



**Città di Trani**  
PROVINCIA BT

**REALIZZAZIONE DI TORRI FARO PER  
L'ILLUMINAZIONE DEL CAMPO DI CALCIO  
STADIO COMUNALE DI TRANI  
PROGETTO DEFINITIVO**

**COMMITTENTE:** Settore Lavori Pubblici  
Città di Trani

**R.U.P.:** Ing. Luigi Puzziferri



**R.T.P.:**

**Ing. Alessandro Cafagna**

**Ing. Francesco D'Amico**

**Dott. Geol. Francesco Bianco**

**Collaboratore:**

**Ing. Paolo Chisu**

**RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA E MODELLAZIONE SISMICA**

**ELABORATO: DOC 05**

**Rev.00**

<p>INGEGNERE Progettisti ALESSANDRO CAFAGNA INGEGNERE FRANCESCO D'AMICO DOTT. GEOL. FRANCESCO BIANCO INGEGNERE FRANCESCO D'AMICO SEZ. A-15213 CIVILE AMBIENTALE</p>	<p>Il R.U.P.</p> <p>Ing. Luigi Puzziferri</p>	
---	---	--

**Ottobre 2019**



**OGGETTO: - RELAZIONE GEOLOGICA**

**- MODELLAZIONE SISMICA**

**- RELAZIONE GEOTECNICA**

- Indagine sismica MASW , pericolosità sismica di sito,
- Indagine georadar

**PROGETTO:** "Realizzazione di torri faro per l'illuminazione  
del campo di calcio Stadio Comunale di Trani"

Committente: Comune di Trani



**GEOBLAST**

Engineering Geology

S.C. Monte Serio n.3 Putignano (BA)

Dott. Geol. Francesco Bianco

Mail [geoblast79@gmail.com](mailto:geoblast79@gmail.com)

Cell 3472420566

P.IVA 07400900721

Putignano  
03.10.2019

il Tecnico  
Geol. Francesco Bianco



## **Indice**

1.Premessa.....	2
2. Ubicazione sito ed aree di intervento.....	3
3. Inquadramento geologico e geomorfologico.....	6
4. Caratteri di idrogeologia generale.....	11
5. Modellazione sismica di sito.....	12
6.Indagine georadar.....	30
7.Relazione geotecnica.....	48
8.Conclusioni.....	49

## 1. Premessa

Nella presente relazione si riportano i risultati dello studio geologico geotecnico e della modellazione sismica; commissionati allo scrivente Geologo Francesco Bianco regolarmente iscritto all' *Ordine dei Geologi della Puglia con numero 766*. L'elaborato sarà di supporto alla "realizzazione di torri faro per l'illuminazione del campo di calcio Stadio Comunale di Trani" per il progetto definitivo. La relazione è corredata dai report delle indagini geofisiche indirette eseguite in sito. Le prove effettuate sono le seguenti:

prove in sito:

- indagini geofisiche sismiche MASW ai fini della classificazione del terreno secondo normativa sismica vigente *NTC-2018*
- sopralluoghi in sito e studio della cartografia tematica
- indagine georadar

Ortofoto: Trani Stadio comunale





## 2. Ubicazione sito ed aree di intervento

L'intervento andrà ad interessare alcune aree dello Stadio Comunale di Trani, il sito è ubicato a sud del centro abitato ed inquadrato al Catasto al Foglio n.24 p.lla n.179 sub.

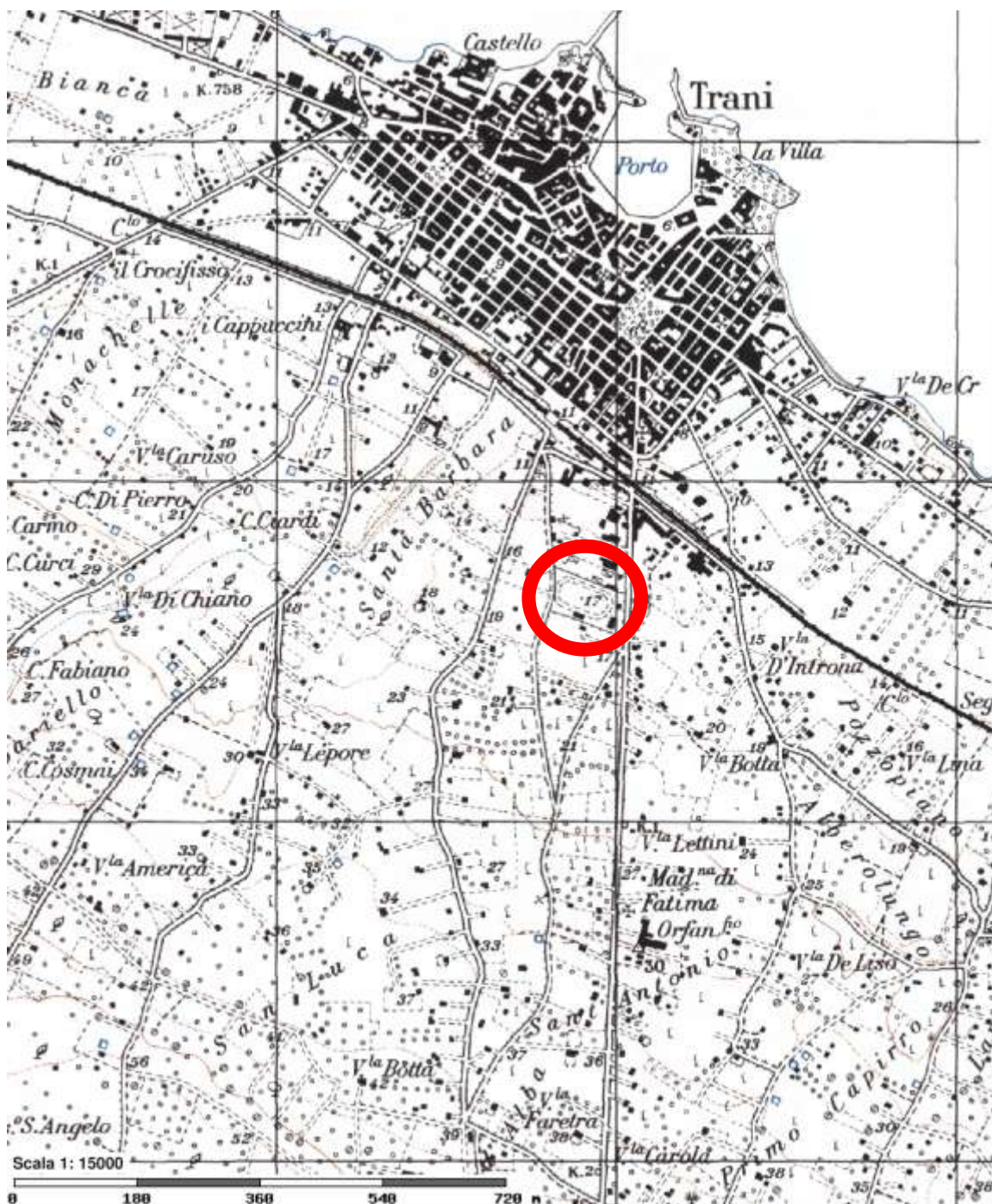
1. Le coordinate che individuano l'area di intervento sono le seguenti:

UTM sistema di riferimento quota media s.l.m. 16 metri;

618828.22 est, 4569458.93 nord



In evidenza area dello stadio comunale



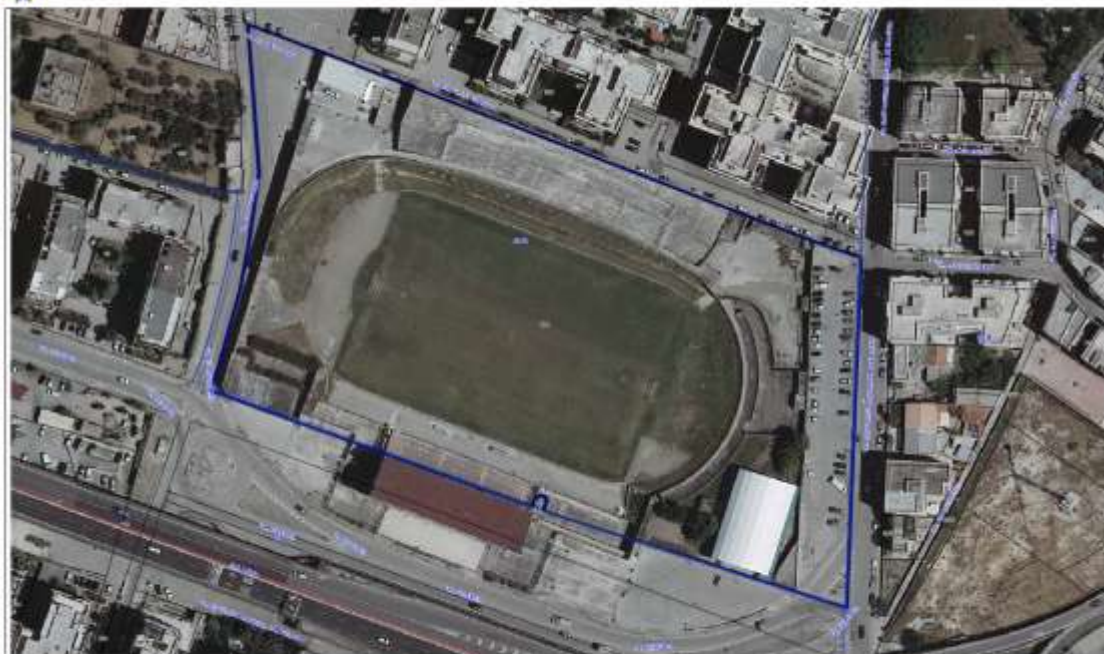


3 ottobre 2019

## Comune di Trani Stadio Comunale Foglio n.24 p.lla n.179 sub 1



Mappa Comune di Trani (fonte: sistema webgis)



LA PRESENTE MAPPA NON SOSTITUISCE PER FINI LEGALI E AMMINISTRATIVI LE CERTIFICAZIONI TECNICO-URBANISTICHE DEGLI UFFICI TECNICI COMUNALI  
Comune di Trani - [www.trani.territoioambiente.it](http://www.trani.territoioambiente.it) - stampa del 02/10/2019 ore 12:14  
Pag. 5/1

Scale 1:1000

[illegible]

**Litologia substr.**

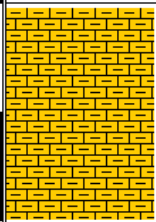
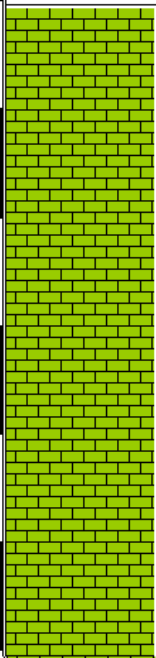
- |   |   |   |  |
|---|---|---|--|
|  | Unità prevalentemente calcarea o dolomitica                               |  | Unità a prevalente componente argillosa  |
|  | Unità a prevalente componente siltoso-sabbiosa e/o arenitica              |  | Unità a prevalente componente arenitica  |
|  | Unità a prevalente componente ruditica                                    |  | Unità costituite da alternanza di rocce a composizione e/o granulometria variabile |
|  | Unità a prevalente componente argillitica con un generale assetto caotico |  | Depositi sciolti a prevalente componente pelitica                                  |
|  | Depositi sciolti a prevalente componente sabbioso-ghiaiosa                |   |  |



L'area di Trani, è situata lungo il versante nord orientale delle "murge". Il litotipo affiorante, nel territorio è rappresentato dalle rocce carbonatiche di età cretacea che a luoghi è sepolto al disotto di una coltre calcarenitica o di sabbie cementate risalenti al Pleistocene. L'ammasso roccioso è interessato da piani di fratturazione e fessurazione da suborizzontali a subverticali, con giunti riempiti di "terra rossa", nonché da un accentuato stato di carsificazione con a luoghi livelli intensamente laminati. A diverse altezze stratigrafiche, si osservano strati di calcari dolomitici, riconoscibili in campagna per il colore grigio e l'ineffervescenza con l'acido cloridrico diluito. L'ammasso calcareo si presenta ricco di fessure e fratture (diaciasi), tali discontinuità fisiche possono essere associate a due famiglie all'incirca perpendicolari tra loro, con andamento da suborizzontale (giunti di stratificazione) a subverticali (fratture). Tali discontinuità subverticali, di larghezza variabile da 3cm a 1m, suddividono l'ammasso calcareo in grossi poliedri di lato variabile da 1m a 8m. Tra gli strati e le fratture è possibile rinvenire orizzonti di prodotti residuali ("terre rosse") con spessori ridotti (0,5-20cm) che solo in pochi casi superano il metro. La parte superficiale dell'ammasso carbonatico si presenta, generalmente alterata e carsificata. Facendo riferimento alla specifica situazione ed al luogo di intervento, dal punto di vista geomorfologico il territorio oggetto di studio presenta un assetto tabulare, la quota media è di 16 m. s.l.m. L'area va a collocarsi in un territorio morfologicamente monotono e privo di particolari evidenze morfologiche, gli unici elementi fisiografici di interesse sono le "lame", solchi erosivi che hanno sviluppo longitudinale, incidendo il substrato roccioso calcareo per chilometri fino a raggiungere il più delle volte la costa adriatica. Nell'area di interesse data la forte antropizzazione, non è stato possibile rinvenire o osservare affioramenti rocciosi direttamente, ma dallo studio delle carte geolitologiche, dall'osservazione di scavi in passato; si ipotizza come roccia fondale la presenza dei calcari del Cretaceo (Calcare di Bari, Altamura, Mola) al disotto di 1-2 metri di materiale di copertura. Dal punto di vista geologico e geomorfologico non vi sono pericolosità che possano compromettere il realizzarsi dei pali per l'illuminazione del campo comunale. Si raccomanda durante le operazioni di scavo, in avanzamento, di prestare estrema attenzione alle caratteristiche litologiche

dell'ammasso, se dovessero venire a giorno ingenti quantitativi di terreno vegetale o sacche di terra rossa, si consiglia di effettuare ulteriori indagini. Inoltre durante le operazioni di fine scavo è fatto obbligo asportare tutto il materiale alterato ed eventuali orizzonti di terra, per assicurare il migliore accoppiamento dell'interfaccia terreno struttura.

