

Comune di Molfetta



**PIANO PARTICOLAREGGIATO
PRGC - COMUNE DI MOLFETTA
ZONA OMOGENEA B SOTTOZONA B4
(Ex LOTTO 2 e P.E.E.P 167/62 DI MEZZOGIORNO)**

Responsabile del Procedimento Amministrativo
Dirigente Settore Territorio

Ing. Alessandro Binetti

Supporto Ufficio Pianificazione

Ing. Mario Emilio de Gennaro

Progettista:

Ing. Crescenzo Favuzzi

Geologo:

**Dott. Geol. Pierpaolo Moretti
Dott. Geol. Davide de Palma**

**IL SINDACO
Tommaso Minervini**

**ASSESSORE ALL'URBANISTICA AL
CONFERIMENTO DELL'INCARICO
Avv. Pietro Mastropasqua**

**ASSESSORE ALL'URBANISTICA
Ing. Francesco Maria
de Gennaro**

Elaborato:

Relazione Geologica

Scala:

-

Data:

FEBBRAIO 2021

Documento:

C

filename:

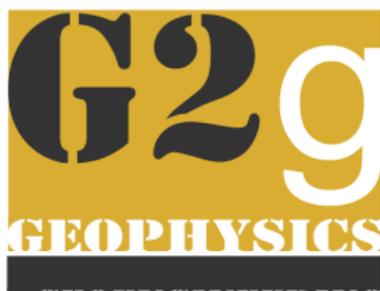
Revisioni:



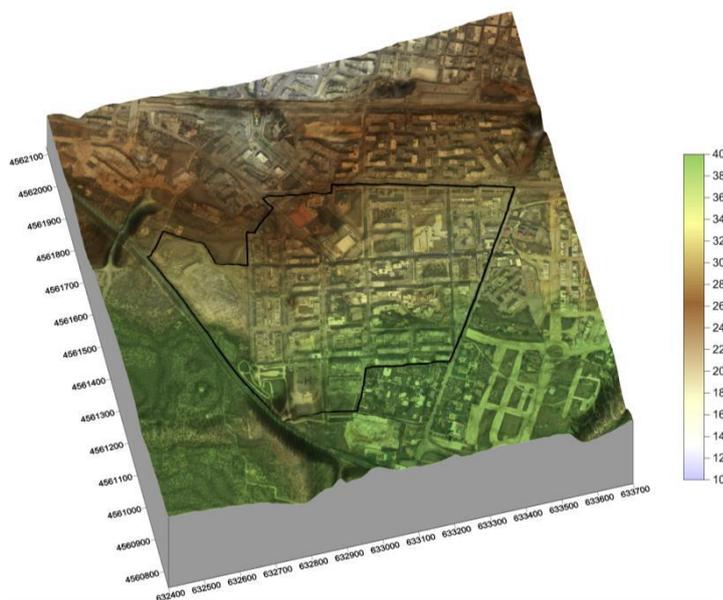
CITTA' METROPOLITANA DI BARI COMUNE DI MOLFETTA

COMMITTENTE:
Comune di Molfetta

PROGETTO:
Relazione Geologica ed indagini di supporto alla: "Redazione del nuovo Piano Particolareggiato, conforme al PRGC, esteso ad un'area omogenea della sottozona B/4 di PRGC così delimitata: a Nord dal limite urbanistico del Comparto 15 del PRGC (zona omogenea C1), dal Polo scolastico liceale e via Monsignor Achille Salvucci; a Sud-Ovest dalla S.S. 16 bis e dal limite urbanistico della zona omogenea Ca del PRGC; infine a Est da via Terlizzi"




G2G snc
Geophysics to Geoengineering,
Via Sant'Orsola
70056 MOLFETTA (BA)
P. IVA 0763741071

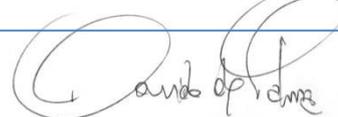


**Redazione Relazione
Geologica; Indagini
Geofisiche; Elaborato;
Acquisizione, Processing,
Interpretazione eseguite**

Dott. Geol. Pierpaolo Moretti
Phd in Geofisica Applicata



Dott. Geol. Davide de Palma
Dottore in Scienze Geofisiche



Isritto all'Ordine dei Geologi
della Puglia N°786

Isritto all'Ordine dei Geologi
della Puglia N°867



Indice

1.0 Introduzione, premessa e normativa di riferimento.....	3
2.0 Geologia	8
2.1 Inquadramento Geologico - Geomorfologico generale	8
2.2 Inquadramento Geologico - Geomorfologico locale	14
3.0 Idrogeologia	25
3.1 Inquadramento Idrogeologico.....	25
4.0 <i>Pluviometria</i>	28
5.0 Indagini	32
5.1. Ubicazione indagini.....	32
5.2 Descrizione dei metodi	36
5.3 Strumentazione utilizzata.....	37
5.4 Acquisizione	38
5.5 Elaborazione	39
5.6 Risultati	42
5.6.1 Sismica a rifrazione in onde P - REF01	42
5.6.2 MASW – MASW01	44
5.6.3 Sismica a rifrazione in onde P - REF02	46
5.6.4 MASW – MASW02	48
5.6.5 Sismica a rifrazione in onde P - REF03	50
5.6.6 MASW – MASW03	52
5.6.7 Sismica a rifrazione in onde P - REF04	54
5.6.8 MASW – MASW04	56
5.6.9 Sismica a rifrazione in onde P - REF05	58
5.6.10 MASW – MASW05	60
6.0 Caratterizzazione Geotecnica	62
7.0 Pericolosità Sismica.....	68
7.1 Sismicità Storica, Macrozonazione, Pericolosità sismica di base	68
7.2 Pericolosità sismica locale (Analisi semplificata tramite VS equivalente e topografia).....	73
7.3 Considerazioni su Microzonazione.....	76



8.0 Vincolistica	79
8.1 Pericolosità Idraulica.....	79
8.2 Pericolosità Geomorfologica	84
8.3 PPTR.....	86
9.0 Conclusioni.....	96
Allegato I (elaborati geofisici e documentazione fotografica)	

1.0 Introduzione, premessa e normativa di riferimento

Il Comune di Molfetta avendo la necessità di realizzare il piano particolareggiato per potenzialità edificatoria residua in alcune aree della zona B/4 come da progetto per la: “*Redazione del nuovo Piano Particolareggiato, conforme al PRGC, esteso ad un'area omogenea della sottozona B/4 di PRGC così delimitata: a Nord dal limite urbanistico del Comparto 15 del PRGC (zona omogenea C1), dal Polo scolastico liceale e via Monsignor Achille Salvucci; a Sud-Ovest dalla S.S. 16 bis e dal limite urbanistico della zona omogenea Ca del PRGC; infine a Est da via Terlizzi*”, ha affidato alla società G2g snc, l’incarico di redigere la Relazione Geologica e di effettuare le indagini come da Determinazione Dirigenziale del Settore Territorio n° 1132 del 07/10/2020: “*Nuovo piano particolareggiato zona b sottozona b/4 del PRGC affidamento di incarico esterno*”.

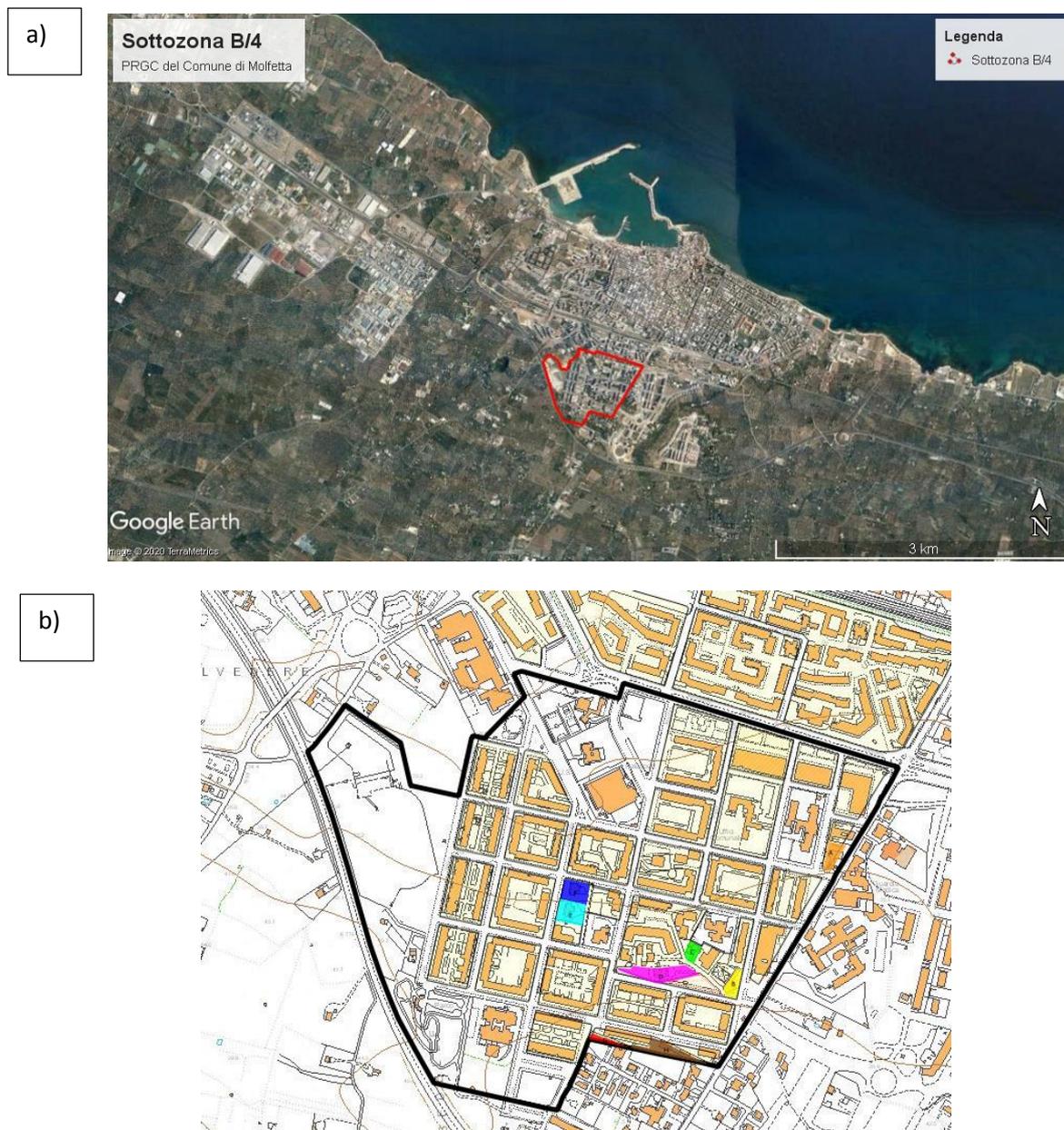


Fig.1 - a) ubicazione sito (©Google Earth), b) CTR Puglia (©SIT – Puglia)

A tal scopo sono state eseguite delle indagini geofisiche, distribuite piuttosto omogeneamente nell'area d'interesse, allo scopo di confermare ed integrare le osservazioni fatte durante il rilevamento geologico (*nelle poche aree non antropizzate*) e di accertare l'assetto litostrostratigrafico del sottosuolo, il tutto per determinare un modello geologico del sottosuolo finalizzato alla corretta progettazione delle opere, nella figura sottostante sono indicate le ubicazioni delle aree interessate dal progetto.

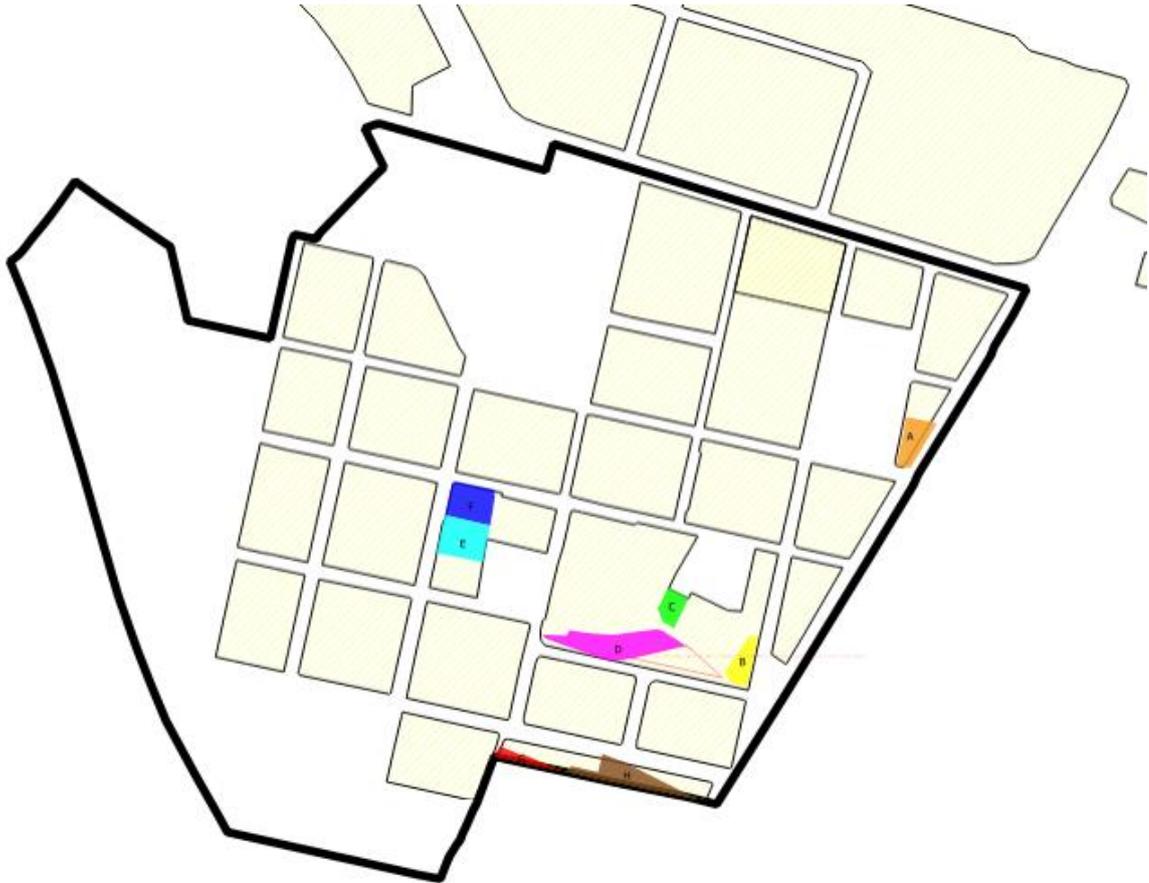


Fig.2 - Delimitazione Sottozona B/4 ed aree interessate dalla sistemazione urbanistica

L'area in esame è normata dall'art 33.4 delle N.T.A.: "Sottozona B/4 costituita dalle aree dell'espansione recente, realizzati per la maggior parte sulla base di strumenti attuativi di iniziativa pubblica (piani di edilizia pubblica ex legge 167) o di iniziativa privata (lotto 2, area edificata del lotto 10, maglia mercato ortofrutticolo)".

Il P.R.G.C. si attua mediante piani particolareggiati o di lottizzazione in vigore o da realizzarsi, tesi al completamento dell'edilizia e dei piani esistenti o in attuazione e alla riqualificazione del patrimonio edilizio esistente.

La progettazione è articolata principalmente su aree che possiedono potenzialità edificatoria residua; le volumetrie sono allocate, dove possibile, nelle relative superfici fondiarie.

Per la progettazione sono stati ipotizzati due possibili scenari:

- *Sistemazione Urbanistica n.1*: prevede la demolizione degli edifici esistenti, con il conseguente sviluppo di nuove volumetrie derivanti dall'intera superficie fondiaria;
- *Sistemazione Urbanistica n.2*: prevede la conservazione delle volumetrie esistenti dove possibile e lo sviluppo della volumetria residua;

Le principali opere di urbanizzazione primarie e secondarie sono già presenti, trattandosi di una zona residenziale di completamento urbano. Le uniche opere da realizzare, derivanti dalla nuova progettazione sono: la sistemazione di un'area a parcheggio e aree a verde a confine con il comparto C.A. a sud, zone per parcheggio in Via del Gesù e lo spostamento di una cabina di riduzione della pressione del gas cittadino in via Salvador Allende verso via Terlizzi.

Le tipologie edilizie sono tutte case in linea pluripiano progettate per quanto possibile in maniera modulare. Tutti i tipi edilizi presentano un piano interrato destinato ad autorimessa, spazi pertinenziali a verde e parcheggio, il piano terra destinato a servizi e i piani superiori residenziali. Il modulo tipologico elementare presenta un nucleo di collegamento verticale, posto in quasi tutti i casi su fronte strada, che serve due o tre alloggi per piano.

D'intesa con il RUP, il presente studio è stato articolato nelle seguenti fasi:

- raccolta ed analisi critica dei dati esistenti in bibliografia
- studio geologico-morfologico dell'area interessata dal piano particolareggiato
- esecuzione di indagini di sismica a rifrazione a supporto dei suddetti studi e per la parametrizzazione elasto-meccanica del substrato di fondazione
- esecuzione di indagini MASW, per il calcolo delle V_{Seq} e conseguente classificazione del suolo di fondazione, per la caratterizzazione sismica del sottosuolo dell'area oggetto di studio, come richiesto dall'attuale normativa vigente in materia antisismica
- studio idrogeologico dell'area

Lo studio è stato condotto dal *Dott. Geol. Pierpaolo Moretti*, iscritto all'Albo dei Geologi della Puglia con n° di matricola 786 e dal *Dott. Geol. Davide de Palma* iscritto all'Albo dei Geologi con n° di matricola 867, redatto sulla base dei principi forniti dalle seguenti normative di riferimento:

- Legge 2 febbraio 1974, n. 64.” *Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche*”
- D.M. LL. PP. 11 Marzo 1988 Decreto Ministero dei Lavori Pubblici 11 marzo 1988 (G.U. 1-6-1988, n. 127 suppl.) *Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione. Istruzioni per l'applicazione;*
- CIRC. LL.PP. 24-09-1988 Circolare Ministero Lavori Pubblici, 24 settembre 1988, n. 30483 (*Pres. Cons. Superiore - Servizio Tecnico Centrale*)
- Legge 2 febbraio 1974 n.64, art.1 - D.M. 11 marzo 1988. *Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione. Istruzioni per l'applicazione;*
- D.M. 16 Gennaio 1996 (G.U. 5-2-1996, N. 29) *Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche;*
- Circolare 10 Aprile 1997, n. 65/AA.GG. *Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche " di cui al D.M.16 gennaio 1996;*
- Ordinanza P.C.M. n.3274 del 20/3/2003 – *Criteri generali per la classificazione sismica e normative tecniche per le costruzioni in zona sismica;*
- D.M. 14 Gennaio 2008 (G.U. 4-2-2008, N. 30) *Nuove norme tecniche per le costruzioni;*
 D.M. 17 Gennaio 2018 (G.U. 20-2-2018, N. 42) *Norme tecniche per le costruzioni 2018;*
- *NTA del P.A.I. Puglia;*
- *NTA PRGC Comune di Molfetta*

L'incarico è stato svolto adottando la seguente metodologia:

- sopralluoghi nell'area da indagare;
- rilevamento geologico e geomorfologico;
- ricerca bibliografica di carattere geologico relativa all'area d'interesse;
- raccolta ed analisi di informazioni e dati provenienti da precedenti studi di carattere geologico ricadenti nell'intorno della zona oggetto di intervento;
- consultazione della cartografia P.A.I. dell'Autorità di Bacino della Regione Puglia, relativa alla pericolosità geomorfologica ed idraulica;
- esecuzione e direzione della campagna di indagini sismiche; - elaborazione dei dati raccolti e stesura della relazione conclusiva.

Le indagini in sito, sono state eseguite secondo le:

- Raccomandazioni AGI (1977)
- Linee guida per indagini geofisiche A.S.G (Associazione Società di Geofisica)
- ASTM D 5777 - 95 (Standard Guide for Using the Seismic Refraction Method for Subsurface Investigation).

Permettendo l'esecuzione di n.5 profili Sismici a Rifrazione con acquisizione in onde P e n.5 profili M.A.S.W. (Multichannel Analysis of Surface Waves)

2.0 Geologia

2.1 Inquadramento Geologico - Geomorfologico generale

Geograficamente l'area, compresa nella **Tav. IV SE del F° 177**, si colloca nella Piattaforma delle Murge, corrispondente ad un'ampia struttura antiforme, allungata in direzione ONO – ESE, delimitata dall'attuale bacino adriatico, dall'Avanfossa Bradanica e dal Tavoliere delle Puglie. La Piattaforma rappresenta l'elemento stratigrafico-strutturale di maggiore importanza della Puglia, costituita da potenti successioni calcareo-dolomitiche di età fondamentalmente cretacea (Calcare di Bari e Calcare di Altamura), corrispondenti da depositi di piattaforma interna. Su queste unità poggiano in discordanza angolare facies organogeno e/o calcarenitiche di età plio-quadernaria (Calcareniti di Gravina o Tufi delle Murge Auct.).

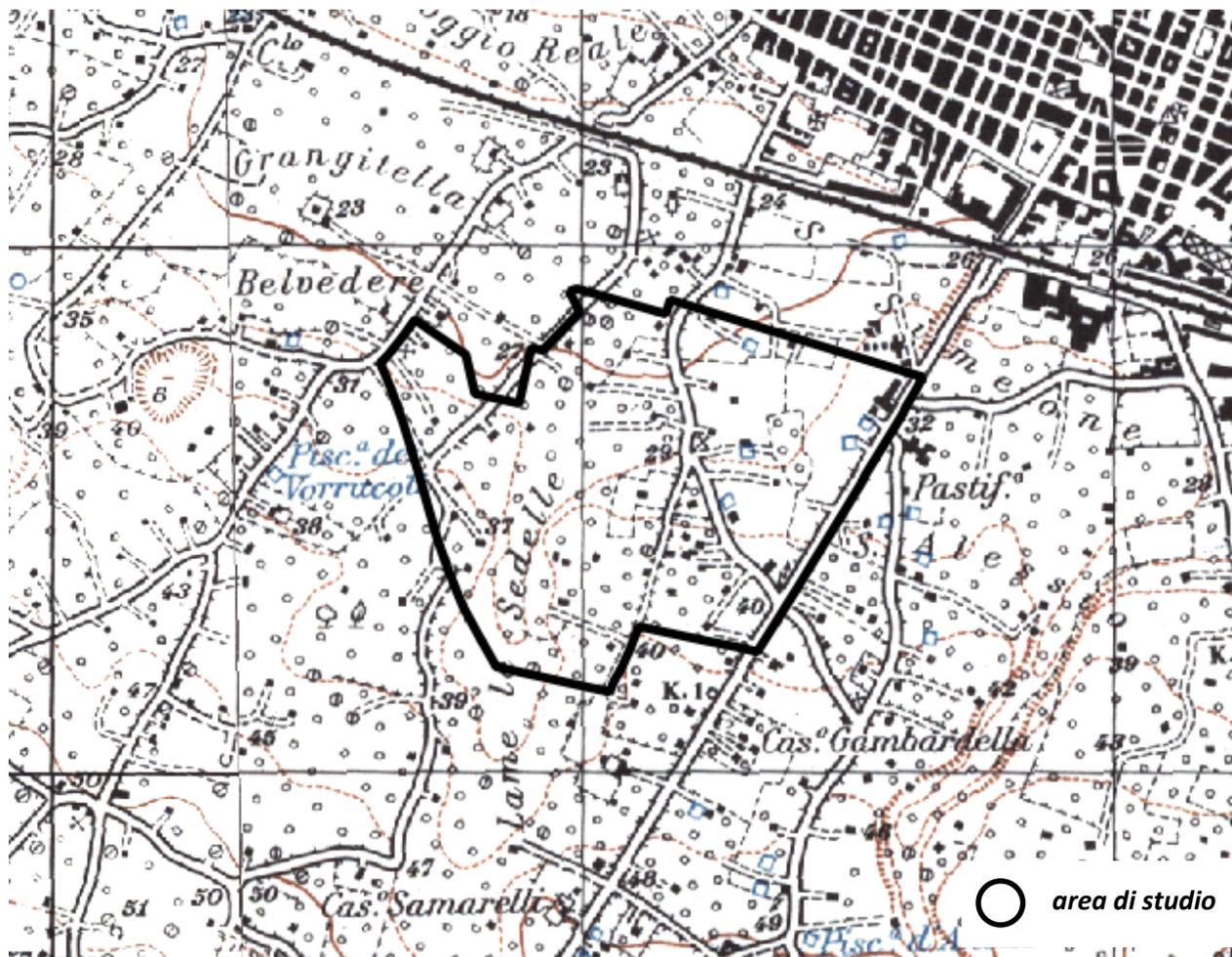


Fig.3 - stralcio F° 177, Tav. IV SE (©IGM)

L'assetto tettonico-strutturale dell'area è relativamente semplice. L'avampaese Apulo, di cui le Murge fanno parte, corrisponde ad un'ampia struttura antiforme interessata da vari sistemi di faglie.

I fianchi della struttura, sezionati i diversi blocchi, risultano ribassati sia verso l'Adriatico, a ESE, che verso l'avanfossa Bradanica a ONO.

In questo contesto le successioni calcareo-dolomitiche costituiscono un'ampia struttura monoclinale, interessata da blande pieghe disgiunte da serie di faglie normali con orientazione NO – SE ed E – O. Ne risulta una struttura a gradinata (tipo horst), orientata nell'insieme anch'essa NO – SE, sulla quale poggiano in trasgressione i vari cicli sedimentari quaternari, in assetto sub-orizzontale.

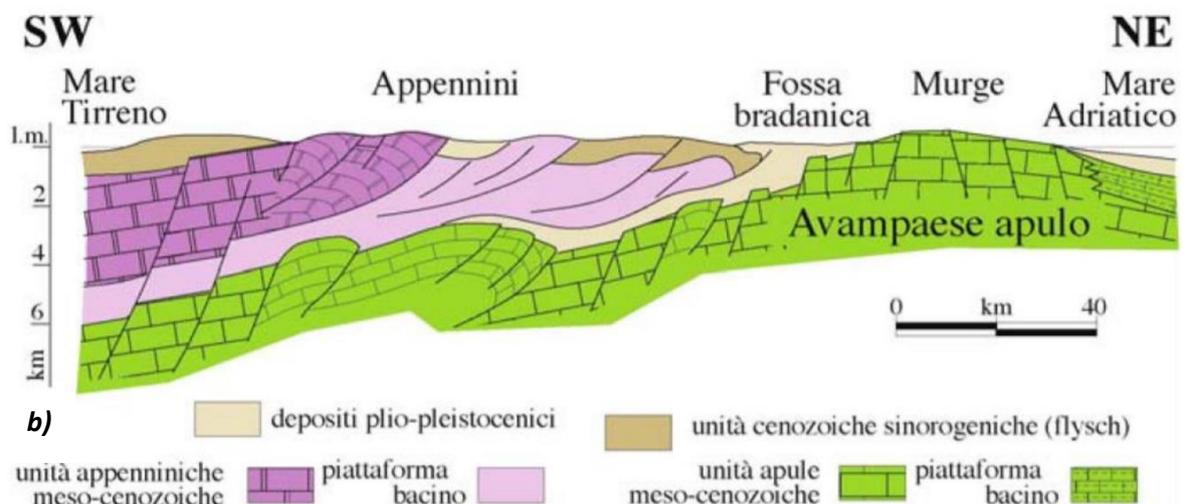
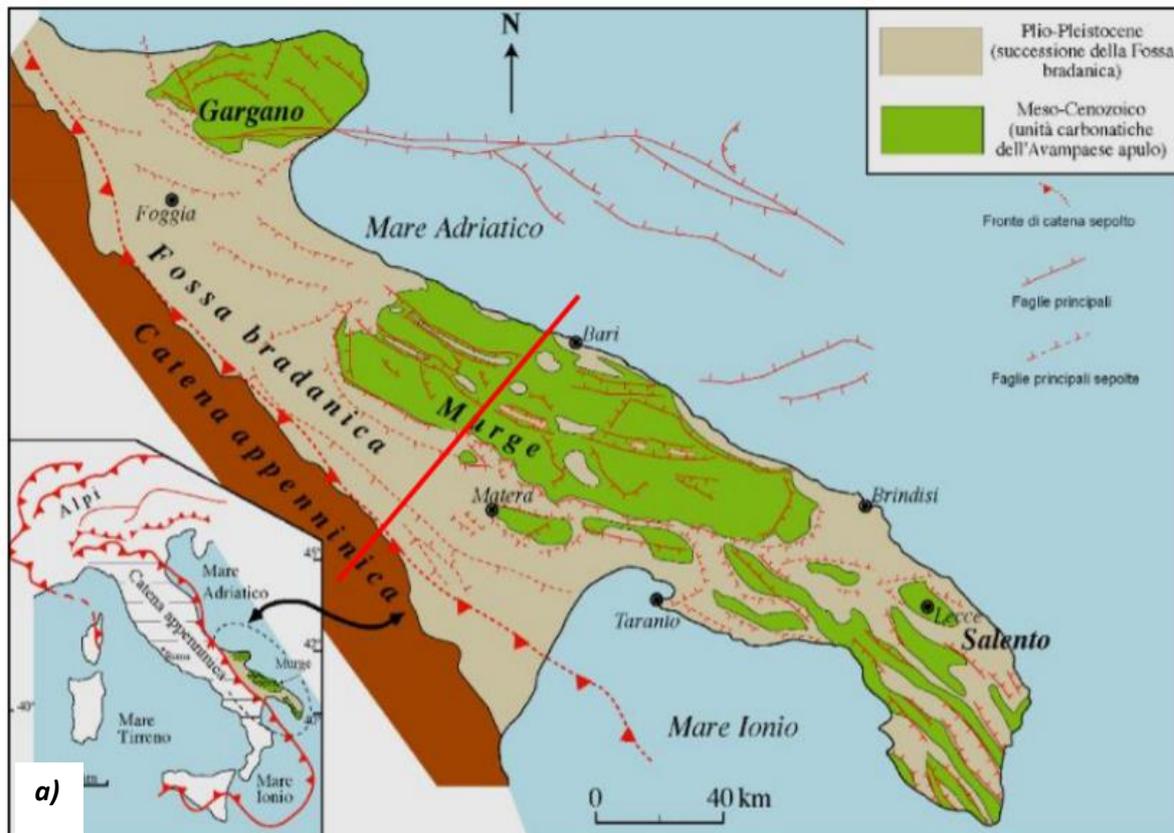


Fig.4 – a) le murge nel contesto geologico regionale (Pieri et al., 1997), b) sezione trasversale illustrante l'assetto dei domini geotutturali nel sistema orogenetico Appenninico (Tropeano et al., 2003)

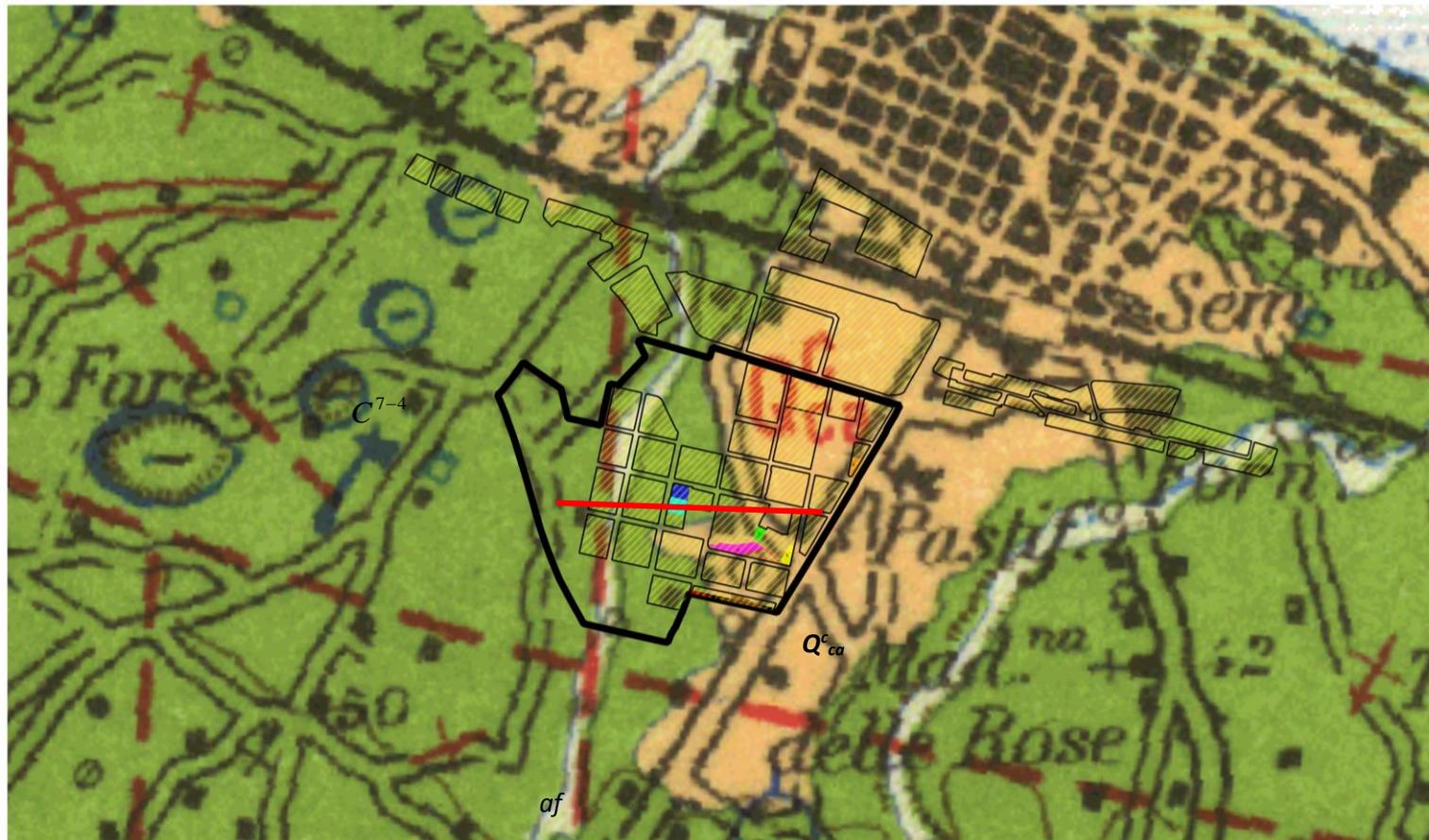


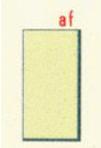
Fig.5 - Stralcio Carta Geologica 177 – Bari (Fonte: ISPRA Carta Geologica 1:100000)

Nell'area di interesse (fig.5), in particolare, il substrato locale è costituito dalla potente ed estesa serie calcareo-dolomitica appartenente alla formazione del Calcare di Bari (CBA), riferibile ad un ambiente marino poco profondo di piattaforma carbonatica. Orizzonti discontinui di terreni residuali ("terre rosse") sono presenti intercalati in diverse posizioni o costituenti il riempimento di cavità carsiche.

