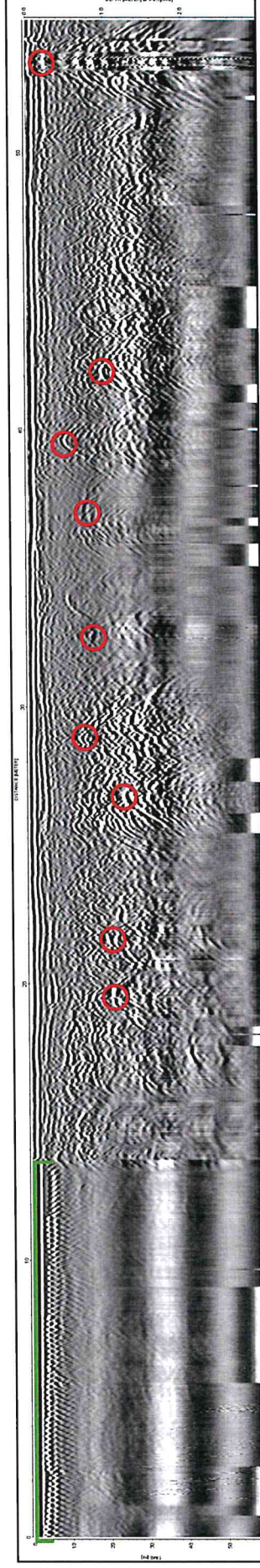
Legenda:  Softoservizio  Griglia metallica