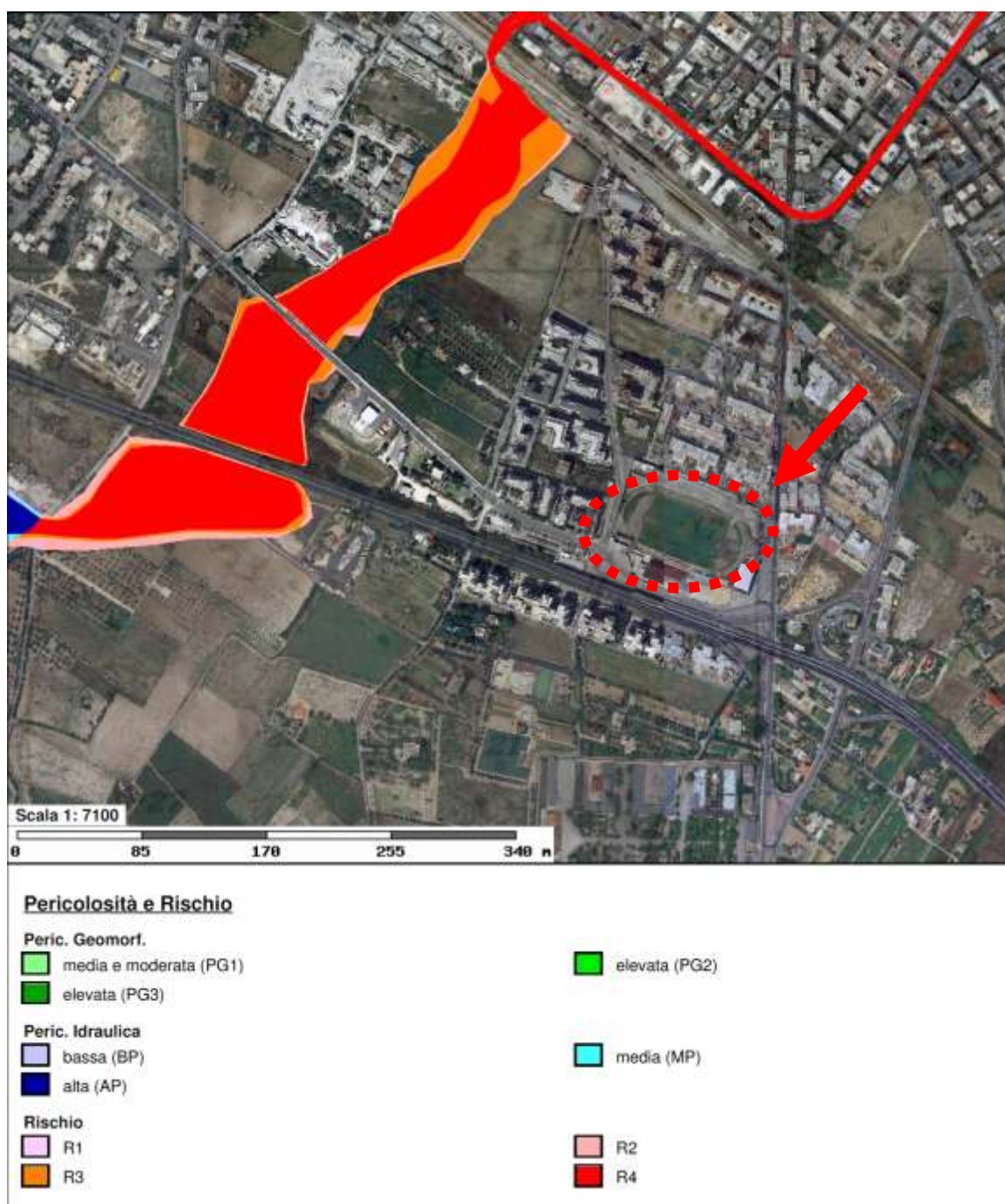
Possibile stratigrafia di sito ricavata dall'indagine sismica:

	terreno di riporto/stabilizzato da 0 a -1/-2 metri
	calcarenite o roccia particolarmente fratturata da -2 a -5 metri
	calcare fratturato e stratificato da -5 a -8 m
	calcare poco fratturato da -8 a -22

3 ottobre 2019

- Inquadramento geomorfologico ai sensi dell' AdB Puglia

Ai sensi dell' AdB, l'area del campo sportivo comunale di Trani non viene interessata da perimetrazioni a rischio idrogeomorfologico. A seguire uno stralcio della cartografia tratta dal webgis AdB Puglia



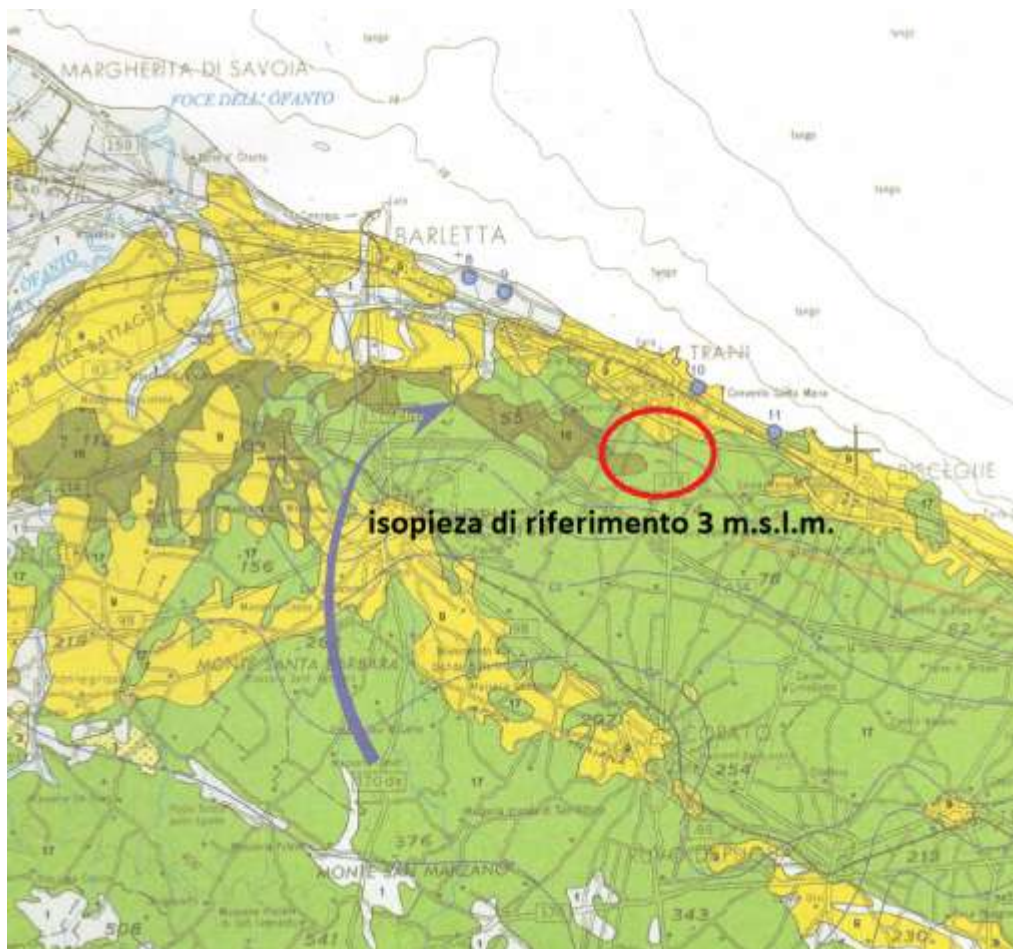


#### 4. Caratteri di idrogeologia generale

Le rocce del basamento calcareo sono permeabili a causa della fessurazione e del carsismo, possiedono un grado di permeabilità molto variabile da mediamente a poco permeabile solo in condizioni particolari risulta particolarmente elevata. I valori di conducibilità idraulica nel tratto dell'acquifero considerato variano da  $3 \times 10^{-6}$  e  $4 \times 10^{-2}$  m/sec, con valori medi dell'ordine di  $10^{-3}$  m/sec. I calcari sono sede di un'importante falda idrica carsica profonda, alimentata dalle precipitazioni zenitali. Il periodo di massima ricarica della falda in questione lo si ha durante le stagioni Autunno/Inverno, le precipitazioni quindi si infiltrano attraverso le rocce calcareo dolomitiche dell'altopiano delle Murge grazie alle fratture presenti nell'ammasso calcareo favorendo il fenomeno del carsismo ed accumulandosi negli strati più profondi. L'acquifero è così delimitato al tetto da rocce quasi impermeabili e dotato di una permeabilità di insieme piuttosto bassa, pertanto le acque di falda sono costrette a muoversi in pressione, spesso a notevoli profondità al disotto del livello del mare con carichi idraulici ovunque alti dai 30-50 m. s.l.m. e sensibilmente variabili lungo la verticale dell'acquifero. Nel caso qui trattato la superficie piezometrica dell'acquifero staziona a circa 3 metri sopra il livello medio marino (carico idraulico), trovandoci ad una quota di circa 16 metri s.l.m. la falda va a collocarsi ad una profondità dal p.c. di circa 13 m. tale falda a queste profondità, non potrà interessare le fondazioni delle strutture a farsi. A seguire si riporta la carta idrogeomorfologica, dove si evidenzia l'isopieza presa in riferimento per lo studio.

3 ottobre 2019

Isopieze di riferimento: stima della falda



#### SIMBOLOGIA



Limiti probabili, all'interno di strutture idrogeologiche, delle aree di alimentazione di sorgenti e falde; esistono interscambi idrici con le strutture limitrofe



Limiti probabili, all'interno di strutture idrogeologiche, delle aree di alimentazione di sorgenti e falde; sono nulli o trascurabili gli interscambi idrici con le strutture limitrofe



Principali direttrici del deflusso idrico sotterraneo all'interno delle strutture idrogeologiche di maggiore rilevanza



Curve isopiezometriche (m s.l.m.)



Principali assi di drenaggio preferenziale identificati dalle ricostruzioni piezometriche relative alle strutture idrogeologiche di maggiore rilevanza regionale

## 5. Modellazione sismica di sito

### Indagine sismica masw

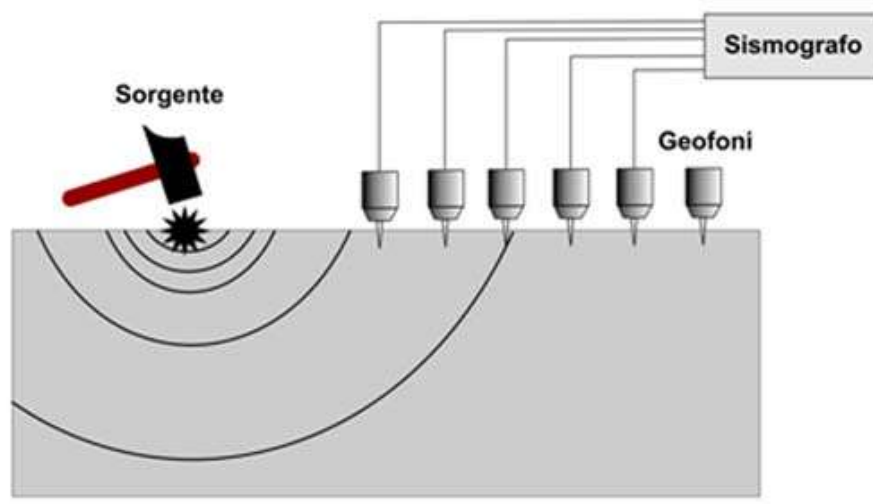
In sito viene effettuata una campagna geognostica a carattere geofisico, consistente in 1 base sismica a rifrazione di superficie. La finalità delle indagini sismiche è in primo luogo di rilevare l'andamento della sismostratigrafia del sottosuolo, ricercando le superfici di discontinuità fisica - rifrattori - ed in particolare quelle superfici che separano porzioni di ammasso roccioso o terroso con differente grado di densità e compattezza. Dalla *sismostratigrafia* ottenuta, e con l'ausilio di programmi (*MASW ing. Roma*) è stato possibile ricavare lo spessore e le caratteristiche geomeccaniche degli strati così riconosciuti, calcolare i valori di Rigidità Sismica dei singoli orizzonti al fine di valutare ad esempio l'amplificazione sismica locale o la suscettibilità alla liquefazione di terreni saturi non coesivi.

### INDAGINE SISMICA MASW :

Le tecniche investigative per l'acquisizione di questo parametro sono essenzialmente di tre tipi: prove in foro (down hole e cross hole); profili sismici a riflessione o rifrazione con geofoni orizzontali ed energizzatori di onde SH; Modellazione del sottosuolo mediante l'analisi delle onde di Rayleigh (SASW, MASW e ReMi e l'impiego di geofoni verticali. La metodologia *MASW* (ParK et al., 1999) studia la propagazione delle onde superficiali con il vantaggio di offrire un dettagliatissima ricostruzione della distribuzione della velocità delle onde S ed è poco soggetta al rumore ambientale. Nell'area oggetto di studio, si è proceduto ad infiggere i 24 geofoni su suolo costituito prevalentemente da terreno vegetale, con distanza intergeofonica  $\Delta X = 2$  m con il primo geofono G1 posizionato nello zero. Dopo aver infisso nel suolo i 24 ricevitori / geofoni o accelerometri, si è collegato questi ultimi ad un cavo sismico a sua volta collegato all'unità sismografo. La linea sismica misurava una lunghezza totale di 46 m. Come fonte



di energizzazione si è utilizzata una mazza battente del peso di 8 Kg che colpiva una piastra di alluminio dimensionata 20 cm x 20 cm x 4 cm, posta sul terreno. La strumentazione utilizzata per l'indagine è composta da un sismografo a 24 canali 24 bit, modello *Daq Link III* della casa costruttrice *Seismic Source*, i geofoni utilizzati in sito sono da 4.5 Hz verticali, idonei per lo studio delle onde di superficie ed in particolare per l'acquisizione MASW. In sito per l'acquisizione diretta dei dati, si è utilizzato il software "Vibrascope" regolarmente licenziato su notebook 12" di cantiere. I dati acquisiti in sito sono stati in seguito elaborati con software "MASW progettato e distribuito dall'ing. Roma. L'elaborazione ha permesso di classificare il suolo in categoria sismica B. I dettagli dell'indagine sismica effettuata in sito vengono posti all'interno del **Report MASW** a seguire.



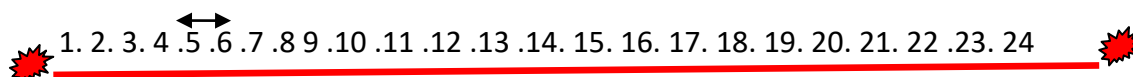
3 ottobre 2019


## dati sperimentali indagine MASW:

Sismografo	24 bit 24 canali DAQ LINK III
Geofoni	24 verticali 4.5 Hz
Numero geofoni	24
$\Delta X$ (distanza intergeofonica)	2 m
energizzazione	mazza 8kg azionata da operatore
Punti di scoppio (shot)	2
Suolo di infissione geofoni	terreno
Lunghezza totale linea sismica	46 m (incluso lo 0)
Condizioni ambientali	traffico in lontananza, suolo asciutto, assenza di vento

Shot esterni alla linea sismica; *scoppi coniugati*

Numero scoppi	Posizione
1,2,3,4	-1 m da G1
5,6,7,8	+1m dal G24



 posizione scoppi lungo la linea sismica

 Linea sismica

 distanza tra i ricevitori DX 2m

## Report MASW Risultati delle analisi MASW

In sito: particolare della linea sismica approntata ed in fase di acquisizione



Autore: geologo Francesco Bianco  
Sito: Trani Campo Sportivo Comunale  
Data: 30.09.2019

Redatto da MASW  
(c) Vitantonio Roma. All rights reserved.



## 1 - Dati sperimentali

Numero di ricevitori.....24  
Distanza tra i sensori:.....2m  
Numero di campioni temporali.....1000  
Passo temporale di acquisizione..... 1ms  
Numero di ricevitori usati per l'analisi.....24  
L'intervallo considerato per l'analisi comincia a.....0ms  
L'intervallo considerato per l'analisi termina a .....999ms  
I ricevitori non sono invertiti (l'ultimo ricevitore è l'ultimo per l'analisi)