La successione stratigrafica, iniziando dal termine più recente, comprende:

- Deposito alluvionale recente ed attuale (af, Olocene-Pleistocene Superiore)**
- Calcarenite di Gravina (QCa, Pleistocene)**
- Calcare di Bari (CBa, Cretacico)**

I **Depositi Alluvionali (af)** sono costituiti da sedimenti di origine alluvionale che occupano il fondo di numerosi solchi erosivi antichi e recenti, che si dipartono dai rilievi delle Murge per raggiungere la linea di riva adriatica. Nei più importanti solchi erosivi del territorio risultano costituiti da ghiaie formate da clasti calcarei subarrotundati talvolta con strutture da dissoluzione carsica in matrice siltoso-terrosa rossastra, con varie intercalazioni di silt argillosi. Il loro spessore varia notevolmente da luogo a luogo con un generale incremento in nelle zone più prossime al mare.

NOME_FORMAZIONE	depositi alluvionali terrosi e ciottolosi
ETA_FORMAZIONE	olocene-pleistocene superiore
ETA_INFERIORE	pleistocene superiore
ETA_SUPERIORE	olocene
LEGENDA	 Depositi alluvionali terrosi e ciottolosi, sul fondo dei solchi erosivi delle Murge ("lame") e, in terrazze, sui fianchi di questi solchi. OLOCENE-PLEISTOCENE SUPERIORE.

Tab. I - Estratto Note Illustrative ISPRA (Depositi Alluvionali)

Poggiante con limite inconforme sul Calcare di Bari la **Calcarenite di Gravina (QCa)** consta di calcareniti e calciruditi lito-bioclastiche macro e microfossilifere costituite da packstone grainstone. Alla base localmente possono riscontrarsi silt e sabbie limose di colore rossastro con livelli di ciottoli calcarei bianchi.

NOME_FORMAZIONE	tufi delle murge
ETA_FORMAZIONE	pleistocene
ETA_INFERIORE	pleistocene
ETA_SUPERIORE	pleistocene
LEGENDA	 Depositi calcareo-arenacei e calcareo-arenaceo-argillosi più o meno cementati, bianchi o giallastri, con frequenti livelli fossiliferi (ad Ostrea sp., Pecten sp., ecc.) e orizzonti di marne argillose (dintorni di Binetto, Ruvo, Terlizzi); in lembi residui su piattaforme di abrasione via via più recenti verso la costa. PLEISTOCENE. TUFI DELLE MURGE.

Tab. II - Estratto Note Illustrative ISPRA – Tufi delle Murge (Calcarenite)

Vista la scala geologica della mappa non elevata (1:100000m), viste le informazioni provenienti da scavi di cantieri nell'area ed ulteriori indagini geognostiche di bibliografia, si ritiene che in tutta l'area orientale della sottozona b/4 possa essere presente come geologia di base una litologia Calcarea anziché Calcarenitica, con un litotipo superficiale molto fratturato rispetto all'unità sottostante (vedasi indagini geologiche).

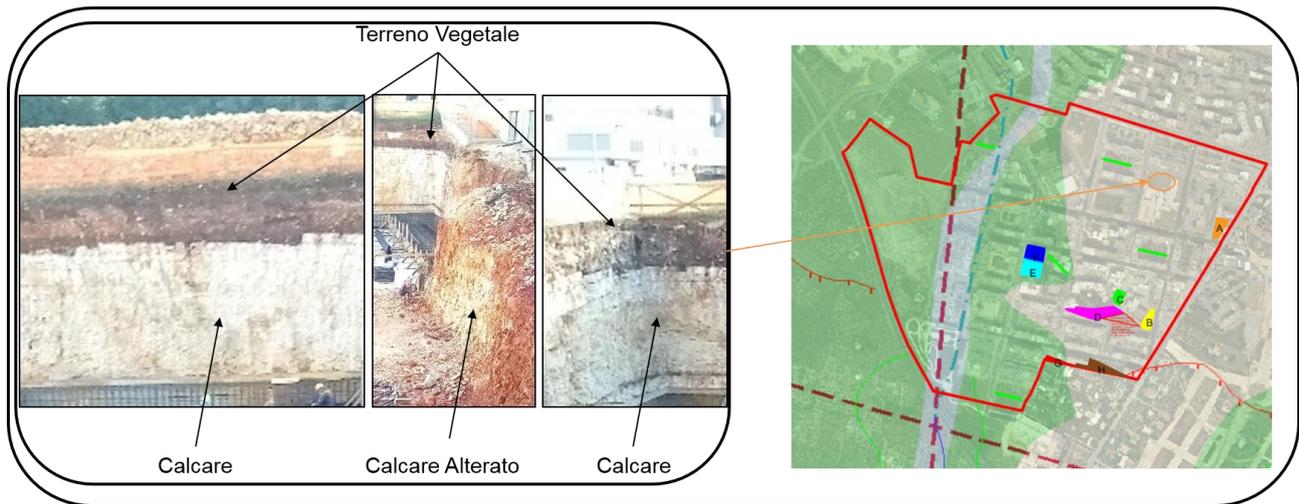


Fig.7 - Foto Via Papa Pacelli sottozona B/4

Il **Calcarea di Bari** (C^{7-4}) rappresenta il basamento rigido della zona ed è costituito da una successione di calcari, calcari dolomitici e dolomie ben stratificate, con strati di spessore variabile da qualche centimetro al metro. I litotipi costituenti si presentano generalmente molto compatti, a grana fine o molto fine, poco porosi e molto tenaci, generalmente di colore bianco o grigio-nocciola, in strati o in banchi, ripetutamente laminati, e ad essi si intercalano, ad altezze variabili lungo la successione, livelli macrofossiliferi

Il fenomeno carsico è ovunque presente e si sviluppa con intensità diversa in superficie ed in profondità. Si passa da cavitazioni da dissoluzione nella porzione più superficiale alle cavità che presentano forma e dimensioni varie; le più comuni sono interstrato e da frattura, spesso sono parzialmente o interamente riempite da terra rossa rideposta o talvolta da depositi di varia natura.

La fratturazione dell'ammasso roccioso risulta nel complesso elevata e caratterizzata da molteplici direzioni delle discontinuità primarie ma tende a diminuire con la profondità. L'assetto strutturale della serie calcarea pur essendo in generale monoclinale, con leggere inclinazioni verso l'attuale linea di costa, a tratti presenta un diverso assetto geometrico imputabile ad episodi compressivi o

di trazione correlati alle principali linee di stress regionale dovuti alle dinamiche strutturali dell'avampaese Apulo.

NOME FORMAZIONE	Calccare di bari
ETA FORMAZIONE	turoniano-barremiano
ETA INFERIORE	barremiano
ETA SUPERIORE	turoniano
LEGENDA	<p>Calcari detritici, generalmente in strati e talora in banchi, o lastriformi ("chiancarelle"); calcari dolomitizzati e dolomie con un livello di breccia calcareo-dolomitica a cemento dolomitico; calcari massicci o in banchi a: Chondrodonta cfr. joannae (CHOFF.), Apricardia laevigata (D'ORB.), Caprina sp., Caprinula sp., Sauvagesia sp., S. sharpei (BAYLE), Durania arnaudi (CHOFF.), Nerinea cfr. Pseudo-nobilis CHOFF., Cuneolina pavonia parva HENSON, Nezzazata simplex OMARA, Nummoloculina heimi BONET, Turoniano-Cenomaniano (livelli "Toritto" e "Sannicandro"); Eoradiolites davidsoni (HILL), E. murgensis TORRE, Orbitolinidae (Coskinolina sunnilandensis MAYNC, C. adkinsi BARKER, ecc), Albiano (livello "Palese"); Toucasia cfr. carinata (MATH.), T. transversa PAQUIER, Agria sp., Orbitolina sp., Cuneolina camposauri SART. E CRESC., C. laurenti SART. E CRESC., Bacinella irregularis RAD., Salpingoporella dinarica RAD., Aptiano- Barremiano (livello "Corato"). TURONIANO-BARREMIANO. CALCARE DI BARI.</p>



Tab. III - Estratto Note Illustrative ISPRA (Calccare)

2.2 Inquadramento Geologico - Geomorfologico locale

L'area interessata dall'intervento è ubicata nel settore SW dell'abitato di Molfetta.

In generale per tutta la sua estensione l'area risulta caratterizzata dalla presenza di rocce carbonatiche di età cretacea appartenenti alla formazione geologica del "Calccare di Bari", con copertura costituita in parte di terreno vegetale (vedasi indagini geofisiche successive) e talvolta di materiale di riporto nelle zone antropizzate/urbanizzate. Tale informazione proviene dalle risultanze delle indagini geofisiche eseguite nel presente studio e rappresentate nelle sezioni geologiche schematiche (fig.8-9-10-11-12) provenienti dalle indagini sismiche (vedi Cap. 4.0).

Nell'area (visibili soprattutto in agro e negli scavi edili), frequenti risultano i riempimenti di fratture e microcavità con depositi limo-argillosi talora con sedimenti calcarenitici centimetrici piuttosto compressibili. Spesso gli strati calcarei si distinguono per l'interposizione di livelli millimetrici di materiale detritico a differente colorazione per apporti diversificati e leggere variazioni sinsedimentarie delle caratteristiche microambientali. La continuità spaziale degli strati viene

interrotta dalla presenza di piani di fratturazione ad andamento subverticale e a diversa orientazione. *Può capitare che i calcari, presenti in loco, a causa dell'azione combinata del carsismo e della microtettonica, risultino molto fratturati e con caratteristiche geomeccaniche non confacenti ai materiali lapidei.* Il territorio è interessato dal processo carsico, pertanto, si ha l'alternarsi di dossi (corrispondenti a cerniere di anticlinali), intervallati da forme più depresse quali le "lame" con l'affioramento di terreni alluvionali.

Dal punto di vista tettonico la zona si presenta a struttura tabulare. L'andamento generale degli strati si configura come una monoclinale immergente a Nord-Ovest, solo a tratti complicata da deboli episodi plicativi e disgiuntivi. In particolare si evidenzia una faglia presunta che ha probabilmente generato la lama perimetrata dall'autorità di bacino, attualmente identificata come corso d'acqua obliterato.

La morfologia generale della zona è caratterizzata da un'inclinazione verso NE inferiore ad 3° , quota variabile tra 24÷40 m s.l.m. e distanza dalla costa adriatica pari a circa 1200 m. Analizzando i dati di cartografia disponibili (FIG. 14, CARTA GEOMORFOLOGICA - AdB Appennino Meridionale) risulta che l'area è interessata dal punto di vista geomorfologico da:

- *ripa di erosione* a sud (che non interessa le aree di sistemazione urbanistica A, B, C, D, E, F, G, H) indicate in Fig.14
- *corso d'acqua obliterato* con direzione Sud-Ovest a Nord-Ovest
- *presunta faglia* con direzione Sud-Ovest a Nord-Ovest
- *orlo di scarpata* a Sud Est

Dei caratteri geomorfologici peculiari si propongono le definizioni provenienti dalle note illustrative della Carta Idrogeomorfologica delle Regione Puglia.

Le "**ripi di erosione**" (in giallo) rappresentano i dislivelli morfologici di una certa rappresentatività presenti su un versante, ubicati prevalentemente nelle porzioni altimetricamente medio-elevate degli stessi. A luoghi detti dislivelli sono caratterizzati da bruschi ed improvvisi aumenti di acclività, come ad esempio presso i bordi delle incisioni fluvio-carsiche che incidono superfici semispianate, e in questo caso l'elemento cartografico lineare è stato tracciato con un elevato livello di precisione geometrica; in altri casi gli stessi dislivelli si manifestano in maniera graduale, mediante deboli ma costanti aumenti dell'acclività, come ad esempio nel caso di alcune "lame" del territorio murgiano;

in tal caso l'elemento lineare rappresentato individua in maniera più o meno approssimata il limite altimetricamente superiore dell'area che è stata interessata dall'approfondimento morfologico per erosione fluviale. In taluni altri casi, quando lungo uno stesso versante sono presenti più salti di acclività, per evitare appesantimenti grafici sono stati rappresentati in carta solamente quelli più caratterizzanti e continui tra gli esistenti. Al fini di porre una soglia al livello di significatività

dell'elemento "ripa di erosione" in funzione della rappresentazione dello stesso nella carta, è stata definito il limite corrispondente al valore di acclività pari a 5 gradi, limite al di sotto del quale gli eventuali dislivelli di acclività presenti su un versante non sono stati rappresentati in carta.

L'elemento più caratteristico in carta geomorfologica è quello del "*corso d'acqua*", intendendo con tale terminologia l'insieme dei percorsi lineari dei deflussi concentrati delle acque, che costituiscono il reticolo idrografico di un territorio, sono state individuate nel territorio pugliese due categorie tra quelle possibili: i "corsi d'acqua" e i "corsi d'acqua episodici"; intendendo con questi ultimi tutti quelli temporanei, con acqua in alveo solo in seguito ad eventi di precipitazione particolarmente intensi, anche meno di una volta ogni 5 anni. Una particolare tipologia di corso d'acqua, presente in carta, è il "**corso d'acqua obliterato**" (blu e bianco), che rappresenta tratti di reticolo idrografico in cui localmente le evidenze morfologiche del *thalweg* sono state cancellate da attività antropiche.

Nelle "*forme di versante*" sono raggruppati una serie di elementi morfologici che possono anche essere originati da processi ed agenti morfogenetici differenti, ma che in ogni caso costituiscono forme peculiari delle superfici ove si ritrovano. Rientrano in questa classe di forme anche quelle conseguenti a processi di modellamento a carattere prevalentemente regionale, come gli orli di scarpate delimitanti forme semispianate (tra cui sono compresi i terrazzi di origine strutturale o marina) e le creste, che delineano gli andamenti delle aree sommitali dei rilievi montuosi che sono caratterizzati da uno sviluppo lineare di non trascurabile estensione.

Gli "**orli di scarpata delimitanti superfici semispianate**" (tratteggio rosso), rappresentano l'andamento planimetrico di orli geomorfologici presenti sui versanti, non direttamente originati dall'azione erosiva fluviale (questi ultimi sono stati considerati all'intero del tema "*forme di modellamento di corso d'acqua*"), bensì da processi di carattere diverso, come ad esempio quelli dovuti all'abrasione marina (terrazzi marini), ovvero a fenomeni tettonici, che hanno isolato con scarpate di linee di faglie estese superfici sub pianeggianti a modellamento prevalentemente carsico. Questo elemento è stato rappresentato con una linea orientata, tale da indicare con un simbolismo "a barbetta" la direzione in cui si rinvia la parte morfologicamente depressa del versante.

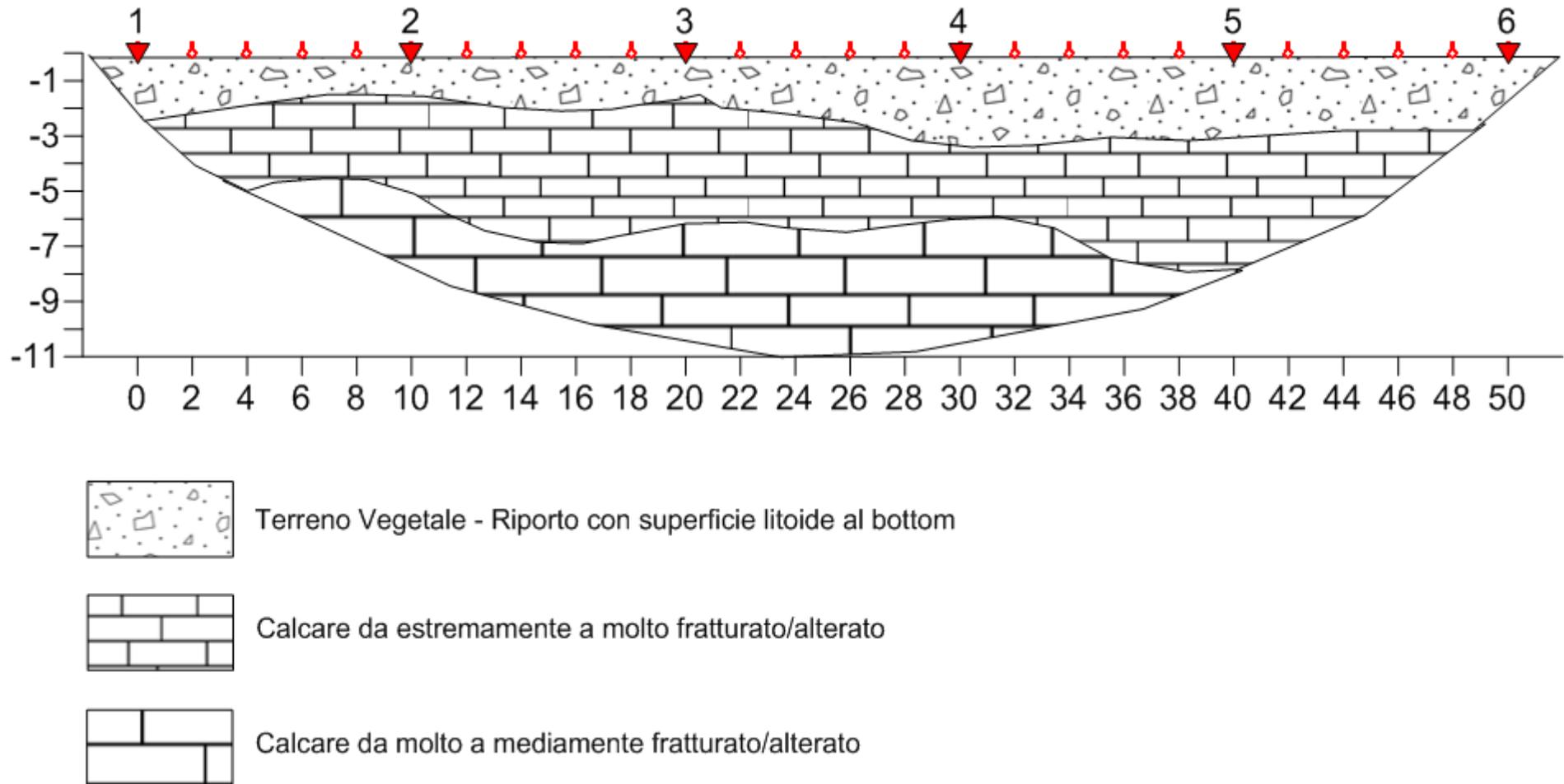


Fig. 8 – sezione geologica schematica proveniente dalla sismostratigrafia della REF001

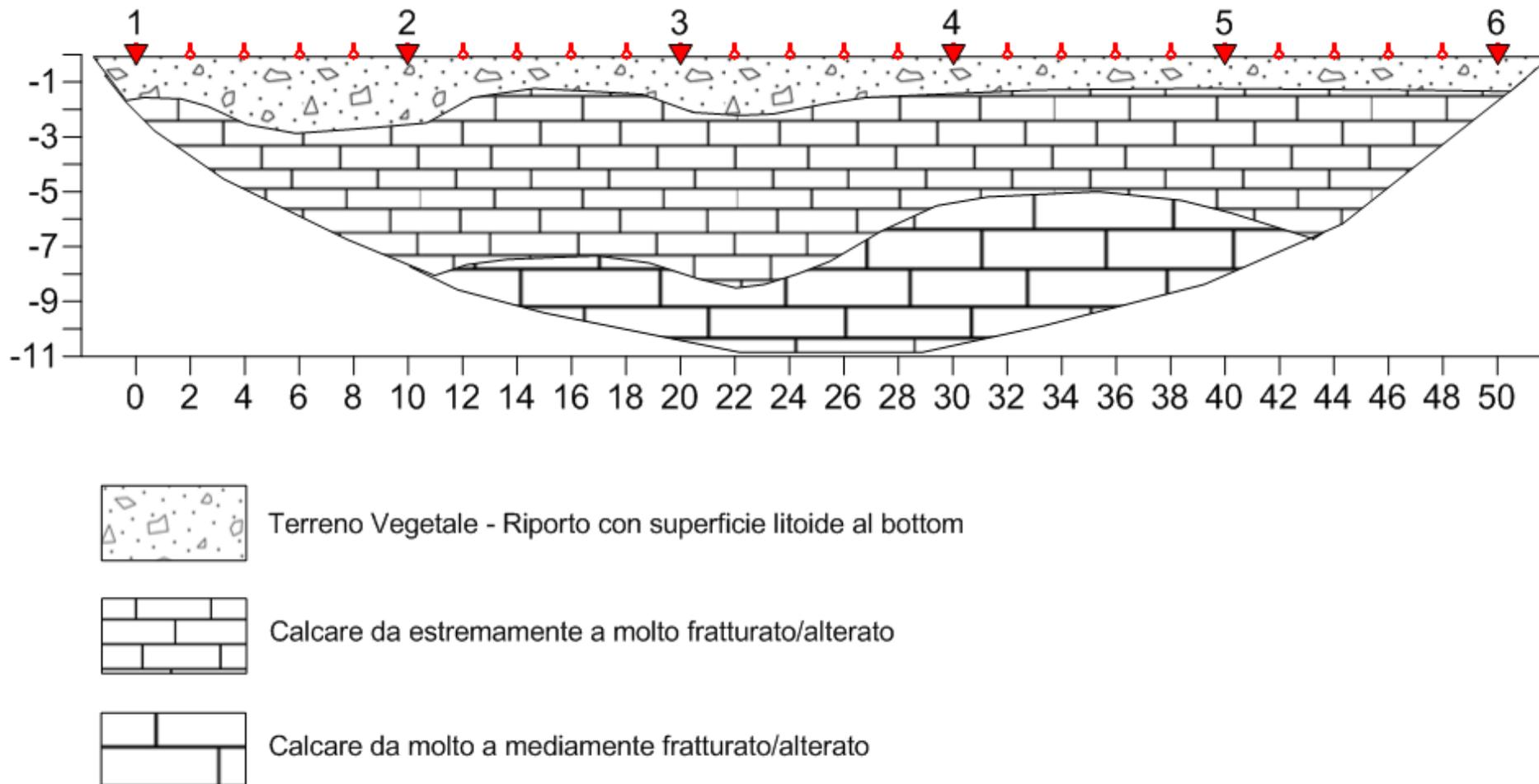
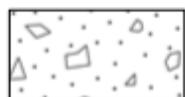
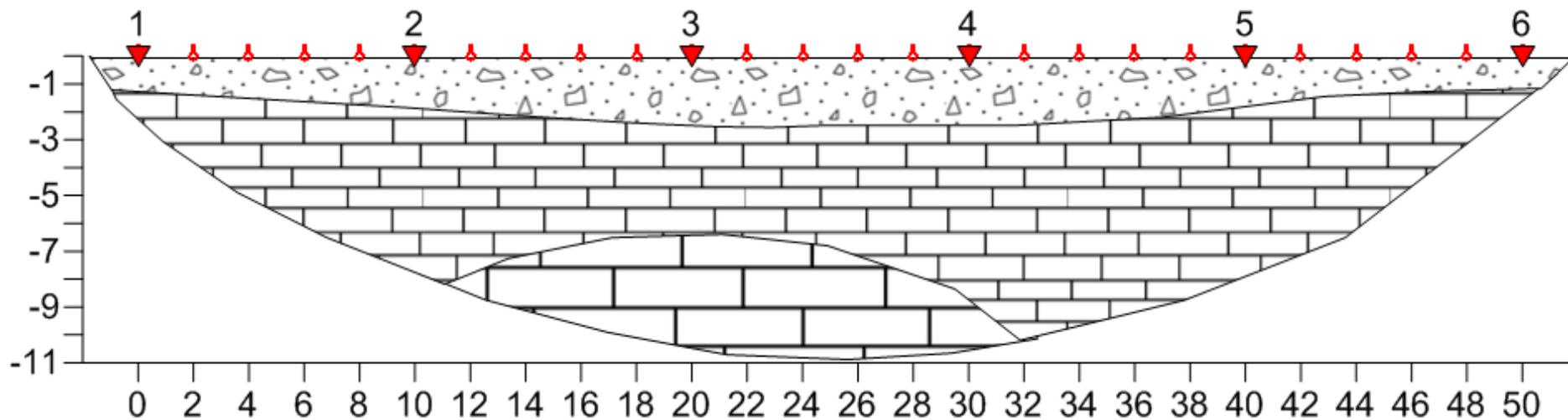
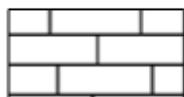


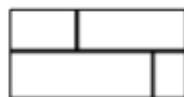
Fig. 9 – sezione geologica schematica proveniente dalla sismostratigrafia della REF002



Terreno Vegetale - Riporto con superficie litoide al bottom

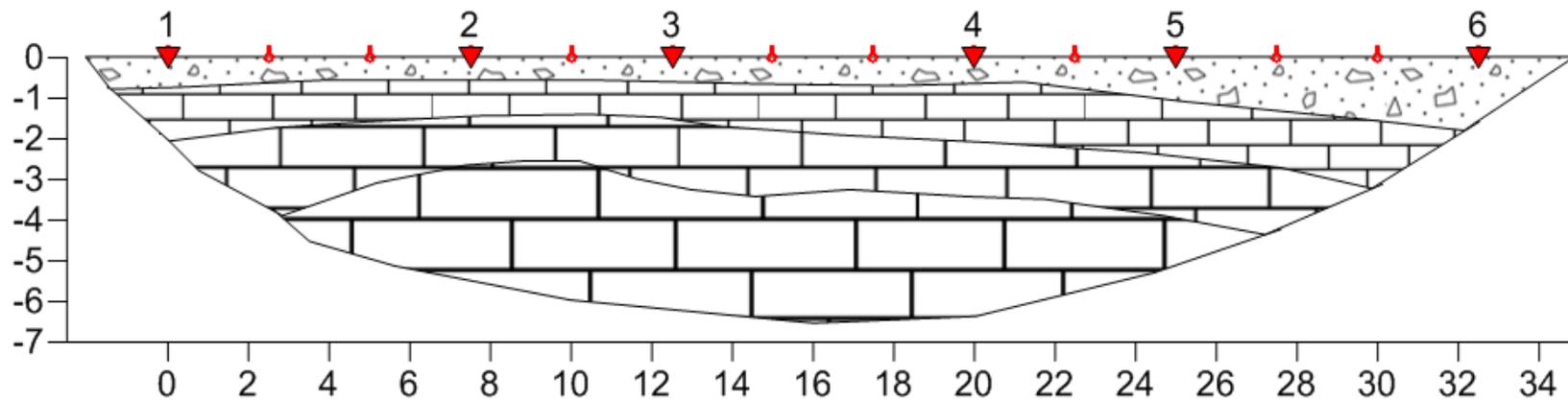


Calcere da estremamente a molto fratturato/alterato

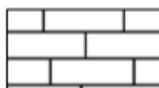


Calcere da molto a mediamente fratturato/alterato

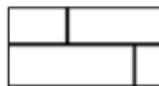
Fig. 10 – sezione geologica schematica proveniente dalla sismostratigrafia della REF003



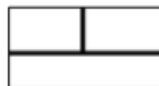
Terreno Vegetale - Riporto con superficie litoide al bottom



Calcarea da estremamente a molto fratturato/alterato



Calcarea da molto a mediamente fratturato/alterato



Calcarea da mediamente a poco fratturato/alterato

Fig. 11 – sezione geologica schematica proveniente dalla sismostratigrafia della REF004

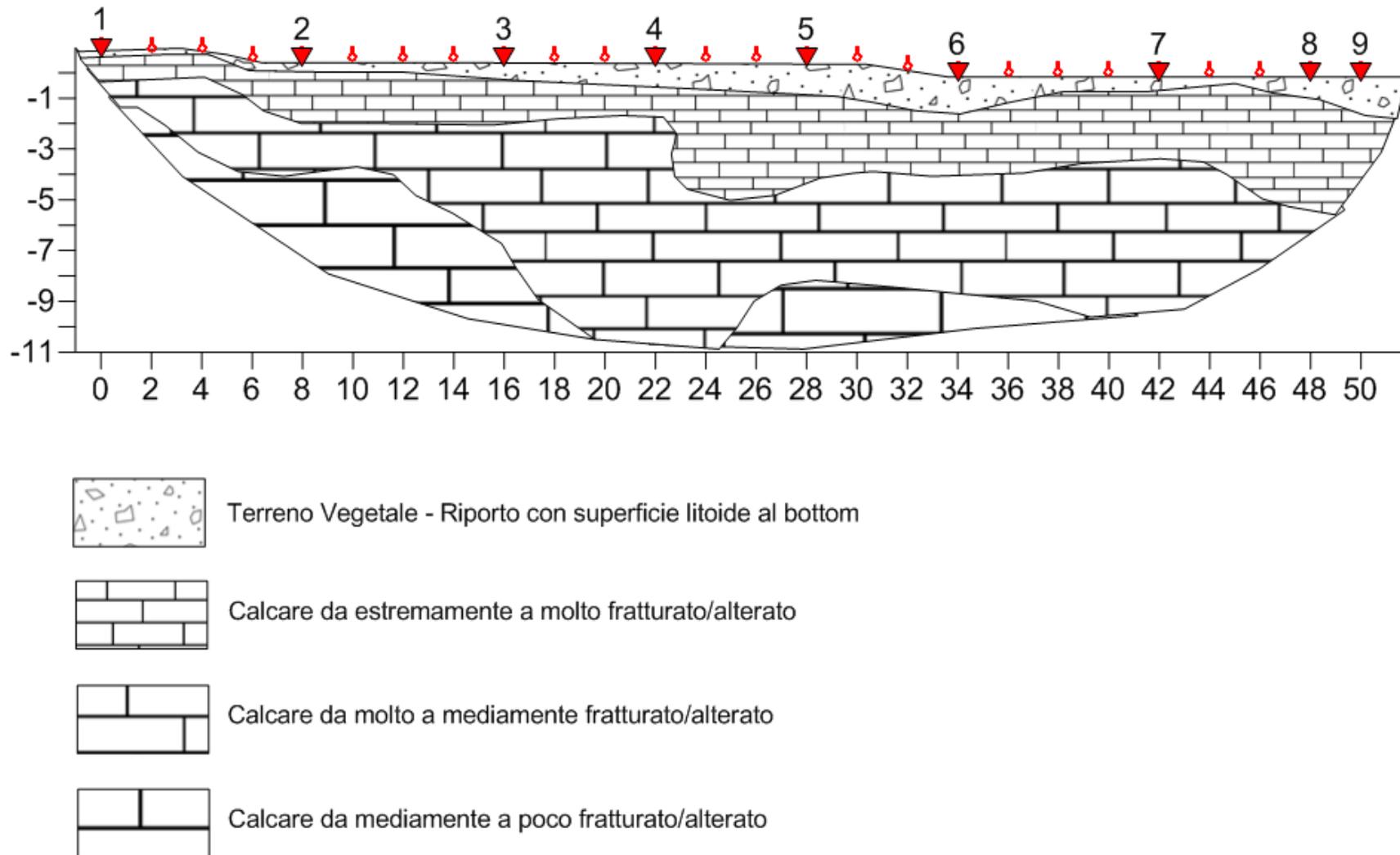


Fig. 12 – sezione geologica schematica proveniente dalla sismostratigrafia della REF005

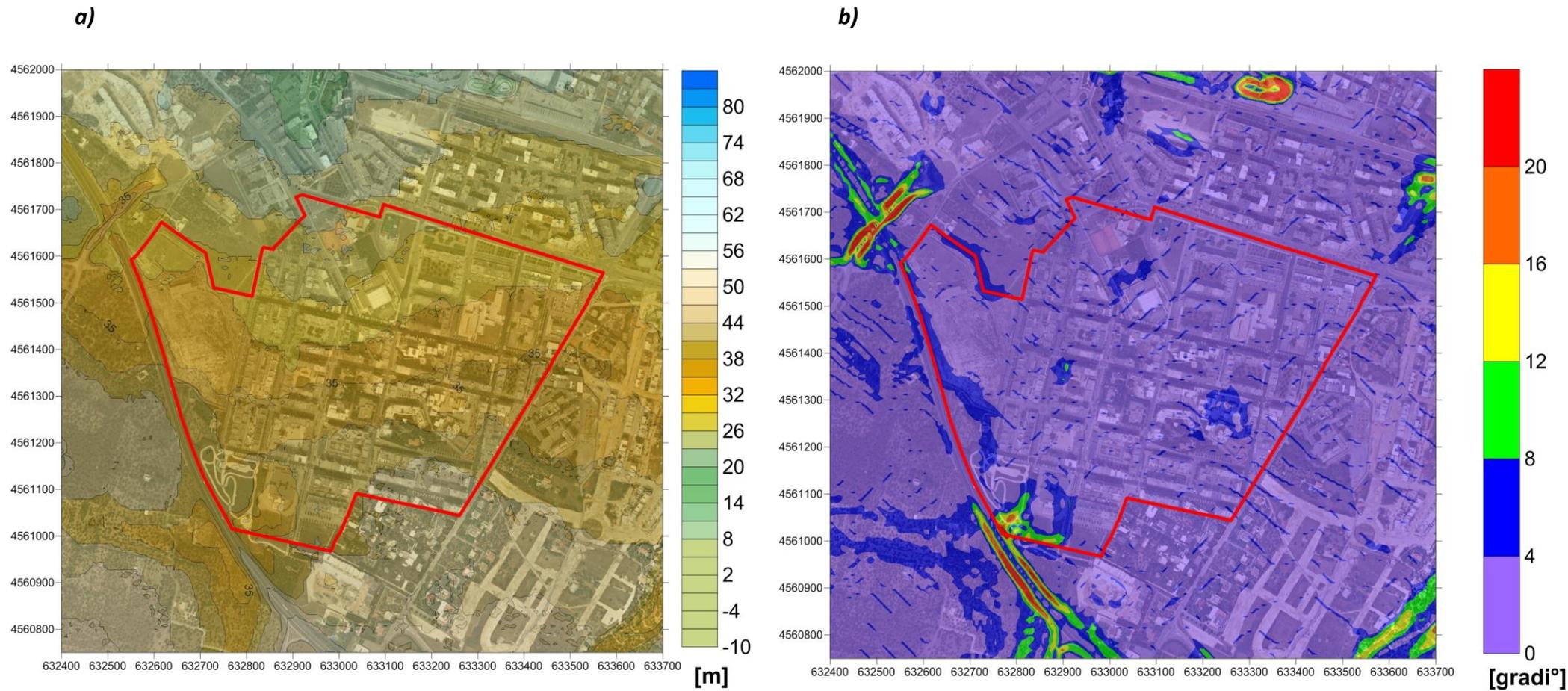
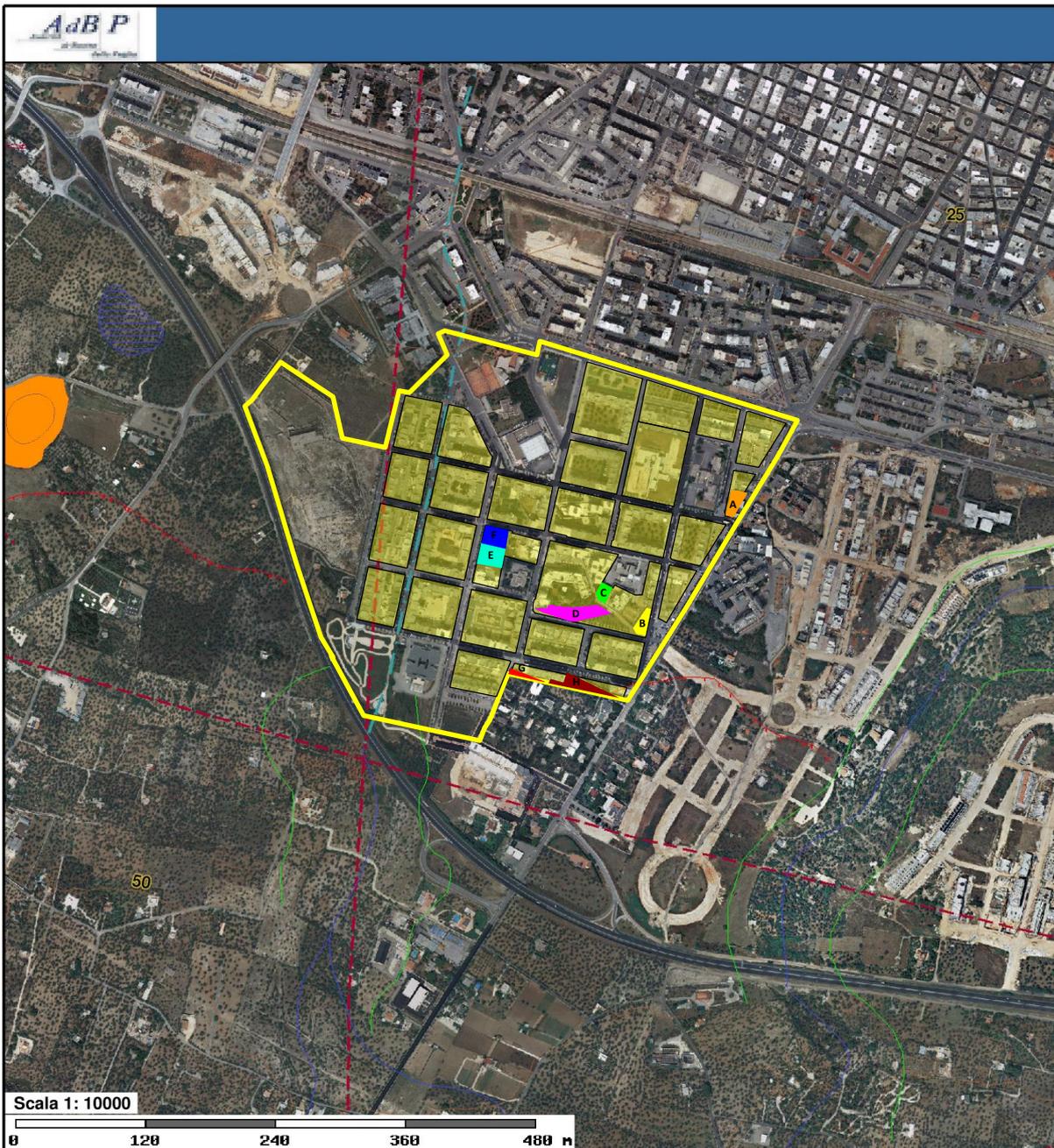


Fig.13 – a) DEM (Digital Elevation Model) del sito oggetto di indagini (Fonte: SIT Puglia), carta delle pendenze estrapolata dal DEM



ELEMENTI GEOSTRUTTURALI

Tettonica

- Faglia
- Asse di anticlinale certo
- Asse di sinclinale certo

area di studio

- Faglia presunta
- Asse di anticlinale presunto
- Asse di sinclinale presunto

OROGRAFIA

Punti sommitali

Rilievo e relativa quota al suolo s.l.m.