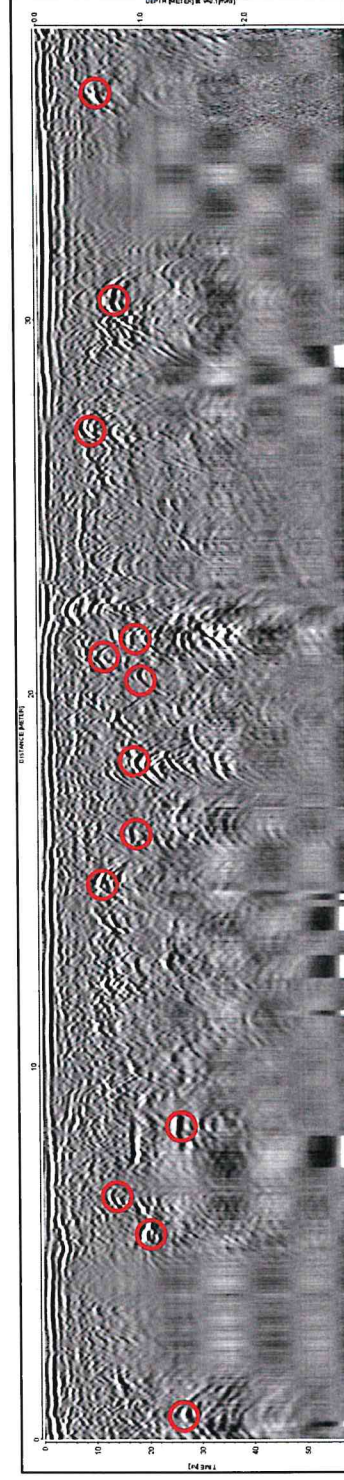
PROFILO GPR n.118



PROFILO GPR n.119



PROFILO GPR n.120



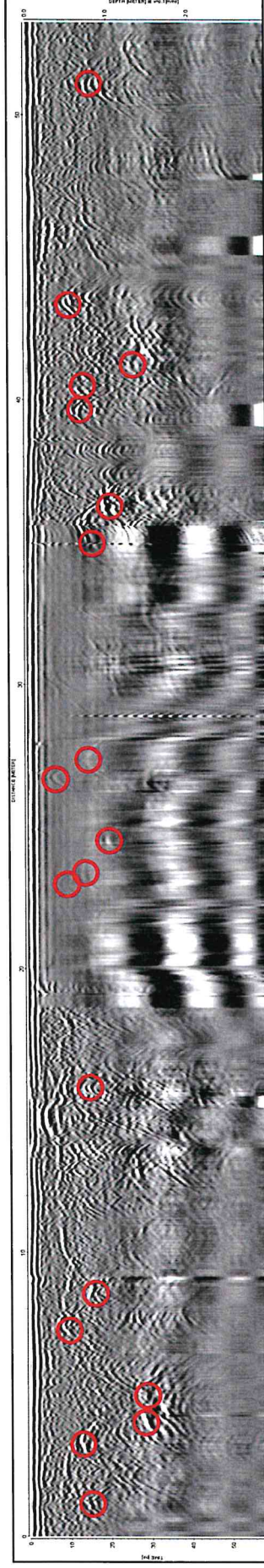
PROFILO GPR n.121

LOCALITA': Depuratore Nardò

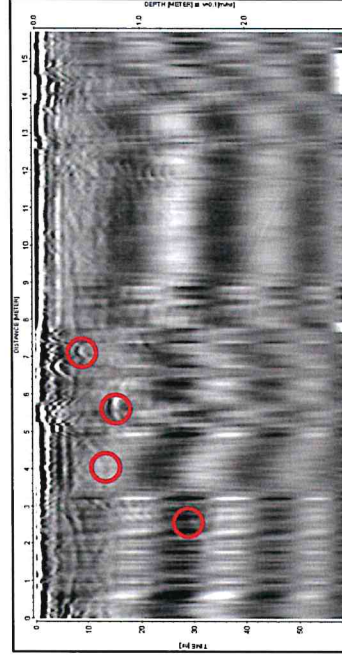
COMMITTENTE: Aqp SpA

DATA: Novembre 2020

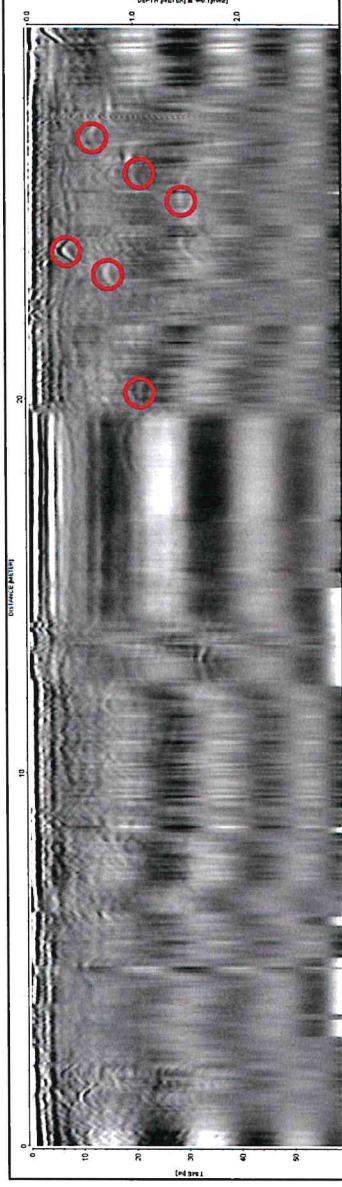
Legenda:  Softoservizio



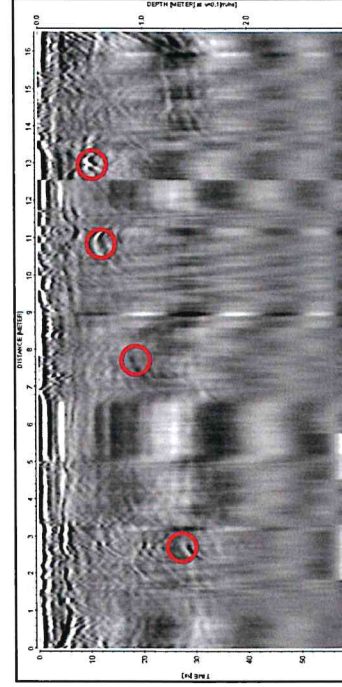
PROFILO GPR n.122



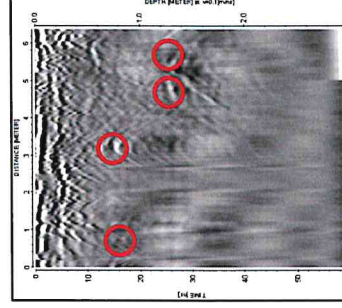
PROFILO GPR n.123



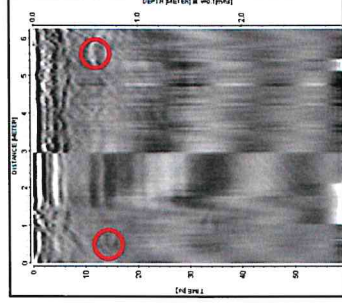
PROFILO GPR n.124



PROFILO GPR n.125



PROFILO GPR n.126



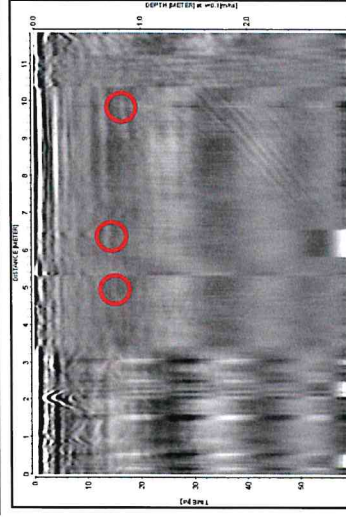
PROFILO GPR n.127

LOCALITA': Depuratore Nardò

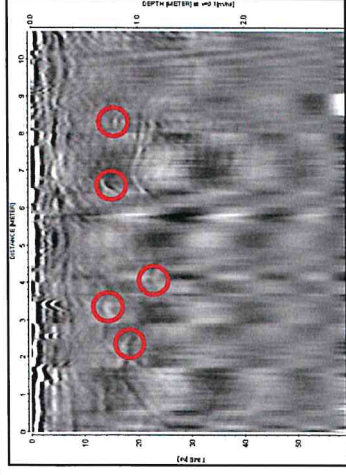
COMMITTENTE: Aqp SpA

DATA: Novembre 2020