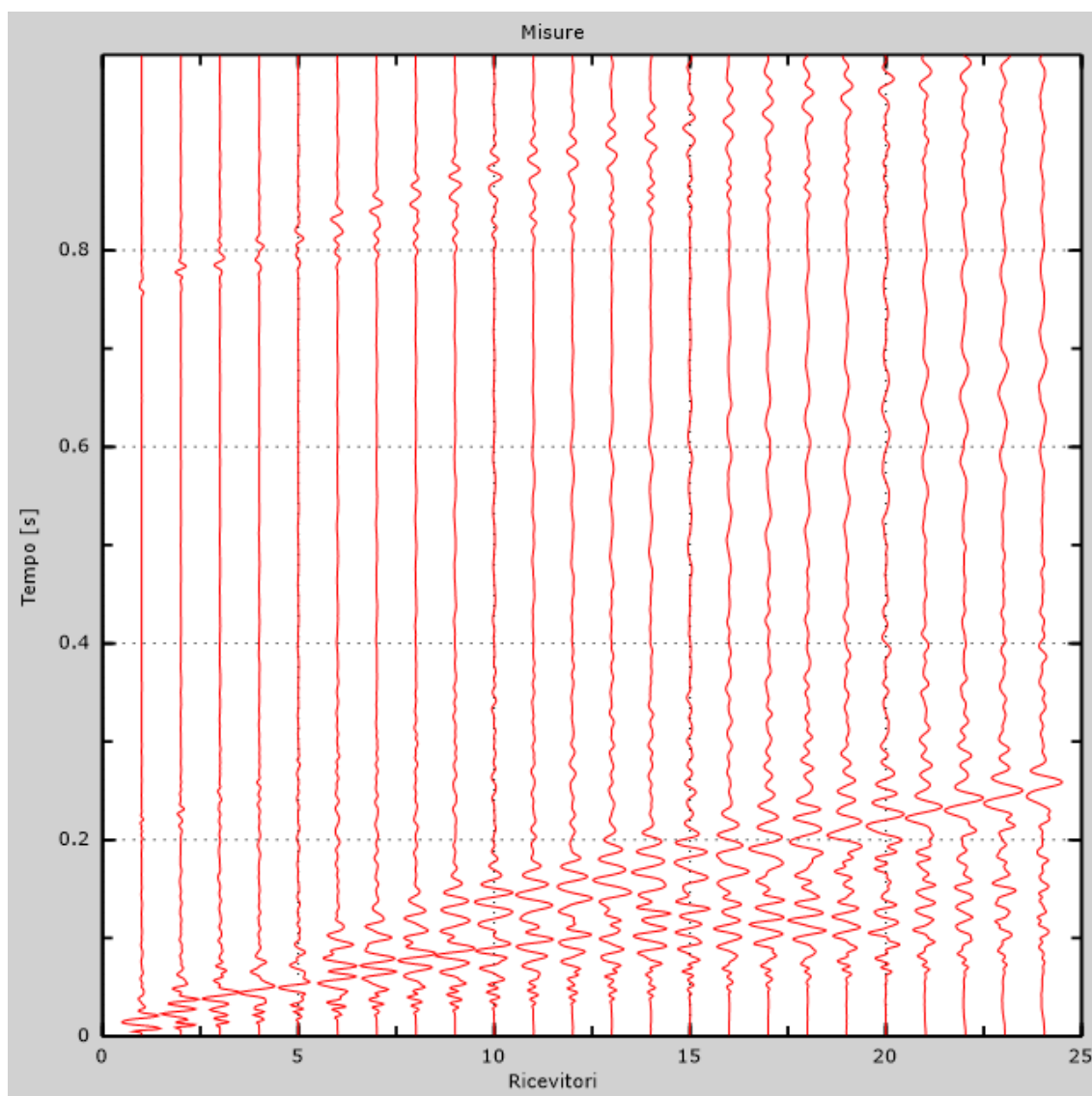


Figura 1: Tracce sperimentali

3 ottobre 2019

## 2 - Risultati delle analisi

Frequenza finale.....70Hz

Frequenza iniziale .....2Hz

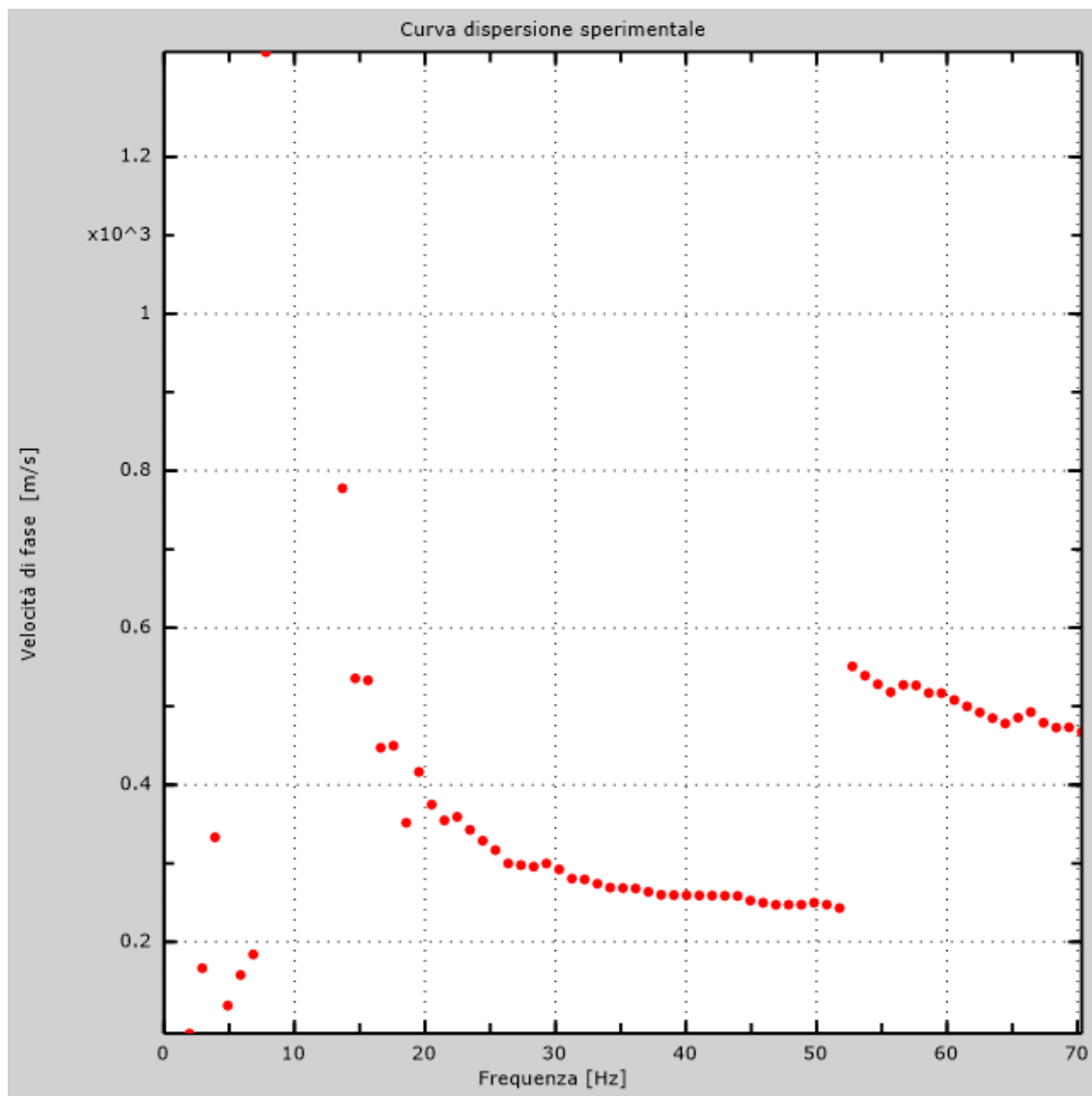


Figura 2: Curva dispersione sperimentale

### 3 - Curva di dispersione

Tabella 1: Curva di dispersione

Freq. [Hz]	V. fase [m/s]	V. fase min [m/s]	V. fase Max [m/s]
7.88549	1337.66	1208.31	1467.02
13.7284	781.225	668.295	894.155
15.6248	534.832	444.488	625.176
32.1286	282.28	274.067	290.493
51.7589	245.321	235.054	255.587

3 ottobre 2019

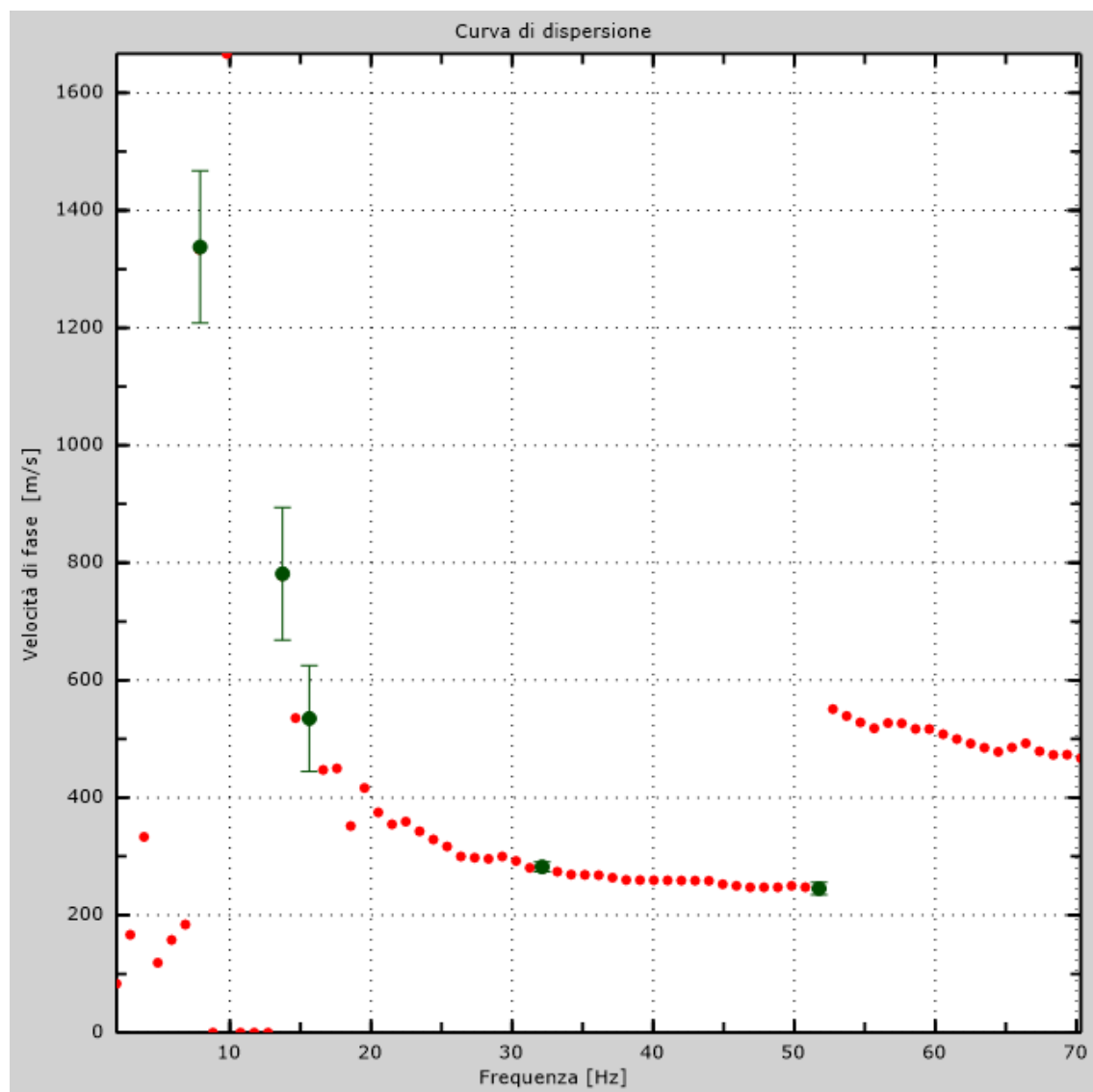


Figura 3: Curva di dispersione



**4 - Profilo in sito**

Numero di strati (escluso semispazio) .....	4
Spaziatura ricevitori .....	2m
Numero ricevitori .....	24
Numero modi .....	1

**Strato 1: TERRENO DI RIPORTO-STABILIZZATO**

h [m] .....	2
z [m] .....	-2
Densità [kg/m <sup>3</sup> ] .....	1600
Poisson .....	0.2
Vs [m/s] .....	260
Vp [m/s] .....	425
Vs min [m/s] .....	136
Vs max [m/s] .....	390
Falda non presente nello strato	
Strato non alluvionale	
Vs fin.[m/s] .....	260

**Strato 2: CALCARENITE-ROCCIA FRATTURATA E STRATIFICATA**

h [m] .....	3
z [m] .....	-5
Densità [kg/m <sup>3</sup> ] .....	1800
Poisson .....	0.2
Vs [m/s] .....	321
Vp [m/s] .....	524
Vs min [m/s] .....	157
Vs max [m/s] .....	482
Falda non presente nello strato	
Strato non alluvionale	
Vs fin.[m/s] .....	321

**Strato 3: ROCCIA FRATTURATA E STRATIFICATA**

h [m] .....	3
z [m] .....	-8
Densità [kg/m <sup>3</sup> ] .....	1900
Poisson .....	0.2
Vs [m/s] .....	515
Vp [m/s] .....	841

3 ottobre 2019

Vs min [m/s] .....	157
Vs max [m/s] .....	773
Falda non presente nello strato	
Strato non alluvionale	
Vs fin.[m/s].....	515
<b>Strato 4 : ROCCIA POCO FRATTURATA</b>	
h [m] .....	0
z [m] .....	-00
Densità [kg/m <sup>3</sup> ] .....	2000
Poisson .....	0.2
Vs [m/s] .....	1486
Vp [m/s] .....	2427
Vs min [m/s] .....	743
Vs max [m/s] .....	2973
Falda non presente nello strato	
Strato non alluvionale	
Vs fin.[m/s].....	1486

3 ottobre 2019

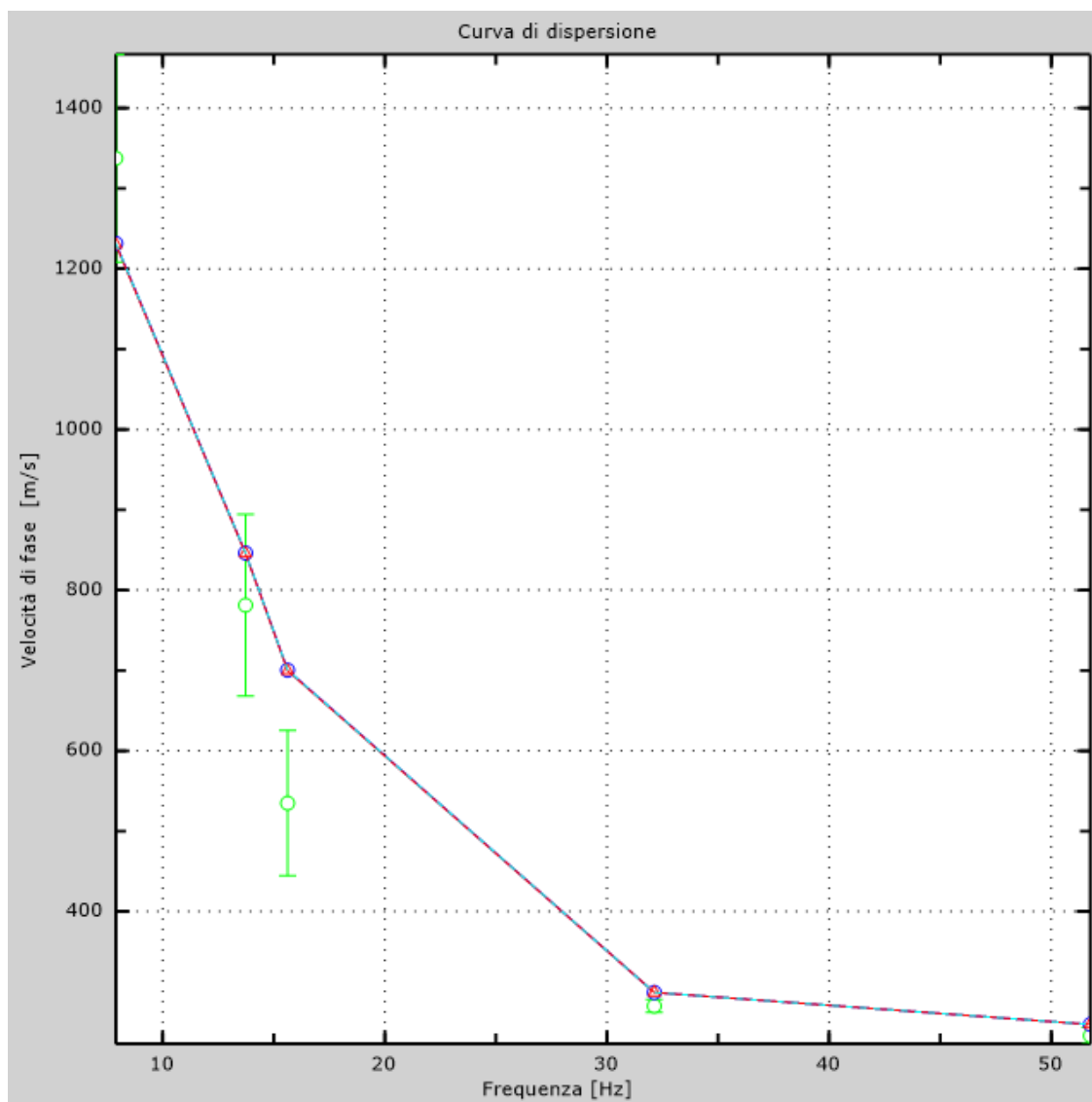


Figura 4: Velocità numeriche – punti sperimentali (verde), modi di Rayleigh (ciano), curva apparente (blu), curva numerica (rosso)