- 0 - 100 m
- 100 - 300 m

	
 300 - 700 m	 700 - 1200 m
 Curve di livello	
FORME DI VERSANTE	
Linee	
 Orlo di scarpata delimitante forme semispianate	 Cresta affilata
 Cresta smussata	 Asse di displuvio
 Nicchia di distacco	
Poligoni	
 Corpo di frana	 Cono di detrito
 Area interessata da dissesto diffuso	 Area a calanchi e forme similari
FORME DI MODELLAMENTO DI CORSO D'ACQUA	
Cigli e ripe	
 Ciglio di sponda	 Ripa di erosione
FORME ED ELEMENTI LEGATI ALL'IDROGRAFIA SUPERFICIALE	
Corsi d'acqua	
 Corso d'acqua	 Corso d'acqua episodico
 Corso d'acqua obliterato	 Corso d'acqua tombato
 Recapito finale di bacino endoreico	
 Sorgenti	
 Canali lagunari	
BACINI IDRICI	
Bacini	
 Lago naturale	 Lago artificiale
 Laguna costiera	 Salina
 Stagno, acquitrino, zona palustre	
FORME CARSICHE	
 Doline	
 Grotte naturali	
 Orlo di depressione carsica	
 Voragini	
FORME ED ELEMENTI DI ORIGINE MARINA	
Tipo di costa	
 Costa rocciosa	 Costa rocciosa con spiaggia ciottolosa al piede
 Costa rocciosa con spiaggia sabbiosa al piede	 Falesia
 Falesia con spiaggia ciottolosa al piede	 Falesia con spiaggia sabbiosa al piede
 Rias	 Spiaggia sabbiosa
 Spiaggia ciottolosa	 Spiaggia sabbiosa-ciottolosa
 Cordoni dunari	

Fig.14 - Stralcio Carta Idrogeomorfologica (Fonte: AdB Appennino)

3.0 Idrogeologia

3.1 Inquadramento Idrogeologico

Per quanto concerne l'idrogeologia la falda freatica di tipo carsico, sostenuta da acque salate di ingressione marina, a luoghi circolante in pressione è confinata a profondità tali da non interferire con le strutture in progetto. La profondità minima di rinvenimento dell'acquifero è stimata a circa 23÷39 m da p.c. in relazione alla quota superficiale. Poiché la permeabilità per fratturazione presentata dai calcari cretacei e per la mancanza di strati francamente impermeabili, non esistono i presupposti per l'esistenza di falde superficiali sospese che possano interferire con le strutture in progetto.

L'area considerata è idrogeologicamente collocata in corrispondenza della zona di deflusso e di emergenza della falda carsica che ha sede nelle rocce carbonatiche mesozoiche del settore murgiano della piattaforma Apula, la cui zona di ricarica si estende fino alla distanza di circa 40 Km dalla costa e comprende le zone più interne ed elevate. La zona di emergenza risulta pressoché coincidente con la linea di costa che rappresenta il livello di base della circolazione idrica sotterranea. Secondo Grassi e Tadolini (1974), tale acquifero è caratterizzato da una permeabilità per fessurazione relativamente bassa alla quota corrispondente all'attuale livello marino ed al di sotto di essa. Le rocce cretacee costituenti il tetto dell'acquifero, sono praticamente impermeabili per scarsa e discontinua fessurazione e per la massiccia presenza di litotipi poco carsificabili in modo che la falda è costretta a circolare in pressione, spesso a notevoli profondità al di sotto del livello del mare e con forti cadenti piezometriche, di norma dell'ordine di 0.4%-0.5% ed è frazionata in più livelli per i marcati caratteri di disomogeneità e di anisotropia dell'acquifero nei confronti della permeabilità.

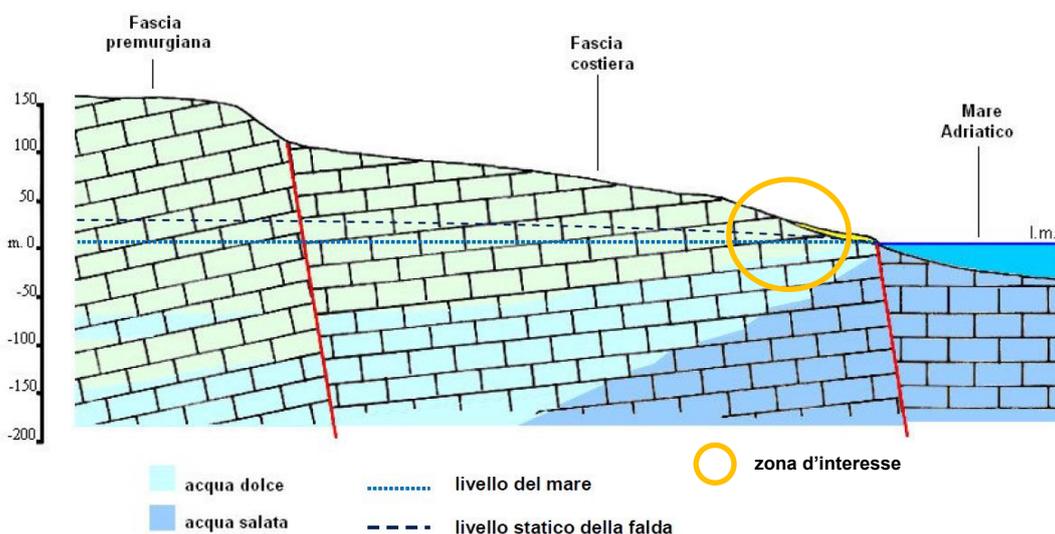


Fig.15 – Andamento della falda profonda nel tratto costiero adriatico

Nell'acquifero costiero (fig. 16), la falda è in contatto con l'acqua marina di invasione continentale su cui galleggia per via della minore densità. La presenza di acqua marina al di sotto della falda dolce comporta delicati problemi di equilibrio per quanto concerne l'utilizzazione e la conservazione. Infatti, al contatto tra i due tipi di acqua si producono fenomeni di miscelamento idraulico e di diffusione molecolare, che causano la contaminazione della falda dolce.

Sulla base delle notizie bibliografiche, delle tavole redatte per il Piano di Tutela delle Acque della Regione Puglia, nonché di informazioni in possesso degli scriventi, in corrispondenza dell'area di indagine il livello piezometrico della falda acquifera principale si attesta ad una profondità non inferiore a 22 m di profondità da p.c. Non si esclude la presenza di falde idriche a profondità superiori.

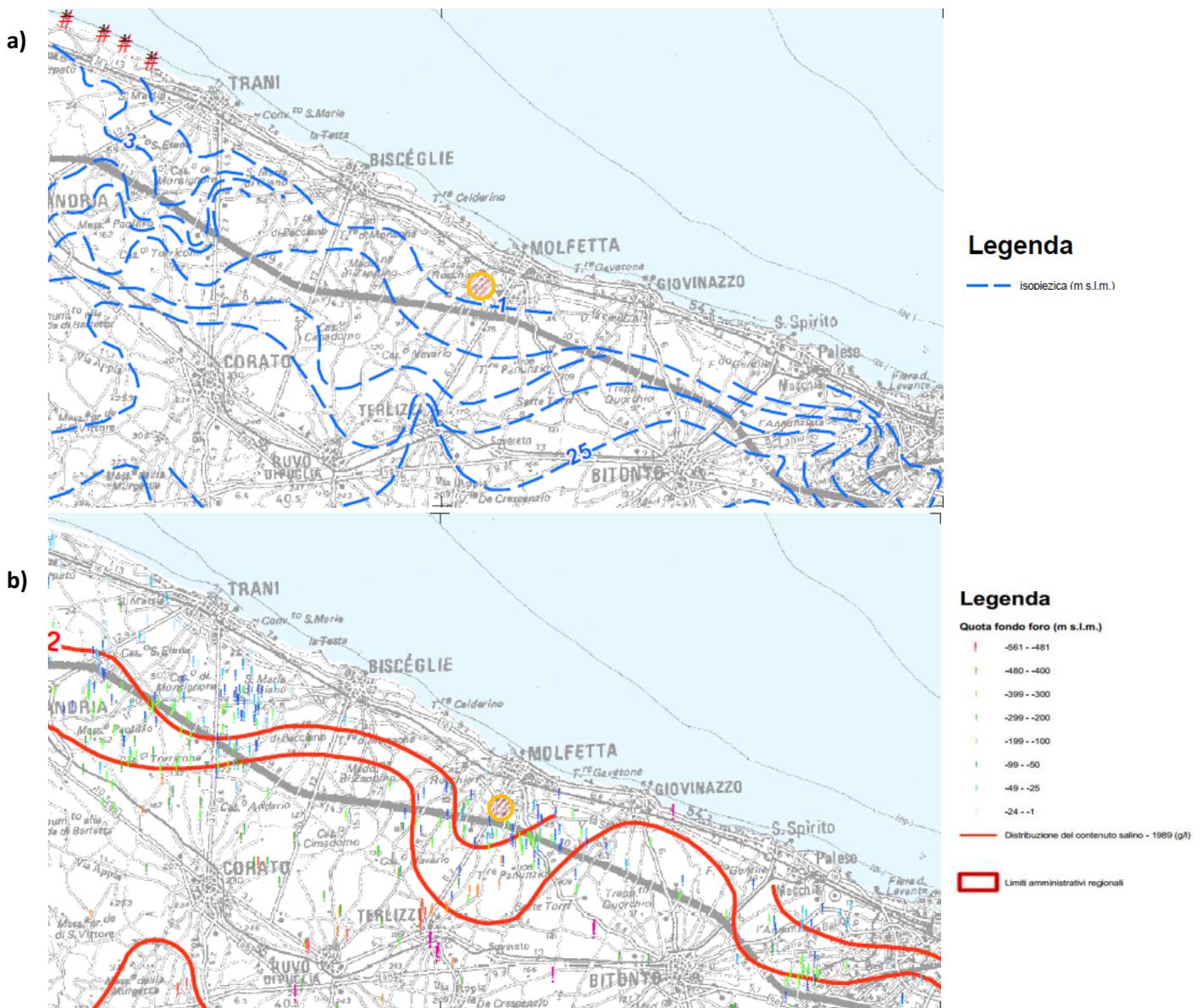


Fig. 16 – a) distribuzione media dei carichi piezometrici degli acquiferi carsici della Murgia e del Salento (PTA), **b)** distribuzione del contenuto salino delle acque circolanti negli acquiferi carsici della Murgia e del Salento (PTA).

Un quadro generale della qualità delle acque di falda si ottiene consultando la cartografia allegata al Piano di Tutela delle Acque (P.T.A.) della Regione Puglia che riporta, sulla base delle elaborazioni di dati disponibili nel periodo 1999-2002, in particolare la “distribuzione del contenuto salino delle acque circolanti negli acquiferi carsici della Murgia e del Salento”. Relativamente alle aree in esame l'acqua di falda, è caratterizzata da valori di stimati di salinità superiori a 2 g/l.

Poiché la media annuale delle precipitazioni atmosferiche in questo settore è di circa 570 mm e che più del 50% di pioggia si disperde per infiltrazione nel sottosuolo e per evapotraspirazione, la presenza di acque di ruscellamento è abbastanza scarsa in superficie, ed è localizzata solamente in coincidenza con i suesposti solchi di incisione torrentizia detti "lame".

4.0 Pluviometria

I dati delle precipitazioni medie disponibili coprono un periodo di osservazione che va dal 1921 al 2007 e nella tabella 1 e nella figura 10 si riportano le medie mensili ed annuali delle precipitazioni relative alle stazioni di osservazione di Bisceglie (16 m. s.l.m.) e di Giovinazzo (13 m. s.l.m.) essendone Molfetta priva. I valori riscontrati sono del tutto confrontabili (vedi figura 6); il valore medio delle precipitazioni annue è rispettivamente di 574 mm e di 556 mm per Bisceglie e Giovinazzo.

I massimi delle precipitazioni mensili sono concentrati nel quadrimestre Ott. – Gen., mentre i minimi nel mese di luglio.

	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre	anno
Giovinazzo	60.7	53.0	51.3	42.0	33.5	26.0	15.2	26.5	49.4	65.6	72.7	72.4	567.3
Bisceglie	59.5	53.4	49.2	43.4	33.3	25.9	19.1	30.2	52.3	65.9	68.2	71.1	573.0

Tab. IV - Medie Mensili e annuali delle precipitazioni (anni di osservaz. 1960-2013)

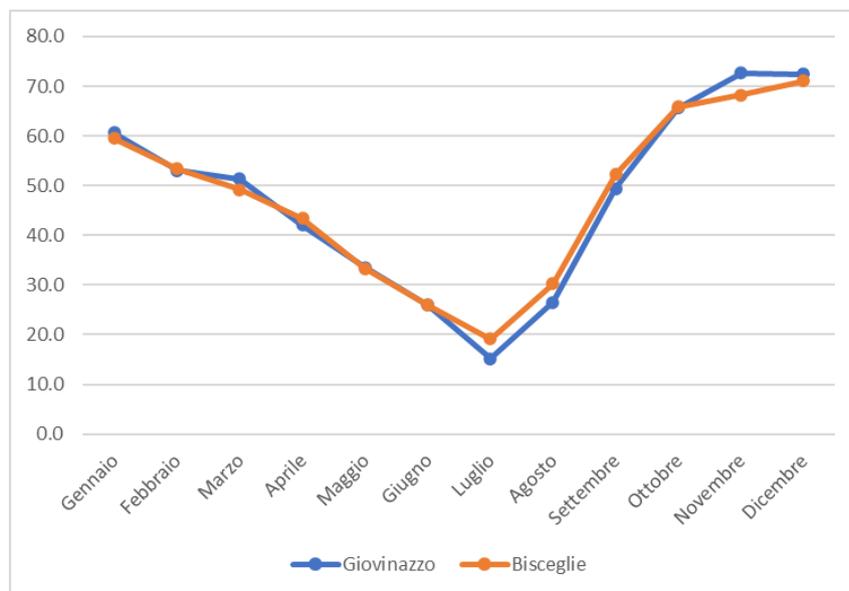


Fig. 17 - medie mensili ed annuali delle precipitazioni

Per la ricerca della curva segnalatrice di possibilità pluviometrica, sono stati presi in considerazione i dati della pioggia forniti dalla **Sezione Protezione Civile della Regione Puglia**, relativi alla stazione pluviometrica di Giovinazzo, la più vicina di quelle prese in considerazione dal servizio idrografico del Genio Civile. Tenuto conto che dopo l'intervento la zona sarà costituita in gran parte da rivestimento impermeabile (strade, parcheggi, marciapiedi e coperture di fabbricati) e parte di superfici parzialmente permeabili (zone a verde), si dovranno considerare le piogge di massima intensità che si sono verificate nel corso degli anni. Per tale scopo sono stati elaborati i dati pluviometrici di massima intensità per 1, 3, 6, 12 e 24 ore dal 1960 al 2013 (anni 49 poiché mancano i dati degli anni 2004-2005-2006-2007), con il metodo di Gumbel (Tab. VI). Tali dati sono stati suddivisi a seconda della durata di pioggia di 1, 3, 6, 12 e 24 ore.

DATI PLUVIOGRAFICI					
(Precipitazioni di massima intensità registrate al pluviografo su 1, 3, 6, 12, 24 ore consecutive)					
Stazione di : GIOVINAZZO					
Quota (m s.l.m.) : 13		Numero di osservazioni : N = 49			
Anno	t = 1 ora	t = 3 ore	t = 6 ore	t = 12 ore	t = 24 ore
	h (mm)	h (mm)	h (mm)	h (mm)	h (mm)
1960	19.0	32.2	36.0	44.8	47.8
1961	24.4	33.0	46.2	43.2	66.8
1962	26.0	27.8	28.4	40.6	56.4
1963	24.4	25.0	28.4	35.2	48.6
1965	26.2	34.4	36.8	44.2	58.2
1966	28.0	31.6	36.2	36.8	38.4
1967	13.6	19.8	22.4	27.2	44.8
1968	76.6	77.8	77.8	86.0	96.4
1969	38.4	45.8	45.8	53.6	53.6
1970	18.4	23.8	28.6	34.0	40.0
1971	49.6	49.8	49.8	74.8	84.0
1972	32.0	39.0	65.0	98.0	108.4
1973	22.8	27.4	34.6	37.2	61.4
1974	16.0	20.2	34.2	38.4	38.4
1975	17.0	20.8	31.0	35.2	51.2
1976	15.0	30.4	39.8	42.0	51.8
1977	13.0	17.0	26.8	43.6	44.0
1978	15.2	26.4	30.6	34.4	39.2
1979	15.2	22.8	26.8	30.0	42.2
1980	17.2	24.2	32.4	42.4	57.6
1981	35.4	36.6	36.6	43.0	67.2
1982	22.4	33.4	38.0	43.4	48.2
1983	29.2	41.6	44.4	45.2	54.2
1984	28.4	39.6	43.2	46.2	62.2
1985	26.2	34.8	48.4	57.2	69.2
1986	16.6	22.0	23.6	30.0	32.4
1987	22.6	25.6	34.0	38.0	50.8
1988	19.0	24.0	36.2	36.8	43.0
1989	24.6	24.6	24.6	24.6	31.6
1990	19.0	30.2	53.0	67.6	74.0
1991	26.2	33.4	40.2	53.0	64.0
1992	19.4	25.0	35.2	51.0	61.2
1993	18.4	19.0	24.6	28.0	35.0
1994	31.0	46.4	46.4	46.4	54.0
1995	24.2	27.0	31.8	56.0	78.6
1996	35.8	38.2	48.0	58.8	69.2
1997	27.6	67.0	108.0	127.6	131.8
1998	27.4	28.0	31.8	47.6	72.2
1999	24.2	33.8	35.8	62.6	65.0
2000	21.0	25.2	31.0	40.4	49.8
2001	16.6	28.4	34.2	40.8	46.0
2002	20.4	40.2	62.0	74.6	94.6
2003	16.2	27.8	32.8	42.2	53.6
2008	13.2	27.2	39.0	53.0	53.0
2009	18.6	27.8	39.4	62.6	72.8
2010	18.4	33.0	44.6	47.8	47.8
2011	92.0	96.4	101.8	101.8	102.0
2012	12.4	15.2	17.4	22.4	32.2
2013	17.4	19.0	30.4	52.4	72.2

Tab. V - dati pluviografici (anni di osservaz. 1960-2013)

N =	49	t = 1 ora	t = 3 ore	t = 6 ore	t = 12 ore	t = 24 ore
$\mu(h_t)$		25.14	32.64	40.29	49.44	59.53
$\sigma(h_t)$		14.44	14.84	17.49	20.43	20.82
$\alpha_t = 1,283/\sigma(h_t)$		0.09	0.09	0.07	0.06	0.06
$U_t = \mu(h_t) - 0,45\sigma(h_t)$		18.64	25.97	32.42	40.25	50.16

Tab. VI - valori per ciascuna durata t , della media $\mu(ht)$, dello scarto quadratico medio $\sigma(ht)$ e dei due parametri α_t e u_t della legge Gumbel (prima legge del valore estremo "ev1")

Il metodo consiste nel determinare in maniera probabilistica un evento di pioggia che si suppone possa essere superato o al limite eguagliato solo per un certo arco di tempo. Tale intervallo è chiamato "tempo di ritorno Tr " del massimo valore dell'evento preso in considerazione.

Tr		t = 1 ora	t = 3 ore	t = 6 ore	t = 12 ore	t = 24 ore
10 anni	$h_{max} =$	43.97	52.00	63.09	76.08	86.68
30 anni	$h_{max} =$	56.74	65.12	78.55	94.13	105.09
50 anni	$h_{max} =$	62.57	71.11	85.61	102.37	113.49
100 anni	$h_{max} =$	70.43	79.19	95.13	113.49	124.82
200 anni	$h_{max} =$	78.26	87.24	104.61	124.56	136.11

Tab. VII - elaborazione parametri per le differenti durate di pioggia

Tr		LEGGE DI PIOGGIA	$h = a \times t^n$
10 anni	→		$h=42.713xt^{0.2223}$
30 anni	→		$h=54.929xt^{0.2043}$
50 anni	→		$h=60.51xt^{0.1983}$
100 anni	→		$h=68.041xt^{0.1917}$
200 anni	→		$h=75.547xt^{0.1863}$

Tab. VIII - legge di pioggia per diversi tempi di ritorno

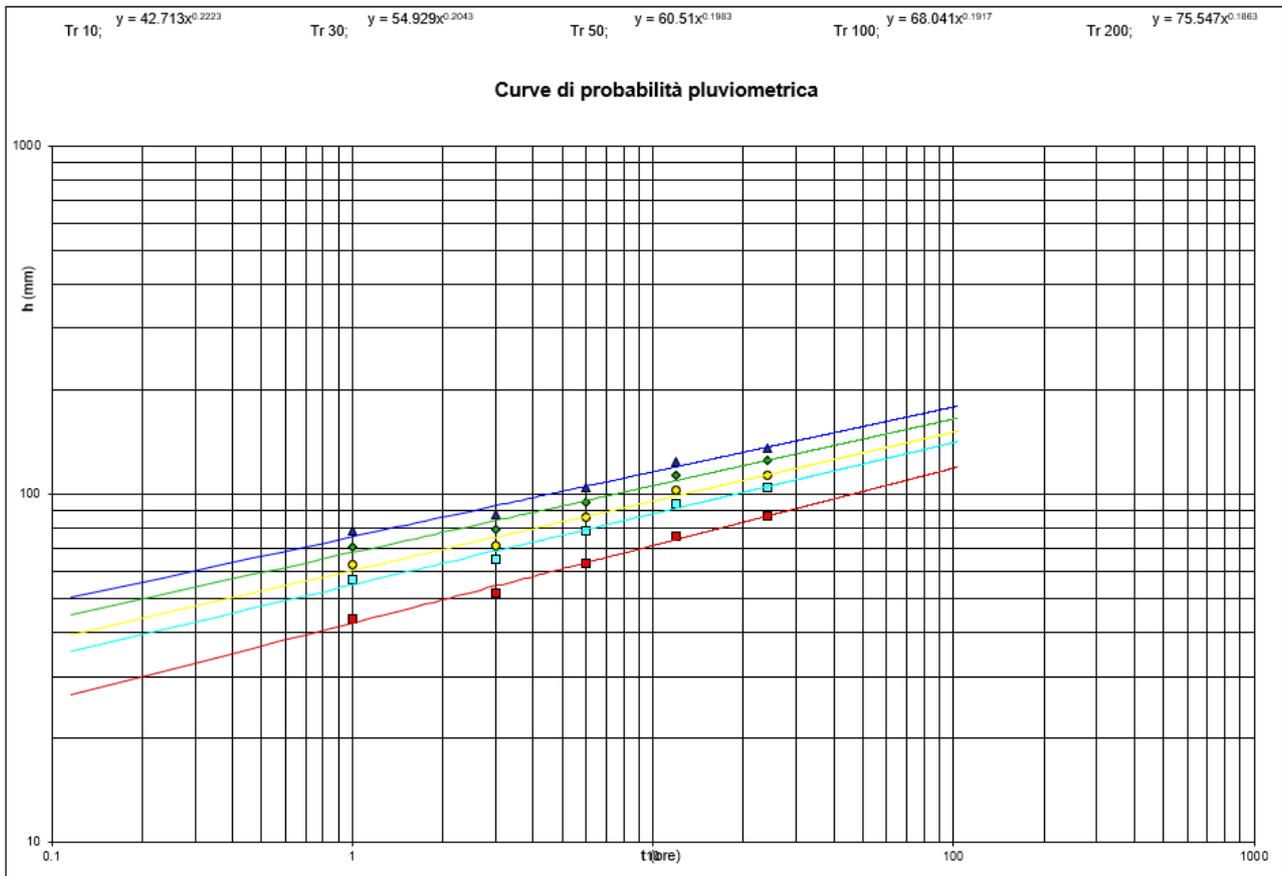


Fig. 18 - curva probabilità pluviometrica

5.0 Indagini

Allo scopo di caratterizzare il suolo oggetto di indagine sono state eseguite n°5 indagini di sismica a rifrazione in onde P e n°5 MASW.

5.1. Ubicazione indagini

Le indagini di sismica a rifrazione e MASW sono state eseguite a S-W del comune di Molfetta (BA) su superficie di terreno vegetale, nell'area interessata dal nuovo piano particolareggiato nella sottozona B/4, nel lotto indicato nelle figure successive (Fig 14a-14b-14c). Per le coordinate relative all'indagini si è fatto riferimento al sistema geografico UTM (Tab. IX), l'ubicazione dettagliata è presente anche nell'Allegato I.

	E (m)	N (m)	E (m)	N (m)	Lunghezza (m)
REF01 (SH01-SH6)	632920.64	4561010.76	632970.01	4560998.25	50.0
MASW01 (G1-G24)	632924.22	4561009.97	632967.26	4560999.26	46.0
REF02 (SH01-SH6)	633275.98	4561366.67	633323.71	4561356.31	50.0
MASW02 (G1-G24)	632924.22	4561009.97	633319.92	4561356.75	46.0
REF03 (SH01-SH6)	633181.91	4561577.60	633230.82	4561566.45	50.0
MASW03 (G1-G24)	633184.38	4561576.82	633227.53	4561567.22	46.0
REF04 (SH01-SH6)	632881.43	4561611.55	632912.91	4561604.38	32.5
MASW04 (G1-G12)	632883.50	4561610.96	632910.22	4561605.17	27.5
REF05 (SH01-SH9)	633079.96	4561301.99	633042.98	4561335.99	50.0
MASW01 (G1-G24)	633077.03	4561304.64	633044.25	4561333.94	46.0

Tab. IX – Coordinate degli estremi dei profili di sismica a rifrazione e MASW. Sistema di riferimento UTM - datum WGS84 - fuso 33T



Fig. 19 – Ubicazione lotto interessato dalle indagini sismiche (©Google Earth).