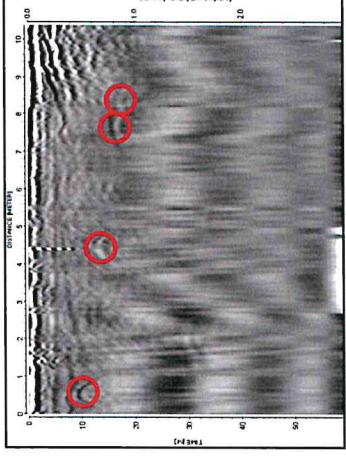
Legenda:  Softoservizio



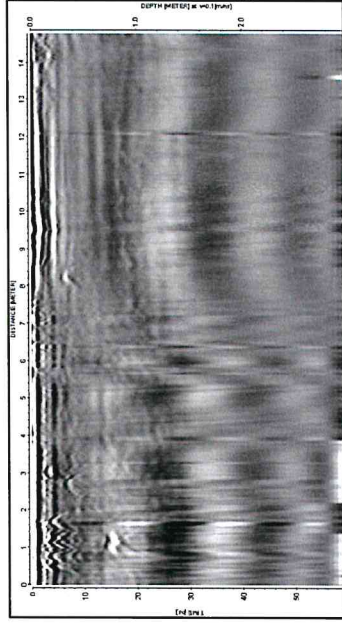
PROFILO GPR n.128



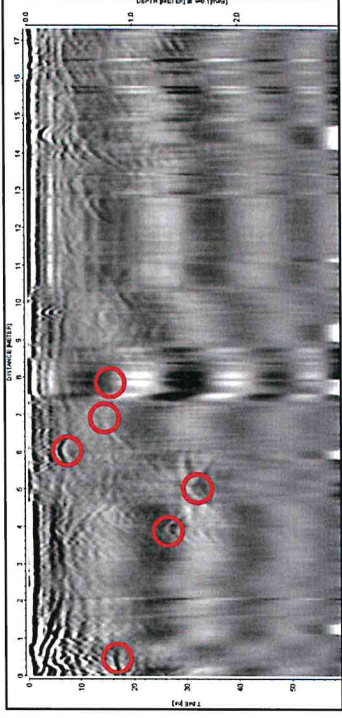
PROFILO GPR n.129



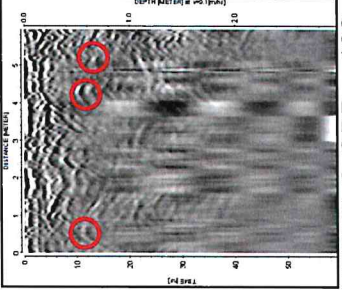
PROFILO GPR n.130



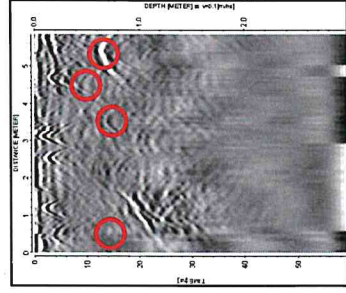
PROFILO GPR n.131



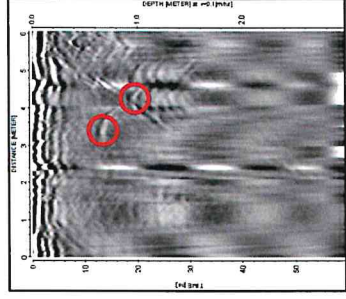
PROFILO GPR n.132



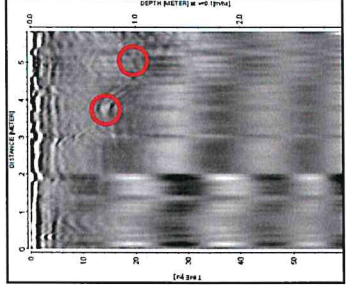
PROFILO GPR n.133



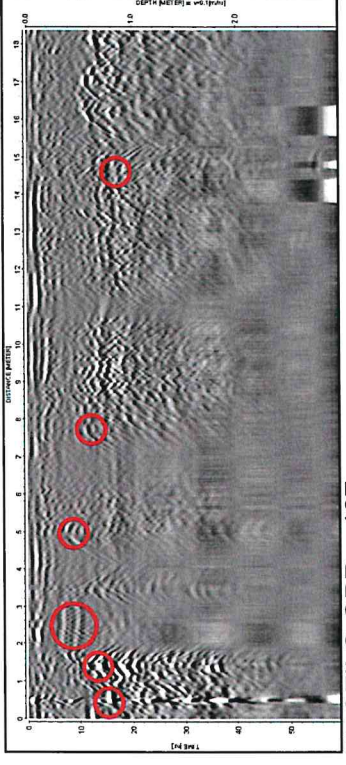
PROFILO GPR n.134



PROFILO GPR n.135



PROFILO GPR n.136



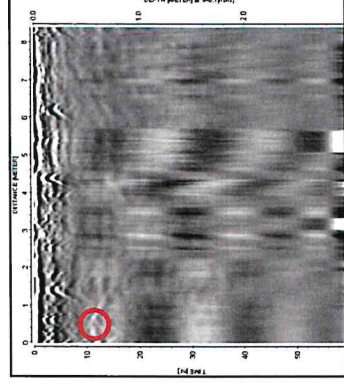
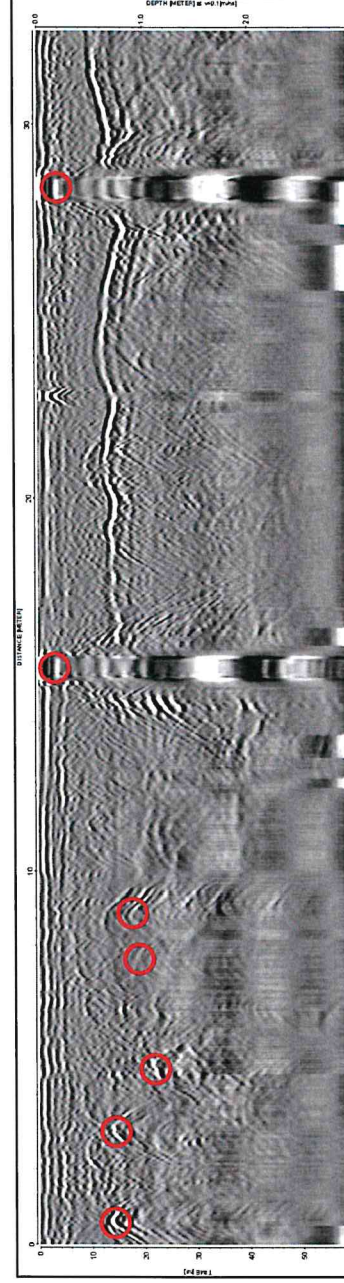
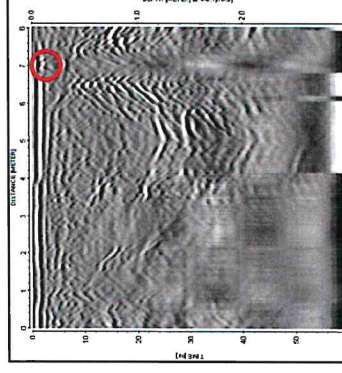
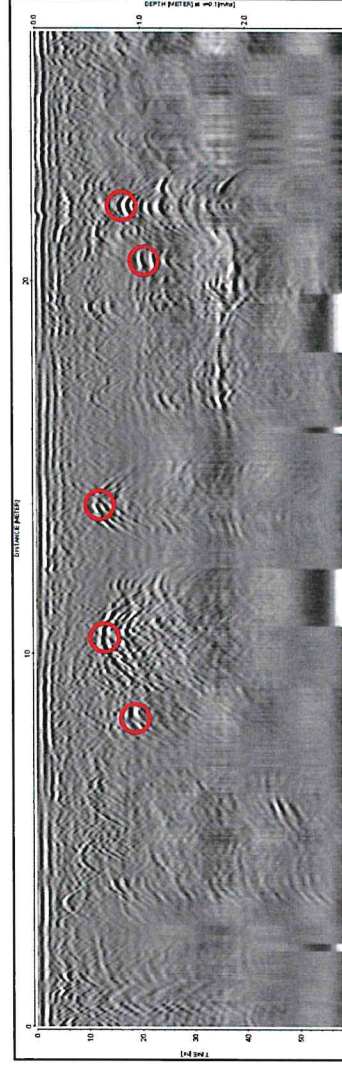
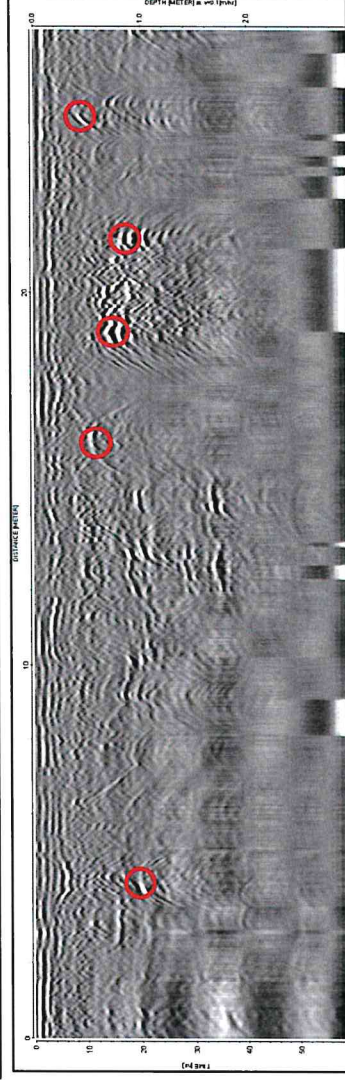
PROFILO GPR n.137