3 ottobre 2019

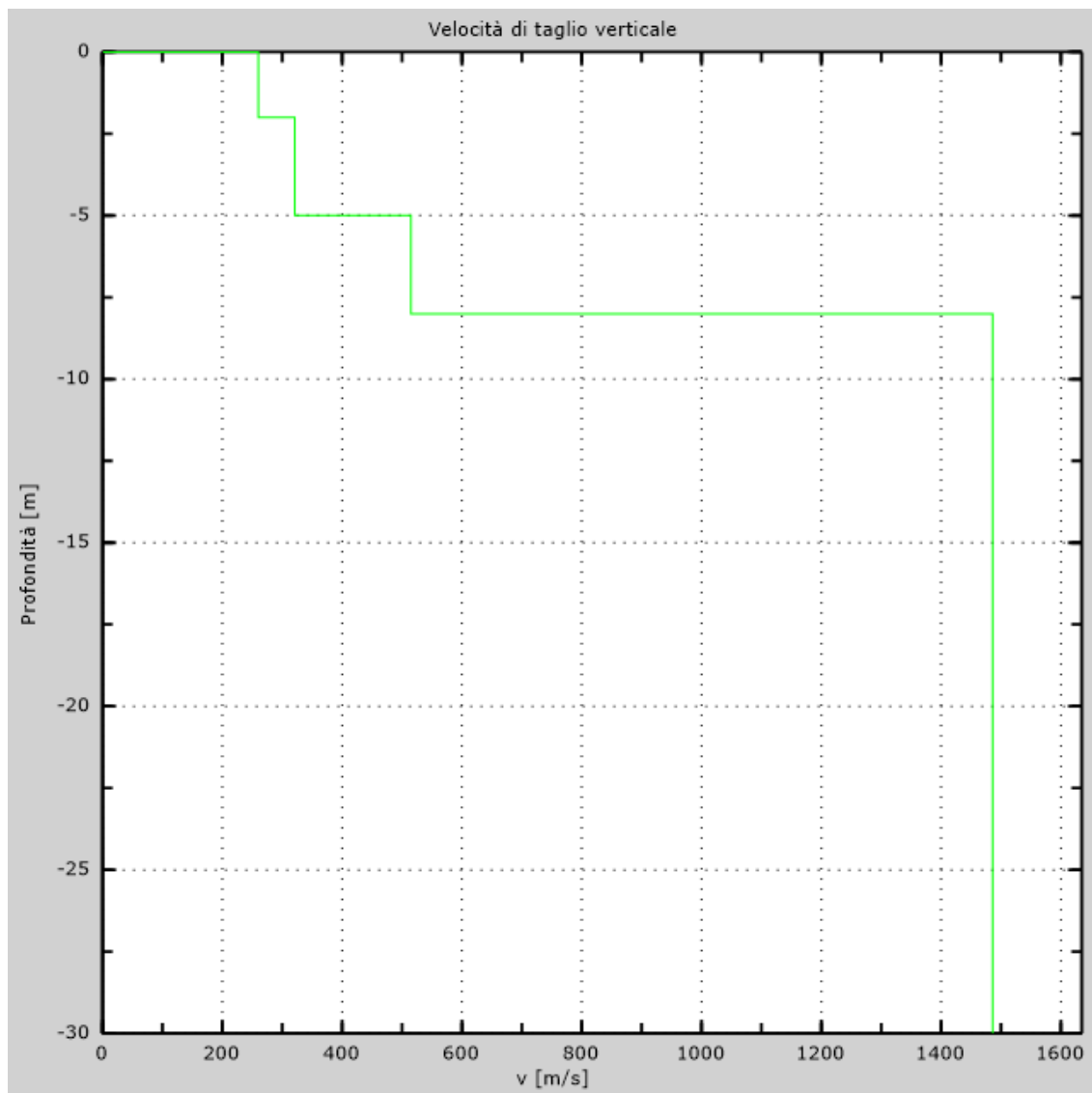


Figura 5: Profilo Vs numerico



## 5 - Risultati finali

Piano di riferimento  $z=0$  [m] .....0

$V_{s30}$  [m/s] .....796

La normativa applicata è il NTC 2018

Il sito appartiene alle classi A, B, C, D, E.

Il sito non è suscettibile di liquefazione e non è argilla sensitiva.

L'unità geotecnica dello strato rigido è la numero 4

Le caratteristiche meccaniche degli strati migliorano gradualmente con la profondità

**Tipo di suolo .....B**

In sito: particolari dell'indagine sismica sismografo e pc da campo in fase di acquisizione



## Appendice

### Tipo di suolo

Tipo A: Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di  $V_{s30}$  superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.

**Tipo B: Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_{s,30}$  compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero  $NSPT_{30} > 50$  nei terreni a grana grossa e  $c_{u30} > 250$  kPa nei terreni a grana fina).**

Tipo C: Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o di terreni a grana fina mediamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_{s30}$  compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero  $15 < NSPT_{30} < 50$  nei terreni a grana grossa e  $70 < c_{u30} < 250$  kPa nei terreni a grana fina).

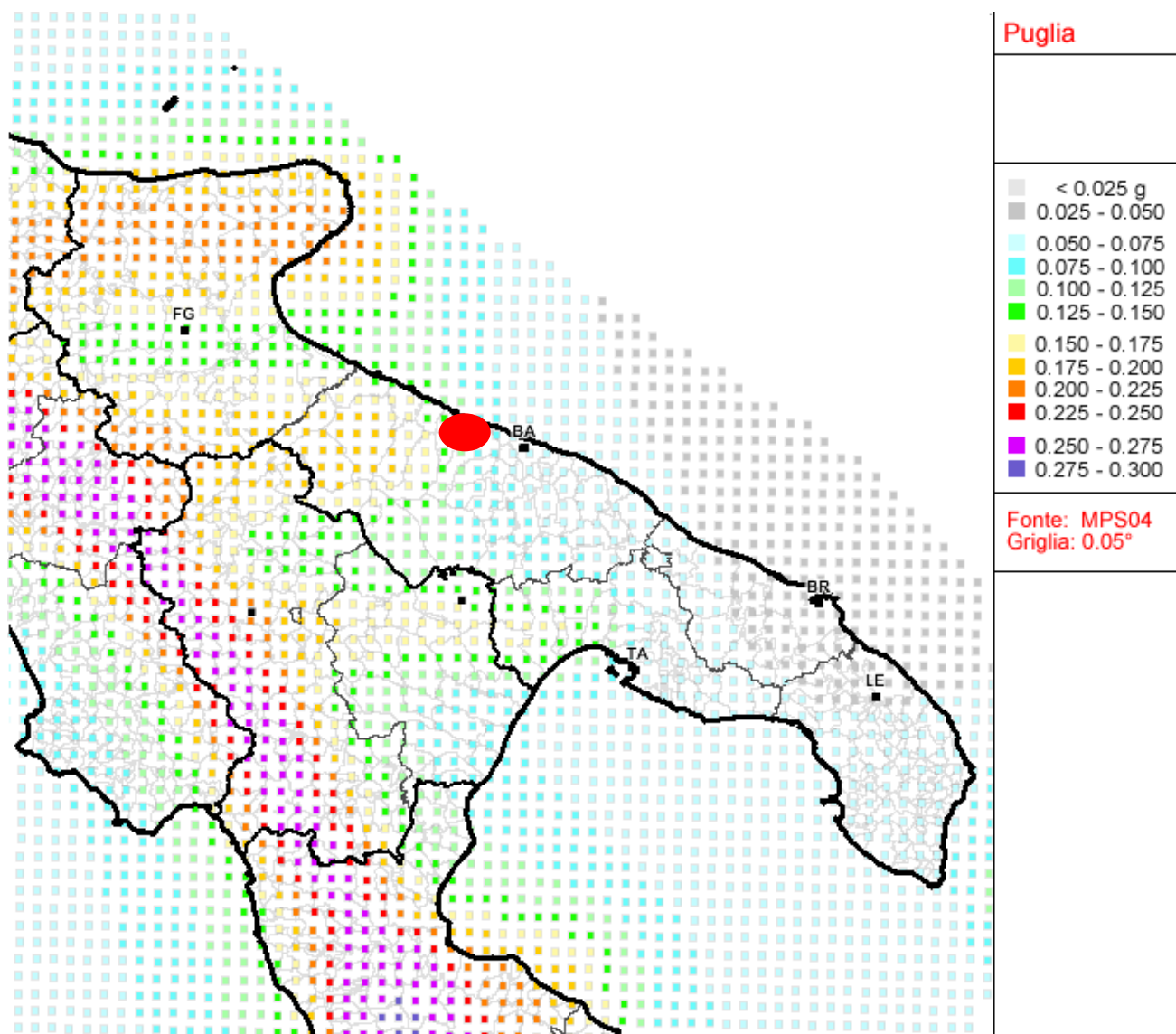
Tipo D: Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_{s30}$  inferiori a 180 m/s (ovvero  $NSPT_{30} < 15$  nei terreni a grana grossa e  $c_{u30} < 70$  kPa nei terreni a grana fina).

Tipo E: Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con  $V_s > 800$  m/s).

INQUADRAMENTO SISMICO GENERALE  
Trani ricade in zona sismica 3 categoria topografica T1

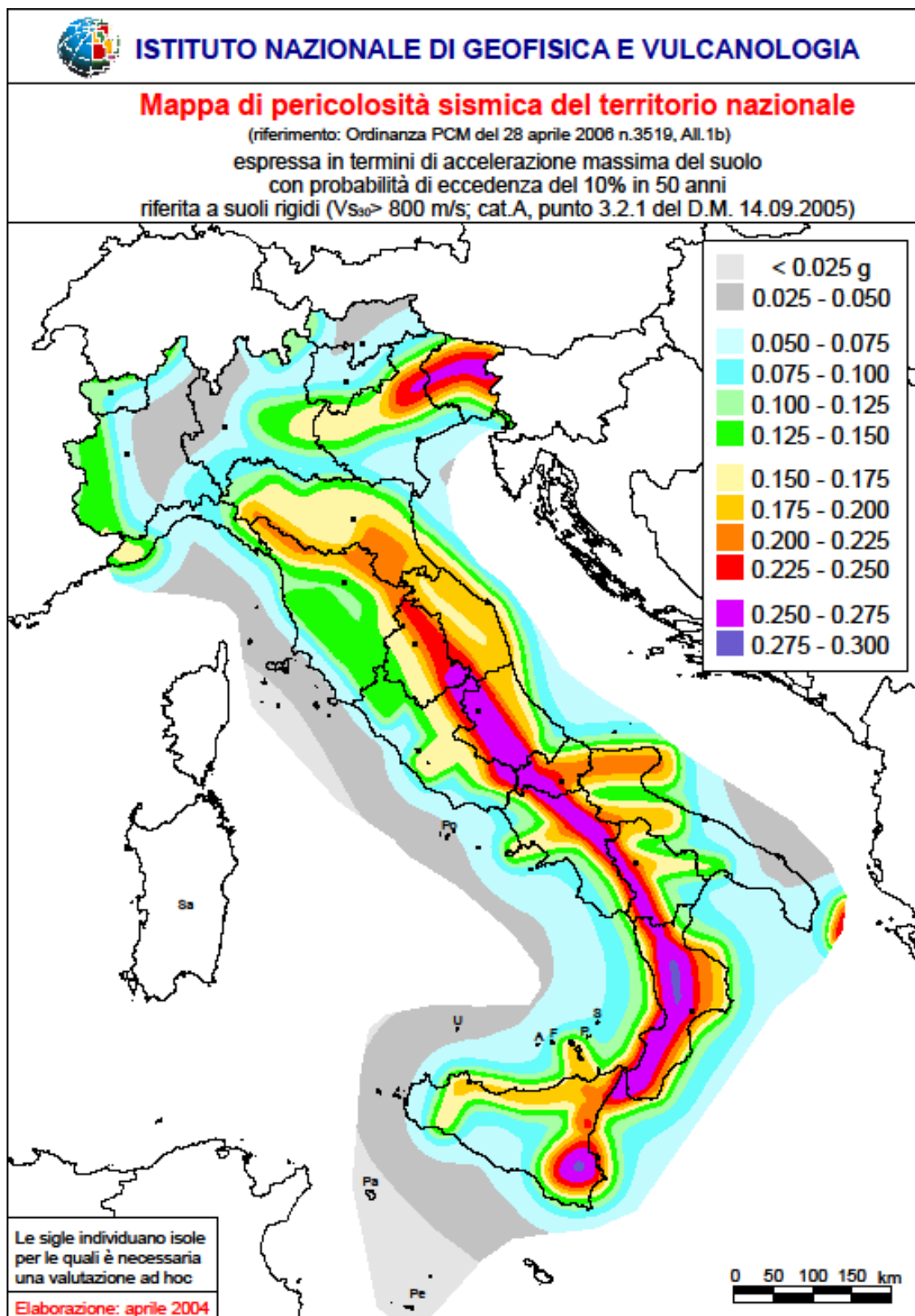
<b>Zona sismica</b>	<b>Fenomeni riscontrati</b>	<b>Accelerazione con probabilità di superamento del 10% in 50 anni</b>
1	Zona con pericolosità sismica <i>alta</i> . Indica la zona più pericolosa, dove possono verificarsi forti terremoti.	$ag \geq 0,25g$
2	Zona con pericolosità sismica <i>media</i> , dove possono verificarsi terremoti abbastanza forti.	$0,15 \leq ag < 0,25g$
3	<b>Zona con pericolosità sismica <i>bassa</i>, che può essere soggetta a scuotimenti modesti</b>	$0,05 \leq ag < 0,15g$
4	Zona con pericolosità sismica molto bassa. È la zona meno pericolosa, dove le possibilità di danni sismici sono basse.	$ag < 0,05g$

3 ottobre 2019





3 ottobre 2019



## 6. Indagine georadar

### - Principi generali della strumentazione “georadar”

Il Ground Penetrating Radar (GPR) o meglio conosciuto georadar, è una delle tecniche più recenti sviluppate nel campo della geofisica applicata, essa si applica in diversi campi quali, la geologia, l'ingegneria civile, l'archeologia, l'idrogeologia e l'ambiente. La tecnica radar consiste nell'identificazione delle discontinuità elettromagnetiche (EM) presenti nel sottosuolo generate da strati o corpi isolati, aventi caratteristiche dielettriche differenti rispetto all'ambiente circostante. Le discontinuità che generano riflessioni sono legate a cambiamenti nelle caratteristiche dielettriche del terreno che possono essere dovute a cambiamenti litologici, a variazioni del contenuto d'acqua a spazi vuoti presenti nel terreno come sepolture, tombe tunnel fratture ecc. L'effettiva profondità di penetrazione ed il potere risolutivo di un rilievo GPR dipendono dalla tipologia di terreno su cui si va ad operare, dalla composizione chimica dei sedimenti, dal contenuto in argilla, dall'umidità del terreno, dalla profondità dell'oggetto da intercettare, e non ultimo dalla topografia e dalla vegetazione. Si tratta di una tecnica non distruttiva che usa “EM” durata compresa tra 1 e 10 ns (nano secondi) ad alta frequenza (dai 10 Mhz a qualche Ghz) emessi e ricevuti da una o più antenne. Nel caso di una sola antenna che funziona sia da trasmittente (Tx) che da ricevente (Rx) il sistema è detto monostatico, nel caso di due o più antenne separate il sistema è detto bistatico. In quest'ultimo le due antenne, distinte, vengono tenute a distanza fissa l'una dall'altra durante l'esecuzione del rilievo. La scelta delle antenne è determinata dagli scopi della prospezione principalmente dalla profondità di indagine e dalle dimensioni dei corpi anomali da investigare. In entrambe le configurazioni di antenna quindi, la tecnica di acquisizione normalmente usata è quella del “profilo continuo”, l'antenna o la coppia di antenne, viene fatta strisciare o viene spostata in maniera contigua lungo il profilo preventivamente definito, cercando di mantenere costante la velocità di trascinamento. Il risultato di un rilievo GPR è un profilo radar, o sezione radar, in cui è visualizzato

l'insieme delle tracce acquisite mentre l'antenna si sposta sul terreno; in queste sezioni bidimensionali una delle dimensioni rappresenta la linea lungo la quale è stata mossa l'antenna e l'altra il tempo doppio di viaggio dell'onda EM. Il tempo doppio di viaggio una volta definita la velocità dell'onda EM all'interno del materiale può essere trasformato in profondità. Le sezioni radar possono essere visualizzate in modalità wiggle-trace o in linescan a colori o in toni di grigio (il più usato nella pratica comune). L'applicazione di tecniche di filtraggio e di amplificazione dei dati è talvolta indispensabile per migliorare la visualizzazione delle riflessioni di piccola ampiezza provenienti da riflettori profondi nel terreno. Affinchè un rilievo fornisca buoni risultati, è necessario adattare le tecniche alla condizione morfologica e geologica del sito, tenendo anche conto delle probabili dimensioni e della profondità degli oggetti o strutture cercate. Nel lavoro eseguito presso il campo sportivo di Trani la finalità di indagine è quella di intercettare possibili anomalie geologico-tecniche, dissesti o pericolosità geomorfologiche ; quali cavità, cunicoli, vani interrati, accumuli di terreno di riporto o di materiale di risulta. A seguire verranno esposte le scansioni radar e l'ubicazione in planimetria delle stesse, presso il sito ispezionato

Dati sperimentali della prova:


- strumentazione utilizzata: georadar modello Hi-Mod IDS a doppia frequenza 200 – 600 MhZ
- Settaggio acquisizione: profondità 80 nano secondi, campionamento 512, scan step 0.0264m
- Acquisizione in continuo
- Software di acquisizione in sito One Vision 2.0.0
- Hardware PC da Campo Panasonic CF-19 Toughbook 11"
- Condizioni ambientali e del substrato : asfalto / cemento / stabilizzato / terreno
- Suolo asciutto in superficie

3 ottobre 2019

- planimetria ubicazione indagini radar

le indagini radar vengono eseguite lungo le superfici su cui verranno posizionate le fondazioni per i pali della luce. Le indagini si sono spinte oltre che all'area di intervento anche nell'intorno, andando così ad effettuare uno studio più ampio ed esaustivo. A seguire si riportano le scansioni più significative.