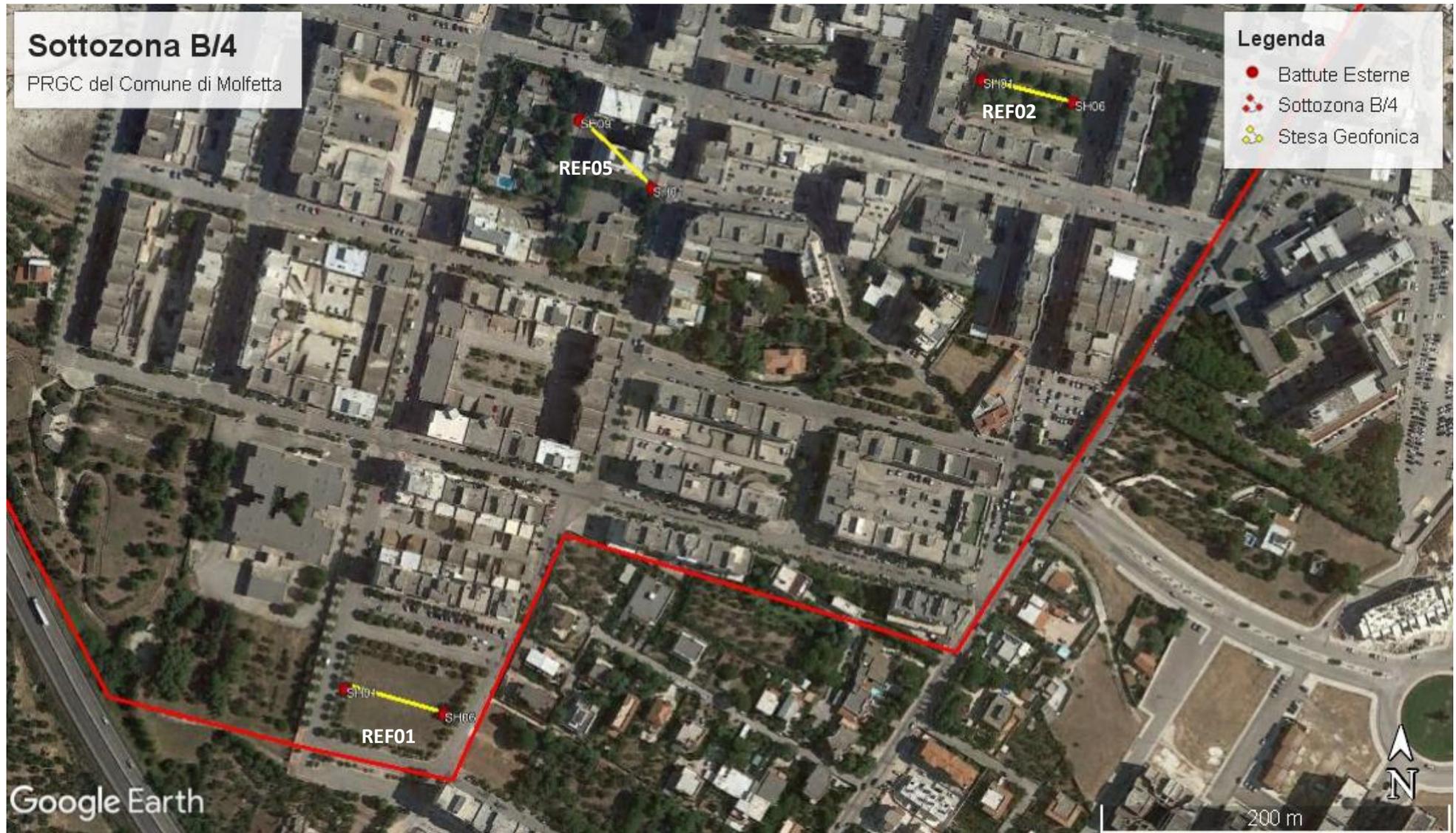


Fig. 20 – Ubicazione lotto interessato dalle indagini sismiche (@ Google Earth)

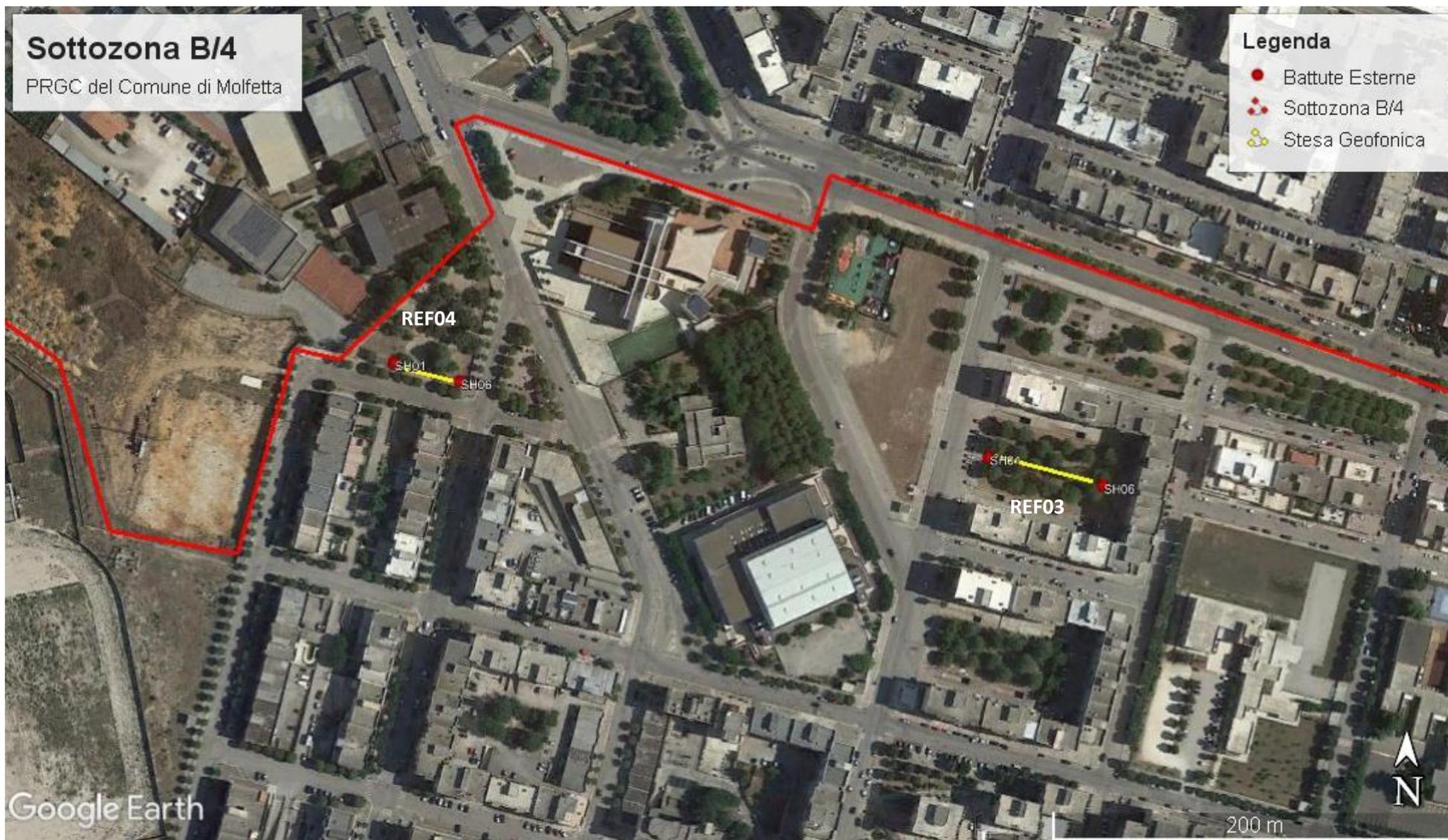


Fig. 21 – Ubicazione lotto interessato dalle indagini sismiche (@Google Earth)

5.2 Descrizione dei metodi

5.2.1 Sismica 2D in onde P

Le indagini di sismica a rifrazione permettono la ricostruzione delle geometrie e degli spessori dei depositi di copertura, le profondità del substrato (entro i limiti di penetrazione del metodo), la verifica di eventuali discontinuità laterali nonché di determinare le caratteristiche fisico-meccaniche dei materiali attraverso la determinazione dei moduli elastici dinamici mediante correlazioni tra i valori di V_p e V_s ed i suddetti parametri. Il metodo sismico a rifrazione si basa sul concetto della birifrazione delle onde elastiche a seguito del fronte d'onda conico. Data una sorgente di onde elastiche ed uno stendimento di geofoni lungo un profilo giungeranno in superficie ai geofoni onde dirette, onde riflesse ed onde rifratte. Tali onde giungono sulla superficie rifrangente (discontinuità individuata fra due corpi aventi proprietà meccaniche diverse) con un angolo di incidenza critico (legge di Snell) e vengono quindi rifratte con un angolo di 90° propagandosi parallelamente alla superficie rifrangente e venendo nuovamente rifratte verso la superficie con lo stesso angolo di incidenza. I contrasti di proprietà alla base di tale fenomeno possono essere legati a cause stratigrafiche, strutturali, idrogeologiche. Sulla superficie da investigare si posizionano i trasduttori verticali sensibili al del moto del suolo (velocimetri o accelerometri) ad una certa distanza dalla sorgente sismica che può essere per la generazione di onde P, una massa battente (diversamente applicata e guidata), un fucile sismico o una carica esplosiva a seconda della lunghezza dello stendimento e della profondità di indagine richiesta. Nell'indagine sismica a rifrazione i trasduttori rilevano le onde rifratte che viaggiano a velocità più elevata. Conoscendo i tempi di primo arrivo e la distanza geofono-sorgente, tramite l'analisi delle curve dei primi arrivi ad ogni trasduttore (dromocrone) si può determinare la velocità dei vari strati; da qui produrre una stratigrafia sismica da correlare alle formazioni geologiche o discontinuità presenti nella serie investigata nel sottosuolo. Le indagini di sismica a rifrazione si basa sulla determinazione dei primi arrivi (*First Break Picking*) i quali sottoposti ad un apposito algoritmo di inversione, permette di ricostruire la distribuzione bidimensionale delle velocità sismiche.

5.2.2 MASW

Il metodo *MASW*, Multichannel Analysis of Surface Waves, (Park et al., 1999) è una tecnica di indagine 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. La determinazione delle V_s viene ottenuta tramite inversione delle curve di dispersione delle onde di Rayleigh.

In un mezzo stratificato le onde di Rayleigh sono dispersive, cioè onde con diverse lunghezze d'onda si propagano con diverse velocità di fase e velocità di gruppo (Achenbach, J.D., 1999, Aki, K. and Richards, P.G., 1980) o detto in maniera equivalente la velocità di fase (o di gruppo) apparente delle onde di Rayleigh dipende dalla frequenza di propagazione. La natura dispersiva delle onde superficiali è correlabile al fatto che onde ad alta frequenza con lunghezza d'onda corta si propagano negli strati più superficiali e quindi danno informazioni sulla parte più superficiale del suolo, invece onde a bassa frequenza si propagano negli strati più profondi e quindi interessano gli strati più profondi del suolo. A partire dall'intero campo d'onda, acquisito in campagna utilizzando un numero variabile di geofoni (di solito 12-24) allineati a spaziatura regolare (similmente a un classico esperimento di sismica a rifrazione), l'obiettivo del metodo è di derivare una curva di dispersione sperimentale velocità di fase – frequenza ($cf-f$), la cui forma è associata alle proprietà meccaniche del terreno da indagare. Dato che le onde superficiali mostrano le ampiezze e le durate maggiori nel dominio spazio-tempo, anche nel dominio frequenza-velocità di fase, i massimi dello spettro saranno relativi alle differenti frequenze con cui si propagano le onde superficiali stesse. Dall'estrazione delle coppie frequenza velocità di fase corrispondenti ai massimi d'intensità dello spettro si deriva la curva di dispersione sperimentale. In realtà, l'interpretazione degli spettri risulta spesso complicata dall'intrecciarsi dei modi superiori rispetto a quello fondamentale e/o alla generazione e propagazione di onde guidate. Per la definizione del profilo di velocità delle onde di taglio è poi necessario procedere alla fase d'inversione della curva di dispersione per ottenere un modello delle

proprietà fisiche del sottosuolo. Un miglioramento nell'individuazione di un modello più accurato può essere ottenuto, come è stato fatto nel presente lavoro, utilizzando, nel processo di inversione, curve relative a più modi di vibrazione

5.3 Strumentazione utilizzata

5.3.1 Sismica a rifrazione e MASW

L'attrezzatura utilizzata sia per le indagini di sismica a rifrazione che MASW consta di:

- sistema energizzante per le onde P e Rayleigh: la sorgente è costituita da una mazza del peso di 8 Kg battente verticalmente su una piastra di alluminio (fig.2) adagiata opportunamente al suolo, per la generazione prevalente di onde P ad alta frequenza ricche di energia, con forme d'onda ripetibili e direzionali.

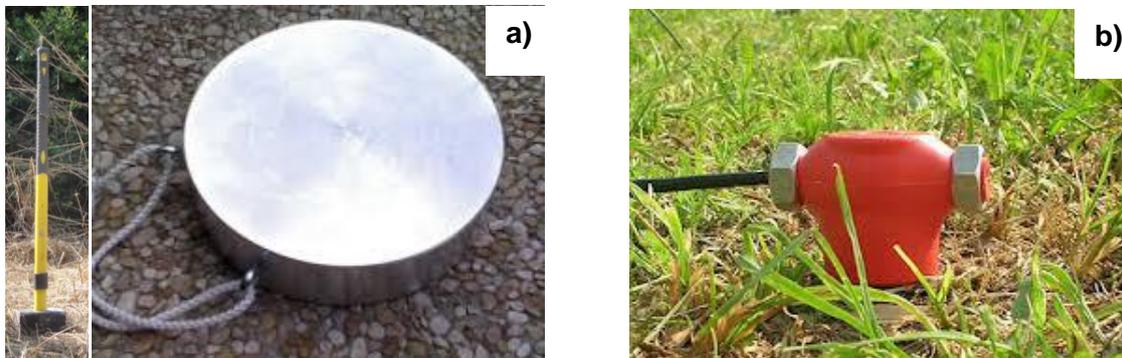


Fig. 22 - Foto del sistema energizzante utilizzato per la generazione onde P e del sistema di ricezione: a), mazza (8 Kg) e piastra di battuta, b) geofoni verticali

- sistema di ricezione: per l'indagine sono stati utilizzati 12/24 geofoni verticali in modalità rolla long (onde P) del tipo elettromagnetico a bobina mobile, con frequenza caratteristica di 4.5 Hz (fig.22).
- trigger: le metodologie utilizzate, in quanto attive, prevedono che l'inizio della registrazione sia individuato mediante un *trigger* il quale consiste in un circuito elettrico che viene chiuso nell'istante in cui la massa battente colpisce la piastra. L'impulso generato, inviato al sistema di acquisizione, consente di fissare il tempo zero di riferimento per il calcolo dei tempi di percorso delle onde generate.
- sistema di acquisizione dati: nel nostro caso è stato utilizzato un sismografo costituito da un sistema multicanale a conversione digitale il modello ECHO 24/2010 prodotto da AMBROGEO - Strumenti per Geofisica. Tale modello possiede risoluzione di acquisizione pari a 24 bit (Tecnologia Delta Sigma) ed è in grado di registrare su ciascun canale in forma digitale le forme d'onda e di conservarle su memoria di massa dinamica minima a 24 bit (Tab.X). Esso è collegato a ciascuno dei geofoni in ed al sensore del trigger e consente quindi di registrare in forma numerica e visualizzare come tracce su un apposito monitor le vibrazioni a partire dall'impulso inviato dal trigger.

A/D Conversion	24 bit
Amplifiers	
Input impedance	1 KOhm
Gain	10 dB - 100 dB, step 1 dB
Saturation tension	+/- 2,3 V
Saturation level	100 dB
Distorsion	0,01%
Sampler	25 msec (191 points)
	50 msec (383 points)
	100 msec (756 points)
	200 msec (1530 points)
	400 msec (3060 points)
	800 msec (6121 points)
Sampling	130 micro/sec
Record lenght	25-50 -10 -20 -400-800 millisec
Filter low pass	from 50 to 950 Hz, step1 Hz
Digital Filter (Fir) low pass	1000-900-800-700-600-500-400-300-200-100-50 Hz
Digital Filter (Fir) high pass	0-25-50-75-100-125-150-175-200-225-250 Hz
Frequency response	7-950 Hz, filter at 950 Hz
Dynamic range	93 dB
Noise	0,66 uV rms, gain = 55 dB
Crosstalk	52 dB, gain = 55 dB
Power	12 V
A/D Conversion	24 bit
Amplifiers	
Input impedance	1 KOhm

Tab. X - specifiche tecniche SISMOGRAFO AMBROGEO ECHO 24 (esplorazione sismica)

5.4 Acquisizione

4.4.1 Sismica a rifrazione in onde P

Lo stendimento sismico è stato realizzato utilizzando 12/24 canali d'acquisizione, adottando una distanza intergeofonica pari a 2.5/2.0 m. L'acquisizione dei dati sismici è stata condotta secondo la seguente configurazione spazio-temporale:

- n° geofoni: 12/24
- distanza intergeofonica: 2.5/2.0 m
- n° 4/9 *shot* per ogni punto di energizzazione da sottoporre al processo di *stacking* in fase di processing per ottimizzare il rapporto *signal/noise*.
- tempo di acquisizione: 1.0 s
- intervallo di campionamento 0.256 μ s.

Al fine di ottenere una migliore risoluzione della sismostratigrafia, i punti di energizzazione, detti punti di scoppio (*shot points*) rispetto al profilo, vengono disposti ai suoi estremi (end) ed a distanze variabili entro il profilo stesso (punti di scoppio centrali). In questa occasione sono stati utilizzati 6 shot points.

- 2 *end-shots* posti rispettivamente a -2.0 e +48.0 m rispetto al geofono 1 (ref01-02-03-05)
- 2 *end-shots* posti rispettivamente a -2.5 e +30.0 m rispetto al geofono 1 (ref04)

- 4 intermedi posti rispettivamente in corrispondenza del 5°, 10°, 15° e 20° geofono (ref01-02-03).
- 4 intermedi posti rispettivamente in corrispondenza del 3°, 5°, 8° e 10° geofono (ref04).
- 7 intermedi posti rispettivamente in corrispondenza del 4°, 8°, 11°, 14°, 17°, 21° e 24° geofono (ref05).

I dati sismici sono stati acquisiti utilizzando un numero di *shots* piuttosto elevato contribuendo ad incrementare la capacità risolutiva del metodo.

4.4.2 MASW

L'acquisizione dei dati sismici per le due indagini è stata condotta secondo la seguente configurazione:

- n° geofoni: 12/24
- distanza intergeofonica di 2.0/2.5 m per complessivi 48.0/32.5 m di rilievo
- n° 2 punti di energizzazione distanti -2.0/-2.5 m dal I geofono (S1), +2.0/2.5 m (S6) dall'ultimo geofono.
- n° 4/8 shot per ogni punto di energizzazione da sottoporre al processo di stacking in fase di processing per ottimizzare il rapporto *signal/noise*.
- tempo di acquisizione: 2.0 s
- intervallo di campionamento 0.256 μ s.

5.5 Elaborazione

5.5.1 Sismica in onde P

Il processing dei dataset di sismica a rifrazione in onda P è stato condotto mediante il Software RAYFRACT (Intelligent Resources Inc., Canada), studiato per l'elaborazione di dati relativi ad indagini sismiche eseguite in superficie, realizzate sia con onde P che SH, per scopi geotecnico-ingegneristici, ambientali, nonché per l'esplorazione nel campo delle georisorse. Rayfract consente sia la ricostruzione della geometria dei rifrattori con la sismica a rifrazione tradizionale, che la realizzazione di dettagliati modelli di velocità del sottosuolo con le più evolute tecniche tomografiche. Il metodo della tomografia sismica è una tecnica di indagine che permette l'individuazione di anomalie nella velocità di propagazione delle onde sismiche con un alto potere risolutivo, in funzione delle modalità di acquisizione, offrendo la possibilità di ricostruire anomalie e discontinuità stratigrafiche anche particolarmente complesse.

Lo schema di processing tomografico utilizzato nel presente lavoro è basato sulla creazione di un modello iniziale ottenuto mediante interpretazione con una tecnica sofisticata di processo dei tempi di primo arrivo basata sui metodi dei "Fronti d'onda" (Brückl 1987; Jones and Jovanovich 1985) e del Plus-minus (Hagedoorn 1959), fondata su una regressione del campo dei tempi di primo arrivo (Brückl 1987). Tale metodo può essere considerato un'ottimizzazione dell'algoritmo del GRM, capace di risolvere l'immagine dei rifrattori con andamenti topografici molto accidentati. A partire dal modello sopraccitato è stato quindi utilizzato il codice di calcolo per la modellazione tomografica che utilizza, nell'algoritmo d'inversione, un "raytracing" con raggi curvilinei e metodi di calcolo ai minimi quadrati attraverso il metodo Delta t-v (Gebrande and Miller 1985), al fine di migliorare il riconoscimento e la localizzazione di strutture di forma anomala, stabilizzando la soluzione dell'algoritmo d'iterazione.

Si ricostruisce in tal modo un modello di velocità, che può essere migliorato attraverso successive iterazioni: la fase di calcolo si conclude quando si ha la migliore sovrapposizione fra i tempi di primo arrivo calcolati e quelli misurati.

5.5.2 MASW

L'analisi dei dati acquisiti dalla metodologia avviene attraverso le seguenti fasi:

1. Calcolo dello spettro di velocità;
2. Individuazione del *modo fondamentale* e degli eventuali superiori;
3. Calcolo della curva di dispersione mediante modellazione diretta, cioè attribuzione degli spessori e delle velocità relative, sulla base di dati riguardanti il sito acquisiti precedentemente tramite indagini dirette o bibliografia. In alternativa *picking* della curva di dispersione, cioè selezione dei punti che si ritengono appartenere ad un determinato *modo*;
4. Inversione della curva di dispersione e conseguente individuazione del profilo di velocità Vs.

Nel metodo MASW le onde superficiali generate in un punto sulla superficie del suolo sono misurate da uno stendimento lineare di sensori. In questo caso il segnale può essere rappresentato come una funzione $u(x,t)$ dove x è lo spazio e t il tempo. Applicando ai segnali la trasformata di Fourier lungo l'asse dei tempi otteniamo la funzione $U(x,f)$:

$$U(x, f) = \int u(x, t) e^{ift} dt \quad (1)$$

La funzione $U(x,f)$ può essere espressa come la moltiplicazione di due termini separati:

$$U(x, f) = P(x, f) A(x, f) \quad (2)$$

dove $P(x,f)$ e $A(x,f)$ rappresentano rispettivamente lo spettro di fase e di ampiezza.

Nella funzione $U(x,f)$ ogni componente in frequenza è completamente separata dalle altre e l'informazione del tempo di arrivo è preservata nello spettro di fase $P(x,f)$.

Nella funzione $P(x,f)$ sono contenute inoltre tutte le informazioni relative alla dispersione delle onde superficiali di Rayleigh mentre la funzione $A(x,f)$ contiene tutte le informazioni inerenti l'attenuazione e la divergenza sferica. Tenendo conto della rappresentazione esponenziale dello spettro di fase la (2) può essere espressa come:

$$U(x, f) = e^{-i\theta x} A(x, f) \quad (3)$$

Dove $F=f/cf$ con f = frequenza angolare e cf = velocità di fase per ogni frequenza.

Operando un integrale di linea in dx e normalizzando per il modulo della funzione $|U(x,f)|$, otteniamo la funzione $V(f,\varphi)$:

$$V(f, \varphi) = \int e^{i\varphi x} [U(x, f) / |U(x, f)|] dx = \int e^{-i(\Phi-\varphi)x} [A(x, f) / |A(x, f)|] dx \quad (4)$$

La funzione $V(f,\varphi)$, ottenuta dalla trasformazione integrale, può essere pensata come la somma, lungo tutto lo stendimento, del campo d'onda relativo ad ogni frequenza, applicando uno shift di fase dipendente dall'offset, al campo d'onda, per un'assunta velocità di fase $cf = f/\varphi$.

La normalizzazione al modulo della funzione $|U(x,f)|$, minimizza i fenomeni di attenuazione e di divergenza sferica. Risulta ovvio che la funzione $V(f, \varphi)$ avrà un massimo in corrispondenza di un valore:

$$\varphi = F = f / cf \quad (5)$$

Per un dato valore di φ dove si verifica un massimo della funzione $V(f,\varphi)$, la velocità di fase cf può essere determinata.

Tenendo conto che $cf = f/\varphi$ la funzione $V(f,\varphi)$ può essere trasformata nella funzione $I(f,cf)$ che viene definita spettro di velocità di fase. In essa lungo l'asse cf appariranno dei picchi che soddisferanno,

per ogni frequenza, l'equazione (5). Il luogo dei punti lungo questi massimi, per differenti valori di frequenza f , permette di identificare le curve di dispersione delle velocità di fase dei modi di oscillazione dell'onda superficiale di Rayleigh. Generalmente quando la rigidità degli strati aumenta gradualmente con la profondità il modo fondamentale risulta predominante a tutte le frequenze. Tuttavia esistono diverse stratigrafie, con strati rigidi compresi tra strati soffici o strati soffici compresi tra strati rigidi o con variazioni brusche di rigidità con la profondità, in cui i modi superiori al primo diventano predominanti in certi intervalli di frequenza (Roma, 2006). Per la definizione del profilo di velocità delle onde di taglio è poi necessario procedere alla fase d'inversione della curva di dispersione per ottenere un modello delle proprietà fisiche del sottosuolo. Nel nostro caso il processing dei dataset è stato condotto mediante il modulo MASW del Software ZondST2D.

5.6 Risultati

5.6.1 Sismica a rifrazione in onde P - REF01

La tomografia sismica (fig.23) suggerisce un sottosuolo costituito dall'alto verso il basso da 3 unità sismostratigrafiche di base.

Us₁ è presente da p.c. attestandosi ad una profondità massima di 1.7÷3.3 da p.c., con Vp mediamente comprese tra gli 300 m/s e 500 m/s.

Continuando in profondità è presente l'unità **Uc₁** la quale presenta uno spessore compreso tra 2.8÷4.5m, con Vp mediamente variabili tra 600÷1250 m/s.

Conclude la subunità **Uc₂** caratterizzata da Vp media maggiore di 1500 m/s.

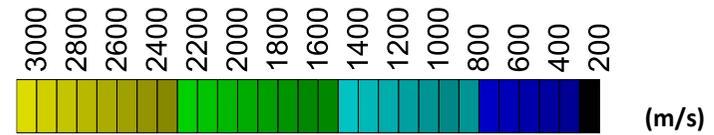
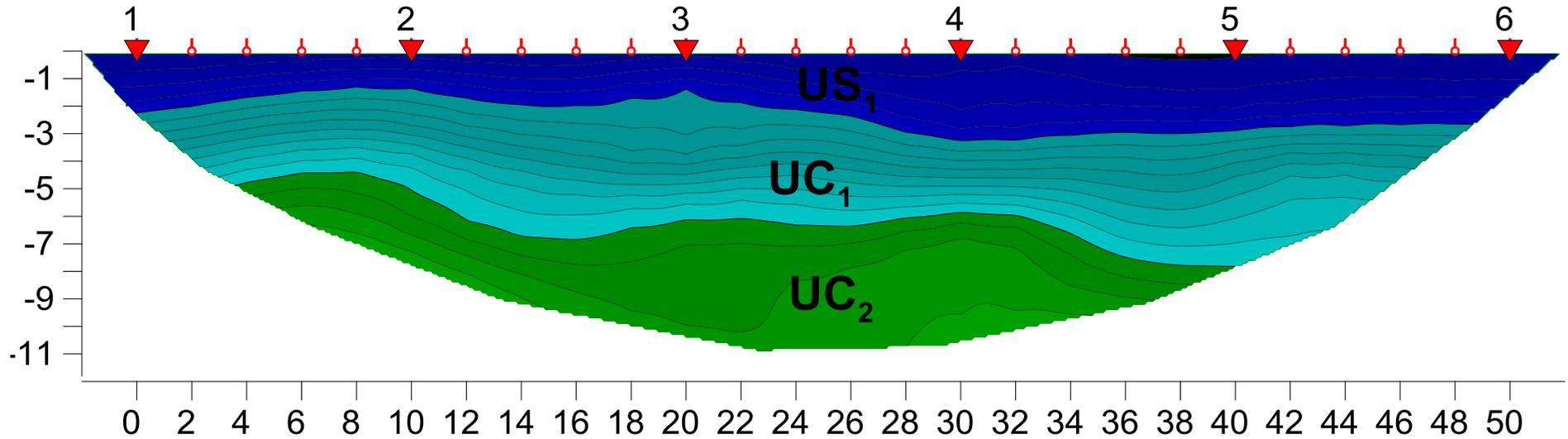


Fig. 23 – tomografia sismica in onde P, REF001

5.6.2 MASW – MASW01

L'indagine MASW è stata effettuata per estrapolare la sismostratigrafia in onde S da poter correlare ai valori di V_p al fine di ottenere una stima dei moduli dinamici relativi ai sismostrati indagati e per la valutazione del parametro V_{Seq} .

L'analisi in frequenza (fig.24) è stata condotta sino a 25 Hz. Il picking dello spettro riguarda il range 6÷24 Hz. Tale *range* risulta sufficiente ad indagare il volume di sottosuolo di interesse.

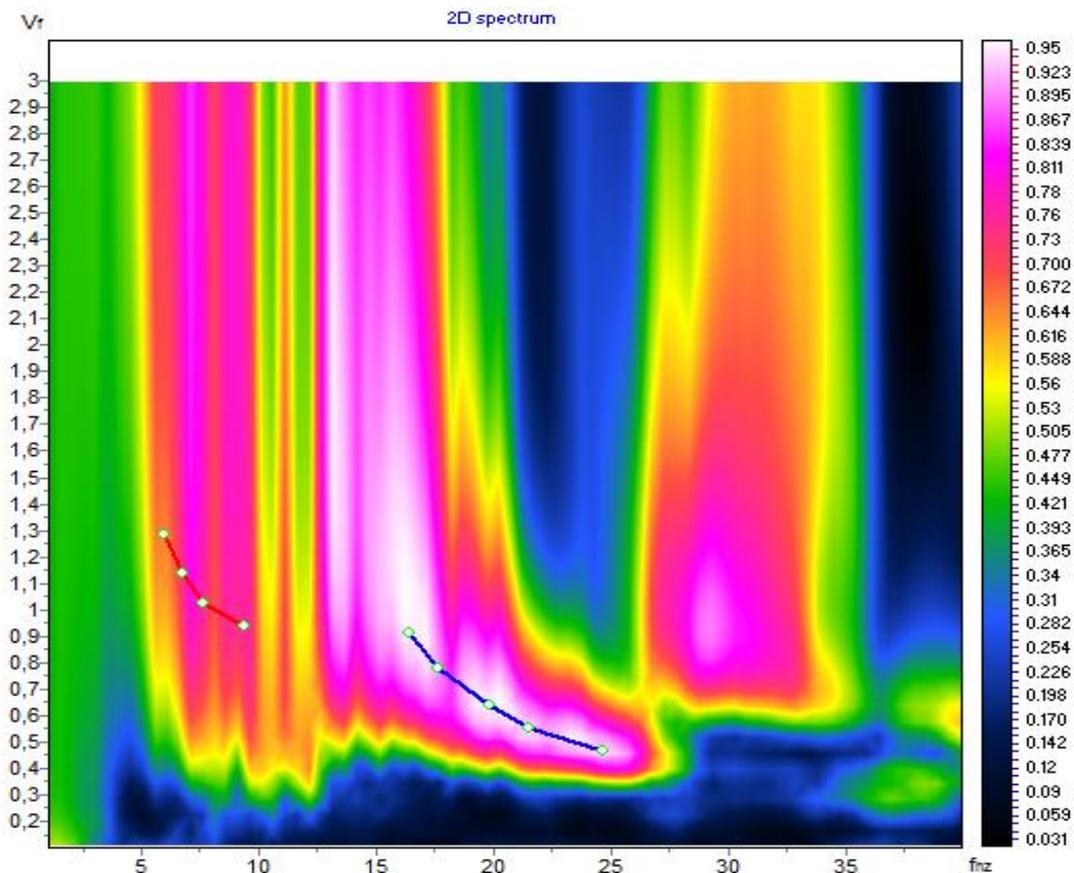


Fig. 24 – Spettro frequenza/velocità di fase. sovrainposti sono i picking del modo fondamentale (rosso) e 1° modo (blu)

In tale range di frequenza la curva di dispersione appare dominata dal modo fondamentale e dal primo modo di vibrazione, presentando chiari picchi in ampiezza dello spettro frequenza/velocità. L'indagine è stata effettuata considerando tutti i modi di vibrazione summenzionati. In tale maniera è stato possibile utilizzare un ulteriore *constrain* per la ricerca del modello più adeguato alla realtà geologica oggetto di studio.

L'indagine MASW suggerisce un sottosuolo del tutto assimilabile a quello evidenziato dall'indagine di sismica a rifrazione in termini sia di spessori che di velocità rilevate, pur considerando che l'indagine MASW fornisce un profilo monodimensionale V_s – profondità che media i valori in termini di spessori e velocità.

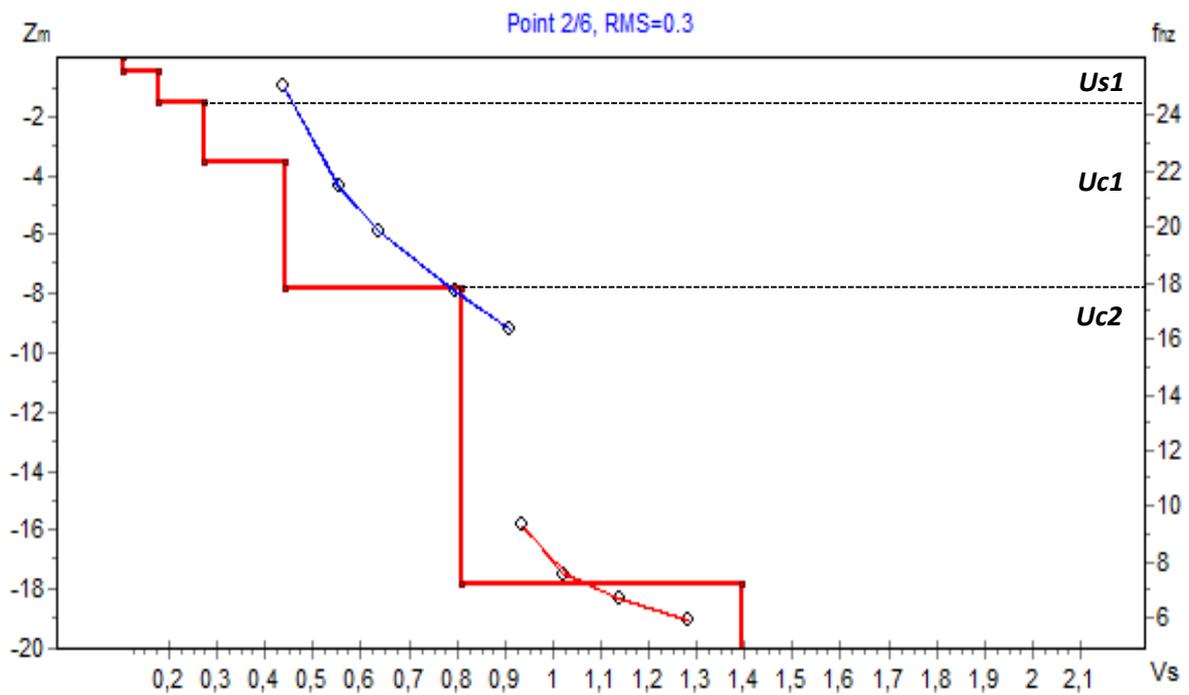


Fig. 25 - Profilo di Vs (Km/s); sovrainposti lo spettro, le curve di dispersione misurate e calcolate per ciascun modo di vibrazione; fondamentale (rosso).

Si riporta la tabella riepilogativa dell'andamento delle velocità delle onde S con la profondità per i sismostrati individuati attraverso l'analisi del modello di inversione.

Strato	VS (m/s)	Profondità Top (m)	Spessore (m)
1	100	0,0	0,5
2	180	0,5	1,1
3	270	1,6	2,0
4	440	3,6	4,3
5	810	7,9	11,1

Tab. XI - Vs/profondità

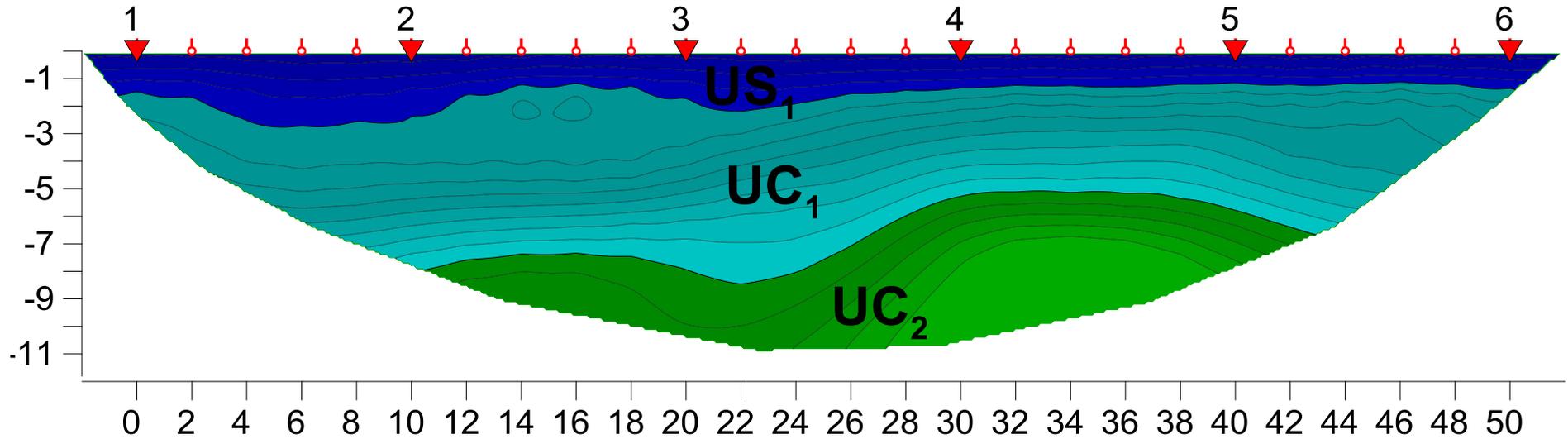
5.6.3 Sismica a rifrazione in onde P - REF02

La tomografia sismica (fig.26) suggerisce un sottosuolo costituito dall'alto verso il basso da 3 unità sismostratigrafiche di base.