LOCALITA': Depuratore Nardò

COMMITTENTE: Aqp SpA

DATA: Novembre 2020

Legenda:  Softoservizio

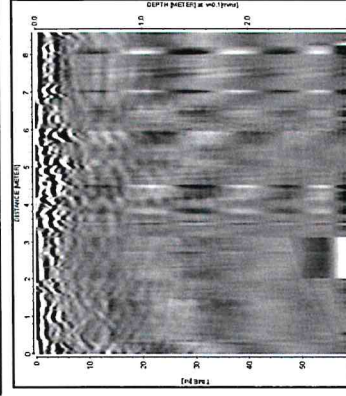


LOCALITA': Depuratore Nardò

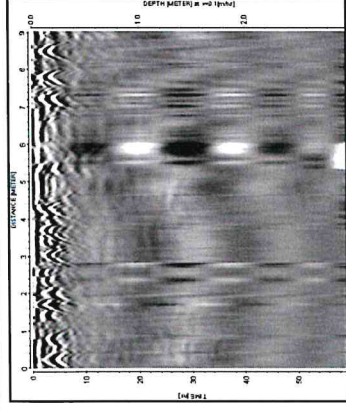
COMMITTENTE: Aqp SpA

DATA: Novembre 2020

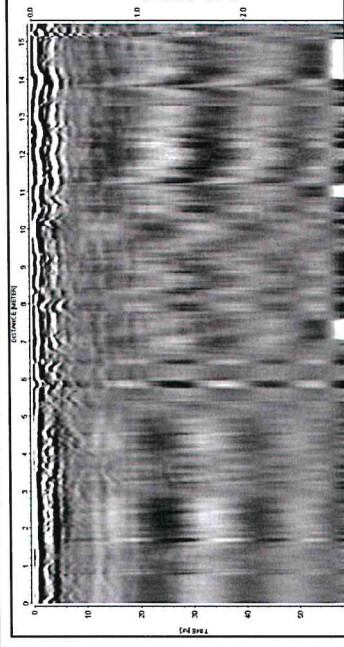
Legenda:  Softservizio



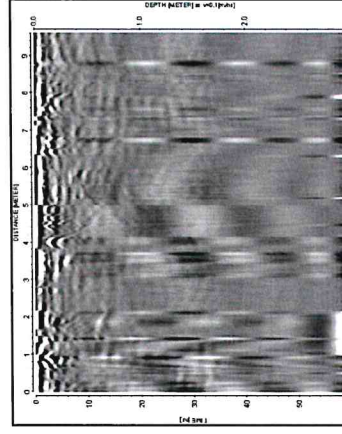
PROFILO GPR n.143



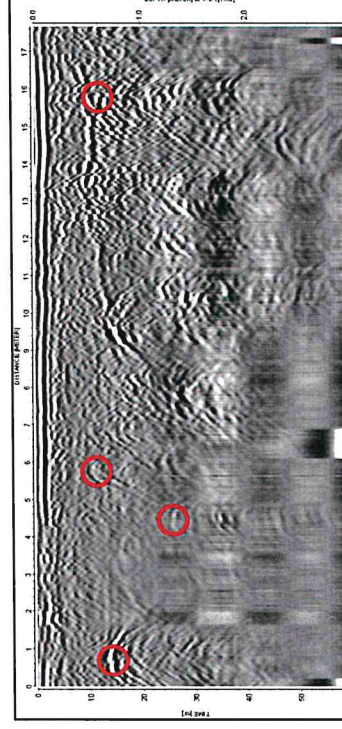
PROFILO GPR n.144



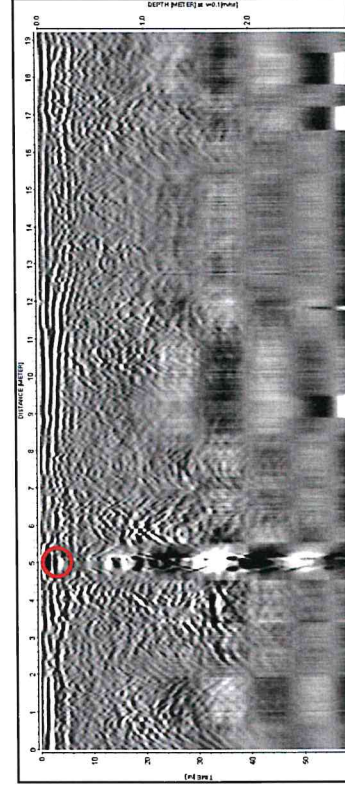
PROFILO GPR n.145



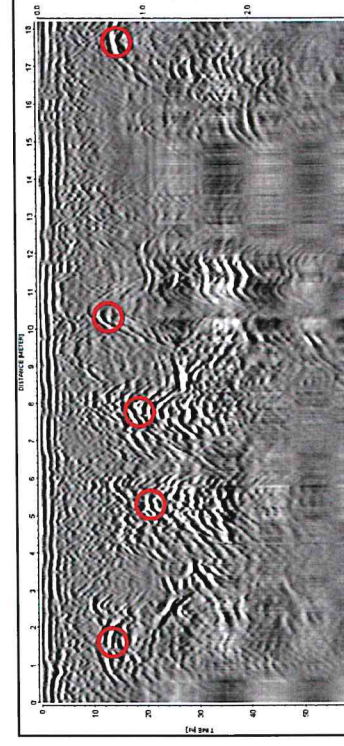
PROFILO GPR n.146



PROFILO GPR n.147



PROFILO GPR n.148



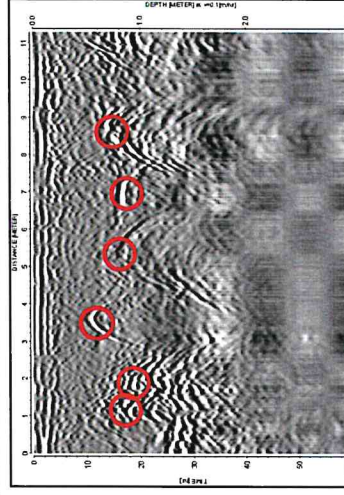
PROFILO GPR n.149

LOCALITA': Depuratore Nardò

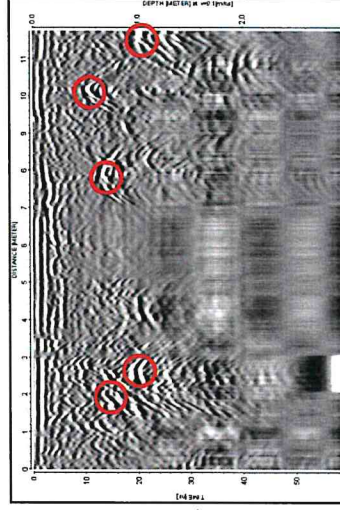
COMMITTENTE: Aqp SpA

DATA: Novembre 2020

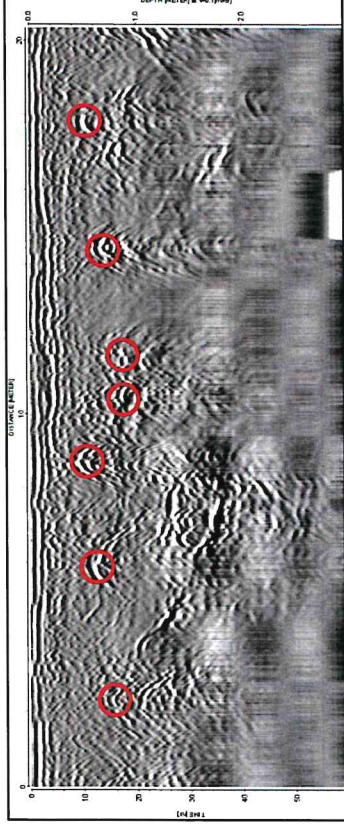
Legenda: ○ Sottoservizio



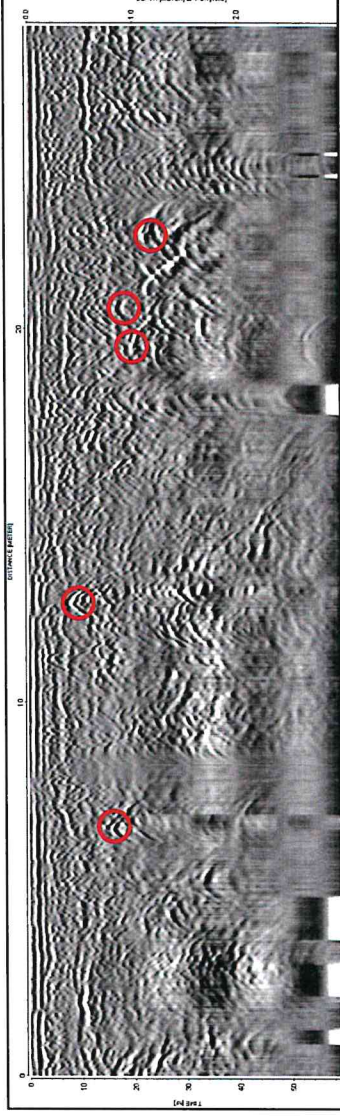
PROFILO GPR n.150



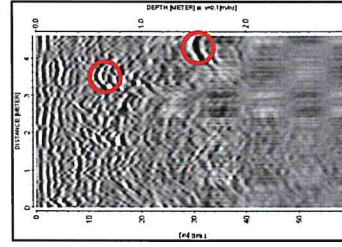
PROFILO GPR n.152



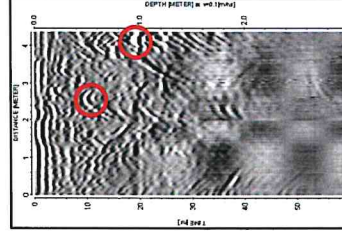
PROFILO GPR n.151



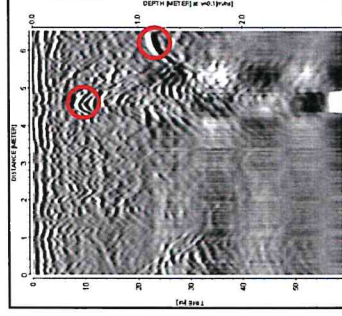
PROFILO GPR n.153



PROFILO GPR n.154



PROFILO GPR n.155



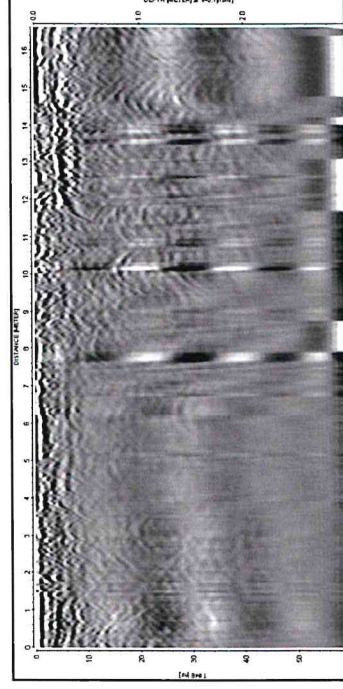
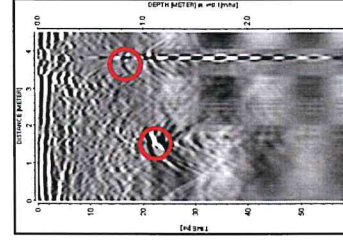
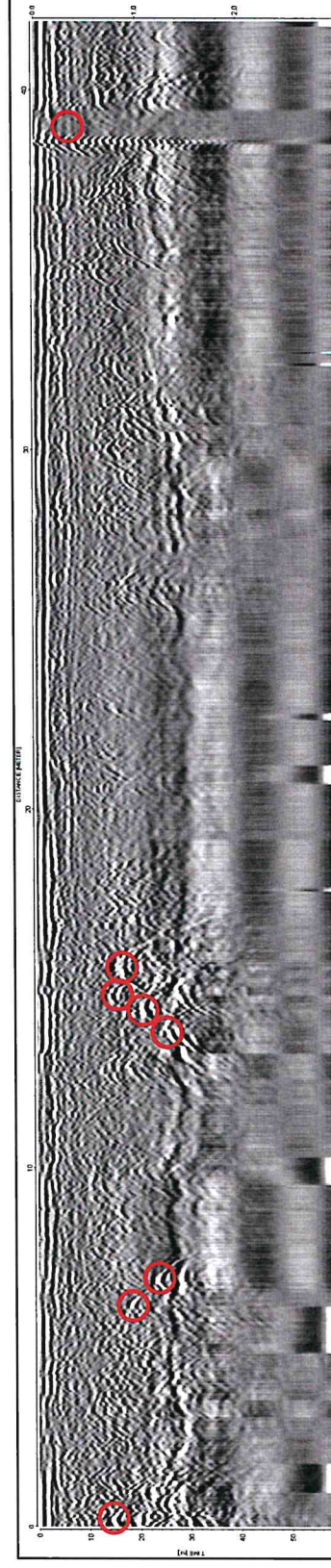
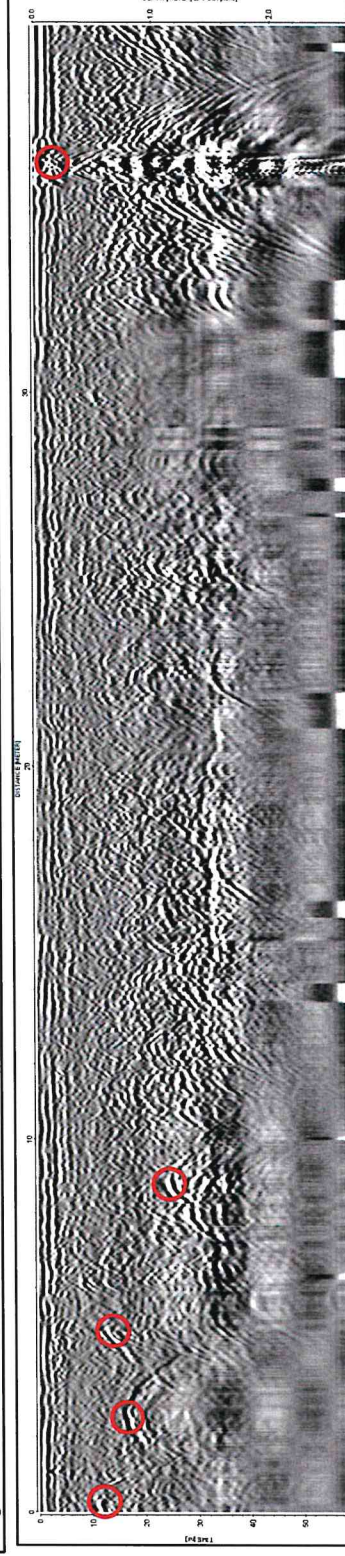
PROFILO GPR n.156