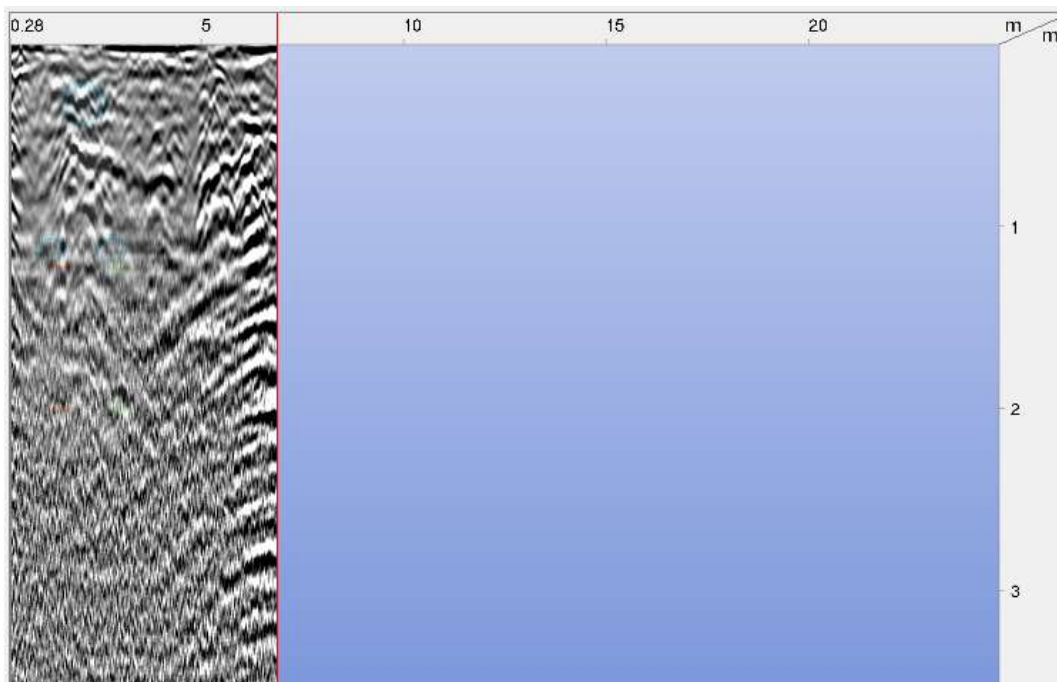
 UBICAZIONE SONDAGGI GEORADAR



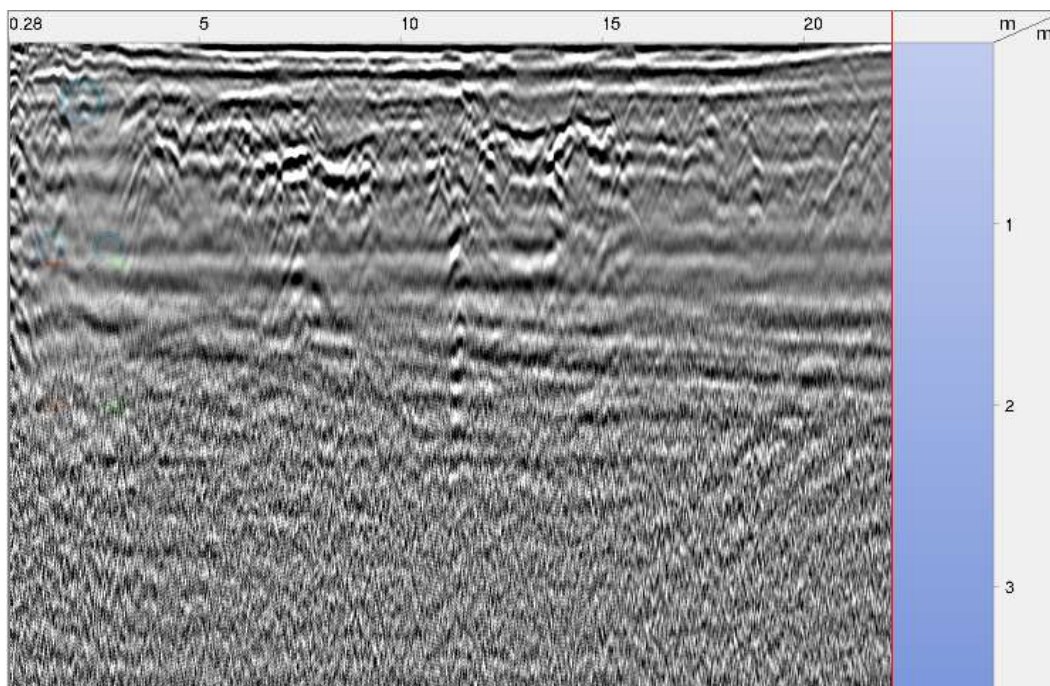
3 ottobre 2019

## AREA S1

- scan 1

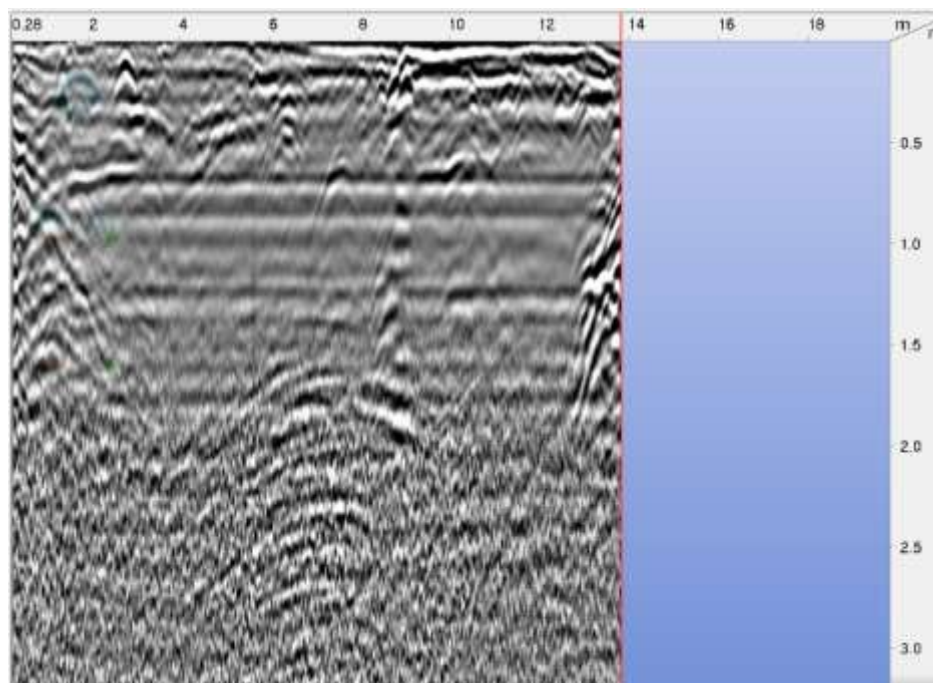


- scan 2

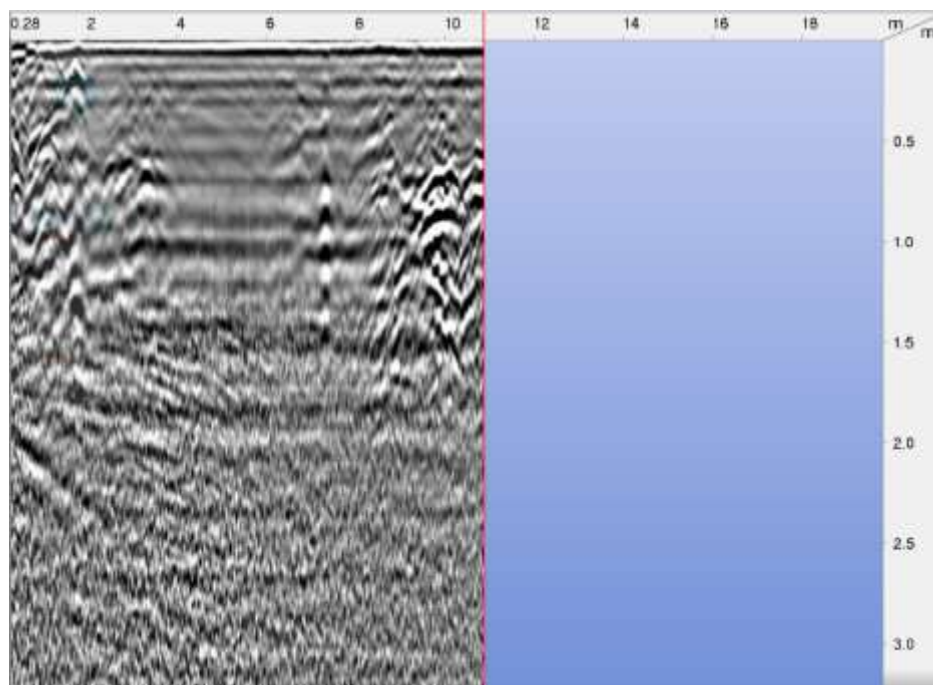


3 ottobre 2019

- scan 3



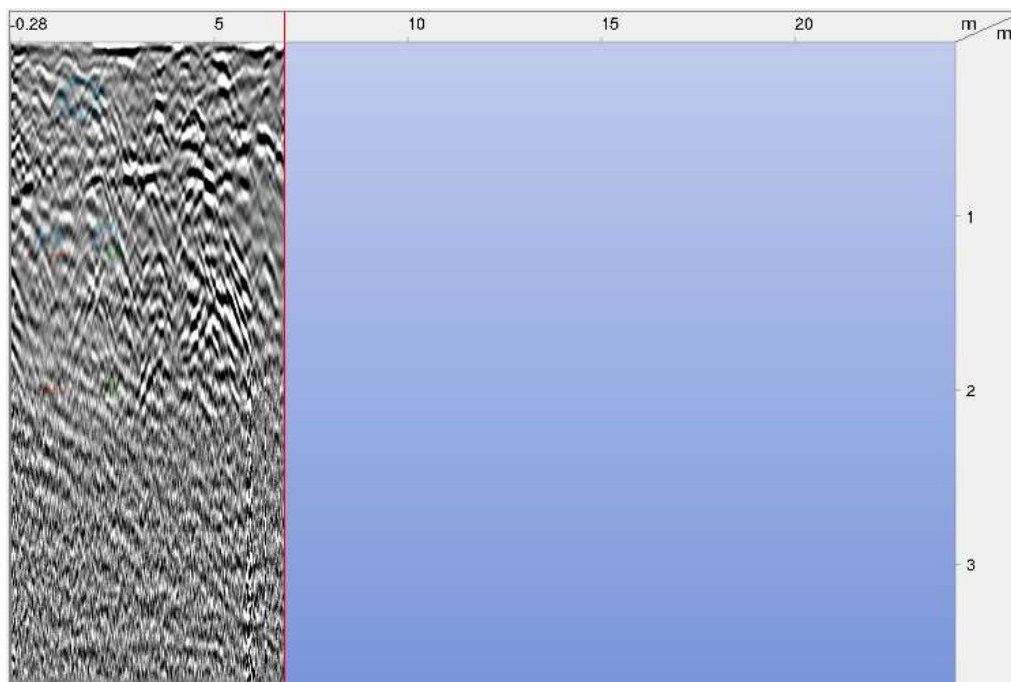
- scan 4



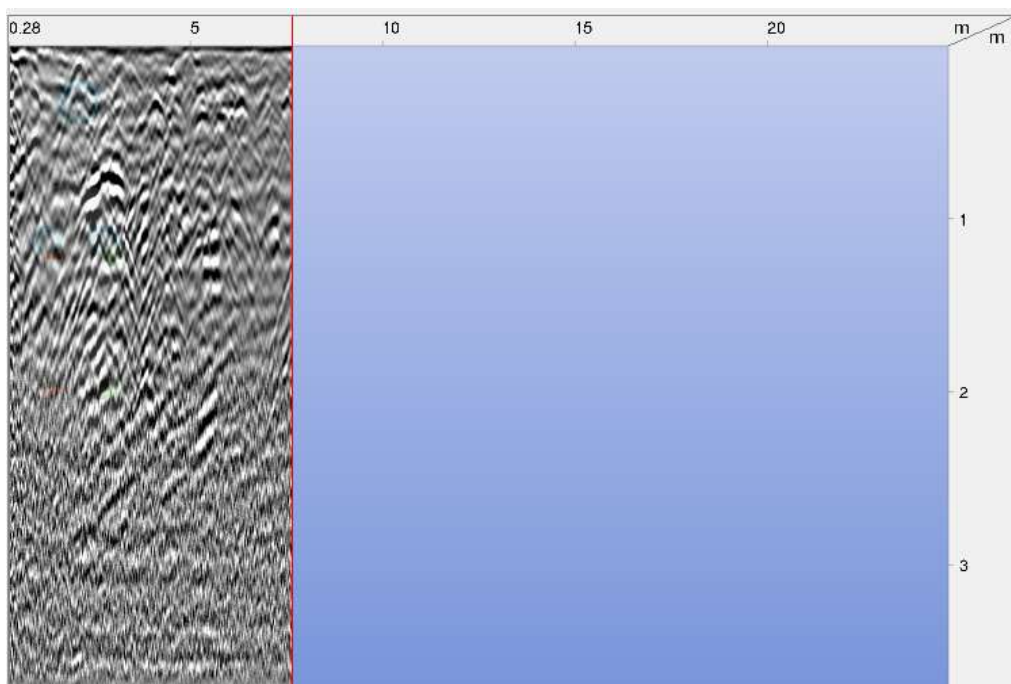
3 ottobre 2019

## AREA S2

-scan 1

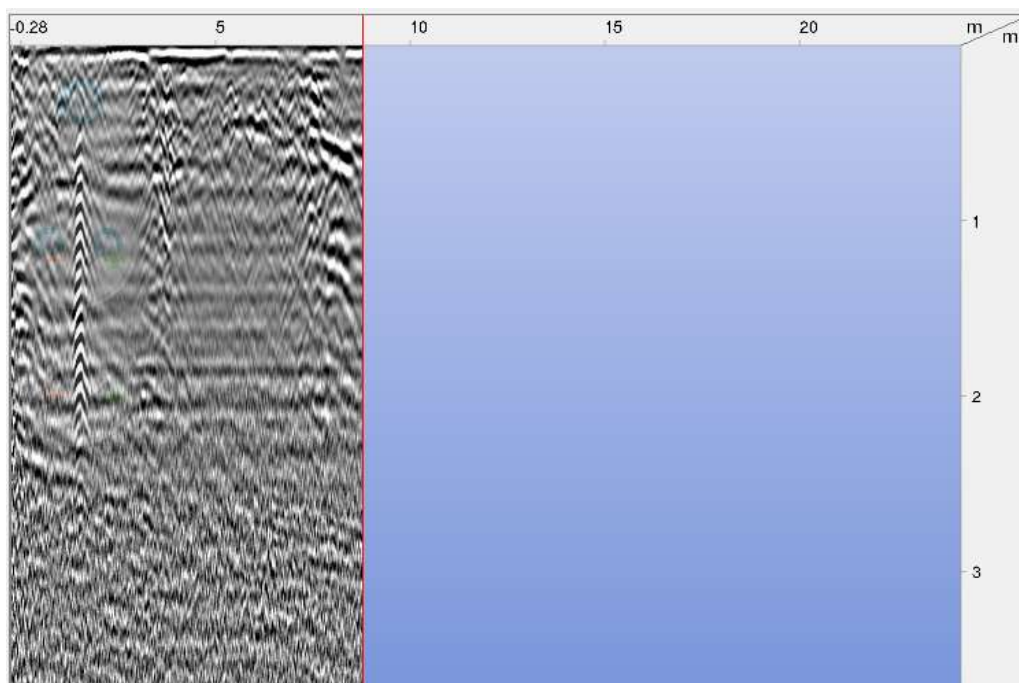


- scan 2

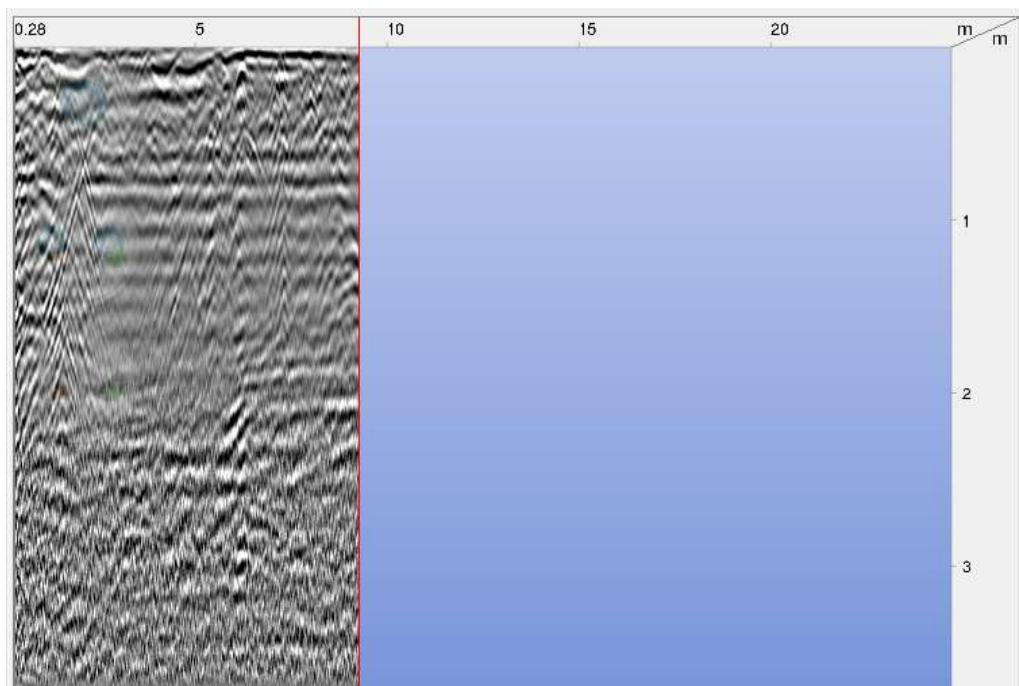


3 ottobre 2019

- scan 3



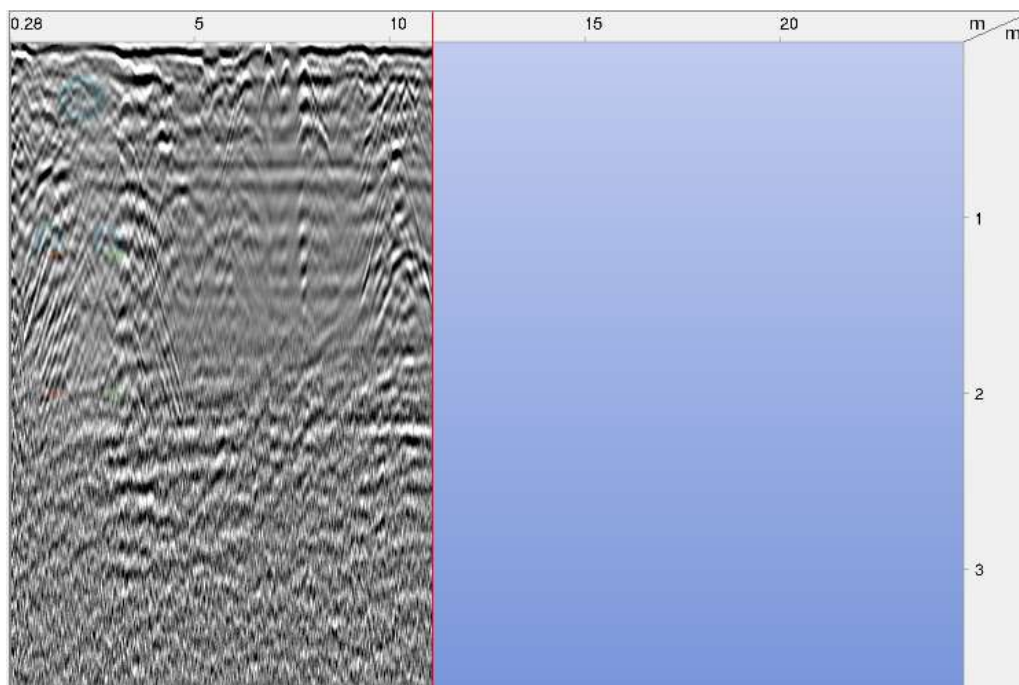
- scan 4



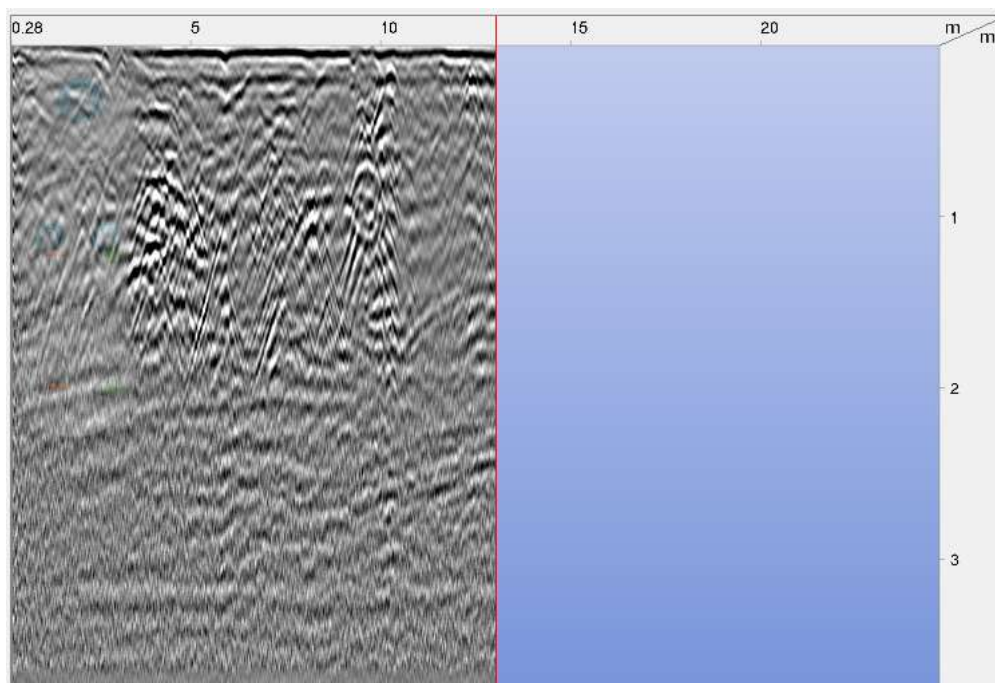


3 ottobre 2019

- scan 5

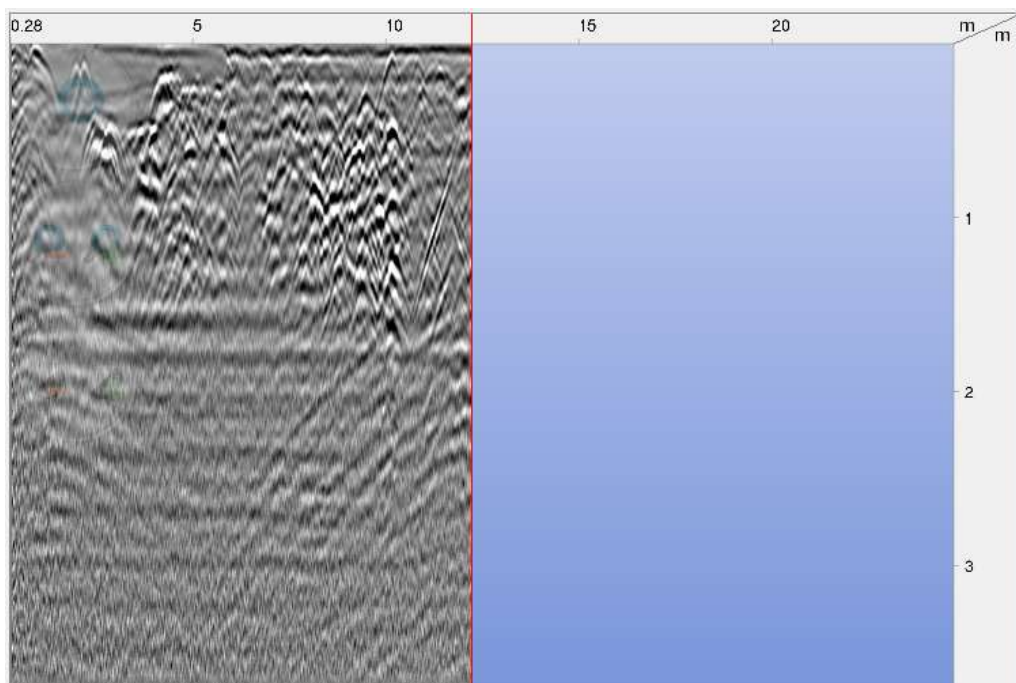


- scan 6



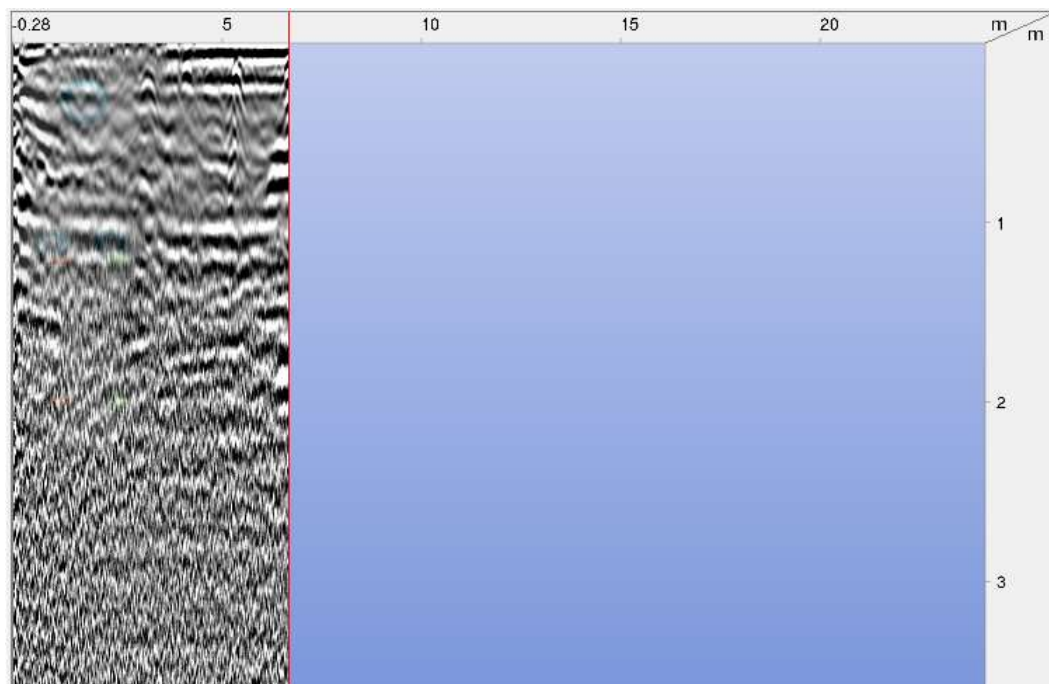
3 ottobre 2019

- scan 7



### AREA S3

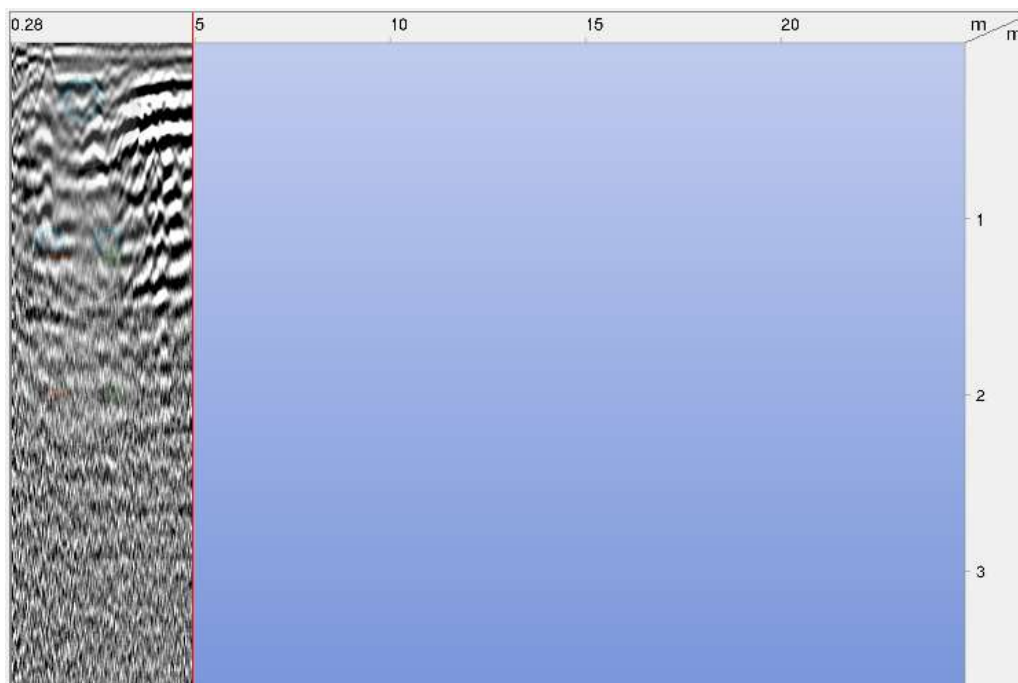
- scan 1



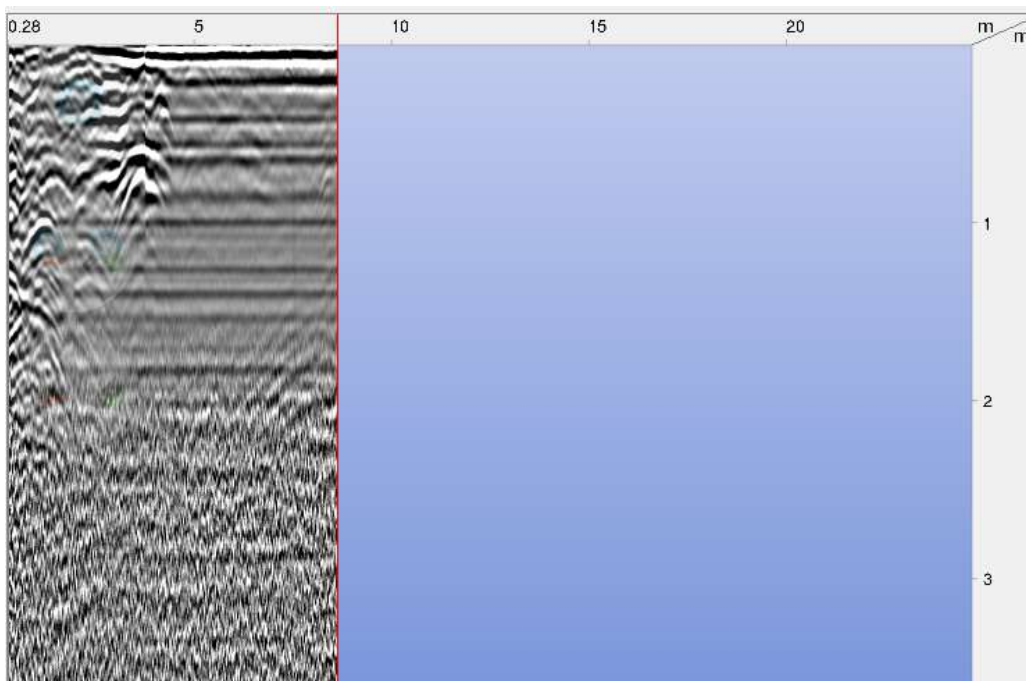


3 ottobre 2019

- scan 2

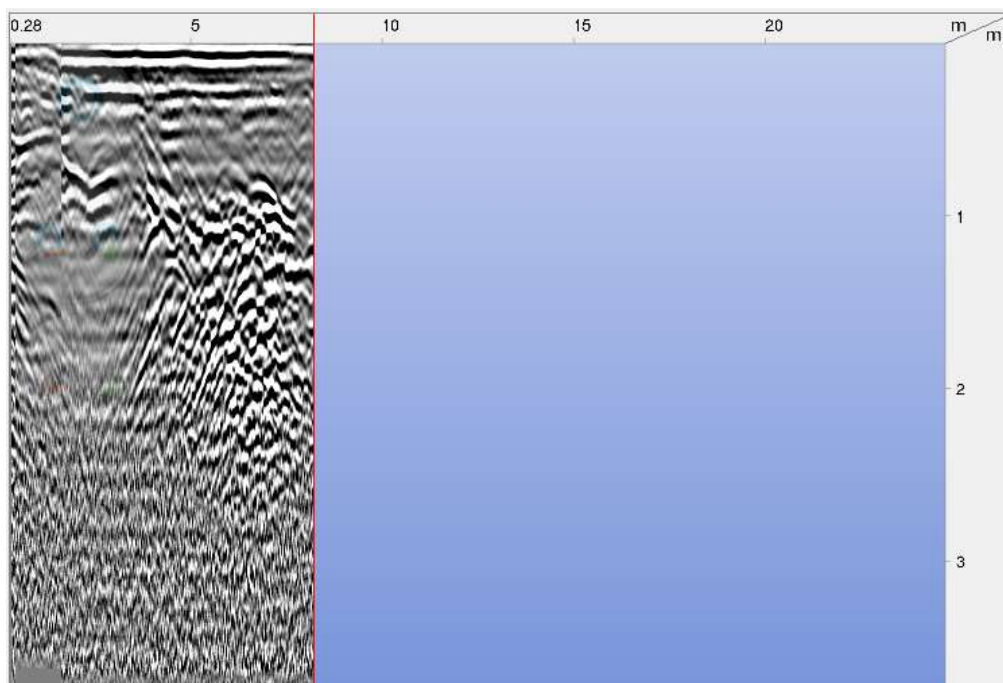


- scan 3

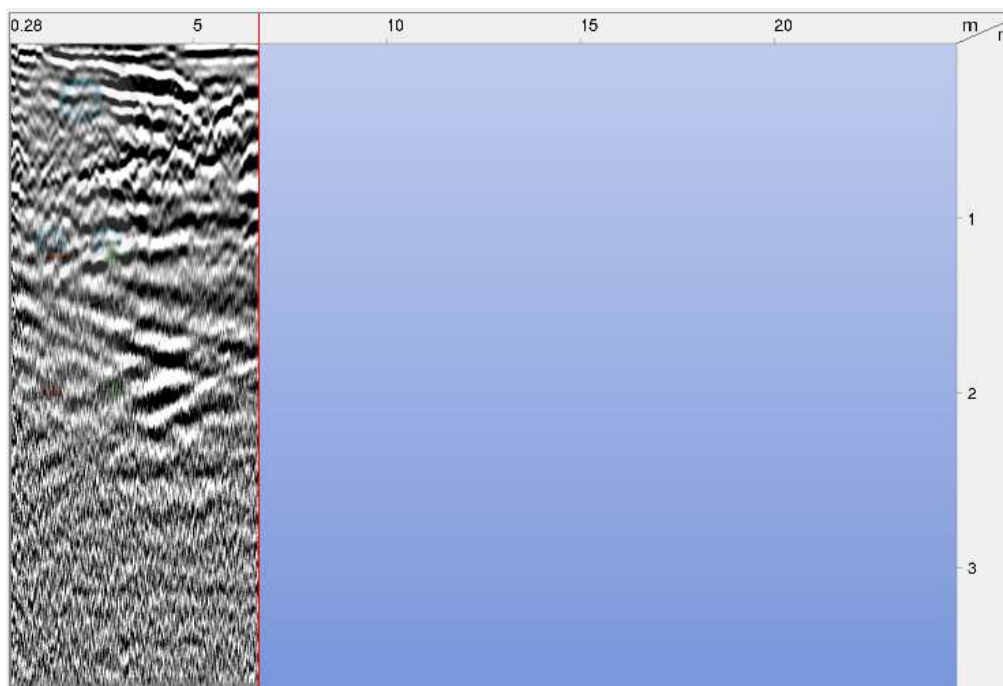


3 ottobre 2019

- scan 4

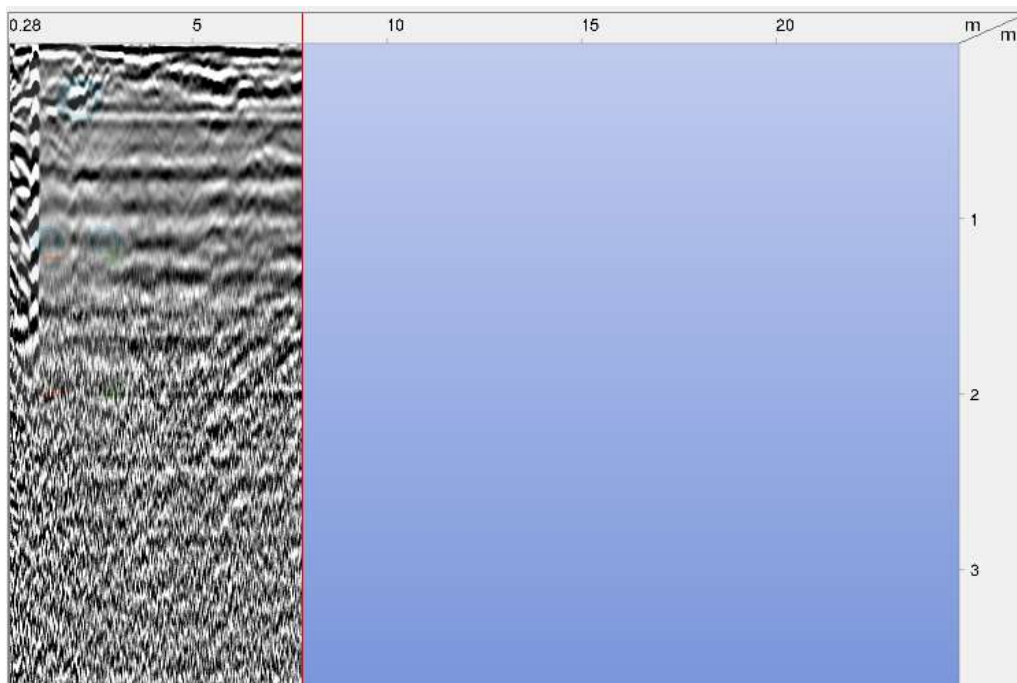


- scan 5



3 ottobre 2019

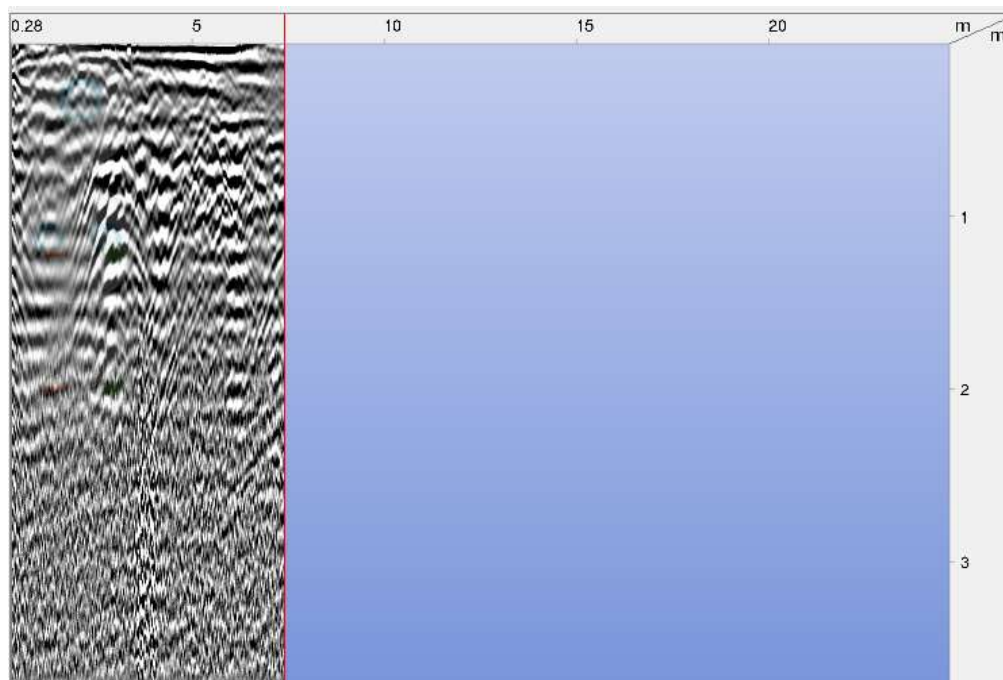
- scan 6



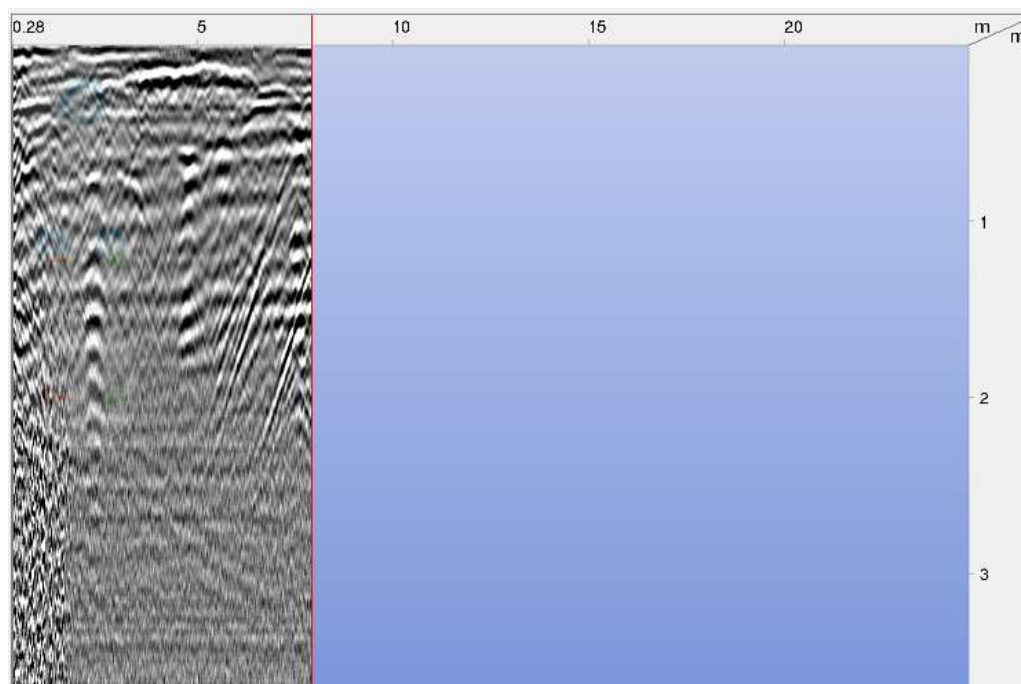
3 ottobre 2019

## AREA 4

- scan 1

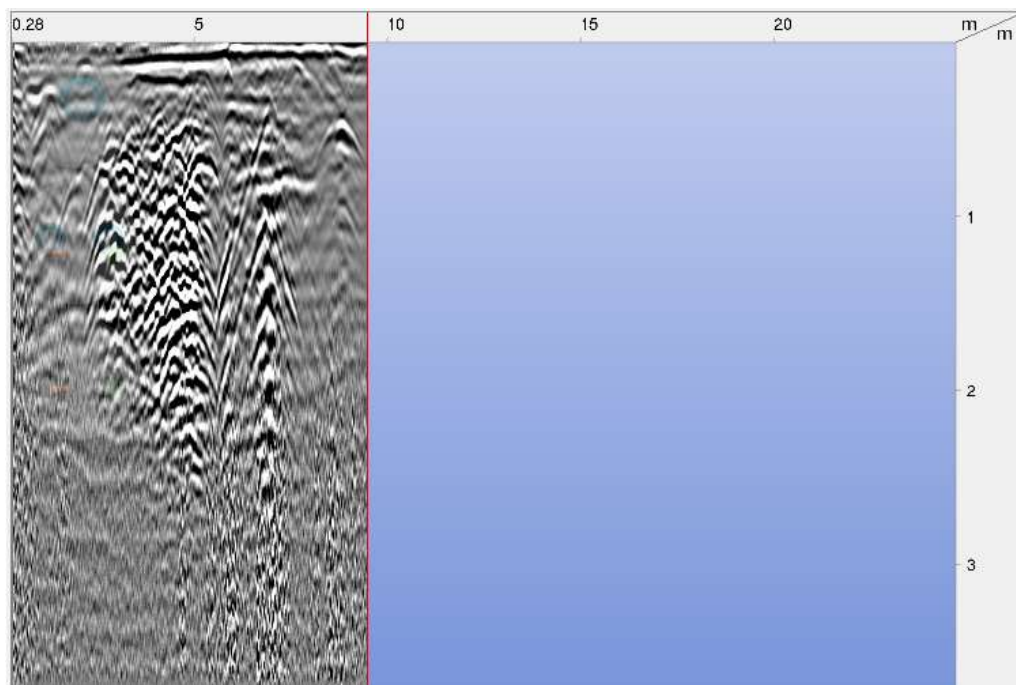


- Scan 2

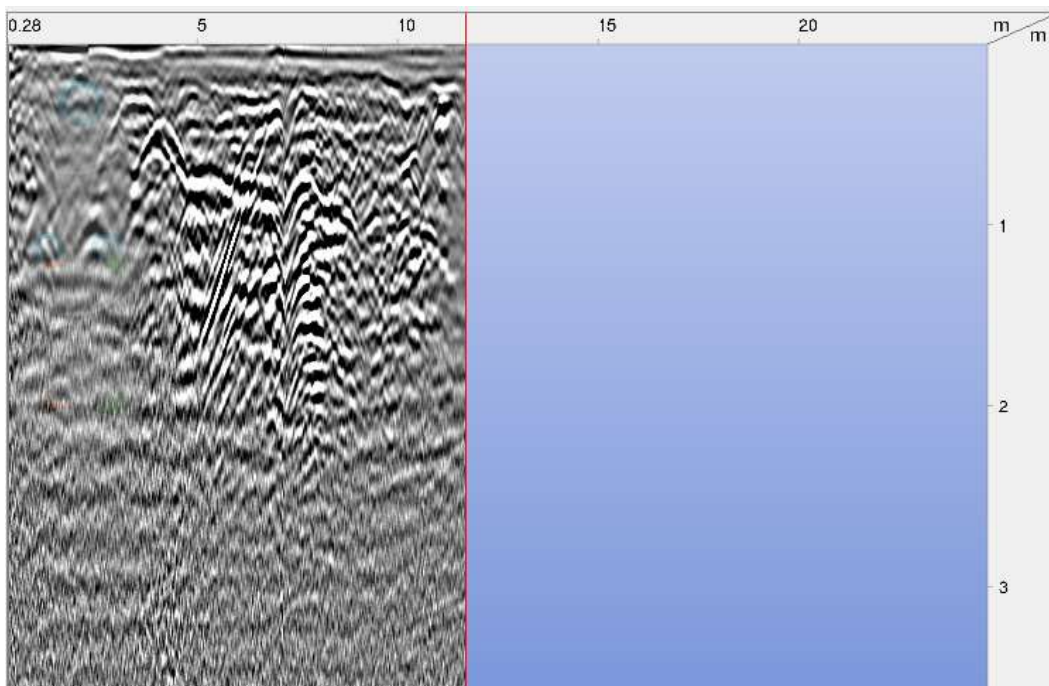


3 ottobre 2019

- scan 3



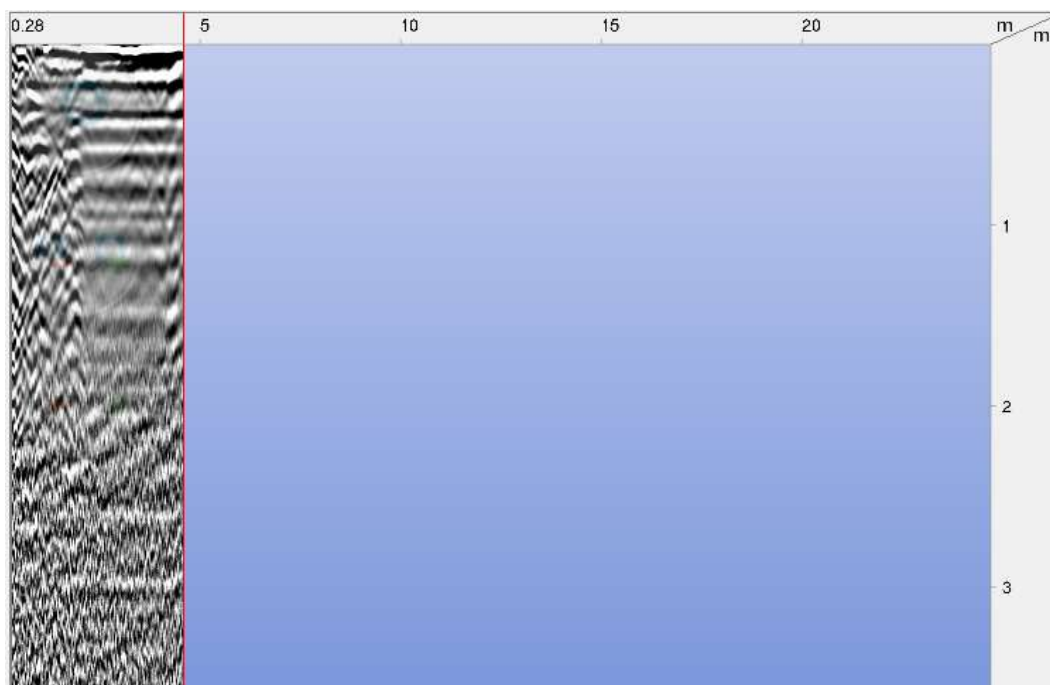
- scan 4



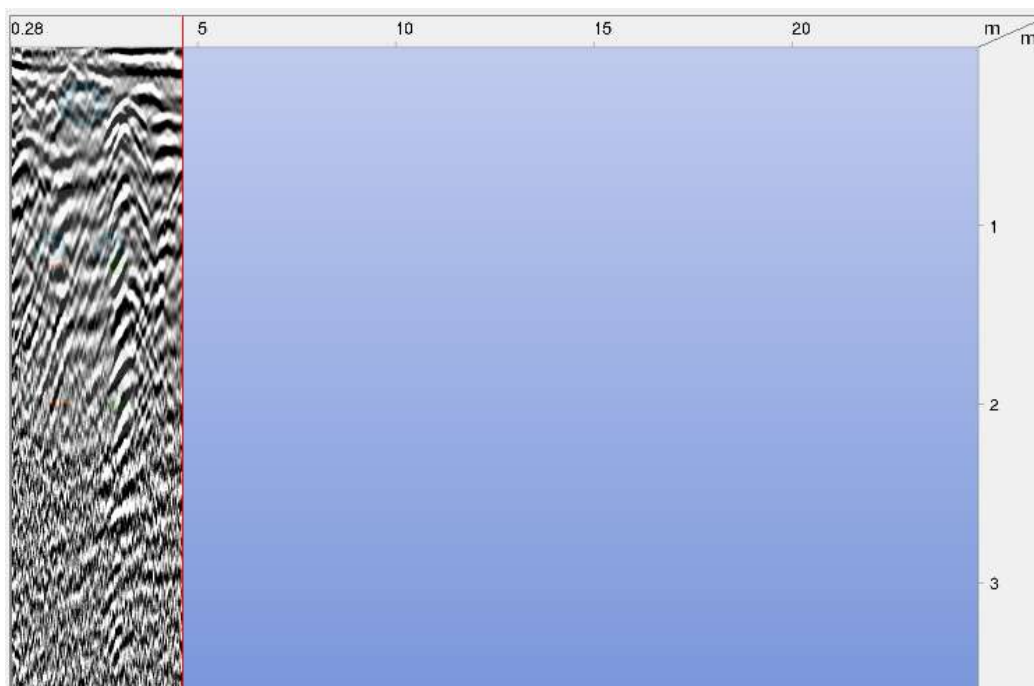


3 ottobre 2019

- scan 5



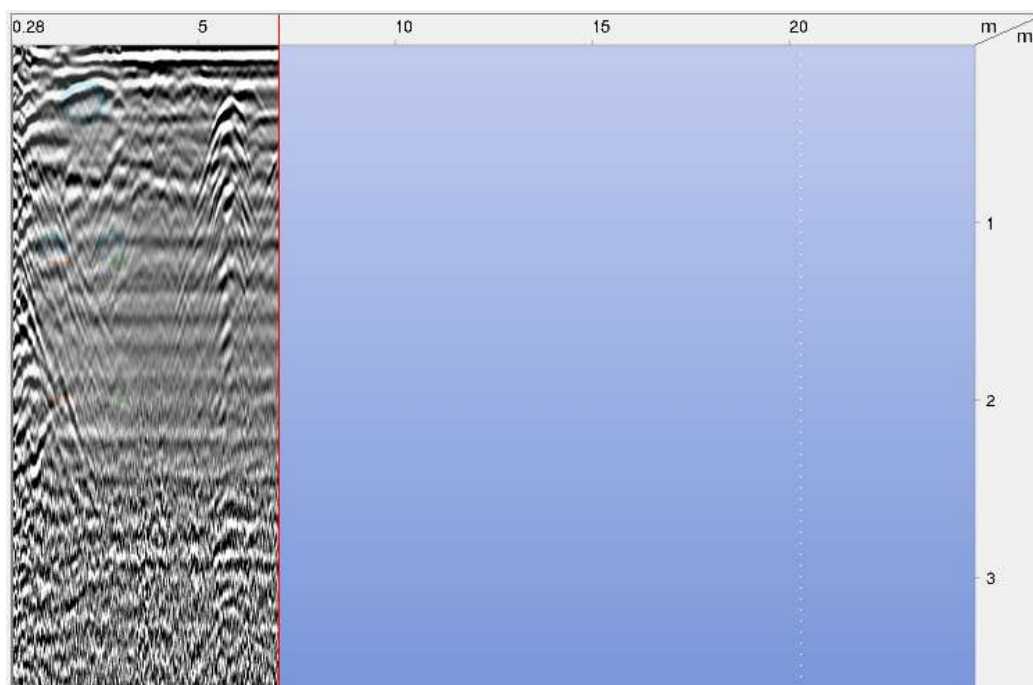
- scan 6





3 ottobre 2019

- scan 7



Osservazioni: presso il campo sportivo di Trani viene condotta un'indagine indiretta con metodologia georadar. Le scansioni vengono effettuate in 4 aree del campo dove verranno posizionati pali per illuminazione. Le scansioni radar si approfondiscono fino a circa 3 metri, si evidenzia un'attenuazione del segnale, in linea generale a causa del substrato di cemento - asfalto. Le prospezioni radar non evidenziano alcuna pericolosità o possibile cavità. Le uniche anomalie rinvenute sono state causate dalla presenza di sottoservizi che corrono lungo il perimetro del campo e degli spalti.

3 ottobre 2019

In sito: particolare dell'indagine georadar eseguita in sito

Georadar presso AREA 1



Georadar presso AREA 2



3 ottobre 2019

Georadar presso AREA 3



georadar presso AREA 4



## 7. RELAZIONE GEOTECNICA

### Dati geotecnici

Come roccia fondale si può considerare una calcarenite / roccia calcarea particolarmente fratturata.

- L'indagine sismica colloca il sito in categoria B
- Le indagini georadar non evidenziano pericolosità geomorfologiche,
- Falda non presente o ininfluente per l'azione dei carichi

a seguire verranno riportati dati di bibliografia cautelativi, per una calcarenite

Parametri fisico meccanici	CALCARENITE