Us₁ è presente da p.c. attestandosi ad una profondità massima di 1.6÷2.6 da p.c., con Vp mediamente comprese tra gli 350 m/s e 550 m/s.

Continuando in profondità è presente l'unità **Uc₁** la quale presenta uno spessore compreso tra 4.0÷6.0m, con Vp mediamente variabili tra 600÷1250 m/s.

Conclude la subunità **Uc₂** caratterizzata da Vp media maggiore di 1500 m/s.



shot
 geofono
 contatto sismostratigrafico

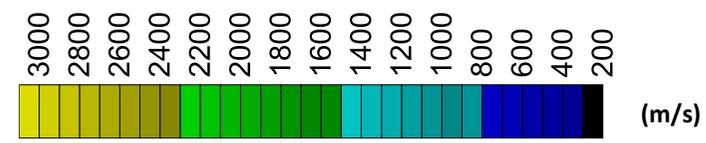


Fig. 26 – tomografia sismica in onde P, REF002

5.6.4 MASW – MASW02

L'analisi in frequenza (fig.27) è stata condotta sino a 25Hz. Il picking dello spettro riguarda il range 9÷23 Hz. Tale *range* risulta sufficiente ad indagare il volume di sottosuolo di interesse.

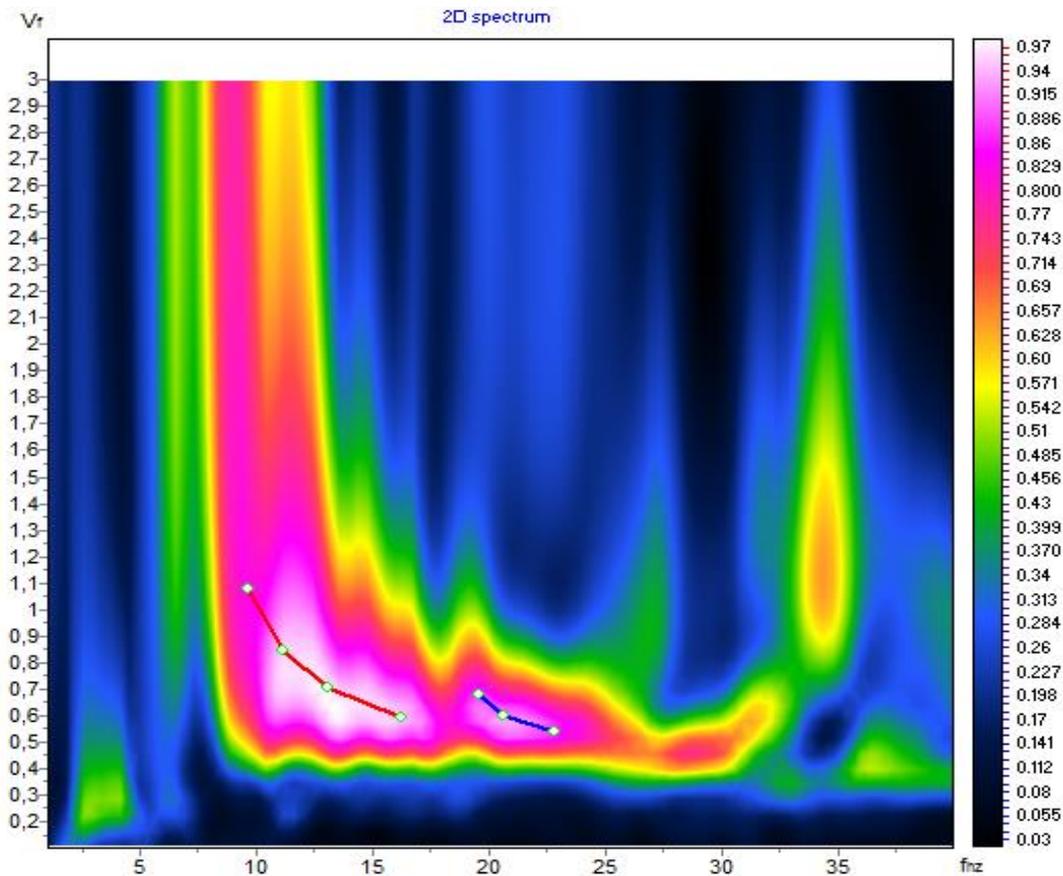


Fig. 27 – Spettro frequenza/velocità di fase. sovrainposti sono i picking del modo fondamentale (rosso) e 1° modo (blu)

In tale range di frequenza la curva di dispersione appare dominata dal modo fondamentale e dal primo modo di vibrazione, presentando chiari picchi in ampiezza dello spettro frequenza/velocità.

L'indagine MASW suggerisce un sottosuolo del tutto assimilabile a quello evidenziato dall'indagine di sismica a rifrazione in termini sia di spessori che di velocità rilevate.

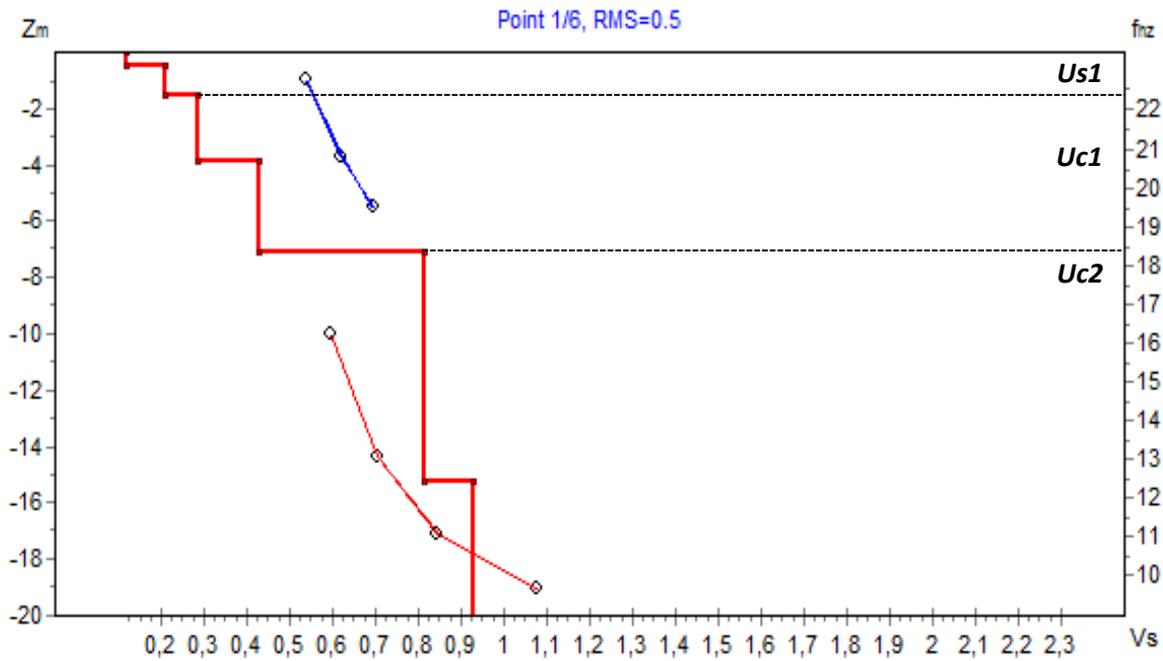


Fig. 28- Profilo di Vs (Km/s); sovrainposti lo spettro, le curve di dispersione misurate e calcolate per ciascun modo di vibrazione; fondamentale (rosso)

Si riporta la tabella riepilogativa dell'andamento delle velocità delle onde S con la profondità per i sismostrati individuati attraverso l'analisi del modello di inversione.

Strato	VS (m/s)	Profondità Top (m)	Spessore (m)
1	120	0,0	0,5
2	210	0,5	1,0
3	290	1,5	2,4
4	430	3,9	3,2
5	810	7,1	8,1

Tab. XII - Vs/profondità

5.6.5 Sismica a rifrazione in onde P - REF03

La tomografia sismica (fig.29) suggerisce un sottosuolo costituito dall'alto verso il basso da 3 unità sismostratigrafiche di base.

Us₁ è presente da p.c. attestandosi ad una profondità massima di 0.9÷2.4 da p.c., con Vp mediamente comprese tra gli 350 m/s e 600 m/s.

Continuando in profondità è presente l'unità **Uc₁** la quale presenta uno spessore compreso tra 4.0÷8.0m, con Vp mediamente variabili tra 650÷1300 m/s.

Conclude la subunità **Uc₂** caratterizzata da Vp media maggiore di 1550 m/s.

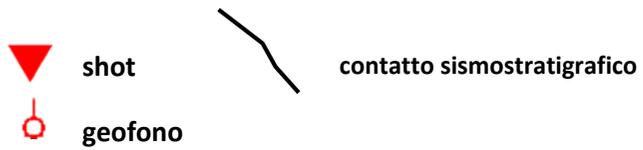
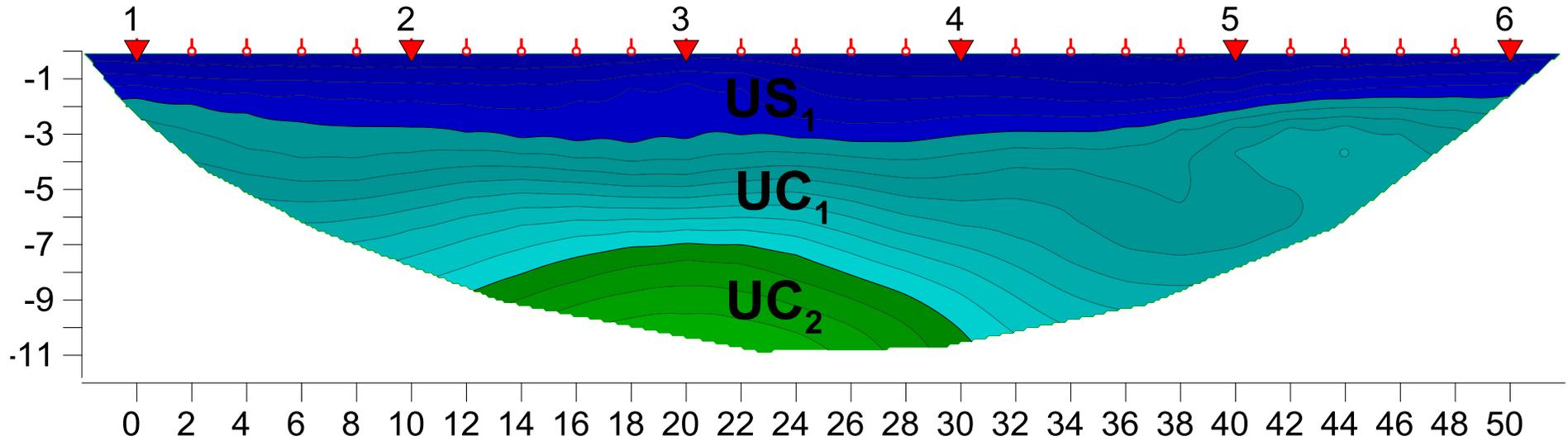


Fig. 29 – tomografia sismica in onde P, REF003

5.6.6 MASW – MASW03

L'analisi in frequenza (fig.30) è stata condotta sino a 25 Hz. Il picking dello spettro riguarda il range 7÷23 Hz. Tale *range* risulta sufficiente ad indagare il volume di sottosuolo di interesse.

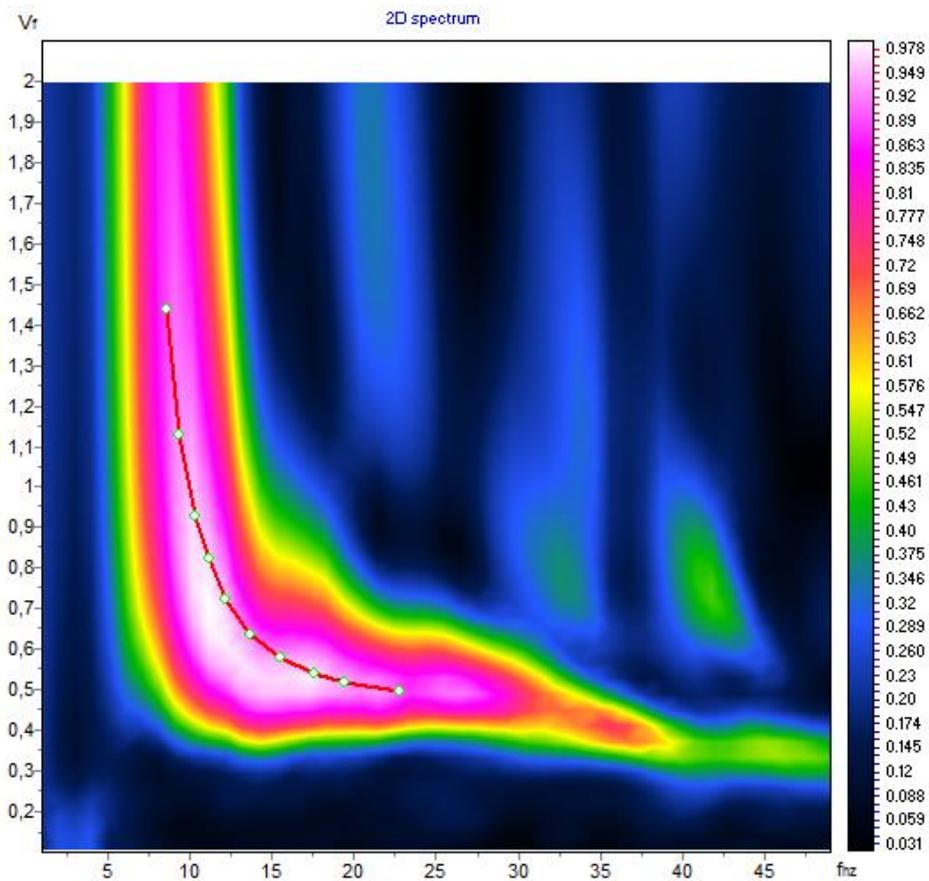


Fig. 30 – Spettro frequenza/velocità di fase. sovrainposti sono i picking del modo fondamentale (rosso) e 1° modo (blu)

In tale range di frequenza la curva di dispersione appare dominata da modo fondamentale, presentando chiari picchi in ampiezza dello spettro frequenza/velocità.

L'indagine MASW suggerisce un sottosuolo del tutto assimilabile a quello evidenziato dall'indagine di sismica a rifrazione in termini sia di spessori che di velocità rilevate.

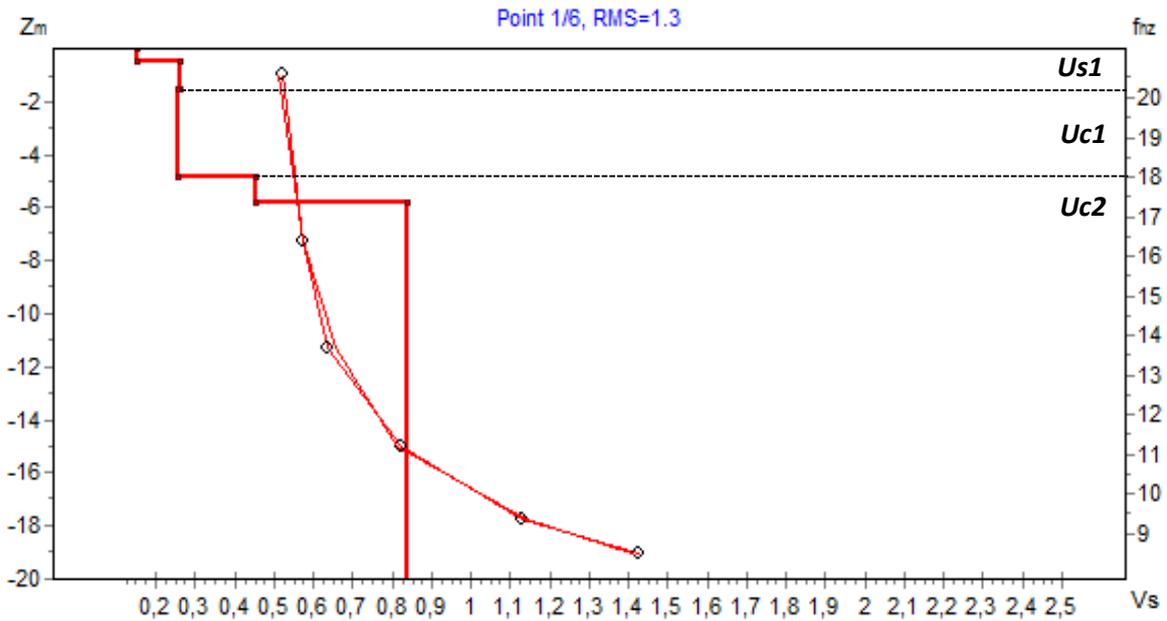


Fig. 31 - Profilo di Vs (Km/s); sovrainposti lo spettro, le curve di dispersione misurate e calcolate per ciascun modo di vibrazione; fondamentale (rosso).

Si riporta la tabella riepilogativa dell'andamento delle velocità delle onde S con la profondità per i sismostri individuati attraverso l'analisi del modello di inversione.

Strato	VS (m/s)	Profondità Top (m)	Spessore (m)
1	150	0,0	0,5
2	260	0,5	1,0
3	270	1,5	3,3
4	450	4,8	1,0
5	840	5,8	-

Tab. XIII - Vs/profondità

5.6.7 Sismica a rifrazione in onde P - REF04

La tomografia sismica (fig.32) suggerisce un sottosuolo costituito dall'alto verso il basso da 4 unità sismostratigrafiche di base.

Us₁ è presente da p.c. attestandosi ad una profondità massima di 0.7÷1.5 da p.c., con Vp mediamente comprese tra gli 500 m/s e 900 m/s.

Continuando in profondità è presente l'unità **Uc₁** la quale presenta uno spessore compreso tra 0.8÷1.7m, con Vp mediamente variabili tra 1200÷1800 m/s.

Proseguendo in profondità è presente l'unità **Uc₂** la quale presenta uno spessore compreso tra 1.3÷2.5m, con Vp mediamente variabili tra 1850÷2000 m/s.

Conclude la subunità **Uc₃** caratterizzata da Vp media maggiore di 2300 m/s.

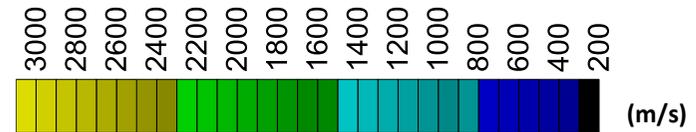
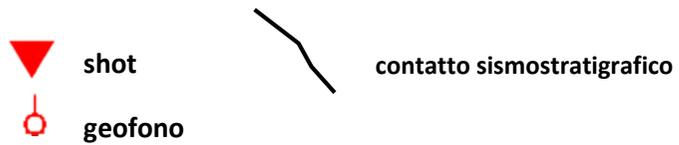
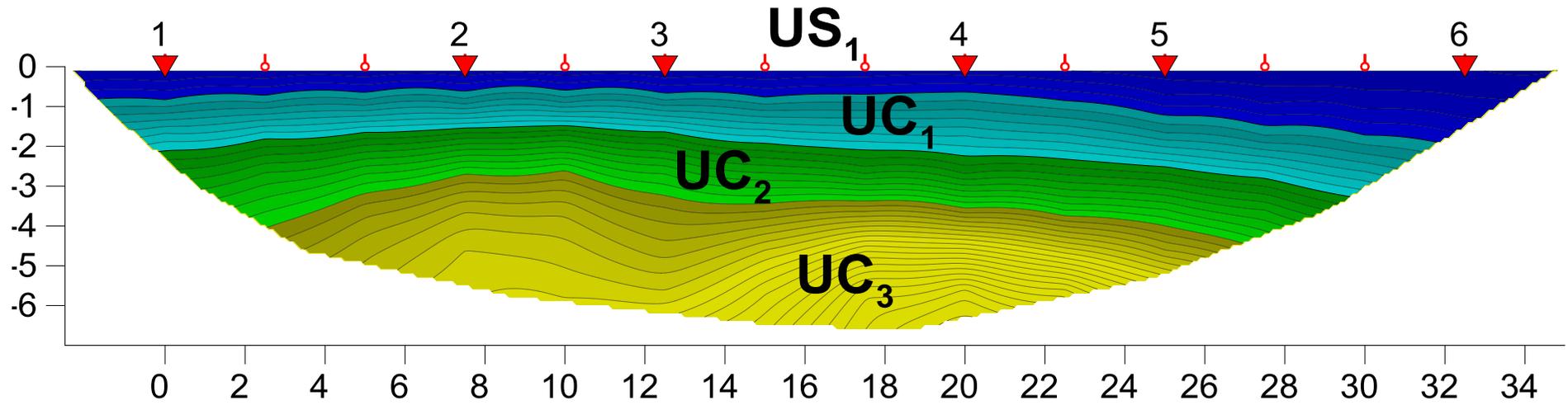


Fig. 32 – tomografia sismica in onde P, REF004

5.6.8 MASW – MASW04

L'analisi in frequenza (fig.33) è stata condotta sino a 60Hz. Il picking dello spettro riguarda il range 12÷56 Hz. Tale *range* risulta sufficiente ad indagare il volume di sottosuolo di interesse.

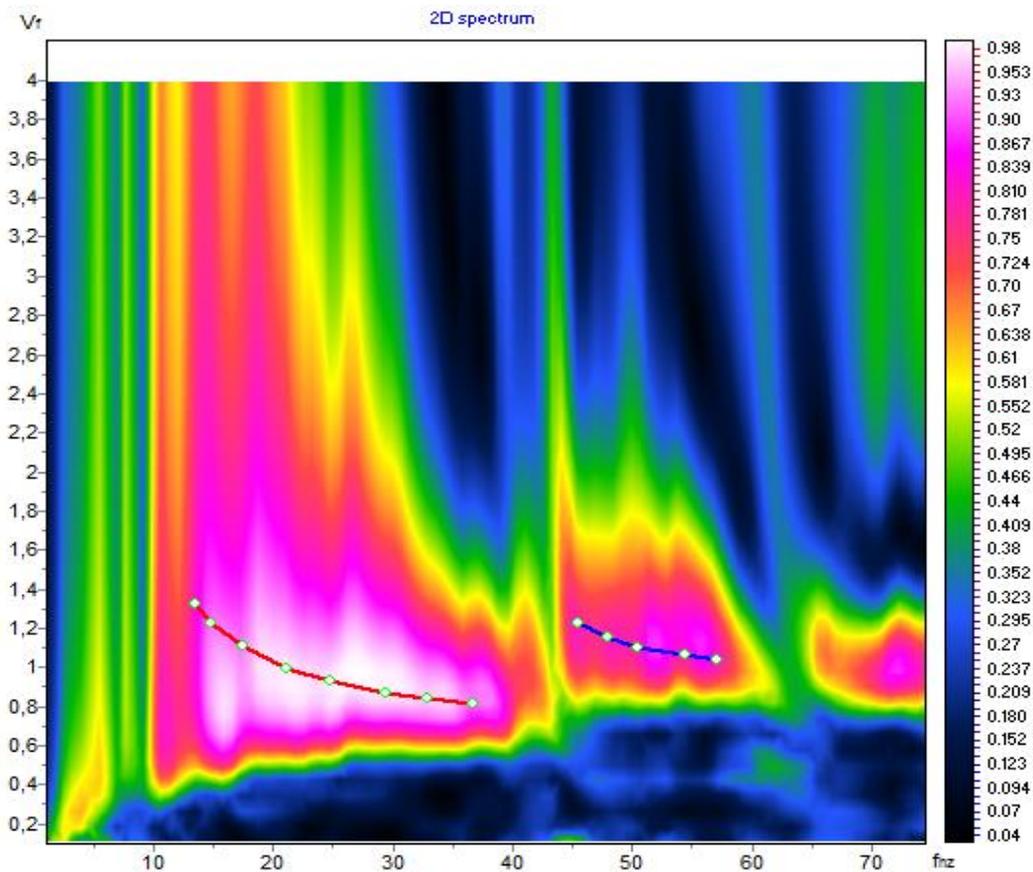


Fig. 33 – Spettro frequenza/velocità di fase. sovrainposti sono i picking del modo fondamentale (rosso) e 1° modo (blu)

In tale range di frequenza la curva di dispersione appare dominata dal modo fondamentale e dal primo modo di vibrazione, presentando chiari picchi in ampiezza dello spettro frequenza/velocità.

L'indagine MASW suggerisce un sottosuolo del tutto assimilabile a quello evidenziato dall'indagine di sismica a rifrazione in termini sia di spessori che di velocità rilevate.

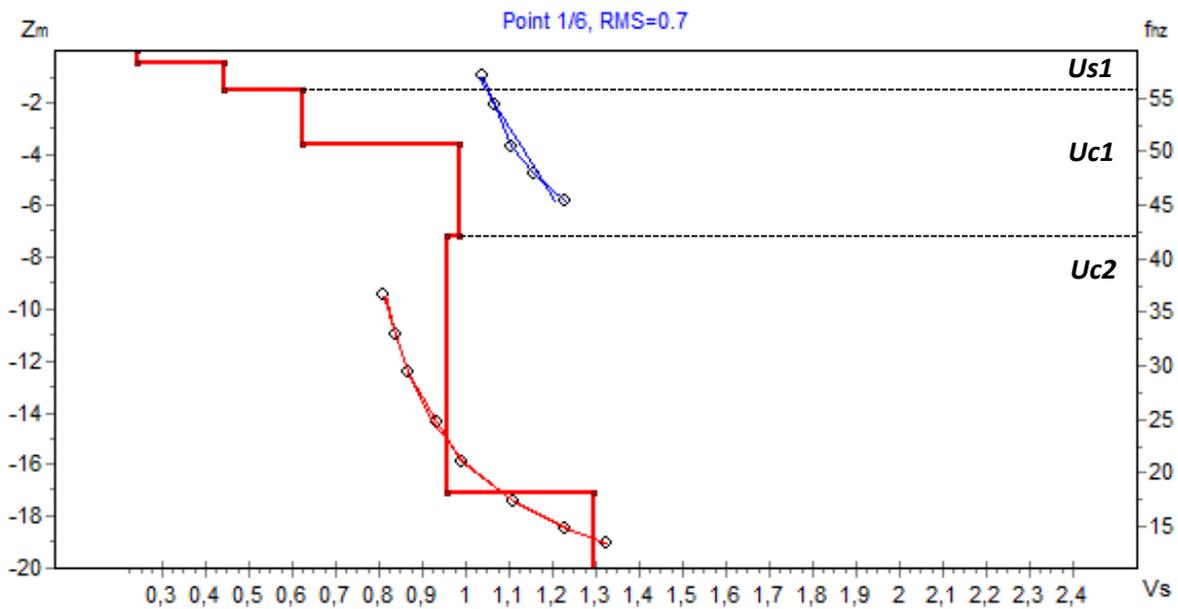


Fig. 34- Profilo di V_s (Km/s); sovrainposti lo spettro, le curve di dispersione misurate e calcolate per ciascun modo di vibrazione; fondamentale (rosso).

Si riporta la tabella riepilogativa dell'andamento delle velocità delle onde S con la profondità per i sismostrati individuati attraverso l'analisi del modello di inversione.

Strato	VS (m/s)	Profondità Top (m)	Spessore (m)
1	250	0	0,5
2	440	0,5	1
3	620	1,5	2,1
4	990	3,6	3,6
5	960	7,2	9,9

Tab. XIV - V_s /profondità

5.6.9 Sismica a rifrazione in onde P - REF05

La tomografia sismica (fig.35) suggerisce un sottosuolo costituito dall'alto verso il basso da 4 unità sismostratigrafiche di base.

Us₁ è presente da p.c. attestandosi ad una profondità massima di 0.4÷1.3 da p.c., con Vp mediamente comprese tra gli 550 m/s e 850 m/s.

Continuando in profondità è presente l'unità **Uc₁** la quale presenta uno spessore compreso tra 1.4÷4.5m, con Vp mediamente variabili tra 900÷1200 m/s.

Proseguendo in profondità è presente l'unità **Uc₂** la quale presenta uno spessore compreso tra 4.0÷8.5m, con Vp mediamente variabili tra 1850÷1900 m/s.

Conclude la subunità **Uc₃** caratterizzata da Vp media maggiore di 2300 m/s.

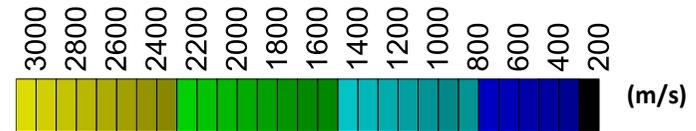
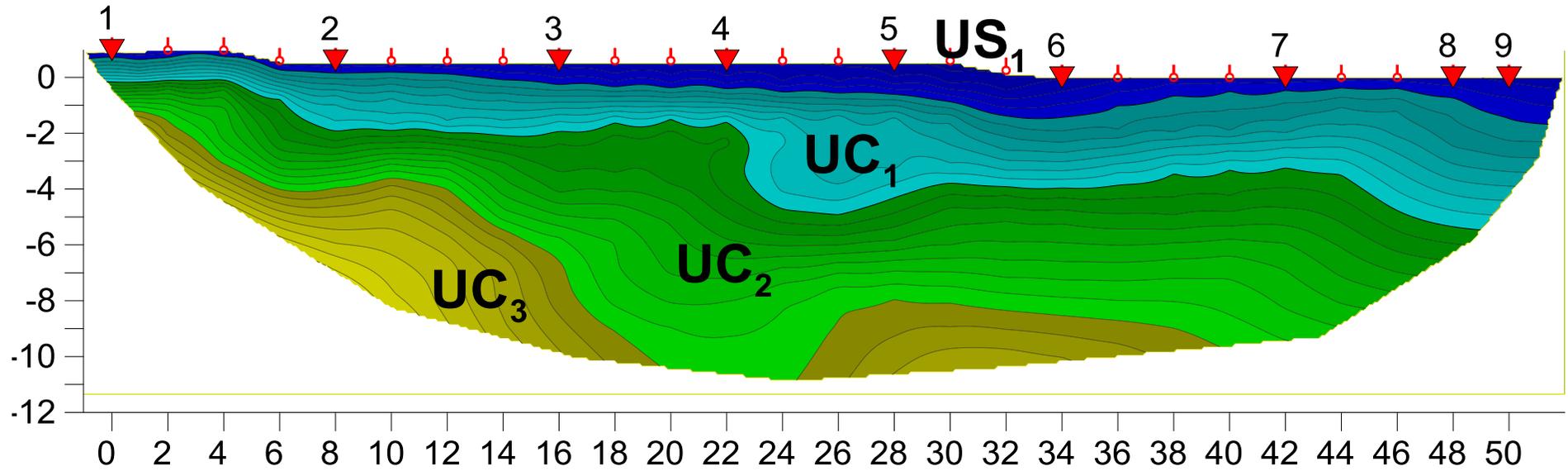


Fig. 35 – tomografia sismica in onde P, REF004

5.6.10 MASW – MASW05

L'analisi in frequenza (fig.36) è stata condotta sino a 40Hz. Il picking dello spettro riguarda il range 14÷35 Hz. Tale *range* risulta sufficiente ad indagare il volume di sottosuolo di interesse.

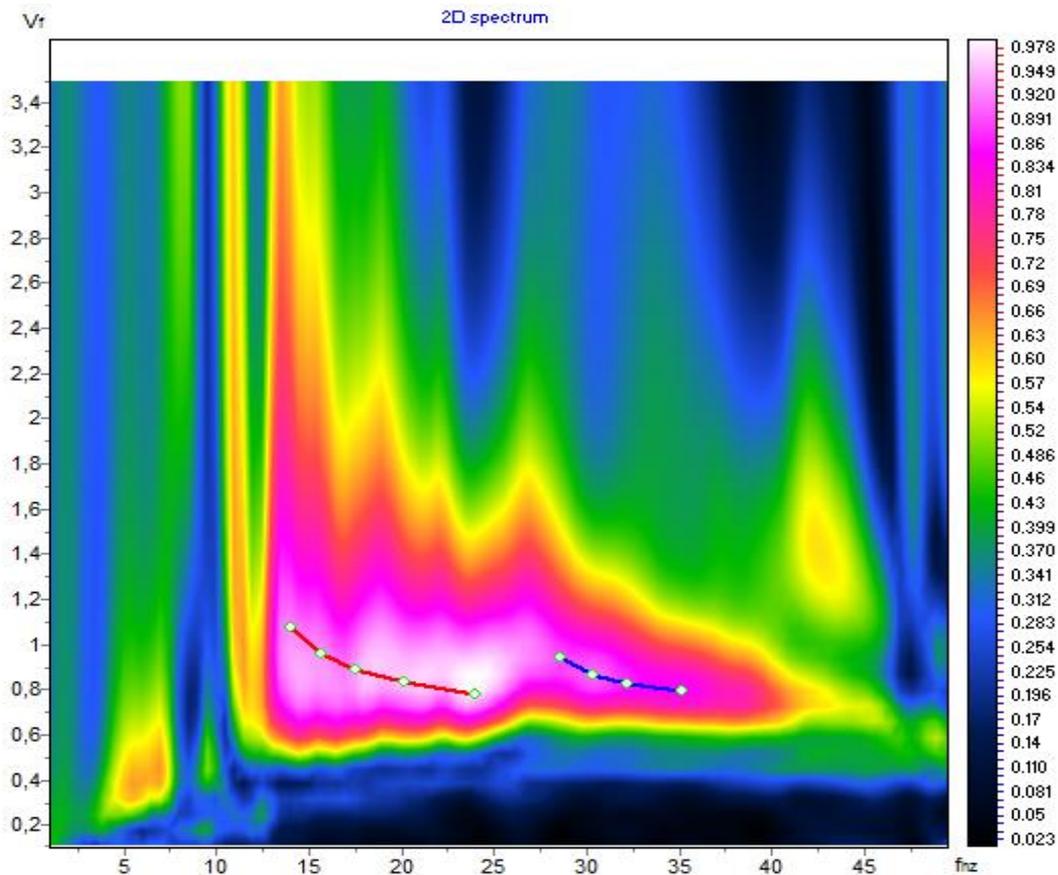


Fig. 36 – Spettro frequenza/velocità di fase. sovrainposti sono i picking del modo fondamentale (rosso) e I° modo (blu)

In tale range di frequenza la curva di dispersione appare dominata da modo fondamentale e dal primo modo di vibrazione, presentando chiari picchi in ampiezza dello spettro frequenza/velocità.