LOCALITA': Depuratore Nardò

COMMITTENTE: Aqp SpA

DATA: Novembre 2020

Legenda: ○ Sottoservizio

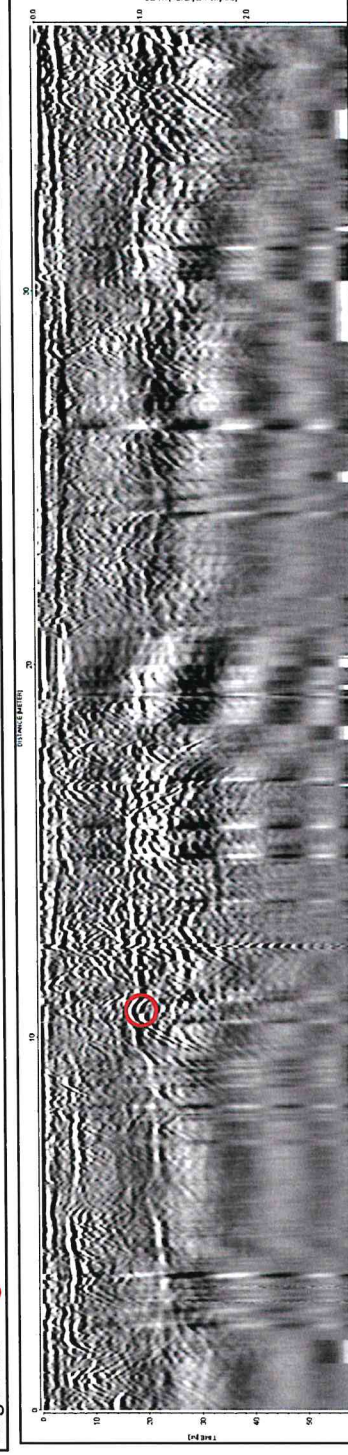


LOCALITA': Depuratore Nardò

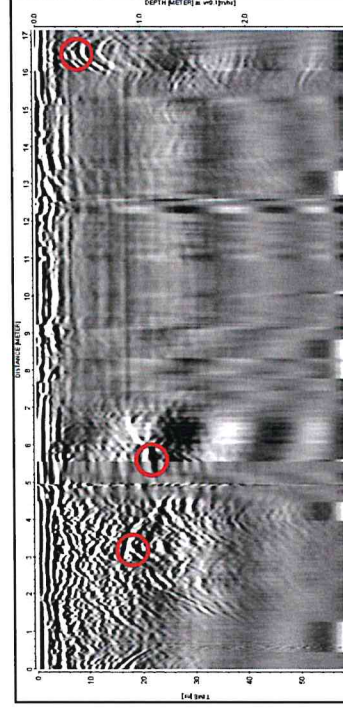
COMMITTENTE: Aqp SpA

DATA: Novembre 2020

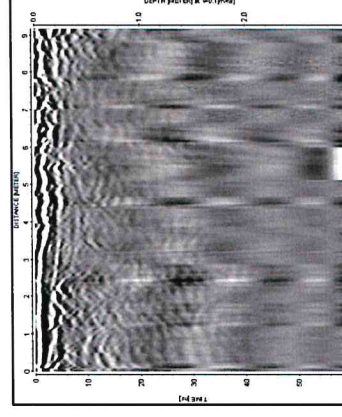
Legenda: ○ Sottoservizio



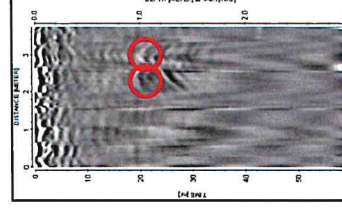
PROFILO GPR n.161



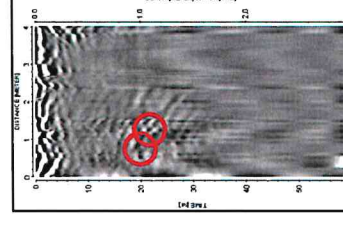
PROFILO GPR n.162



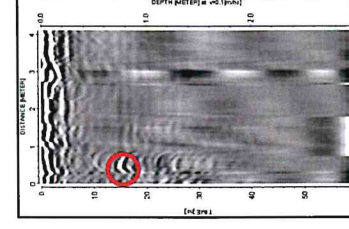
PROFILO GPR n.163



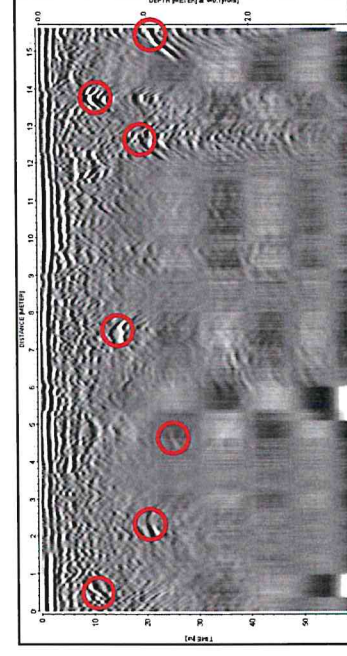
PROFILO GPR n.164



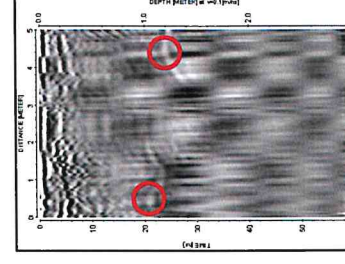
PROFILO GPR n.165



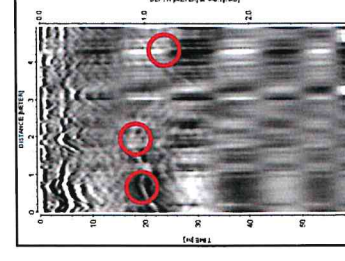
PROFILO GPR n.166



PROFILO GPR n.167



PROFILO GPR n.168



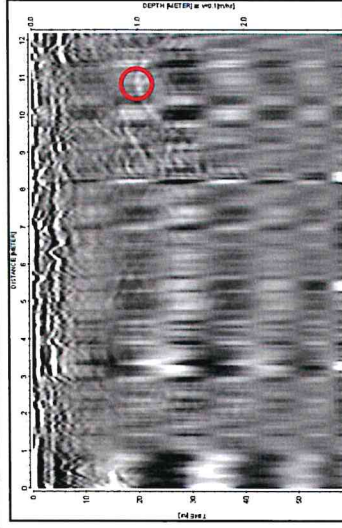
PROFILO GPR n.169

LOCALITA': Depuratore Nardò

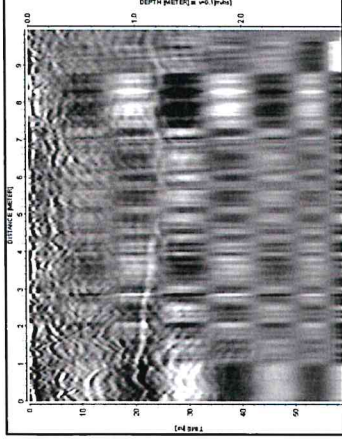
COMMITTENTE: Aqp SpA

DATA: Novembre 2020

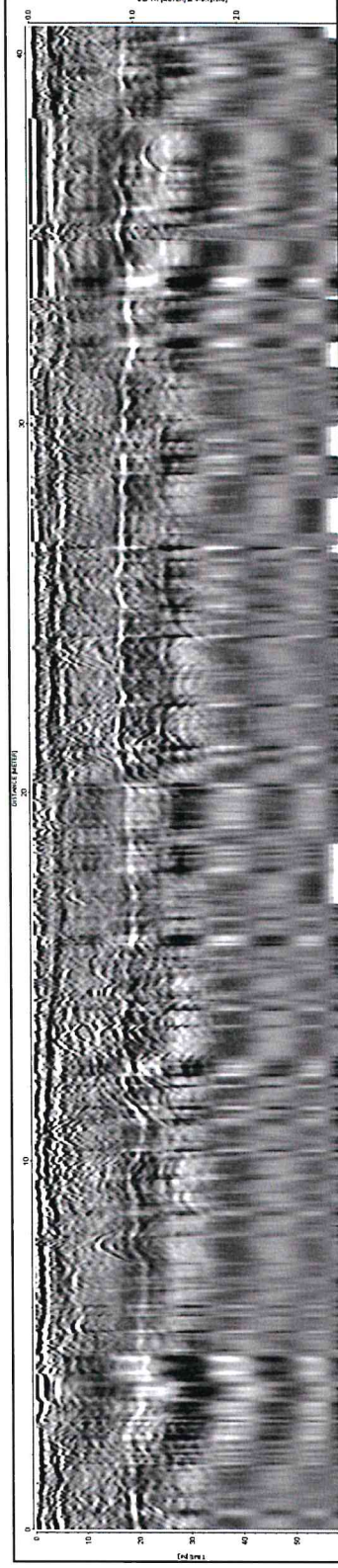
Legenda:  Sottoservizio



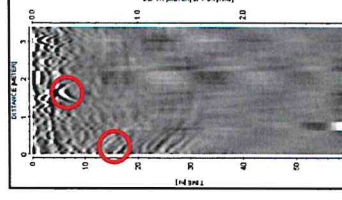
PROFILO GPR n. 170



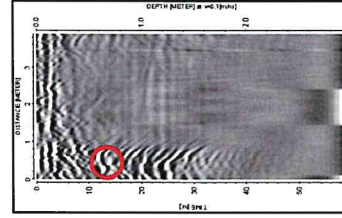
PROFILO GPR n. 171



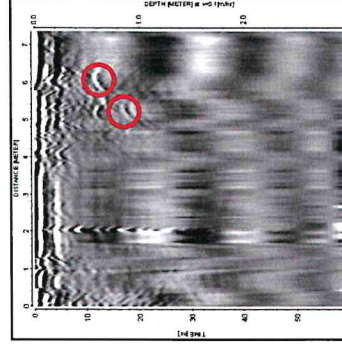
PROFILO GPR n. 172



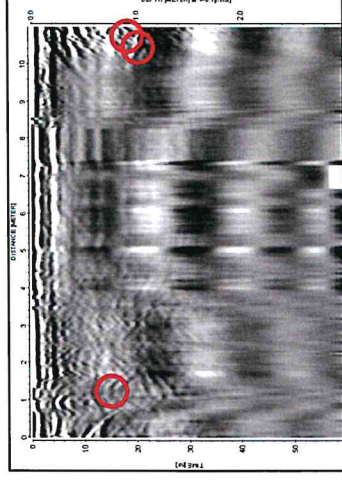
PROFILO GPR n. 173



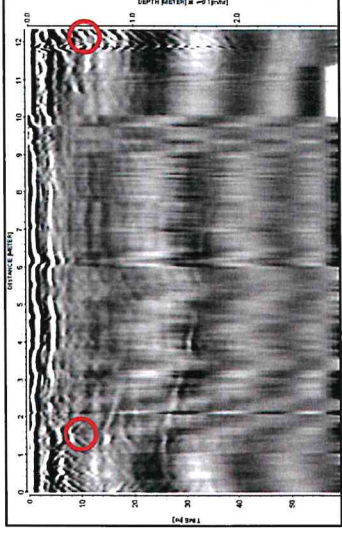
PROFILO GPR n. 174



PROFILO GPR n. 175



PROFILO GPR n. 176



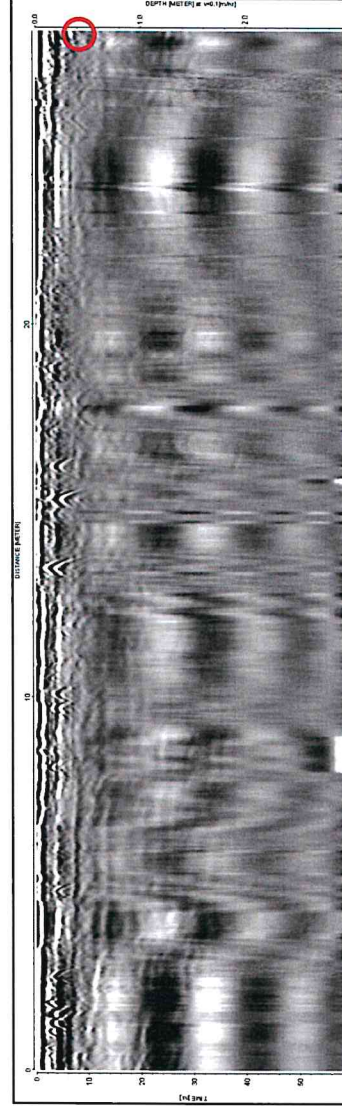
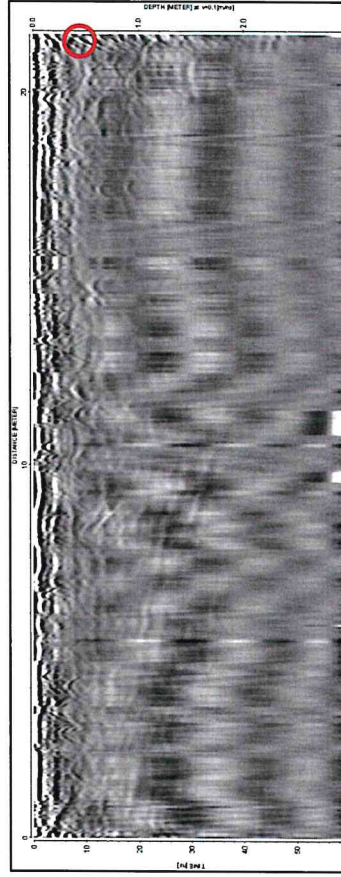
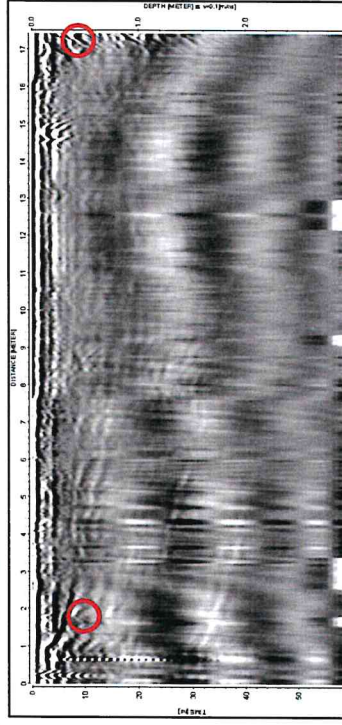
PROFILO GPR n. 177