PESO SPECIFICO REALE	26,8 KN/m <sup>3</sup>
PESO DI VOLUME	15,1 KN/m <sup>3</sup>
ANGOLO ATTRITO INTERNO	28°-32°
GRADO DI COMPATTEZZA	0,54
COESIONE ( C )	0,13 kg/cm <sup>2</sup>
R.Q.D.	10 - 20%
Coeff. sottofondo K (Winkler)	2-4 kg/cm <sup>2</sup>

3 ottobre 2019

## Possibile Stratigrafia ricavata dall'indagine sismica

	terreno di riporto/stabilizzato da 0 a -1/-2 metri
	calcarenite o roccia particolarmente fratturata da -2 a -5 metri
	calcare fratturato e stratificato da -5 a -8 m
	calcare poco fratturato da -8 a -22

## 8. Conclusioni

Presso il Campo Comunale di Trani ai fini del progetto di realizzazione di una nuova palificata per illuminazione campo da gioco, viene eseguito uno studio geologico tecnico. In sito sono state eseguite indagini sismiche non invasive che hanno permesso di classificare il suolo in categoria B in base alle velocità equivalenti. E' stata effettuata un' indagine georadar al disotto dell' area d'ingombro delle fondazioni dove verranno posizionati i pali, per intercettare eventuali pericolosità geomorfologie. L'indagine radar non ha evidenziato singolarità degne di nota. Il sito è pianeggiante e monotono, insistendo a quote di circa 16 m.s.l.m. la falda si colloca, in base allo studio della cartografia tematica a quote di circa - 13 metri al disotto del piano campagna. In sito concludendo nulla osta alla realizzazione delle opere in progetto.

Putignano

03.10.2019

Il Tecnico







3 ottobre 2019

## Schede tecniche strumentazioni utilizzate per le indagini

- sismografo



# DAQ3-24




## High Resolution Versatile Seismic Recording System

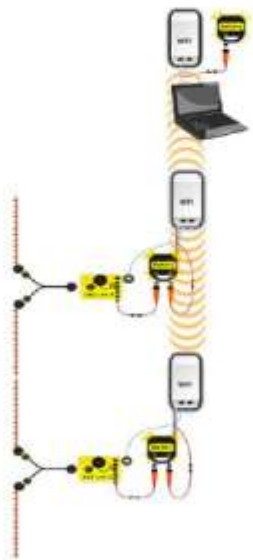
The DAQ3-24 is the third generation of portable seismograph systems. The system can be configured as a stand-alone monitoring system, a refraction system or a distributed seismic reflection system.

The DAQ3-24 has been designed for temporary or long term installations and can be monitored continuously or periodically, locally or remotely. External clock discipline via GPS Module, VHF/UHF radios or Wire enables usage in any environment.

**DAQ3-24:**  
Low Noise,  
High Speed,  
24 Channels  
Seismograph



### MegaDAQ: Multiple DAQ3-24s



A MegaDAQ consists of multiple DAQ3-24s connected via a network. This can be either a wired or wireless network. The network both controls the seismographs and collects the seismic data in real time.

### Field Benefits

**Cutting-Edge Technology for Data Quality**

- Ultra High-Speed 24bit ADC (48,000 samples/sec)
- High Resolution Clock
- Low Noise & Low Distortion Means Better Data

**Designed to Produce & Protect Data**

- Data Always Stored in Box - No Lost Data
- Offload Data While Recording - No Lost Production
- Better Data Handling for Superior Production

**Versatile Operation**

- Continuous Recording