L'indagine MASW suggerisce un sottosuolo del tutto assimilabile a quello evidenziato dall'indagine di sismica a rifrazione in termini sia di spessori che di velocità rilevate.

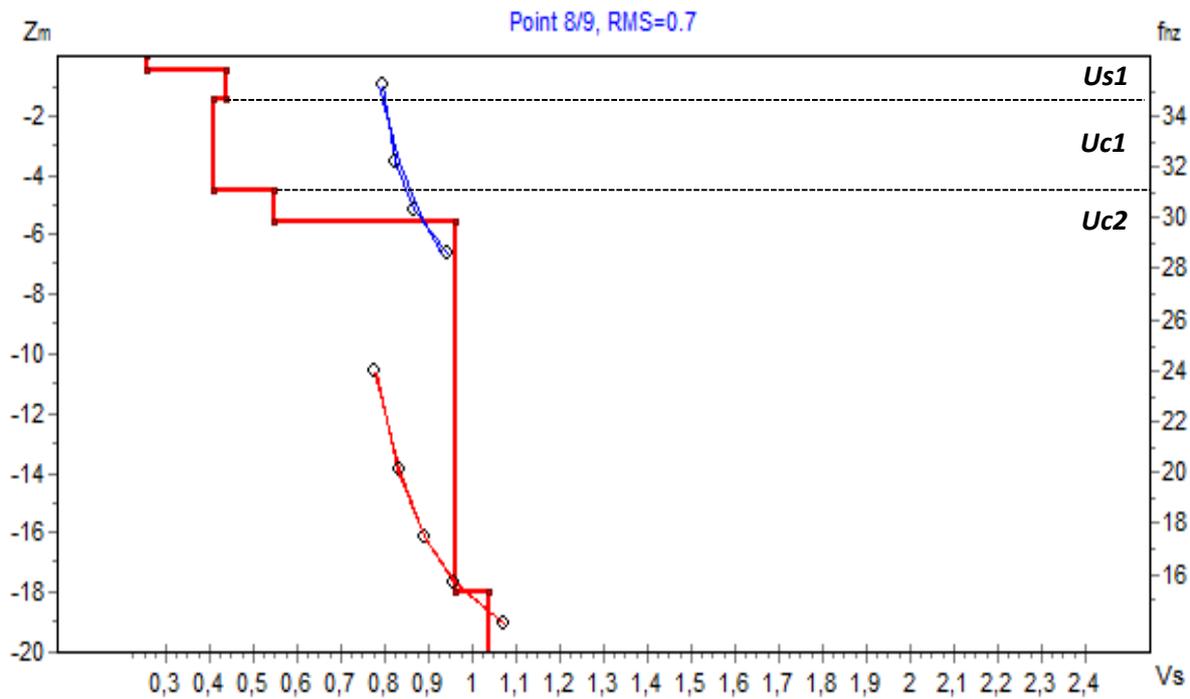


Fig. 37 - Profilo di Vs (Km/s); sovrainposti lo spettro, le curve di dispersione misurate e calcolate per ciascun modo di vibrazione; fondamentale (rosso).

Si riporta la tabella riepilogativa dell'andamento delle velocità delle onde S con la profondità per i sismostrati individuati attraverso l'analisi del modello di inversione.

Strato	VS (m/s)	Profondità Top (m)	Spessore (m)
1	260	0	0,5
2	440	0,5	1
3	410	1,5	3,1
4	550	4,6	1
5	960	5,6	12

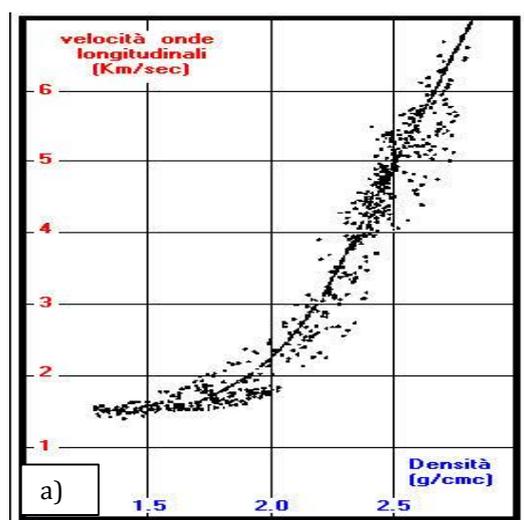
Tab. XV - Vs/profondità

6.0 Caratterizzazione Geotecnica

I dati provenienti dal rilievo geomeccanico sono stati elaborati secondo le teorie e le correlazioni che, meglio caratterizzano il substrato d'interesse del volume significativo, in relazione alle dirette esperienze compiute su terreni simili in aree appartenenti al medesimo bacino di formazione, al fine di poter estrarre informazioni sui parametri elastici e sui parametri geotecnici del sottosuolo oggetto di indagine.

I parametri derivati risultano verificati nel complesso struttura/terreno cui si riferiscono e risultano associati ad un volume significativo di suolo che, puntualmente, può presentare caratteri differenti dai valori proposti.

Per la stima della densità e dell'angolo di attrito, si è optato per correlazioni (fig.38) ben note in letteratura tra V_p e γ (Nafe & Drake, 1965), tra modulo di Young e indice RMR (Berardi e Bellingeri, 1998) tra RMR ed angolo di attrito (ϕ) (Sen e Sadagah, 2003).



$$\phi^{\circ} = 25[1+0.01RMR] \quad \text{per RMR}>20$$

$$1.5 RMR \quad \text{per RMR}<20$$

b)

Berardi & Bellingeri (1998)

$$E_d \text{ [GPa]} = a \cdot \exp^{(b \cdot RMR)}$$

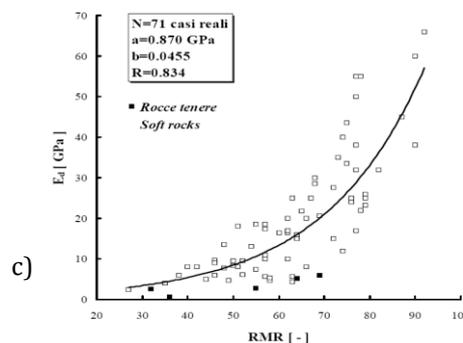


Fig. 38 – correlazioni utilizzate per la stima dei parametri del terreno: a) Nafe & Drake, (1965), c) Sen e Sadagah, (2003), c) Berardi e Bellingeri, (1998)

Per il calcolo del modulo di Young statico (fig.39), è stata utilizzata la correlazione di *Froldi e Lunardi (1994)*.

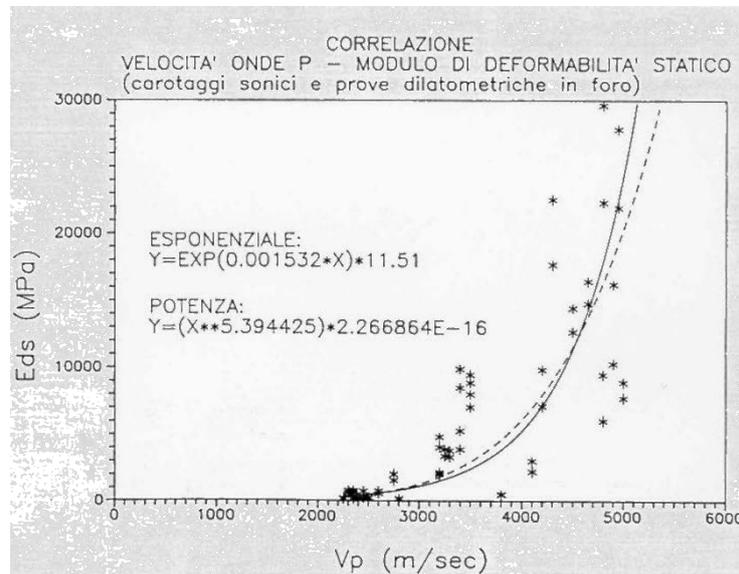


Fig. 39 – correlazione utilizzata per la stima del modulo di Young statico (*Froldi e Lunardi, 1994*)

Infine per il calcolo del coefficiente di *Winkler* (k) è stata utilizzata una correlazione con i valori di V_s ricavati sperimentalmente (*Imai, T. e Yoshimura, M., 1976 - Keceli, 2012*) di seguito esplicitata:

$$k = 0,025 \cdot V_s^{2,4}$$

Normalmente i moduli dinamici vengono calcolati sperimentalmente, mediante spessori e valori di V_p e V_s provenienti da sismica a rifrazione in onde P e SH ottenendo come risultato una mappatura 2D di tali parametri. Nel presente lavoro i valori relativi alla sismostatigrafia in onde S sono stati ottenuti dall'indagine *MASW*. Si precisa pertanto che tali valori rappresentano una stima monodimensionale dei suddetti moduli.

Il modulo di Young E (o modulo di elasticità longitudinale) è definito a partire dalla legge di *Hooke*:

$$E = \sigma / \varepsilon$$

σ : sforzo, viene misurato in pascal.

ε : deformazione, è una grandezza adimensionale, spesso la si esprime in percentuale.

Il modulo di Young viene determinato dal diagramma sforzo-deformazione (fig.40a) mediante la formula appena vista, nel tratto in cui il materiale subisce una deformazione elastica (ovvero rimuovendo lo sforzo il materiale deve essere in grado di ritornare alle dimensioni iniziali).

Il **modulo di taglio μ** , detto anche modulo di scorrimento, di rigidità o di elasticità tangenziale, è una *costante di Lamè* che esprime il rapporto sforzo-deformazione tangenziali (fig.40b).

Data una piastra di lunghezza indefinita di spessore h , perpendicolare all'asse x , sulle cui facce agisce una coppia di tensioni tangenziali (o di taglio) di verso opposto T_1 e $-T_1$, si produrrà uno spostamento $\delta/2$ nel senso delle z positive e $\delta/2$ nel senso opposto. In pratica è come se una faccia rimanesse ferma e si producesse uno spostamento di δ . Lo spostamento totale δl sarà in relazione allo sforzo di taglio T_1 e allo spessore h secondo la relazione:

$$\delta l = \frac{1}{\mu} h T_1$$

dove μ è il modulo di taglio.

Considerando lo spostamento angolare α , ponendo l'angolo uguale alla sua tangente, la relazione diventerà semplicemente:

$$\alpha = \frac{T_1}{\mu}$$

Il **modulo bulk k** (o modulo di compressibilità) di una materiale definisce la capacità della stessa di resistere ad una forza di compressione uniforme. È definito come l'incremento di pressione necessario a causare un relativo decremento di volume (fig.40c) secondo la relazione:

$$K = -V \frac{\partial p}{\partial V}$$

dove K è appunto il modulo di compressibilità, p la pressione e V il volume.

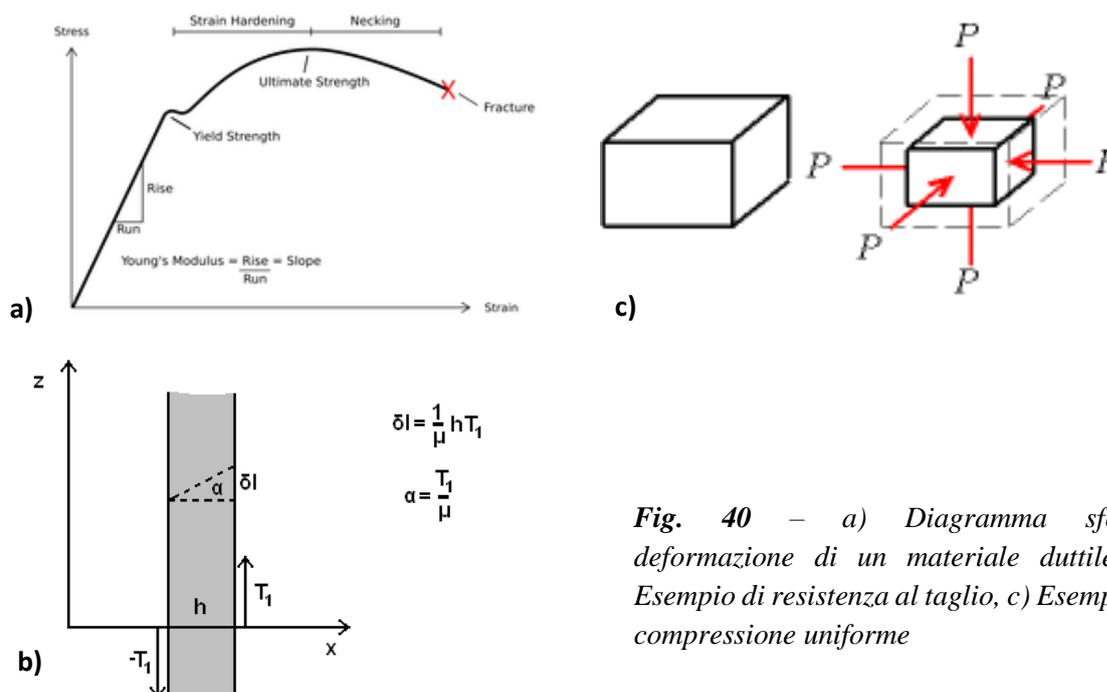


Fig. 40 – a) Diagramma sforzo-deformazione di un materiale duttile, b) Esempio di resistenza al taglio, c) Esempio di compressione uniforme

Le correlazioni tra V_p , V_s e moduli, utilizzate nel presente lavoro, sono le seguenti:

$$\text{Poisson} \quad \nu = (V_p^2 - 2 \cdot V_s^2) / 2 \cdot (V_p^2 - V_s^2)$$

$$\text{Young} \quad E = [2 \cdot \gamma \cdot V_s^2 \cdot (1 + \nu)] / 10000$$

$$\text{Shear} \quad G = (\gamma \cdot V_s^2) / 10000$$

$$\text{Bulk} \quad K = [\gamma \cdot V_p^2 - (4/3 \cdot V_s^2)] / 10000$$

le quali restituiscono valori dei moduli in *MPa*. Le formule utilizzate per il calcolo dei parametri elastici si basano essenzialmente sulle proprietà sismiche dei terreni (V_p e V_s). Considerando l'analogia tra le unità sismostratigrafiche individuate dai due metodi sismici applicati a tale studio ($V_p - V_s$), in termini di spessori e di coerenza tra i rapporti V_p/V_s è stato possibile effettuare una stima approssimativa dei valori dei moduli dinamici (cap.6.3) caratterizzanti le unità, riassunti nelle seguenti tabelle

	VP [m/s]		Vs [m/s]		Poisson	
	min	max	min	max	min	max
Us1	300	500	100	180	0,44	0,43
Uc1	600	1250	270	440	0,37	0,43
Uc2	1500		810		0,29	

	Young [Mpa]		Shear [Mpa]		Bulk [Mpa]		γ (kN/m ³)		ϕ (°)	
	Ed modulo di elasticità longitudinale		G modulo di elasticità tangenziale		K modulo di compressibilità		Densità (Nafe & Drake)		Angolo d'attrito (Sen Sadagah)	
	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max
Us1	43	151	15	53	113	337	14,8	16,3	20,0	25,5
Uc1	338	1073	123	375	443	2530	16,9	19,4	29,0	34,0
Uc2	3410		1317		2761		20,1		39,0	

Tab. XVI – REF01: tabelle relative a: velocità sismiche, poisson, moduli dinamici, densità geofisica ed angolo di attrito.

	VP [m/s]		Vs [m/s]		Poisson	
	min	max	min	max	min	max
Us1	350	550	120	210	0,43	0,41
Uc1	600	1250	290	430	0,35	0,43
Uc2	1500		810		0,29	

	Young [Mpa]		Shear [Mpa]		Bulk [Mpa]		γ (kN/m ³)		ϕ (°)	
	Ed modulo di elasticità longitudinale		G modulo di elasticità tangenziale		K modulo di compressibilità		Densità (Nafe & Drake)		Angolo d'attrito (Sen Sadagah)	
	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max
Us1	63	207	22	73	157	404	15,2	16,6	21,7	26,9
Uc1	382	1028	142	359	418	2552	16,9	19,4	29,5	33,8
Uc2	3410		1317		2761		20,1	□	39,0	

Tab. XVII – REF02: tabelle relative a: velocità sismiche, poisson, moduli dinamici, densità geofisica ed angolo di attrito.

	VP [m/s]		Vs [m/s]		Poisson	
	min	max	min	max	min	max
Us1	350	600	150	260	0,39	0,38
Uc1	650	1300	270	450	0,40	0,43
Uc2	1550		840		0,29	

	Young [Mpa]		Shear [Mpa]		Bulk [Mpa]		γ (kN/m ³)		ϕ (°)	
	Ed modulo di elasticità longitudinale		G modulo di elasticità tangenziale		K modulo di compressibilità		Densità (Nafe & Drake)		Angolo d'attrito (Sen Sadagah)	
	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max
Us1	95	316	34	114	141	455	15,2	16,9	23,5	28,7
Uc1	349	1133	125	396	557	2774	17,1	19,5	29,1	34,2
Uc2	3684		1425		2953		20,2	□	39,4	

Tab. XVIII – REF03: tabelle relative a: velocità sismiche, poisson, moduli dinamici, densità geofisica ed angolo di attrito.

	VP [m/s]		Vs [m/s]		Poisson	
	min	max	min	max	min	max
Us1	500	900	250	440	0,33	0,34
Uc1	1200	1800	620	990	0,32	0,28
Uc2	1850		960		0,32	

	Young [Mpa]		Shear [Mpa]		Bulk [Mpa]		γ (kN/m ³)		ϕ (°)	
	Ed modulo di elasticità longitudinale		G modulo di elasticità tangenziale		K modulo di compressibilità		Densità (Nafe & Drake)		Angolo d'attrito (Sen Sadagah)	
	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max
Us1	272	947	102	353	272	1005	16,3	18,2	28,0	33,5
Uc1	1950	5228	740	2037	1785	4018	19,2	20,8	36,6	40,9
Uc2	5067		1926		4583		20,9	□	40,8	

Tab. XIX – REF04: tabelle relative a: velocità sismiche, poisson, moduli dinamici, densità geofisica ed angolo di attrito.

	VP [m/s]		Vs [m/s]		Poisson	
	min	max	min	max	min	max
Us1	550	850	260	440	0,36	0,32
Uc1	900	1200	410	550	0,37	0,37
Uc2	1750		960		0,28	

	Young [Mpa]		Shear [Mpa]		Bulk [Mpa]		γ (kN/m ³)		ϕ (°)	
	Ed modulo di elasticità longitudinale		G modulo di elasticità tangenziale		K modulo di compressibilità		Densità (Nafe & Drake)		Angolo d'attrito (Sen Sadagah)	
	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max
Us1	304	919	112	349	352	837	16,6	18,0	28,5	33,3
Uc1	839	1592	306	582	1067	1995	18,2	19,2	32,9	35,7
Uc2	4896		1905		3791		20,7	□	40,6	

Tab. XX – REF05: tabelle relative a: velocità sismiche, poisson, moduli dinamici, densità geofisica ed angolo di attrito.

7.0 Pericolosità Sismica

7.1 Sismicità Storica, Macrozonazione, Pericolosità sismica di base

Il rischio sismico (R) è determinato dalla combinazione della pericolosità (P), vulnerabilità (V) ed esposizione (E) dalla relazione:

$$R=P*V*E = P*D$$

Dove D rappresenta il danno (vulnerabilità * esposizione).

In particolare la pericolosità sismica dipende essenzialmente da due fattori:

- Dalla **pericolosità sismica di base**: dovuta alla presenza e/o distanza delle sorgenti sismiche attive, dal tipo di terremoti e dalla frequenza di ripetizione nel tempo (*sismicità storica e macrozonazione*)
- Dalla **pericolosità sismica locale**: cioè legata alle caratteristiche proprie del territorio quali geologia, morfologia e geotecnica del territorio di riferimento (*analisi semplificata e microzonazione*)

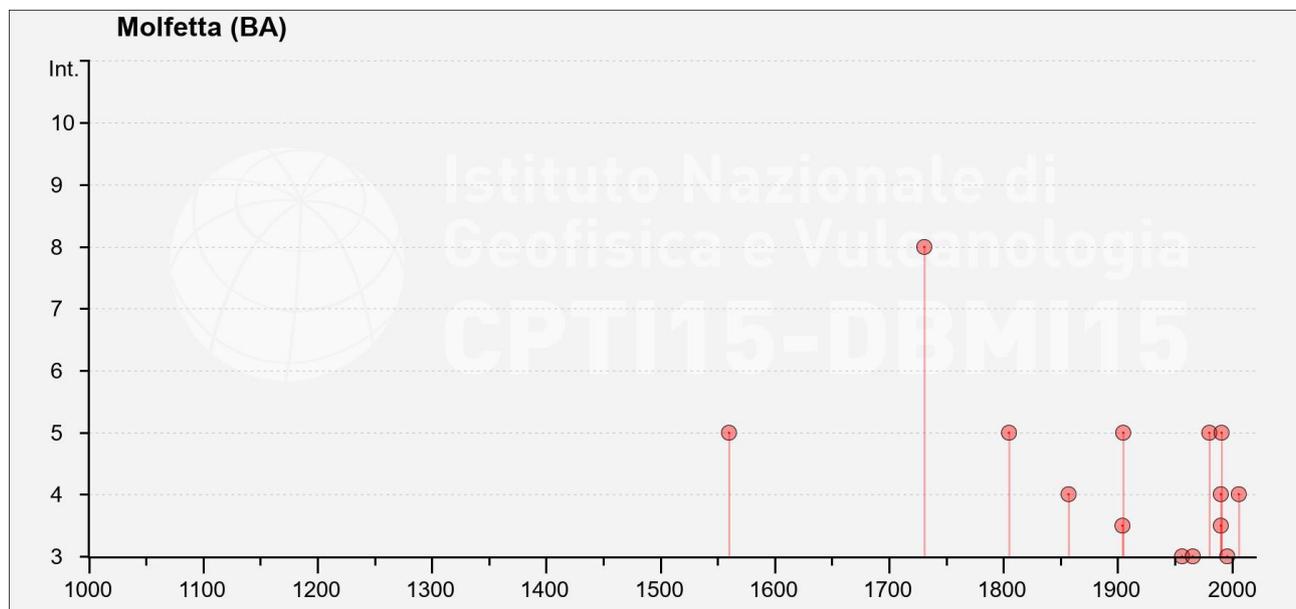
Tali studi vengono integrati, nel caso di costruzioni di opere di ingegneria con le Norme tecniche in vigore (NTC 2018).

Per una caratterizzazione più dettagliata dell'area dal punto di vista geologico e sismico, laddove non si possa modellare il sito di riferimento con "*semplicità*", si effettuano studi di Microzonazione Sismica, i quali hanno lo scopo di conoscere le condizioni locali che possano modificare il moto sismico atteso o produrre deformazioni permanenti e rilevanti per le costruzioni e le infrastrutture. Tali informazioni sono utili per la pianificazione e realizzazione di interventi sul territorio, oltre alla prevenzione e valutazione del rischio sismico; permettendo di prevedere e ridurre gli effetti provocati da un terremoto direttamente e/o indirettamente (frane indotte, liquefazione, subsidenza locale, amplificazione locale). Per definire gli effetti sismici sono richieste conoscenze specifiche tra cui: morfologia sepolta e superficiale, conoscenza geologica dell'area, condizioni idrogeologiche, stabilità di versante dell'area oltre alle proprietà dinamiche dei terreni.

L'analisi della **sismicità storica**, intesa come distribuzione spazio-temporale dei terremoti in una determinata area, costituisce il primo tassello per gli studi di valutazione della pericolosità sismica di base, in generale il quadro sismotettonico di un territorio è caratterizzato da:

- grado di sismicità del territorio;
- grado di sismicità dei territori contigui.

La provincia di Bari è costituita da aree sismogenetiche (cioè territori in cui sono state riconosciute strutture tettoniche attive fig.42) a “bassa energia” mentre i territori contigui (Gargano, Subappennino Dauno, Albania, Grecia) presentano aree ad “alta energia”. Nel complesso, il rischio sismico della provincia barese presenta un rischio “medio-alto” in termini di sismicità risentita, cioè legata ad eventi sismici che hanno epicentro in altre aree. Di seguito si riporta l’elenco delle osservazioni macrosismiche di terremoti, riguardanti l’area di Molfetta da aree italiane al di sopra della soglia del “danno” dall’anno 1000 al 2020 (GNDDT DOM4.1).

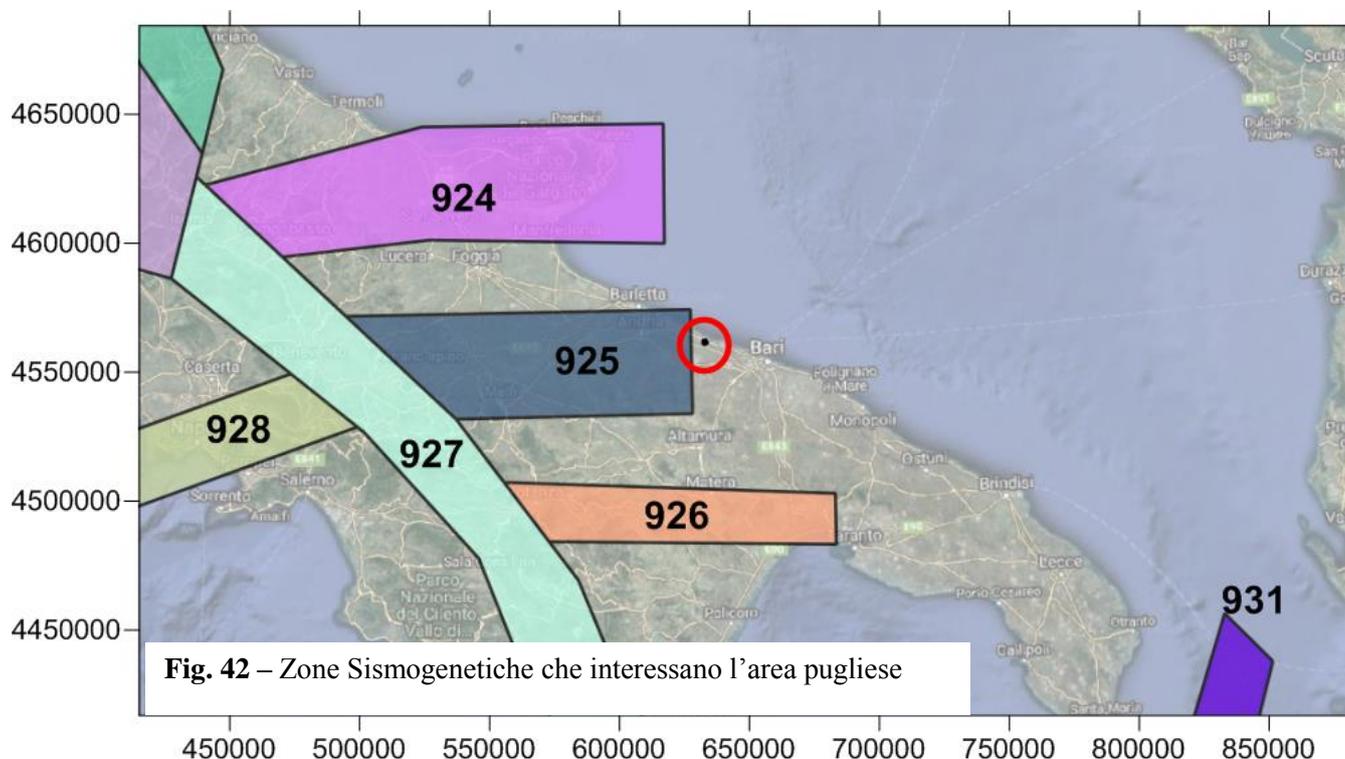


Int.	Year Mo Da Ho Mi Se	Epicentral area	NMDP	Io	Mw
5	1560 05 11 04 40	Costa pugliese centrale	7	8	5,66
HF	1627 07 30 10 50	Capitanata	64	10	6,66
8	1731 03 20 03	Tavoliere delle Puglie	49	9	6,33
5	1805 07 26 21	Molise	220	10	6,68
4	1857 12 16 21 15	Basilicata	340	11	7,12
3-4	1904 04 08 08 22	Gargano	27	6	4,75
5	1905 09 08 01 43	Calabria centrale	895	10-11	6,95
2-3	1912 07 02 07 34	Tavoliere delle Puglie	49	5	4,55
3	1956 01 09 00 44	Materano	45	6	4,72
F	1962 01 19 05 01 25.00	Gargano	31	5	4,42

3	1966 07 06 04 24	Alta Murgia	46	4	4,26
5	1980 11 23 18 34 52.00	Irpinia-Basilicata	1394	10	6,81
NF	1984 04 29 05 02 59.00	Umbria settentrionale	709	7	5,62
3-4	1990 02 18 20 10 48.71	Adriatico centrale	46		4,24
4	1990 05 05 07 21 29.61	Potentino	1375		5,77
5	1991 05 26 12 25 59.42	Potentino	597	7	5,08
3	1996 04 03 13 04 34.98	Irpinia	557	6	4,9
4	2006 05 29 02 20 06.26	Gargano	384		4,64
2	2006 12 10 11 03 41.57	Adriatico centrale	54		4,48

Fig. 41 – File downloaded from CPTI15-DBMI15 v2.0, *Catálogo Parametrico dei Terremoti Italiani - Database Macrosismico Italiano*, Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia; https://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15/place/IT_62360

Dal punto di vista **macrosismico** l'area attiva sismicamente più vicina al territorio di Molfetta rientra nella **zona sismogenetica 925** (zonazione ZS9), con meccanismi di fagliazione prevalentemente “trascorrenti”, individuando la presenza di strutture geologiche in grado di generare terremoti con fagliazione superficiale (“faglie capaci”).



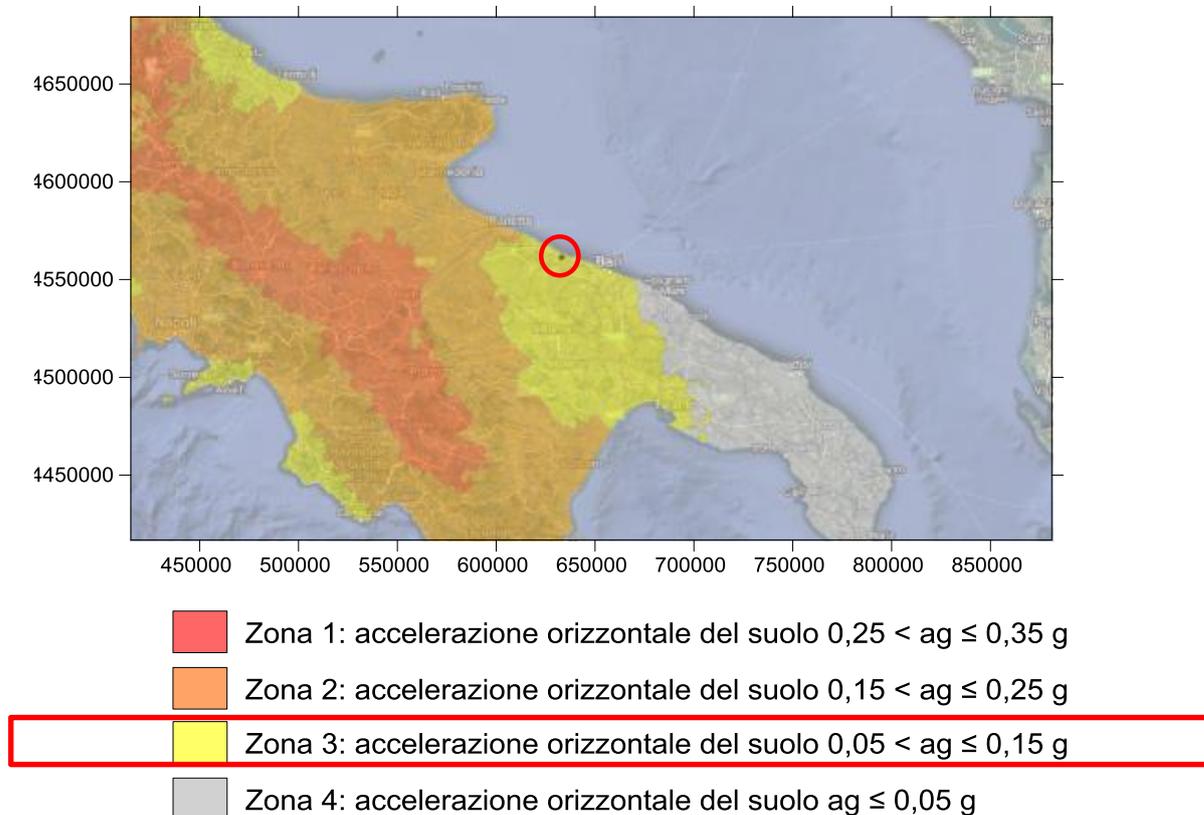
L'INGV nell'ambito del Progetto *D/ISS3* (<http://diss.rm.ingv.it>) classifica la distribuzione spaziale e le caratteristiche sismico-tettoniche delle sorgenti sismogenetiche presenti sul territorio nazionale;

la sottozona B/4 a sud ovest dell'area di Molfetta dista circa 4.8 Km dal limite della zona sismogentica 925.

In seguito alle Ordinanze dell'OPCM 20 marzo 2003 n° 3274 e 28 aprile 2006 n°3519 l'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia ha redatto la mappa di pericolosità sismica di riferimento per l'individuazione delle zone sismiche, individuando zone sismiche, distinte in 4 classi di accelerazione massima del suolo (a_{max}) con probabilità di superamento del 10% in 50 anni:

- ZONA 1 – caratterizzata da valori di accelerazione orizzontale del suolo $0,25 < a_g \leq 0,35$ g (alta sismicità)
- ZONA 2 - caratterizzata da valori di accelerazione orizzontale del suolo $0,15 < a_g \leq 0,25$ g (media sismicità)
- ZONA 3 - caratterizzata da valori di accelerazione orizzontale del suolo $0,05 < a_g \leq 0,15$ g (bassa sismicità)
- ZONA 4 - caratterizzata da valori di accelerazione orizzontale del suolo $a_g \leq 0,05$ g (sismicità molto bassa)

Il territorio comunale di Molfetta è classificato come ZONA 3.