LOCALITA': Depuratore Nardò

COMMITTENTE: Aqp SpA

DATA: Novembre 2020

Legenda:  Softoservizio

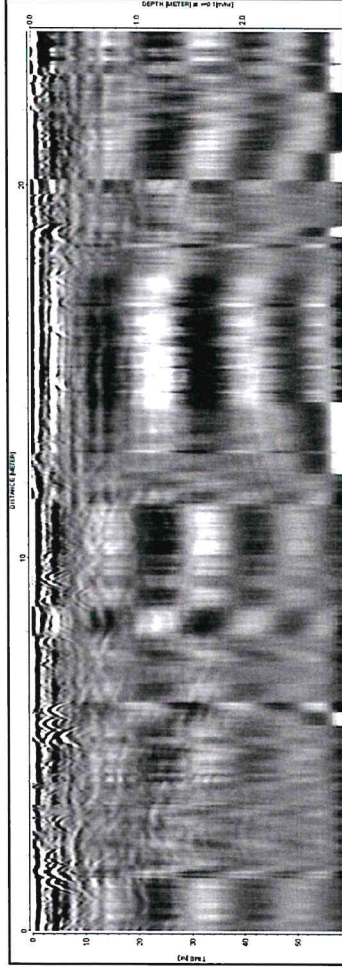


LOCALITA': Depuratore Nardò

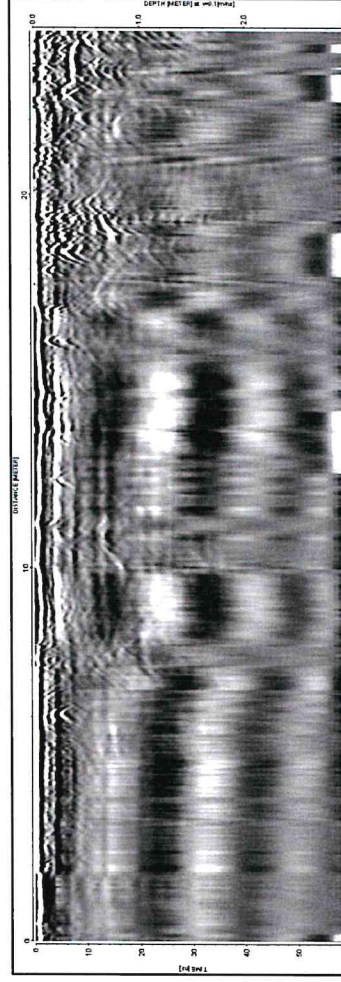
COMMITTENTE: Aqp SpA

DATA: Novembre 2020

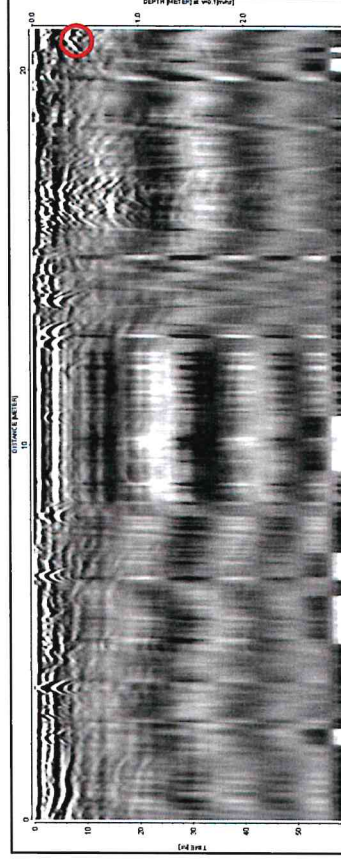
Legenda:  Softoservizio



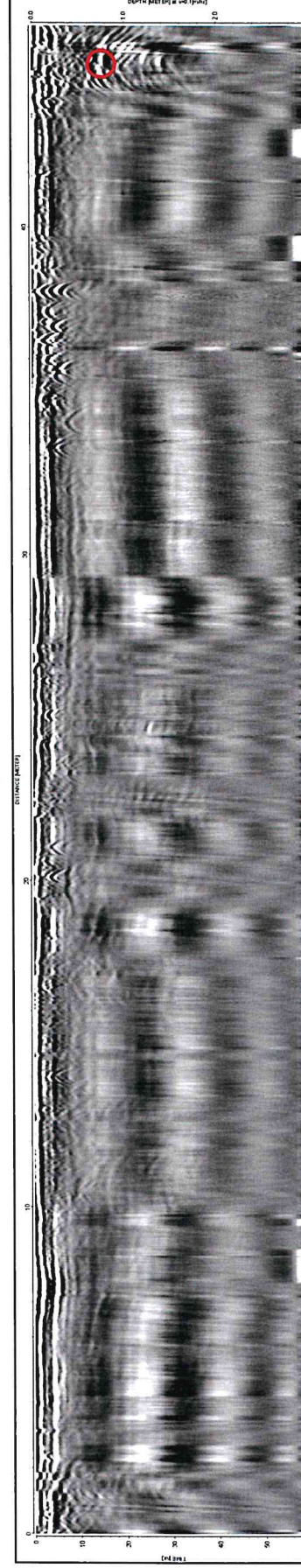
PROFILO GPR n. 181



PROFILO GPR n. 182



PROFILO GPR n. 183



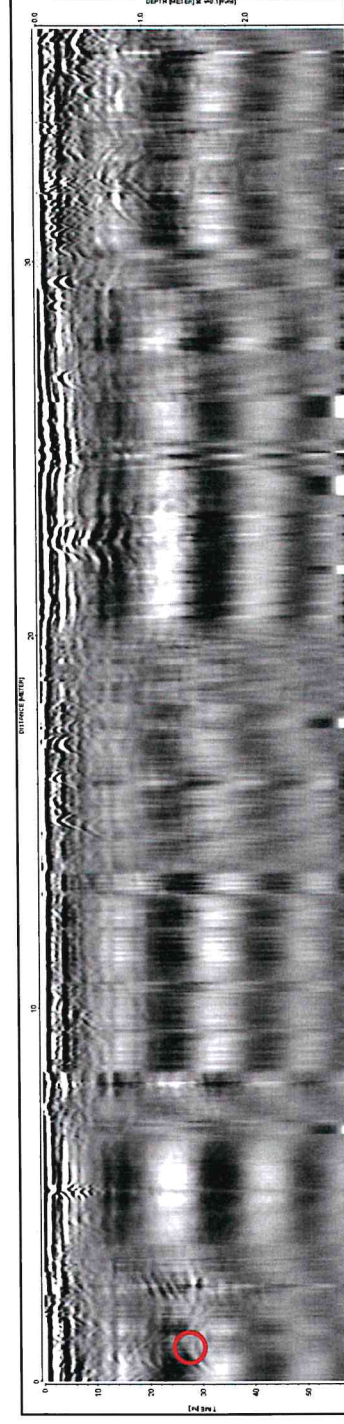
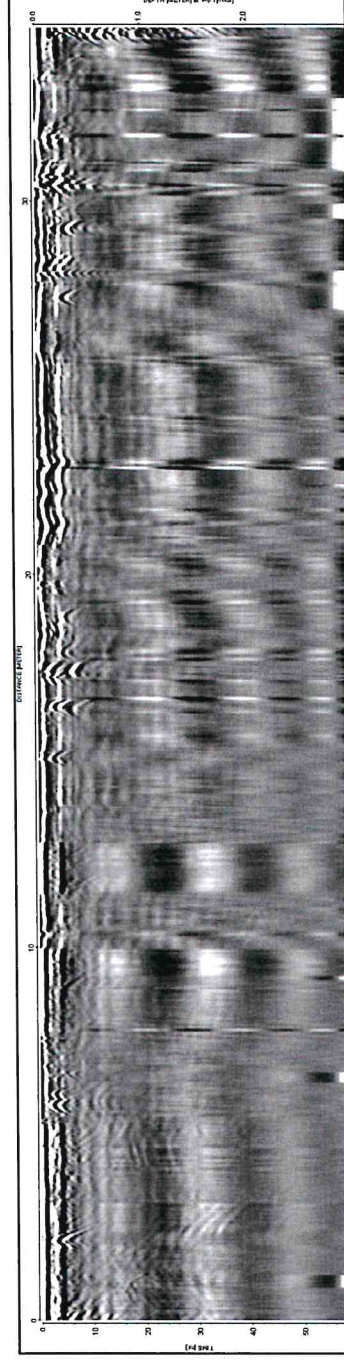
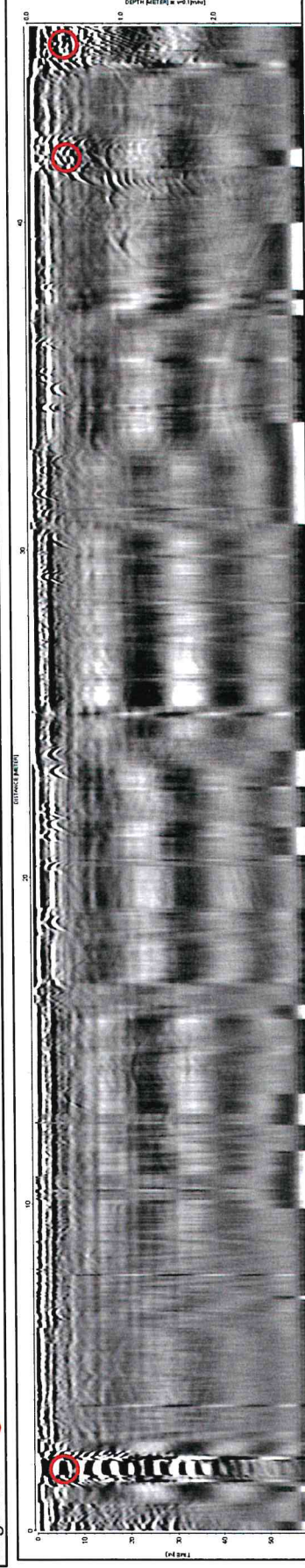
PROFILO GPR n. 184

LOCALITA': Depuratore Nardò

COMMITTENTE: Aqp SpA

DATA: Novembre 2020

Legenda: ○ Softoservizio

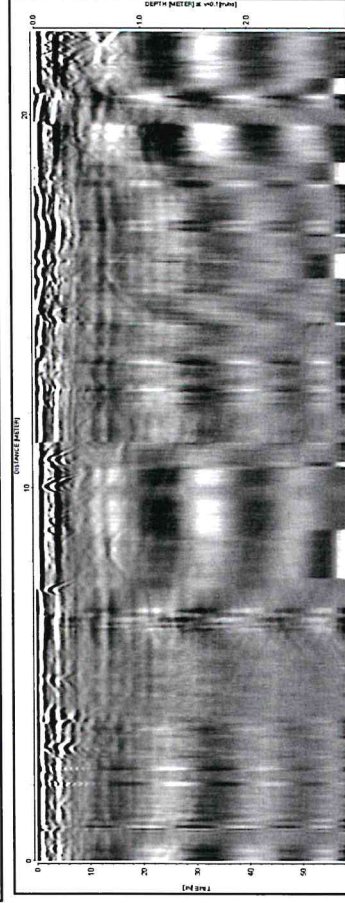


LOCALITA': Depuratore Nardò

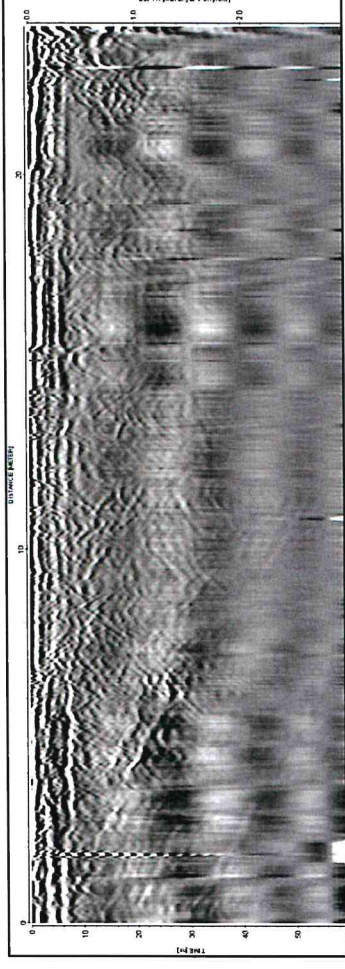
COMMITTENTE: Aqp SpA

DATA: Novembre 2020

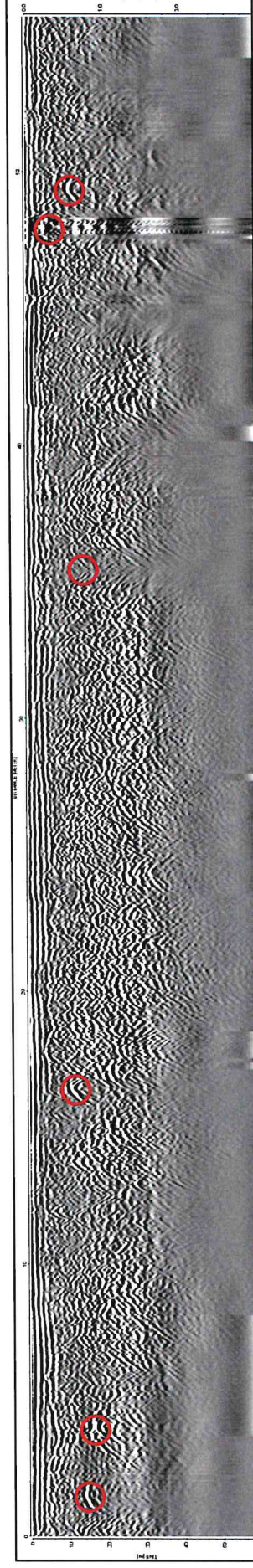
Legenda:  Sottoservizio  Griglia metallica