- Trigger on Time, Data Event or Trigger Input
- Different Modes for Different Types of Projects

**Multiple Operation Modes**

- Operate as Stand-Alone Seismograph - **Great for Small Crews**
- Multiple Units Operating in Concert - **Increases Crews Flexibility**

**Sturdy Aluminum Construction**

- Rugged, Lightweight, "O" Ring Sealed to IP 67
- Threaded Holes for Mounting
- For Permanent Mounting, or Long-Term Deployment

**Downhole Recording**



- 24 Channel Units Ideal for Shallow Holes with 8 three-Component Geophone Sondes
- Use Wi-Fi network to collect data from multiple wells

**Earth Monitoring**

- Low Power for Long-Term Use
- Use Cellular Modem for Remote Data Collection

**Useful for Every Project**

- Engineering Seismic
- Oil & Gas Exploration
- MicroSeismic Frac Monitoring
- Strong Motion Detection and Monitoring

sales@iseis.com |  iSeis (International Seismic Co) |  iSeis@SeismicSourceCo | www.iseis.com

3 ottobre 2019



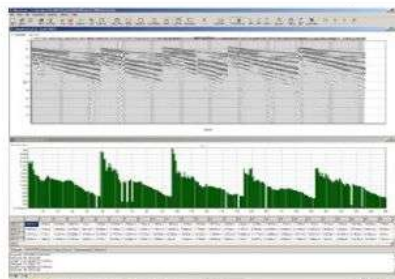
## DAQ3-24



### DAQ3-24 Works in All Environments



### Includes VibraScope Software



#### Functions:

- Configures DAQ3-24 for Acquisition
- Monitors Seismograph Operation
- Offloads and Evaluates Data

#### Features:

- Data Display
- Analysis – Amplitude & Phase Spectra
- RMS Noise and Signal Graphs

#### Expansion:

- For larger systems, DAQ3-24 Seismographs are compatible with the full line of iSeis Sigma Field Software, including Source Link & Sigma Observer

### DAQ3-24 Specification

Electrical		Physical	
A/D	24 bit sigma delta converter	# Channels	6, 12 or 24
Anti-Alias Filters	85% of Nyquist frequency	Temperature	-40°C to +85°C
Low Cut Filter	User Selectable – DC, 0.1 Hz, 2 Hz	Humidity	0 to 100%
Filter Type	User Selectable – Linear, Minimum Phase	Size	13.0" x 9.0" x 2.4" (330 x 230 x 60 mm)
Sample Rates	1/48, 1/16, 1/8, 1/4, 1/2, 1, 2, 4, 8, 16 ms	Weight	7.5 lbs (3.4 kg)
PreAmp Gain	x2 (6 dB) & x32 (30 dB) standard x1 (0 dB) & x16 (24 dB) optional	Data Storage (Internal 16GB)	120 hours (24 channels @ 2ms)
Max Input at x2 (Standard)	3.58 Volts P-P x2 (Standard)	Data Storage (through Ethernet)	Unlimited
	7.16 Volts P-P x1 (Optional)	Data Format	32-bit float IEEE SEG-Y/SEG-D
Bandwidth	DC to 15 kHz	LEDs	Network Connect, Network Data Status and Battery
Power	Less than 0.4 watts per channel	Connectors	
Input Impedance	100k Ohms	RJ-45	Standard CAT-5 Ethernet
Clock Sync	GPS	GPS	4-pin Weatherproof
Performance		Trigger	3-pin Weatherproof
Trigger Accuracy	± 1 µs at all sample rates	Power	2-pin Weatherproof
Dynamic Range	Better than 118 dB (at 2 ms)	Auxiliary Port	19-pin Weatherproof
% THD	0.0012 %	Seismic Data	55-pin Weatherproof
Crosstalk	Better than -125 dB		
Common Mode Rejection	Better than 100 dB		
Noise Floor	< 0.2 µV RMS (at 2ms)		

sales@iseis.com | iSeis (International Seismic Co) | iSeis@SeismicSourceCo | www.iseis.com