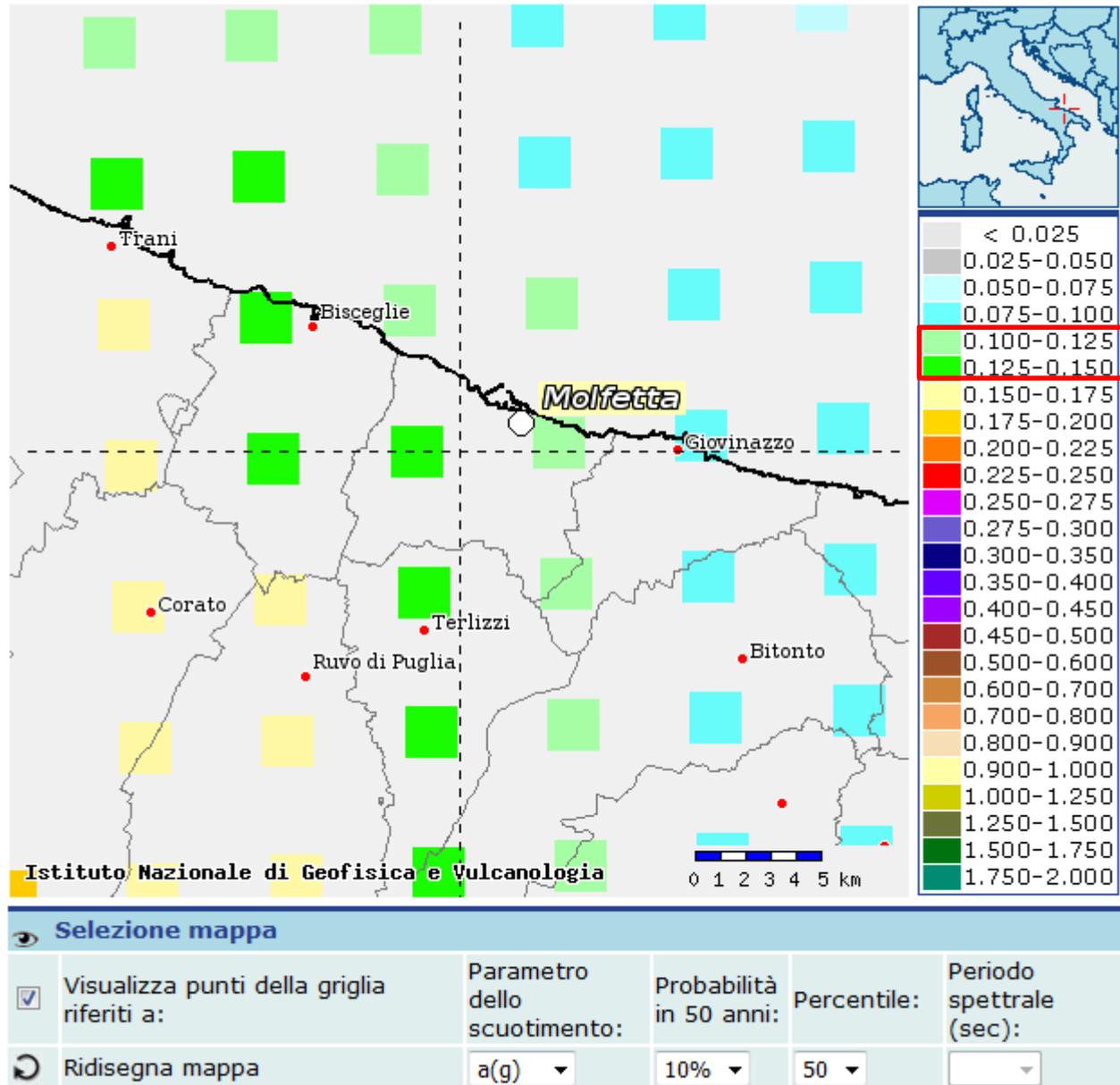
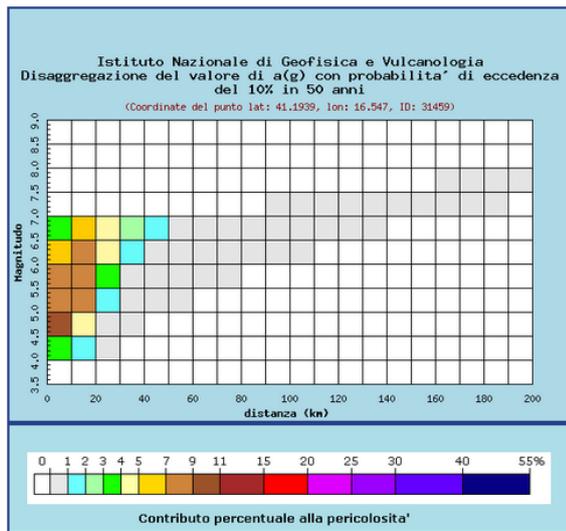


Fig. 43 –Disaggregazione sismica



Valori medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
5.760	16.600	0.498

Fig. 44 – Grafico di disaggregazione della pericolosità sismica relativo ad una probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni

Per l'area in esame a SW di Molfetta la classe percentuale maggiore indica una magnitudine massima compresa fra 5.0 e 6.0. I valori medi di magnitudo e distanza epicentrale sono rispettivamente pari a 5.760 e 16.60 km.

7.2 Pericolosità sismica locale (Analisi semplificata tramite VS equivalente e topografia)

La problematica inerente alla classificazione del terreno da un punto di vista sismico è stata oggetto di numerose ordinanze e normative (OPCM 3274; DM 14/09/2005); in ultimo, il Decreto del Ministero per le Infrastrutture del 17 gennaio 2018, che costituisce l'approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni.

Nel suddetto Decreto al par. 3.2.2. "Categorie di Sottosuolo e Condizioni Topografiche", facente parte del più ampio capitolo riguardante l'Azione Sismica, si riporta che "... per la definizione dell'azione sismica si può fare riferimento a un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento". Fatta salva la necessità della caratterizzazione geotecnica dei terreni nel "volume significativo", ai fini della identificazione della categoria di sottosuolo, la classificazione si effettua in base ai valori della velocità equivalente $V_{s_{eq}}$ di propagazione delle onde di taglio entro gli strati con velocità inferiore agli 800 m/s. Per le fondazioni superficiali, tale profondità è riferita al piano di imposta delle stesse.

Tali categorie sono riepilogate nella tabella di seguito riportata.

<i>Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato. NTC 2018 Cap 3.2.2.</i>	
Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	<i>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.</i>
B	<i>Rocce tenere e depositi 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</i>
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30, 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</i>
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 m/s e 180 m/s</i>
E	<i>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 30m</i>

Tab. XXI - Tabella di suddivisione delle categorie di suolo

La velocità equivalente delle onde di taglio $V_{S,eq}$ è definita dall'espressione:

$$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{S,i}}} \quad (6)$$

dove:

h_i è lo spessore (in metri) dell' i -esimo strato compreso nei primi 30 m di profondità;

$V_{S,i}$ velocità (in m/s) delle onde di taglio nell' i -esimo strato.

N numero di strati

H profondità del substrato, roccia o terreno molto rigido, caratterizzato da V_S non inferiore a 800 m/s.

Pertanto se si considerano i valori della velocità di propagazione delle onde "S", misurata da piano campagna (e da presunte profondità fondali), è possibile evidenziare che il valore $V_{S,eq}$ rientra, nell'approccio semplificato, alle seguenti categorie (variabili in base alla profondità di fondazione da utilizzare):

Calcolo VS eq a differenti profondità

		MASW 01	MASW 02	MASW 03	MASW 04	MASW 05	
Piano Campagna	Bedrock Sismico	7,9	7,1	5,8	3,6	5,6	[m]
	VS equivalente	279	288	268	469	412	[m/s]
	categoria di sottosuolo	C	C	C	B	B	
-1m	Bedrock Sismico	6,9	6,1	4,8	2,6	4,6	
	VS equivalente	401	337	293	577	471	[m]
	categoria di sottosuolo	B	C	C	A	B	[m/s]
-2m	Bedrock Sismico	5,9	5,1	3,8	1,6	3,6	
	VS equivalente	375	364	301	620	483	[m]
	categoria di sottosuolo	B	B	C	A	B	[m/s]
-3m	Bedrock Sismico	4,6	4,1	2,8	0,6	2,6	
	VS equivalente	408	388	301	620	510	[m]
	categoria di sottosuolo	B	B	A	A	A	[m/s]

Tab. XXII – Calcolo vs equivalente a differenti profondità progettuali

Per le condizioni topografiche complesse è necessario predisporre specifiche analisi di risposta sismica locale invece per configurazioni superficiali semplici si può adottare la seguente classificazione (Tab. XXIII):

Tab. 3.2.III – Categorie topografiche

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 $i > 30^\circ$

Tab. XXIII – Categorie Topografiche

Le suesposte categorie topografiche si riferiscono a configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali, creste o dorsali allungate, e devono essere considerate nella definizione dell'azione sismica se di altezza maggiore di 30 m. Nel nostro caso la configurazione topografica superficiale rientra nella categoria T1 ad eccezione della porzione posta a Sud Ovest dell'area del piano

particolareggiato, in corrispondenza della lama in cui, secondo la carta delle pendenze, vengono raggiunti valori di inclinazione superiori a 15°. Per tale porzione la configurazione topografica rientra nella categoria T2. In ogni caso per le sistemazioni urbanistiche interessanti il progetto le caratteristiche della superficie topografica rientrano nella categoria T1.

7.3 Considerazioni su Microzonazione

Nel presente capitolo si riportano gli elaborati cartografici relativi ad un primo approccio alla Microzonazione Sismica, in virtù dei risultati delle indagini geognostiche eseguite nell'area e dei rilievi di dettaglio condotti nel comune di Molfetta, durante il presente lavoro. Si è focalizzata l'attenzione sulla cartografia geologico-tecnica e sulla distribuzione delle VS equivalenti dell'area.

Sono state discriminate due unità principali ("Substrato geologico" e "Terreni di copertura") che contengono una serie di unità litologiche derivate dalla selezione e dall'accorpamento delle litologie locali individuate sulla carta geologica e da osservazioni dirette su campo (non si evince nel territorio la presenza della Calcarenite di Gravina).

Al fine di individuare le aree omogenee dal punto di vista della risposta sismica locale attesa, si è deciso di mappare l'andamento del parametro V_{seq} in relazione al bedrock sismico ricavato da ogni singola indagine, in quanto rappresenta un fattore che può ben caratterizzare il territorio dal punto di vista della rigidità. Tali valori sono stati rappresentati nella Carta delle Vs eq attraverso dei punti di colore rosso con indicato il valore di Vs equivalente ricavato.

Dall'estratto della carta riportata a seguire è possibile fare le seguenti osservazioni:

- E' possibile associare l'area ad un substrato litoide calcareo **SL** (ascrivibile geologicamente al Calcere di Bari descritto precedentemente).
- E' presente un'area di copertura alluvionale **CA** (ascrivibile ai depositi *af* descritti nel capitolo geologico)
- Le Vs ricavate sono comprese tra valori minimi e massimi compresi tra 268 m/s a 469 m/s (valori calcolati da piano campagna e collocabili nelle categorie sismiche B e C).

- La profondità del bedrock sismico risultano comprese nel range $3,6 \div 7,9$ m da p.c.

8.0 Vincolistica

8.1 Pericolosità Idraulica

Il PAI, adottato con Delibera Istituzionale n°25 del 15/12/2004 ed approvato con Delibera Istituzionale n°39 del 30/11/2005, è finalizzato al miglioramento delle condizioni di regime idraulico e della stabilità dei versanti, necessario a ridurre gli attuali livelli di pericolosità e a consentire uno sviluppo sostenibile del territorio nel rispetto degli assetti naturali, della loro tendenza evolutiva e delle potenzialità d'uso.

L'area oggetto d'intervento progettuale (Fig. 46) risulta nella porzione da Sud-Sud Ovest a Nord-Nord Est attraversata da un **Area ad alta pericolosità idraulica (A.P.): Porzione di territorio soggette ad essere allagate per eventi di piena con tempo di ritorno inferiore o pari a 30 anni;** In particolare un'analisi di dettaglio (fig.47) permette di escludere dalla perimetrazione relativa alla pericolosità idraulica lo stabile compreso tra *tra Via Freemantle e Via Molfettesi d'America*.

Gli interventi consentiti nelle aree perimetrate a pericolosità idraulica sono disciplinati dagli articoli 7, 8 e 9 delle NTA del PAI:

Art. 7 Interventi consentiti nelle aree ad alta pericolosità idraulica

1. Nelle aree ad alta probabilità di inondazione, oltre agli interventi di cui ai precedenti artt. 5 e 6 e con le modalità ivi previste, sono esclusivamente consentiti:

- a) interventi di sistemazione idraulica approvati dall'autorità idraulica competente, previo parere favorevole dell'Autorità di Bacino sulla compatibilità degli interventi stessi con il PAI;
- b) interventi di adeguamento e ristrutturazione della viabilità e della rete dei servizi pubblici e privati esistenti, purché siano realizzati in condizioni di sicurezza idraulica in relazione alla natura dell'intervento e al contesto territoriale;
- c) interventi necessari per la manutenzione di opere pubbliche o di interesse pubblico;
- d) interventi di ampliamento e di ristrutturazione delle infrastrutture a rete pubbliche o di interesse pubblico esistenti, comprensive dei relativi manufatti di servizio, riferite a servizi essenziali e non delocalizzabili, nonché la realizzazione di nuove infrastrutture a rete pubbliche o di interesse pubblico, comprensive dei relativi manufatti di servizio, parimenti essenziali e non diversamente localizzabili, purché risultino coerenti con gli obiettivi del presente Piano e con la pianificazione degli interventi di mitigazione. Il progetto preliminare di nuovi interventi infrastrutturali, che deve contenere

tutti gli elementi atti a dimostrare il possesso delle caratteristiche sopra indicate anche nelle diverse soluzioni presentate, è sottoposto al parere vincolante dell'Autorità di Bacino;

e) interventi sugli edifici esistenti, finalizzati a ridurre la vulnerabilità e a migliorare la tutela della pubblica incolumità;

f) interventi di demolizione senza ricostruzione, interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria, di restauro e di risanamento conservativo, così come definiti alle lettere a), b) e c) dell'art. 3 del D.P.R. n.380/2001 e s.m.i., a condizione che non concorrano ad incrementare il carico urbanistico;

g) adeguamenti necessari alla messa a norma delle strutture, degli edifici e degli impianti relativamente a quanto previsto in materia igienico - sanitaria, sismica, di sicurezza ed igiene sul lavoro, di superamento delle barriere architettoniche nonché gli interventi di riparazione di edifici danneggiati da eventi bellici e sismici;

h) ampliamenti volumetrici degli edifici esistenti esclusivamente finalizzati alla realizzazione di servizi igienici o ad adeguamenti igienico-sanitari, volumi tecnici, autorimesse pertinenziali, rialzamento del sottotetto al fine di renderlo abitabile o funzionale per gli edifici produttivi senza che si costituiscano nuove unità immobiliari, nonché manufatti che non siano qualificabili quali volumi edilizi, a condizione che non aumentino il livello di pericolosità nelle aree adiacenti;

i) realizzazione, a condizione che non aumentino il livello di pericolosità, di recinzioni, pertinenze, manufatti precari, interventi di sistemazione ambientale senza la creazione di volumetrie e/o superfici impermeabili, annessi agricoli purché indispensabili alla conduzione del fondo e con destinazione agricola vincolata;

2. Per tutti gli interventi di cui al comma 1 l'AdB richiede, in funzione della valutazione del rischio ad essi associato, la redazione di uno studio di compatibilità idrologica ed idraulica che ne analizzi compiutamente gli effetti sul regime idraulico a monte e a valle dell'area interessata. Detto studio è sempre richiesto per gli interventi di cui ai punti a), b), d), e), h) e i).

Art. 8 Interventi consentiti nelle aree a media pericolosità idraulica

1. Nelle aree a media probabilità di inondazione oltre agli interventi di cui ai precedenti artt. 5 e 6 e con le modalità ivi previste, sono esclusivamente consentiti:

a) interventi di sistemazione idraulica approvati dall'autorità idraulica competente, previo parere favorevole dell'Autorità di Bacino sulla compatibilità degli interventi stessi con il PAI;

b) interventi di adeguamento e ristrutturazione della viabilità e della rete dei servizi pubblici e privati esistenti, purché siano realizzati in condizioni di sicurezza idraulica in relazione alla natura dell'intervento e al contesto territoriale;

c) interventi necessari per la manutenzione di opere pubbliche o di interesse pubblico;

- d) interventi di ampliamento e di ristrutturazione delle infrastrutture a rete pubbliche o di interesse pubblico esistenti, comprensive dei relativi manufatti di servizio, riferite a servizi essenziali e non delocalizzabili, nonché la realizzazione di nuove infrastrutture a rete pubbliche o di interesse pubblico, comprensive dei relativi manufatti di servizio, parimenti essenziali e non diversamente localizzabili, purché risultino coerenti con gli obiettivi del presente Piano e con la pianificazione degli interventi di mitigazione. Il progetto preliminare di nuovi interventi infrastrutturali, che deve contenere tutti gli elementi atti a dimostrare il possesso delle caratteristiche sopra indicate anche nelle diverse soluzioni presentate, è sottoposto al parere vincolante dell'Autorità di Bacino;
- e) interventi sugli edifici esistenti, finalizzati a ridurre la vulnerabilità e a migliorare la tutela della pubblica incolumità;
- f) interventi di demolizione senza ricostruzione, interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria, di restauro e di risanamento conservativo, così come definiti alle lettere a), b) e c) dell'art. 3 del D.P.R. n.380/2001 e s.m.i.;
- g) adeguamenti necessari alla messa a norma delle strutture, degli edifici e degli impianti relativamente a quanto previsto in materia igienico - sanitaria, sismica, di sicurezza ed igiene sul lavoro, di superamento delle barriere architettoniche nonché gli interventi di riparazione di edifici danneggiati da eventi bellici e sismici;
- h) ampliamenti volumetrici degli edifici esistenti esclusivamente finalizzati alla realizzazione di servizi igienici o ad adeguamenti igienico-sanitari, volumi tecnici, autorimesse pertinenziali, rialzamento del sottotetto al fine di renderlo abitabile o funzionale per gli edifici produttivi senza che si costituiscano nuove unità immobiliari, nonché manufatti che non siano qualificabili quali volumi edilizi, a condizione che non aumentino il livello di pericolosità nelle aree adiacenti;
- i) realizzazione, a condizione che non aumentino il livello di pericolosità, di recinzioni, pertinenze, manufatti precari, interventi di sistemazione ambientale senza la creazione di volumetrie e/o superfici impermeabili, annessi agricoli purché indispensabili alla conduzione del fondo e con destinazione agricola vincolata;
- j) interventi di ristrutturazione edilizia, così come definiti alla lett. d) dell'art. 3 del D.P.R. n.380/2001 e s.m.i., a condizione che non aumentino il livello di pericolosità nelle aree adiacenti;
- k) ulteriori tipologie di intervento a condizione che venga garantita la preventiva o contestuale realizzazione delle opere di messa in sicurezza idraulica per eventi con tempo di ritorno di 200 anni, previo parere favorevole dell'autorità idraulica competente e dell'Autorità di Bacino sulla coerenza degli interventi di messa in sicurezza anche per ciò che concerne le aree adiacenti e comunque secondo quanto previsto agli artt. 5, 24, 25 e 26 in materia di aggiornamento dal PAI. In caso di contestualità, nei provvedimenti autorizzativi ovvero in atti unilaterali d'obbligo, ovvero in appositi accordi laddove le Amministrazioni competenti lo ritengano necessario, dovranno essere indicate le prescrizioni necessarie (procedure di adempimento, tempi, modalità, ecc.) nonché le condizioni che

possano pregiudicare l'abitabilità o l'agibilità. Nelle more del completamento delle opere di mitigazione, dovrà essere comunque garantito il non aggravio della pericolosità in altre aree.

2. Per tutti gli interventi di cui al comma 1 l'AdB richiede, in funzione della valutazione del rischio ad essi associato, la redazione di uno studio di compatibilità idrologica ed idraulica che ne analizzi compiutamente gli effetti sul regime idraulico a monte e a valle dell'area interessata. Detto studio è sempre richiesto per gli interventi di cui ai punti a), b), d), e), h), i), j) e k).

Art. 9 Interventi consentiti nelle aree a bassa pericolosità idraulica

1. Nelle aree a bassa probabilità di inondazione sono consentiti tutti gli interventi previsti dagli strumenti di governo del territorio, purché siano realizzati in condizioni di sicurezza idraulica in relazione alla natura dell'intervento e al contesto territoriale. 2. Per tutti gli interventi nelle aree di cui al comma 1 l'AdB richiede, in funzione della valutazione del rischio ad essi associato, la redazione di uno studio di compatibilità idrologica ed idraulica che ne analizzi compiutamente gli effetti sul regime idraulico a monte e a valle dell'area interessata. 3. In tali aree, nel rispetto delle condizioni fissate dagli strumenti di governo del territorio, il PAI persegue l'obiettivo di integrare il livello di sicurezza alle popolazioni mediante la predisposizione prioritaria da parte degli enti competenti, ai sensi della legge 225/92, di programmi di previsione e prevenzione.

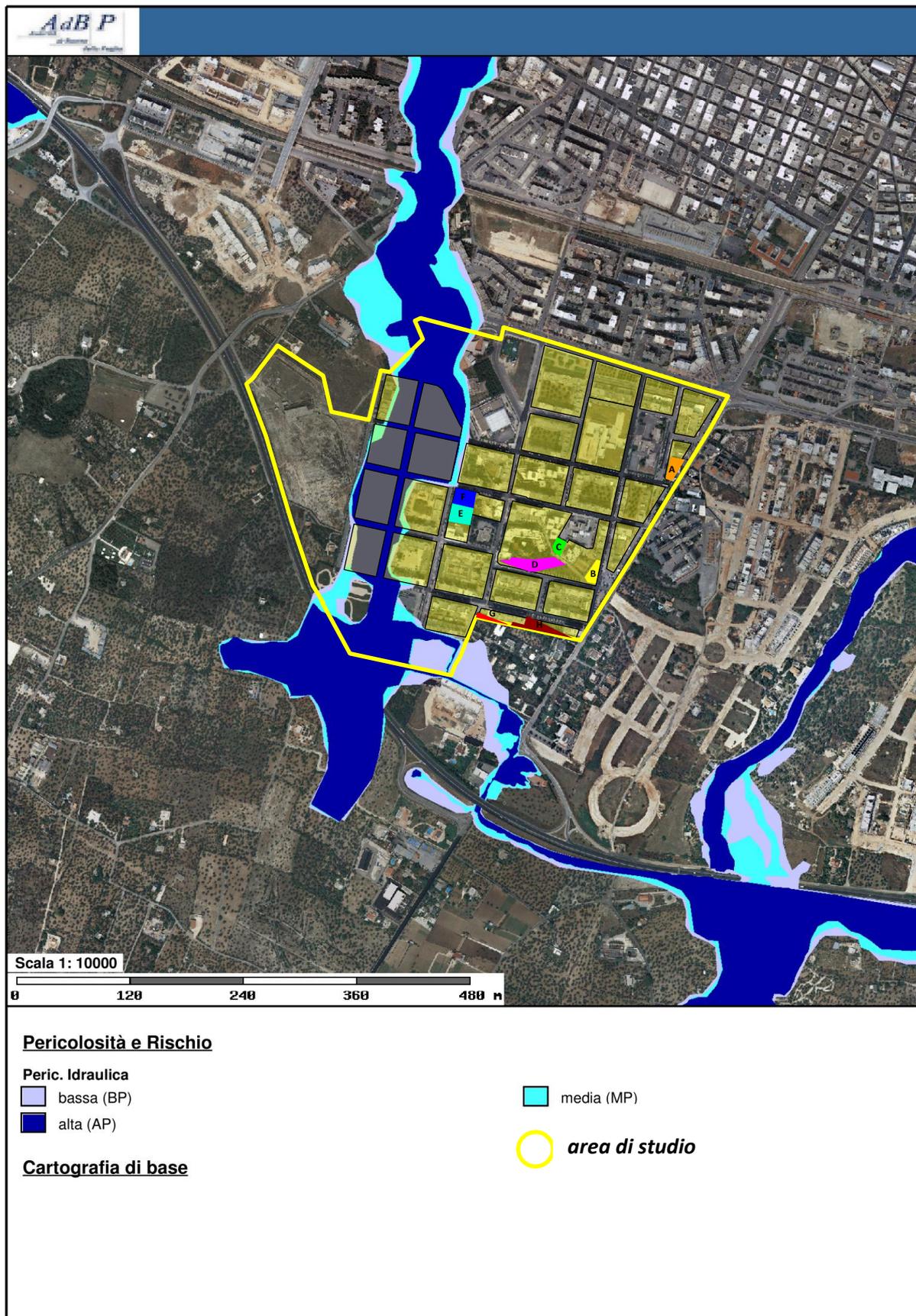


Fig.46 –Pericolosità idraulica (©AdB della Regione Puglia)

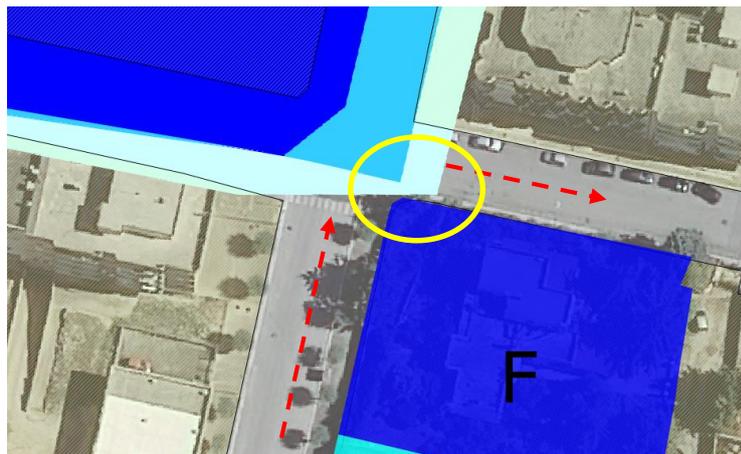


Fig.47 - Area di passaggio della Pericolosità Idraulica tra Via Freemantle e Via Molfettesi d'America

8.2 Pericolosità Geomorfologica

Con Delibera n° 035 del 05/07/2013 e n°054 del 04/10/2013 l'AdB Puglia ha approvato la modifica ed integrazione al PAI Assetto Geomorfologico con l'inserimento di aree interessate da morfologie carsiche del tipo grotte e vore con classificazioni PG2 (pericolosità geomorfologica elevata) e PG3 (pericolosità geomorfologica molto elevata). Per un'analisi di dettaglio si rimanda alla Tav. PS 1.1°

Gli interventi consentiti nelle aree perimetrate a pericolosità geomorfologica sono disciplinati dagli articoli 12, 13 e 14 delle NTA del PAI.

L'analisi della "Carta della Pericolosità Geomorfologica" (fig. 48), ha permesso di escludere situazioni di pericolosità geomorfologica nell'area oggetto di studio.

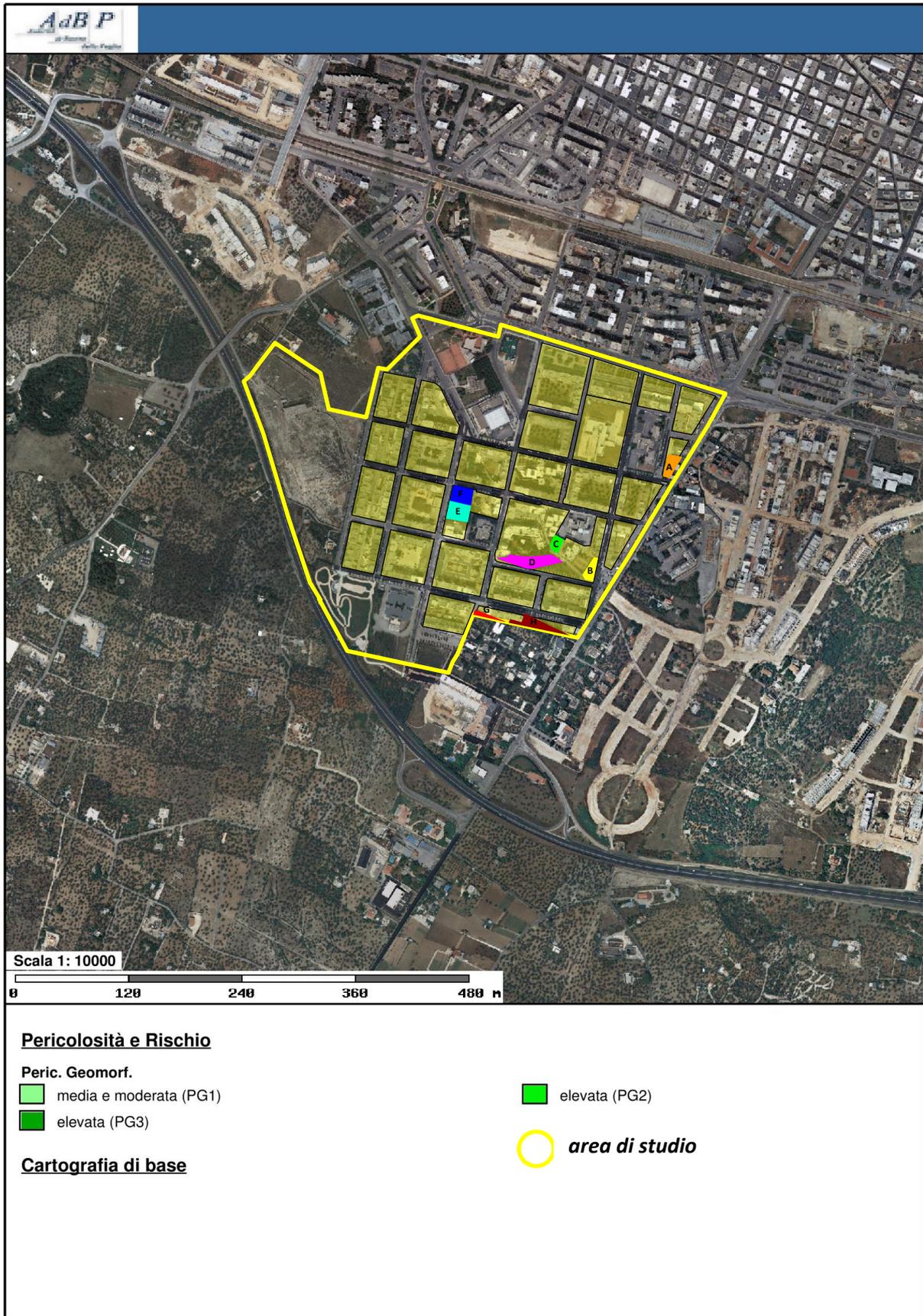


Fig.48 – Pericolosità geomorfologica (©AdB della Regione Puglia)

8.3 PPTR

L'area oggetto d'intervento rientra nell'ambito UCP – *paesaggi rurali*, perimetrato dal piano paesaggistico PPTR approvato con D.G.R. n°176 del 16/02/2015 (aggiornato al D.G.R n°496 del 07/04/2017), così come si evince dallo stralcio riportato di seguito.

La vincolistica riguardante i “Paesaggi Rurali” (art. 143, comma1, lett. e, del Codice) viene definita come: **“Consistono in quelle parti di territorio rurale la cui valenza paesaggistica è legata alla singolare integrazione fra identità paesaggistica del territorio e cultura materiale che nei tempi lunghi della storia ne ha permesso la sedimentazione dei caratteri.”**

Questa definizione ricomprende per l'area in oggetto della dicitura **“il parco multifunzionale delle torri e dei casali del Nord barese “area** perimetrata ai sensi dell'art.78, co. 3 lettera a) che contengono al loro interno beni diffusi nel paesaggio rurale quali muretti a secco, siepi, terrazzamenti; architetture minori in pietra a secco quali specchie, trulli, lamie, cisterne, pozzi, canalizzazioni delle acque piovane; piante, isolate o a gruppi, di rilevante importanza per età, dimensione, significato scientifico, testimonianza storica; ulivi monumentali come individuati ai sensi della LR 14/2007; alberature stradali e poderali.

Di seguito vengono riportati integralmente gli Art. 77-78-83 che riportano rispettivamente gli indirizzi e le direttive per le componenti culturali ed insediative e le Misure di salvaguardia ed utilizzazione per i paesaggi rurali.

Art. 77 Indirizzi per le componenti culturali e insediative

1. Gli interventi che interessano le componenti culturali e insediative devono tendere a:
 - a) assicurarne la conservazione e valorizzazione in quanto sistemi territoriali integrati, relazionati al territorio nella sua struttura storica definita dai processi di territorializzazione di lunga durata e ai caratteri identitari delle figure territoriali che lo compongono;
 - b) mantenerne leggibile nelle sue fasi eventualmente diversificate la stratificazione storica, anche attraverso la conservazione e valorizzazione delle tracce che testimoniano l'origine storica e della trama in cui quei beni hanno avuto origine e senso giungendo a noi come custodi della memoria identitaria dei luoghi e delle popolazioni che li hanno vissuti;
 - c) salvaguardare le zone di proprietà collettiva di uso civico al fine preminente di rispettarne l'integrità, la destinazione primaria e conservarne le attività silvo-pastorali;
 - d) garantirne una appropriata fruizione/utilizzazione, unitamente alla salvaguardia/ripristino del contesto in cui le componenti culturali e insediative sono inserite;

- e) promuovere la tutela e riqualificazione delle città consolidate con particolare riguardo al recupero della loro percettibilità e accessibilità monumentale e alla salvaguardia e valorizzazione degli spazi pubblici e dei viali di accesso;
- f) evidenziare e valorizzare i caratteri dei paesaggi rurali di interesse paesaggistico;
- g) reinterpretare la complessità e la molteplicità dei paesaggi rurali di grande valore storico e identitario e ridefinirne le potenzialità idrauliche, ecologiche, paesaggistiche e produttive.