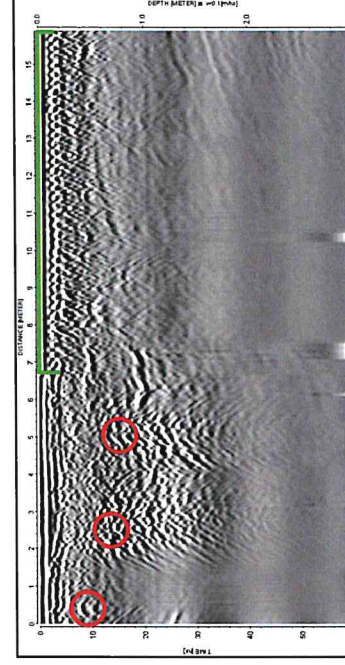
PROFILO GPR n.188



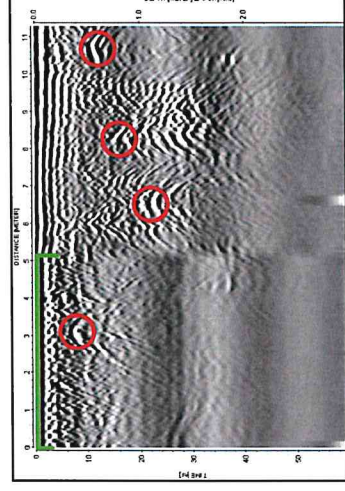
PROFILO GPR n.189



PROFILO GPR n.190



PROFILO GPR n.191



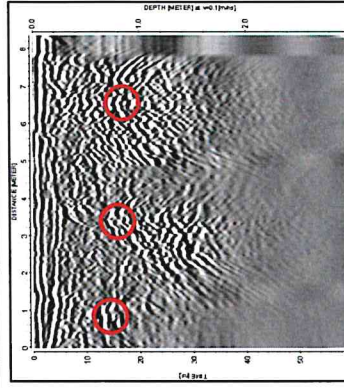
PROFILO GPR n.192

LOCALITA': Depuratore Nardò

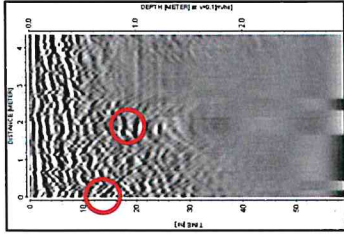
COMMITTENTE: Aqp SpA

DATA: Novembre 2020

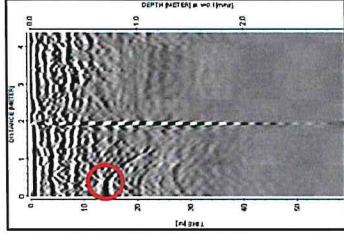
Legenda:  Sottoservizio



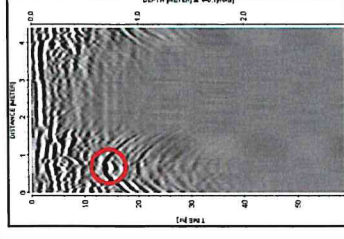
PROFILO GPR n. 193



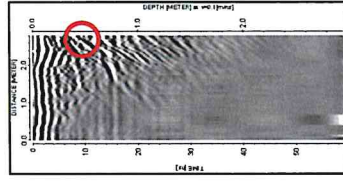
PROFILO GPR n. 194



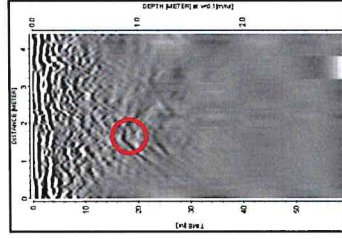
PROFILO GPR n. 195



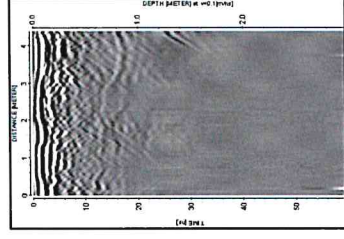
PROFILO GPR n. 196



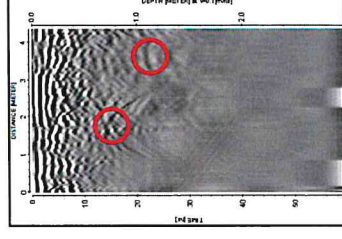
PROFILO GPR n. 197



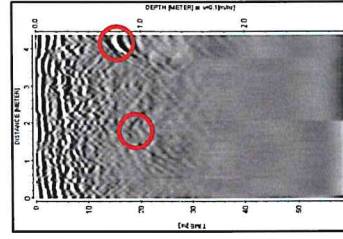
PROFILO GPR n. 198



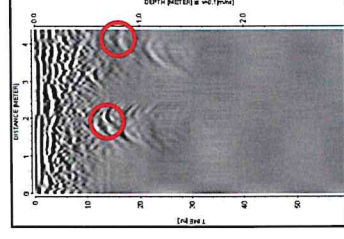
PROFILO GPR n. 199



PROFILO GPR n. 200



PROFILO GPR n. 201



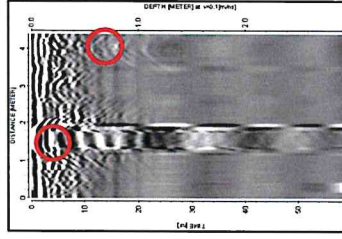
PROFILO GPR n. 202

LOCALITA': Depuratore Nardò

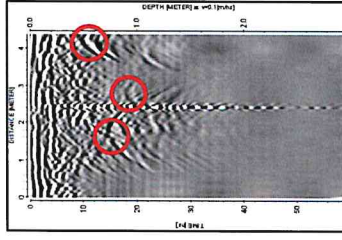
COMMITTENTE: Aqp SpA

DATA: Novembre 2020

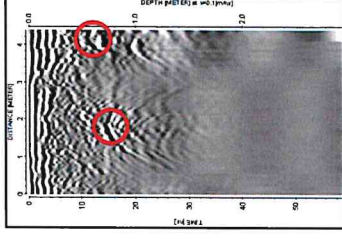
Legenda:  Sottoservizio



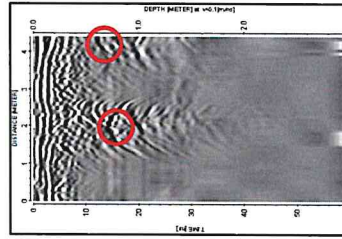
PROFILO GPR n.203



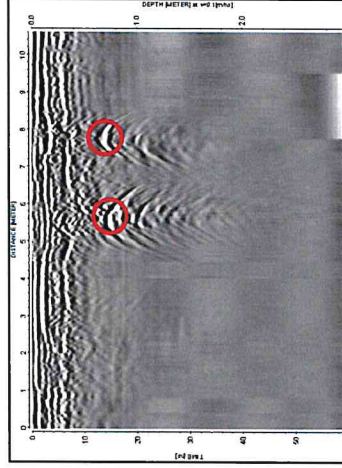
PROFILO GPR n.204



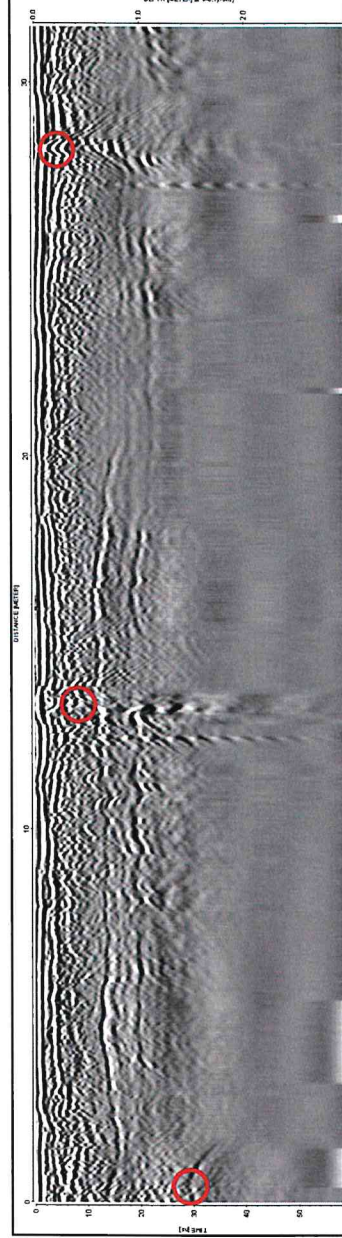
PROFILO GPR n.205



PROFILO GPR n.206



PROFILO GPR n.207



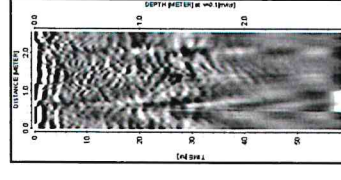
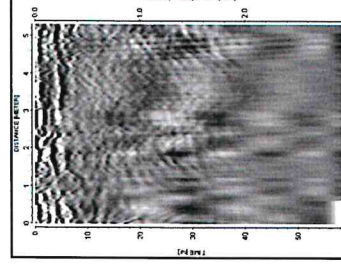
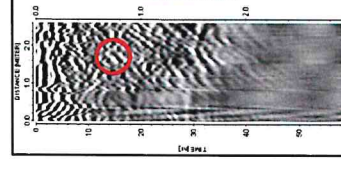