3 ottobre 2019

- georadar



## RIS MF Hi-Mod

The end-to-end solution for accurate underground utility mapping and GIS map creation



Utility mapping array radar system combining both high performance and high productivity



IDS GeoRadar: The Leader in Multi-Frequency and Multi-channel Ground Penetrating Radar  
[www.idsgeoradar.com](http://www.idsgeoradar.com)



3 ottobre 2019



## RIS MF Hi-Mod

RIS MF Hi-Mod is a robust high performance multi-use ground penetrating radar system capable of scanning large areas in a short period of time and providing an accurate 3D view of the subsoil with a high resolution and depth of penetration. RIS MF Hi-Mod provides a complete end-to-end solution from the initial data acquisition in the field to final output production in the form of CAD or GIS maps. RIS MF Hi-Mod's software includes automated tools which reduce the time taken to produce meaningful and unambiguous results.

### RIS MF HI-MOD BENEFITS

- **End to end procedure** ensuring professional results in mapping underground utilities and anomalies.
- **High productivity** with specific software tools for automatic target recognition and transfer to CAD/GIS maps.
- **Highest detection percentage level**, combining longitudinal and transversal scans and several frequencies.
- **Modular array**, easy to set up and reconfigure in the field.

### RIS MF HI-MOD FEATURES

- **Deep and shallow antennas in one compact box:** Two antennas in the same box, with the option of choosing 200 MHz & 600 MHz or 400 MHz & 900 MHz, help the operator to locate pipes and cables by providing the proper frequency for a specific search parameter. It provides a real-time display of deep and shallow antennas on the same screen.
- **Modular:** Antenna boxes can be quickly added in "chain connection" while in the field (no tools required) with up to 8 in operation simultaneously. As a result, the system is able to work in any available space.
- **3D radar tomography:** Multi-frequency data fusion and a consolidated procedure to collect the data enable accurate 3D images of the subsurface to be achieved, helping the operator to distinguish individual anomalies and buried targets.
- **Professional utility mapping capability:** The result can be exported in several formats including GIS and CAD (AutoCAD or MicroStation) for a professional survey.
- **Flexible:** Powered by the IDS Multi-channel Control unit, the system can be used to drive every IDS GeoRadar antenna.
- **Advanced acquisition and navigation software** with real-time tomography and survey control with parameter editing.



RIS MF Hi-Mod: surveying on rough terrain



RIS MF Hi-Mod: 1 and 2 antenna configurations



RIS MF Hi-Mod: 3 and 4 antenna configurations



Data can be exported to CAD and GIS digital maps