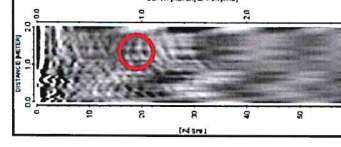
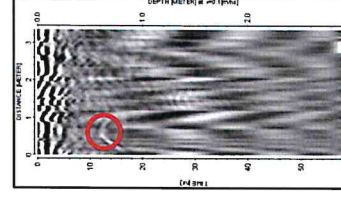
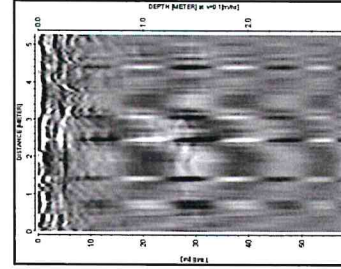
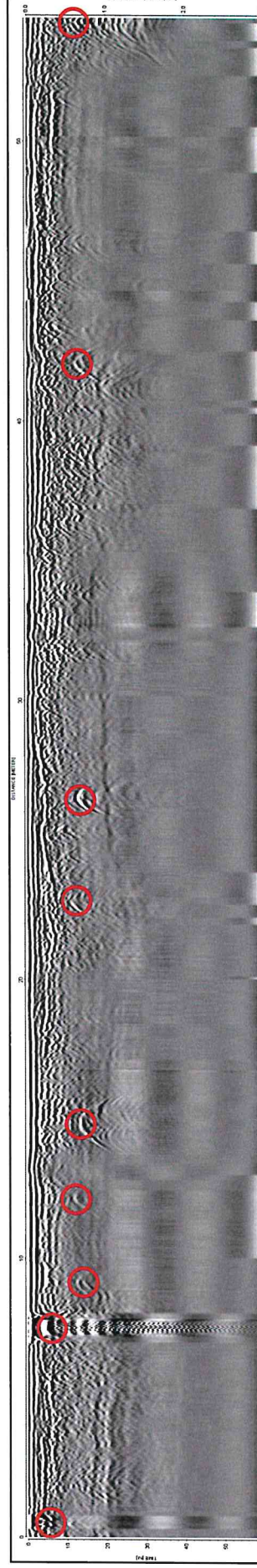
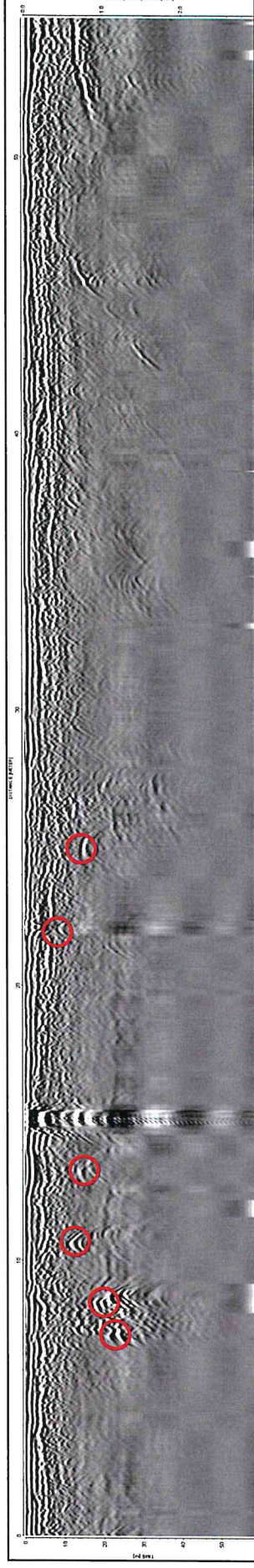
PROFILO GPR n.208

LOCALITA': Depuratore Nardò

COMMITTENTE: Aqp SpA

DATA: Novembre 2020



Legenda:  Softoservizio

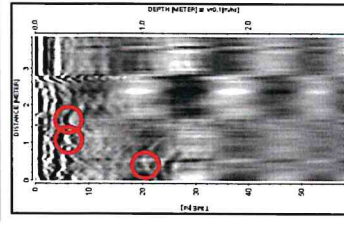


LOCALITA': Depuratore Nardò

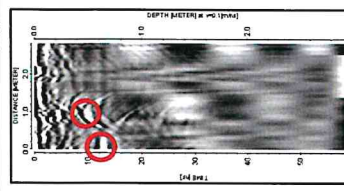
COMMITTENTE: Aqp SpA

DATA: Novembre 2020

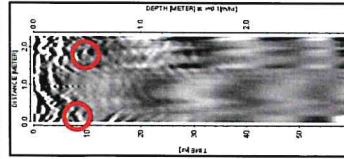
Legenda:  Softservizio  Vasca



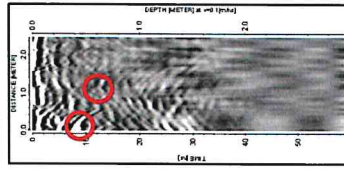
PROFILO GPR n.217



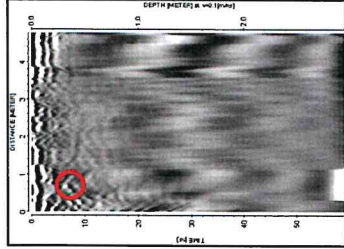
PROFILO GPR n.218



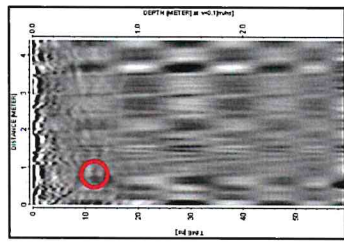
PROFILO GPR n.219



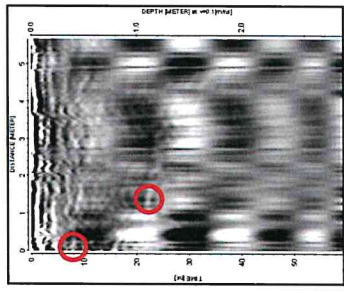
PROFILO GPR n.220



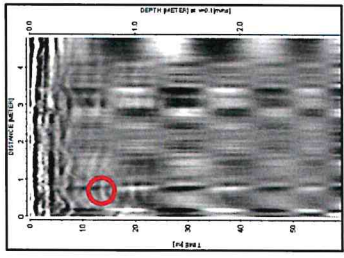
PROFILO GPR n.221



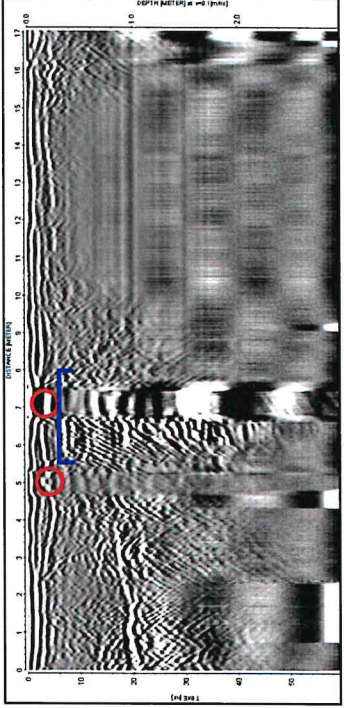
PROFILO GPR n.222



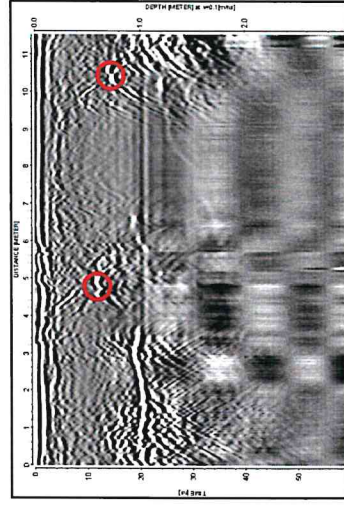
PROFILO GPR n.223



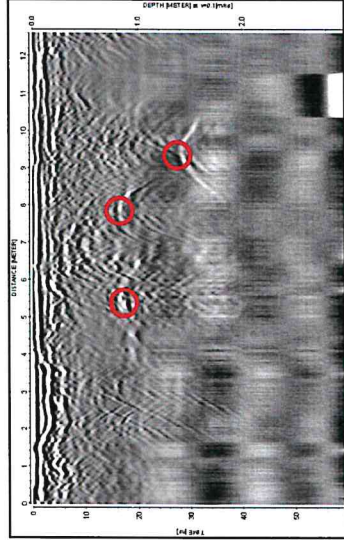
PROFILO GPR n.224



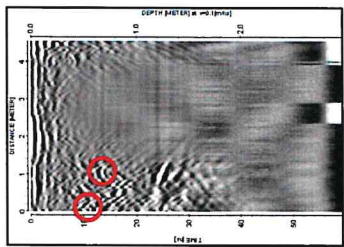
PROFILO GPR n.225



PROFILO GPR n.226



PROFILO GPR n.227



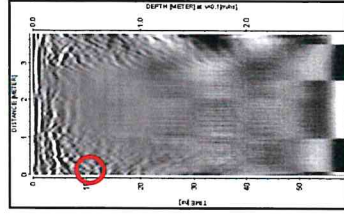
PROFILO GPR n.228

LOCALITA': Depuratore Nardò

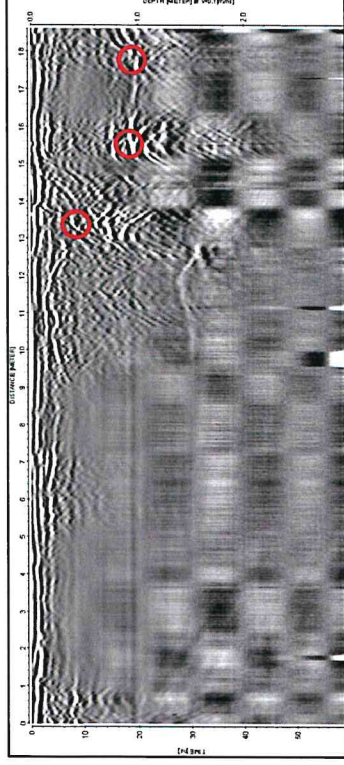
COMMITTENTE: Aqp SpA

DATA: Novembre 2020

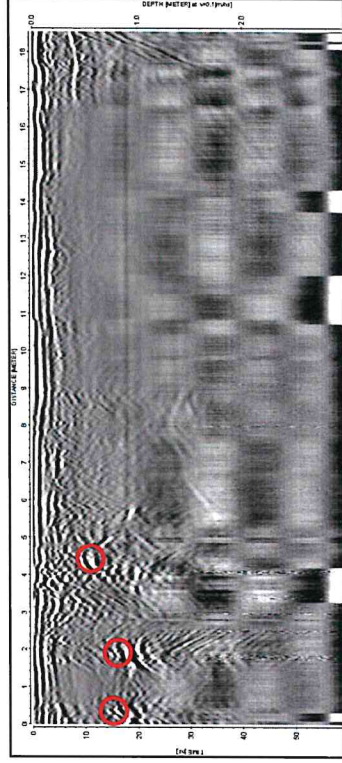
Legenda: ○ Sottoservizio



PROFILO GPR n.229



PROFILO GPR n.230



PROFILO GPR n.231