Art. 78 Direttive per le componenti culturali e insediative

1. Gli enti e i soggetti pubblici, nei piani urbanistici, territoriali e di settore, anche mediante accordi con la Regione, con gli organi centrali o periferici del Ministero per i beni e le attività culturali in base alle rispettive competenze e gli altri soggetti pubblici e privati interessati:
 - a) tenuto conto del carattere di inquadramento generale della Carta dei Beni Culturali della Regione – CBC (tav. 3.2.5) ne approfondiscono il livello di conoscenze:
 - analizzando nello specifico i valori espressi dalle aree e dagli immobili ivi censiti;
 - ove necessario, con esclusivo riferimento agli ulteriori contesti, verificando e precisando la localizzazione e perimetrazione e arricchendo la descrizione dei beni indicati con delimitazione poligonale di individuazione certa;
 - curando l'esatta localizzazione e perimetrazione dei beni indicati in modo puntiforme di individuazione certa e poligonale di individuazione incerta;
 - b) individuano zone nelle quali la valorizzazione delle componenti antropiche e storico-culturali, in particolare di quelle di interesse o comunque di valore archeologico, richieda la istituzione di Parchi archeologici e culturali da destinare alla fruizione collettiva ed alla promozione della identità delle comunità locali e dei luoghi;
 - c) individuano le componenti antropiche e storico-culturali per le quali possa valutarsi la sussistenza del notevole interesse pubblico ai sensi dell'art. 136 del Codice o dell'interesse culturale ai sensi dell'art. 13 del Codice, proponendo l'avvio dei relativi procedimenti alle Autorità competenti;
 - d) assicurano la salvaguardia delle caratteristiche e dei valori identitari delle componenti antropiche e storicoculturali, in coerenza con il Documento Regionale di Assetto Generale di cui all'art. 4 della L.R.27 luglio 2001, n. 20 e con le linee guida per il restauro e il riuso recupero dei manufatti in pietra a secco (elaborato 4.4.4), per il recupero, la manutenzione e il riuso dell'edilizia e dei beni rurali (elaborato 4.4.6); comprendenti insieme di siti di cui si definiscono le relazioni coevolutive, sia delle aree di grande pregio e densità di beni culturali e ambientali a carattere tematico (sistemi di ville, di masserie, di uliveti monumentali ecc.) di cui al progetto territoriale n. 5 "Sistemi territoriali per la fruizione dei beni patrimoniali";

- f) tutelano e valorizzano gli alberi di ulivo monumentali, anche isolati, in virtù della loro rilevanza per l'identità del paesaggio, della storia e della cultura regionali, nonché della funzione produttiva, di difesa ecologica e idrogeologica, come individuati a norma degli artt. 4 e 5 della L.R.14/2007;
- g) tutelano e valorizzano i beni diffusi nel paesaggio rurale quali muretti a secco, siepi, terrazzamenti; architetture minori in pietra a secco quali specchie, trulli, lamie, cisterne, pozzi, canalizzazioni delle acque piovane; piante, isolate o a gruppi, di rilevante importanza per età, dimensione, significato scientifico, testimonianza storica; ulivi monumentali come individuati ai sensi della LR 14/2007; alberature stradali e poderali;
- h) ridefiniscono l'ampiezza dell'area di rispetto delle testimonianze della stratificazione insediativa, finalizzata a garantire la tutela e la valorizzazione del contesto paesaggistico in cui tali immobili e aree sono inseriti, in funzione della natura e significatività del rapporto esistente tra il bene archeologico e/o architettonico e il suo intorno espresso sia in termini ambientali, sia di contiguità e di integrazione delle forme d'uso e di fruizione visiva;
- i) assicurano che nell'area di rispetto delle componenti culturali e insediative di cui all'art. 76, punto 3) sia evitata ogni alterazione della integrità visuale nonché ogni destinazione d'uso non compatibile con le finalità di salvaguardia e sia perseguita la riqualificazione del contesto, individuando i modi per innescare processi di corretto riutilizzo e valorizzazione o incentivi per il ripristino dei caratteri originari del contesto qualora fossero stati alterati o distrutti;
- l) allo scopo della salvaguardia delle zone di proprietà collettiva di uso civico, ed al fine preminente di rispettarne l'integrità, la destinazione primaria e conservarne le attività silvo-pastorali, approfondiscono il livello di conoscenze curandone altresì l'esatta perimetrazione e incentivano la fruizione collettiva valorizzando le specificità naturalistiche e storico-tradizionali in conformità con le disposizioni di cui alla L.R.28 gennaio 1998, n. 7, coordinandosi con l'ufficio regionale competente.

2. Ai fini della promozione, tutela e riqualificazione delle città consolidate con particolare riguardo al recupero della loro percettibilità e accessibilità monumentale e alla salvaguardia e valorizzazione degli spazi pubblici e dei viali di accesso, i Comuni, nei piani urbanistici, anche in coerenza con il Documento Regionale di Assetto Generale di cui all'art. 4 della L.R.27 luglio 2001, n. 20 "Norme generali di governo e uso del territorio":

- a) approfondiscono le conoscenze del sistema insediativo nella sua evoluzione e stratificazione storica al fine di precisarne il perimetro, individuarne le qualità da conservare e gli specifici problemi da affrontare per la tutela, riqualificazione e valorizzazione della città consolidata;
- b) stabiliscono disposizioni di salvaguardia e riqualificazione, in particolare vietando la modificazione dei caratteri che ne connotano la trama viaria ed edilizia e dei manufatti che

costituiscono testimonianza storica o culturale; garantendo la conservazione e valorizzazione di segni e tracce che testimoniano la stratificazione storica dell'insediamento; valorizzando i caratteri morfologici della città consolidata, della relativa percettibilità e accessibilità monumentale, con particolare riguardo ai margini urbani e ai bersagli visivi (fondali, skylines, belvedere ecc.), anche individuando aree buffer di salvaguardia; evitando cambiamenti delle destinazioni d'uso incoerenti con i caratteri identitari, morfologici e sociali e favorendo in particolare le destinazioni d'uso residenziali, artigianali, di commercio di vicinato e di ricettività turistica diffusa, anche al fine di assicurarne la rivitalizzazione e rifunzionalizzazione; non ammettendo, di norma, l'aumento delle volumetrie preesistenti nelle parti di città caratterizzate da elevata densità insediativa e non consentendo l'edificabilità, oltre che nelle aree di pertinenza dei complessi insediativi antichi, nelle aree e negli spazi rimasti liberi, qualora questi siano ritenuti idonei agli usi urbani o collettivi e concorrenti a migliorare la qualità del paesaggio urbano.; promuovendo l'eliminazione di opere, attività e funzioni in contrasto con i caratteri storici, architettonici e ambientali dei luoghi, o incentivi per il ripristino dei caratteri originari del contesto qualora fossero stati alterati o distrutti, cercando nel contempo di promuovere interventi atti a migliorarne la qualità insediativa e la sicurezza di chi vi abita e lavora.

3. Al fine di evidenziare e valorizzare i caratteri dei paesaggi rurali nonché di reinterpretare la complessità e la molteplicità dei paesaggi rurali di grande valore storico e identitario e ridefinirne le potenzialità idrauliche, ecologiche, paesaggistiche e produttive, gli Enti locali, nei piani urbanistici, anche in coerenza con il Documento Regionale di Assetto Generale di cui all'art. 4 della L.R.27 luglio 2001, n. 20 "Norme generali di governo e uso del territorio":

- a) riconoscono e perimetrano i paesaggi rurali di cui all'art. 76, co.4 lett. b) meritevoli di tutela e valorizzazione, con particolare riguardo ai paesaggi rurali tradizionali che presentano ancora la persistenza dei caratteri originari;
- b) sottopongono i paesaggi rurali a specifiche discipline finalizzate alla salvaguardia e alla riproduzione dei caratteri identitari, alla conservazione dei manufatti e delle sistemazioni agrarie tradizionali, alla indicazione delle opere non ammesse perché contrastanti con i caratteri originari e le qualità paesaggistiche e produttive dell'ambiente rurale, ponendo particolare attenzione al recupero delle masserie, dell'edilizia rurale e dei manufatti in pietra a secco, della rete scolante, della tessitura agraria e degli elementi divisorii, nonché ai caratteri dei nuovi edifici, delle loro pertinenze e degli annessi rurali (dimensioni, materiali, elementi tipologici);
- c) favoriscono l'uso di tecniche e metodi della bioarchitettura (uso di materiali e tecniche locali, potenziamento dell'efficienza energetica, recupero delle tecniche tradizionali di raccolta dell'acqua piovana) in coerenza soprattutto con le Linee guida per il restauro e il recupero dei

manufatti in pietra a secco (elaborato 4.4.4), e per recupero, manutenzione e riuso dell'edilizia e dei beni rurali (elaborato 4.4.6).

4. Al fine del perseguimento della tutela e della valorizzazione dei paesaggi rurali di cui all'art. 76, nonché dei territori rurali ricompresi in aree dichiarate di notevole interesse pubblico di cui all'art. 74, comma 2, punto 1), gli Enti locali disciplinano gli interventi edilizi ed il consumo di suolo anche attraverso l'individuazione di lotti minimi di intervento e limiti volumetrici differenziati a seconda delle tessiture e delle morfotipologie agrarie storiche prevalenti, in conformità con gli obiettivi di qualità e le normative d'uso di cui all'art. 37.

5. Al fine del perseguimento della tutela e della valorizzazione delle aree appartenenti alla rete dei tratturi di cui all'art. 76, punto 2 lettera b), gli Enti locali, anche attraverso la redazione di appositi piani dei Tratturi, previsti dalla legislazione vigente curano che in questa area sia evitata ogni alterazione della integrità visuale e ogni destinazione d'uso non compatibile con le finalità di salvaguardia e sia perseguita la riqualificazione del contesto assicurando le migliori condizioni di conservazione e fruizione pubblica del demanio armentizio.

6. Gli Enti locali, nei piani dei Tratturi di cui innanzi possono ridefinire l'area di rispetto di cui all'art. 76, punto 3 sulla base di specifici e documentati approfondimenti.

7. Le cavità individuate nel' "elenco delle cavità artificiali" del "Catasto delle grotte e delle cavità artificiali", di cui all'art. 4 della L.R.4 dicembre 2009, n. 33 "Tutela e valorizzazione del patrimonio geologico e speleologico", nella fase di adeguamento dei piani locali territoriali, urbanistici e di settore, sono sottoposte, oltre che alle norme di tutela di cui all'art. 6 della stessa legge e alle eventuali norme dei Piani di Assetto Idrogeologico, anche alle misure di salvaguardia e utilizzazione previste dalle presenti norme per le "Testimonianze della stratificazione insediativa", e per la relativa "Area di rispetto delle componenti culturali e insediative" se pertinente.

Art. 83 Misure di salvaguardia ed utilizzazione per i paesaggi rurali

1. Nei territori interessati dalla presenza di Paesaggi rurali come definiti all'art. 76, punto 4), si applicano le misure di salvaguardia e di utilizzazione di cui ai successivi commi 2) e 3).

2. In sede di accertamento di compatibilità paesaggistica di cui all'art. 91, ai fini della salvaguardia e della corretta utilizzazione dei siti di cui al presente articolo, si considerano non ammissibili tutti i piani, progetti e interventi in contrasto con gli obiettivi di qualità e le normative d'uso di cui all'art. 37 e in particolare, fatta eccezione per quelli di cui al comma 3, quelli che comportano:

- a1) compromissione degli elementi antropici, seminaturali e naturali caratterizzanti il paesaggio agrario e in particolare: dei muretti a secco e dei terrazzamenti; delle architetture minori in pietra o tufo, a secco e non quali specchie, trulli, lamie, cisterne, fontanili, neviere, pozzi, piscine e sistemi storici di raccolta delle acque piovane; della vegetazione arborea e arbustiva naturale, degli ulivi secolari, delle siepi, dei filari alberati, dei pascoli e delle risorgive; dei caratteri geomorfologici come le lame, le serre, i valloni e le gravine. Sono fatti salvi gli interventi finalizzati alle normali pratiche colturali, alla gestione agricola e quelli volti al ripristino/recupero di situazioni degradate;
- a2) ristrutturazione edilizia e nuova edificazione che non garantiscano il corretto inserimento paesaggistico, il rispetto delle tipologie edilizie e dei paesaggi agrari tradizionali, nonché gli equilibri ecosistemico-ambientali;
- a3) trasformazioni urbanistiche, ove consentite dagli atti di governo del territorio, che alterino i caratteri della trama insediativa di lunga durata;
- a4) realizzazione e ampliamento di impianti per la produzione di energia, fatta eccezione per gli interventi indicati nella parte seconda dell'elaborato del PPTR 4.4.1 - Linee guida sulla progettazione e localizzazione di impianti di energia rinnovabile;
- a5) nuove attività estrattive e ampliamenti.

3. Fatta salva la procedura di accertamento di compatibilità paesaggistica, nel rispetto degli obiettivi di qualità e delle normative d'uso di cui all'art. 37, nonché degli atti di governo del territorio vigenti ove più restrittivi, sono ammissibili, piani, progetti e interventi diversi da quelli di cui al comma 2, nonché i seguenti:

- b1) realizzazione di sistemi per la raccolta delle acque piovane, di reti idrico/fognarie duali, di sistemi di affinamento delle acque reflue attraverso tecniche di lagunaggio e fitodepurazione anche ai fini del loro riciclo. L'installazione di tali sistemi tecnologici deve essere realizzata in modo da mitigare l'impatto visivo, non alterando la struttura edilizia originaria, senza comportare aumenti di superficie coperta o di volumi, non incidendo in modo significativo nella lettura dei valori paesaggistici;

b2) l'ampliamento delle attività estrattive autorizzate ai sensi della L.R.37/1985 e s.m.i. in esercizio alla data di adozione del presente Piano può essere autorizzato solo a seguito dell'accertamento dell'avvenuto recupero di una superficie equivalente a quella di cui si chiede l'ampliamento stesso avendo cura di preservare, nell'individuazione dell'area di ampliamento, i manufatti di maggiore pregio ivi presenti. In ogni caso la superficie richiesta di ampliamento non deve eccedere il 50% della superficie già autorizzata. Tutta la documentazione relativa all'accertamento dell'avvenuto recupero delle aree già oggetto di coltivazione deve essere trasmessa all'Amministrazione competente al rilascio dell'accertamento di compatibilità paesaggistica unitamente all'aggiornamento del Piano di Recupero, esteso all'intera area di cava e comprensivo di azioni ed interventi riguardanti l'area già coltivata e recuperata. Il Piano di Recupero dovrà mirare all'inserimento delle aree oggetto di attività estrattiva nel contesto paesaggistico in coerenza con le componenti antropiche, agricole, insediative e con la struttura geomorfologica e naturalistica dei luoghi.

4. Nel rispetto delle norme per l'accertamento di compatibilità paesaggistica, si auspicano piani, progetti e interventi:

- c1) di demolizione senza ricostruzione di edifici esistenti e/o parti di essi dissonanti e in contrasto con le peculiarità paesaggistiche dei luoghi;
- c2) manutenzione e ripristino dei muretti a secco esistenti limitati alle parti in cattivo stato di conservazione, senza smantellamento totale del manufatto;
- c3) realizzazione di percorsi per la "mobilità dolce" su viabilità esistente, senza opere di impermeabilizzazione dei suoli e correttamente inserite nel paesaggio;
- c4) rinaturalizzazione, manutenzione, restauro, conservazione e valorizzazione delle emergenze naturalistiche e geomorfologiche, dei manufatti e delle architetture minori.

5. Per tutti gli interventi di trasformazione ricadenti nelle aree identificate come paesaggi rurali dal PPTR, ai fini della salvaguardia ed utilizzazione dell'ulteriore contesto, è obbligatorio osservare le raccomandazioni contenute nei seguenti elaborati:

d1) per i manufatti rurali

- Elaborato del PPTR 4.4.4 – Linee guida per il restauro e il riuso dei manufatti in pietra a secco;
- Elaborato del PPTR 4.4.6 – Linee guida per il recupero, la manutenzione e il riuso dell'edilizia e dei beni rurali;
- Elaborato del PPTR 4.4.7 - Linee guida per il recupero dei manufatti edilizi pubblici nelle aree naturali protette;

d2) per la progettazione e localizzazione di impianti di energia rinnovabile

- Elaborato del PPTR 4.4.1: Linee guida sulla progettazione e localizzazione di impianti di energia rinnovabile; d3) trasformazioni urbane
- Documento regionale di assetto generale (DRAG) - criteri per la formazione e la localizzazione dei piani urbanistici esecutivi (PUE) – parte II - criteri per perseguire la qualità dell'assetto urbano (DGR 2753/2010);
- Elaborato del PPTR 4.4.3: linee guida per il patto città-campagna: riqualificazione delle periferie e delle aree agricole periurbane;
d4) per la progettazione e localizzazione delle infrastrutture
- Elaborato del PPTR 4.4.5: Linee guida per la qualificazione paesaggistica e ambientale delle infrastrutture; d5) per la progettazione e localizzazione di aree produttive
- Elaborato del PPTR 4.4.2: Linee guida sulla progettazione di aree produttive paesaggisticamente ed ecologicamente attrezzate.

6. Le misure di salvaguardia e utilizzazione di cui ai commi precedenti si applicano in tutte le zone territoriali omogenee a destinazione rurale nonché ai piani urbanistici esecutivi adottati dopo l'approvazione definitiva del PPTR.

Comune di Molfetta - Relazione Geologica ed Indagini Geognostiche per il : "Nuovo piano particolareggiato zona b sottozona b/4 del PRGC" - Estratto PPTR Puglia (6.3.1. Componenti Culturali ed insediativi)

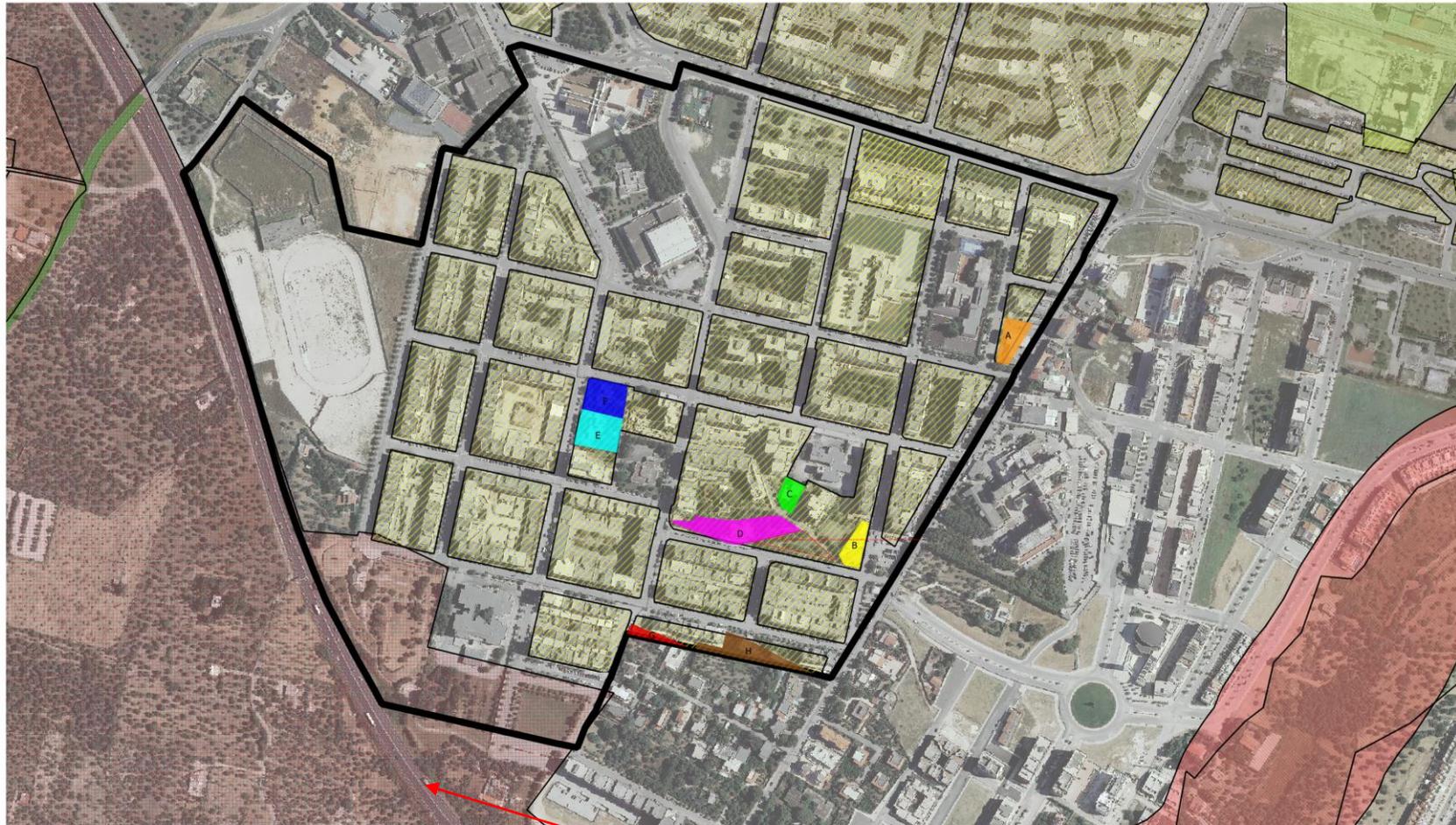




Fig.49 – Stralcio PPTR (Fonte: webgis SIT - Regione Puglia)

9.0 Conclusioni

Il presente studio riveste un carattere generale per cui non esaurisce l'obbligo di approfondire i problemi specifici dei singoli corpi di fabbrica, sia pubblici che privati, pertanto, in tali casi è prescrittivo eseguire indagini preventive di tipo diretto o indiretto.

L'area in esame presenta un andamento morfologico subpianeggiante ad eccezione del settore Sud Ovest, in prossimità della lama, in cui sussistono pendenze piuttosto elevate. Il sito non risulta interessato da fronti di instabilità, forme tettoniche di notevoli dimensioni.

La natura e la struttura del basamento calcareo prevedono cedimenti spesso molto contenuti; le zone di possibile schiacciamento sono rappresentate da zone caratterizzate da un elevato grado di alterazione/fratturazione dell'ammasso. È pertanto indispensabile un'attenta analisi del piano di fondazione con eliminazione delle eventuali parti cadenti presenti. I vuoti creati potranno essere colmati con cls *Rbk 250* opportunamente armati con una maglia di ferri disposti a croce.

In caso di anomalie strutturali sono opportune fiorettature di controllo, per una profondità non inferiore ai 2 metri e/o l'esecuzione di indagini geofisiche (geoelettrica o georadar).

Eventuali falde idriche risultano confinate a profondità tali da non interferire con le strutture in progetto, infatti nella zona la profondità minimo di rinvenimento dell'acquifero varia tra 23÷39 m da p.c. in base alla quota superficiale. Poiché la permeabilità per fratturazione presentata dai calcari cretacei e per la mancanza di strati francamente impermeabili, non esistono i presupposti per l'esistenza di falde superficiali sospese che possano interferire con le strutture in progetto.

Dall'analisi della cartografia PAI, si evince l'insussistenza di vincoli geomorfologici e/o di alluvionamento nelle aree in cui saranno effettuate le sistemazioni urbanistiche.

Relativamente al vincolo delle *Componenti Culturali ed Insediative* nell'ambito Upc dei "Paesaggi Rurali" per l'area oggetto d'intervento nessun intervento urbanistico sarà improntato nelle aree perimetrate dal piano paesaggistico PPTR.

=====

Molfetta, 12 dicembre 2020

Dott. Geol. Pierpaolo Moretti

Dott. Geol. Davide de Palma



ALLEGATO I
Elaborati Indagini geofisiche



	E (m)	N (m)	E (m)	N (m)	Lunghezza (m)
REF01 (SH01-SH6)	632920.64	4561010.76	632970.01	4560998.25	50.0
REF02 (SH01-SH6)	633275.98	4561366.67	633323.71	4561356.31	50.0
REF05 (SH01-SH9)	633079.96	4561301.99	633042.98	4561335.99	50.0



Relazione Geologica ed indagini relative al "Nuovo piano particolareggiato zona b sottozona b/4 del PRGC affidamento di incarico esterno». Comune di Molfetta (Ba).

Tavola 1:
Ubicazione

Indagine:
REF01
Data esecuzione:
19/10/2020

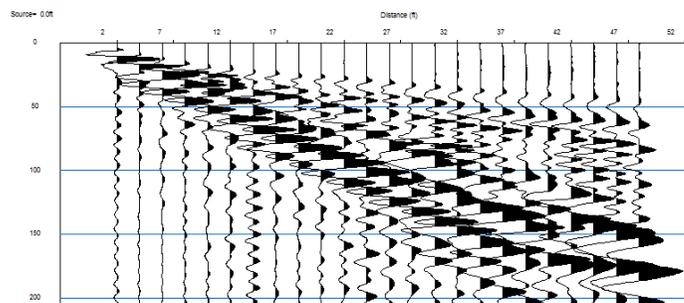
	E (m)	N (m)	E (m)	N (m)	Lunghezza (m)
REF03 (SH01-SH6)	633181.91	4561577.60	633230.82	4561566.45	50.0
REF04 (SH01-SH6)	632881.43	4561611.55	632912.91	4561604.38	32.5



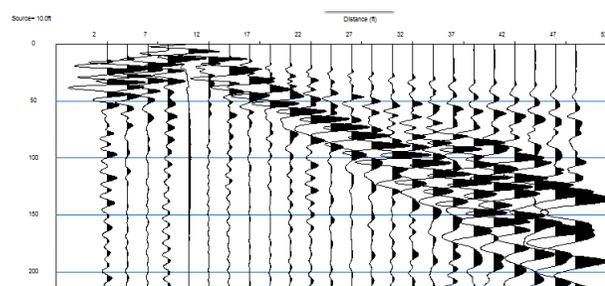
Relazione Geologica ed indagini relative al "Nuovo piano particolareggiato zona b sottozona b/4 del PRGC affidamento di incarico esterno». Comune di Molfetta (Ba).

Tavola 2:
 Ubicazione

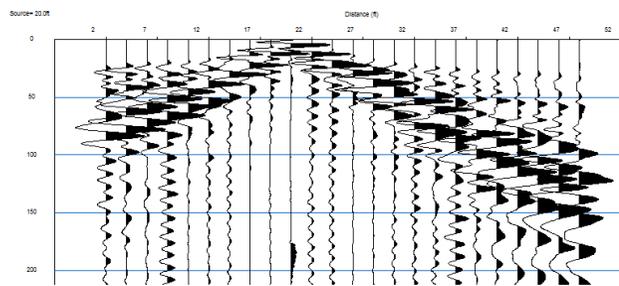
Indagine:
 REF01
Data esecuzione:
 05/11/2020



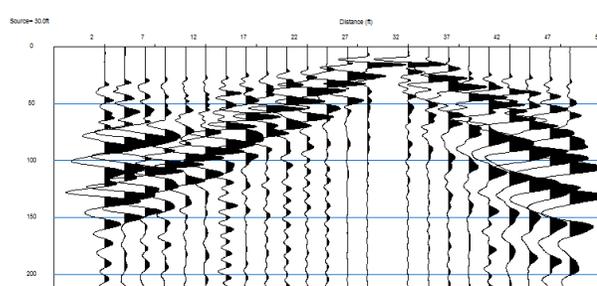
a)



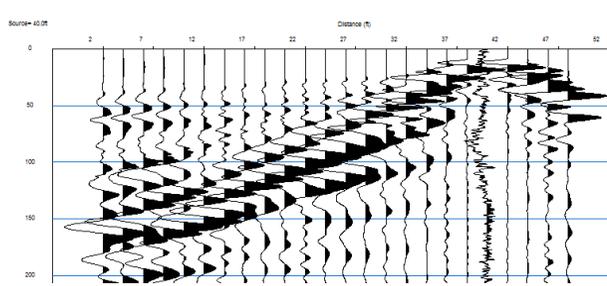
b)



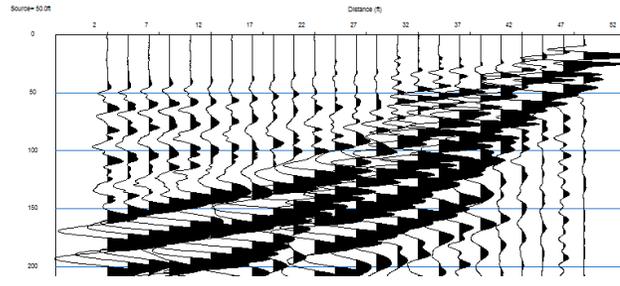
c)



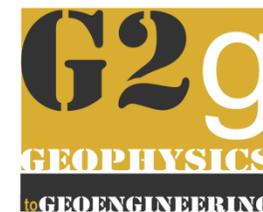
d)



e)



f)



Relazione Geologica ed indagini relativi al "Nuovo piano particolareggiato zona b sottozona b/4 del PRGC affidamento di incarico esterno». Comune di Molfetta (Ba).

Indagine:
REF01
Data esecuzione:
19/10/2020

Tavola 3:
sismogrammi :
a) scoppio n°1 (0,0m)
b) scoppio n°2 (10,0m)
c) scoppio n°3 (20,0m)
d) scoppio n°4 (30,0m)
e) scoppio n°5 (40,0 m)
f) scoppio n°6 (50,0 m)

Indagine:

REF01

Data esecuzione:

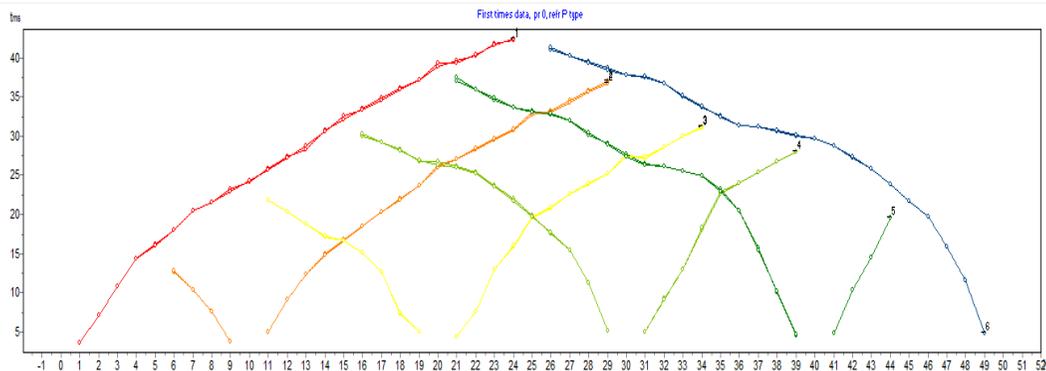
19/10/2020

Tavola 4:

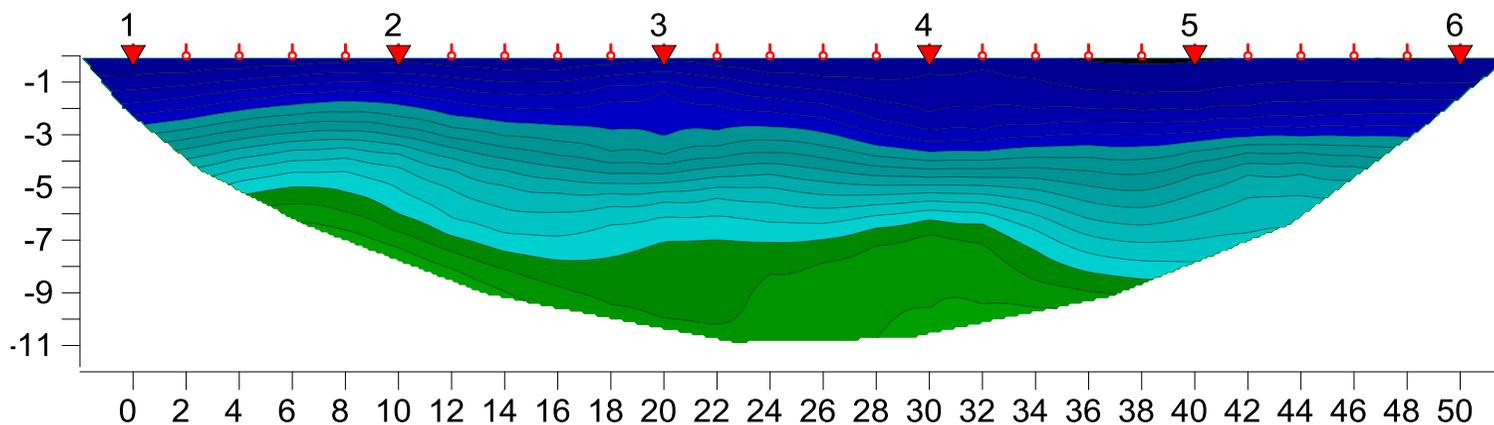
a) Picking [ms]

	[m]	SH01	SH02	SH03	SH04	SH05	SH06
G1	2	3,562654	12,64198	21,85328	30,03993	37,47285	41,00137
G2	4	7,161236	10,26656	20,28498	29,25633	36,00081	40,26063
G3	6	10,75982	7,519364	18,71668	28,47274	34,52876	39,51989
G4	8	14,35304	3,74577	17,14838	27,68915	33,72809	38,77915
G5	10	16,13315	0	16,5528	26,90555	33,21154	37,78638
G6	12	17,97677	4,974852	15,10014	26,12196	32,695	36,90191
G7	14	20,37388	9,141831	12,64198	25,33837	31,9561	36,01745
G8	16	21,54003	12,25111	7,25743	23,73762	30,1423	34,96991
G9	18	23,17695	14,98959	5,004115	21,9557	29,7655	33,72758
G10	20	24,11177	16,74542	0	19,85156	28,33385	32,50371
G11	22	25,75209	18,50125	4,389575	17,60931	27,26903	31,87801
G12	24	27,3924	20,25708	7,514302	15,36707	26,20422	31,25232
G13	26	28,32739	22,01291	12,98557	11,20903	25,52653	30,62662
G14	28	30,78555	23,66674	15,84636	5,160916	24,90275	30,00093
G15	30	31,26532	25,33016	19,55564	0	24,27897	29,68335
G16	32	32,90571	26,99357	20,73611	4,8716	20,512	28,72645
G17	34	34,83208	28,24854	22,60706	9,260039	15,62625	27,2764
G18	36	36,11089	29,50087	23,90146	12,86264	10,08544	25,83177
G19	38	37,9587	30,7532	25,19586	17,98777	4,544634	23,77668
G20	40	38,8015	32,00554	26,34032	22,63557	0	21,73701
G21	42	39,6443	33,25787	27,06054	23,95245	4,799268	19,69735
G22	44	40,2963	34,5102	28,18166	25,42708	10,25795	15,91575
G23	46	41,78313	35,76254	29,30278	26,67876	14,42677	11,47179
G24	48	42,22771	37,01487	31,07819	27,93045	19,5775	4,812886

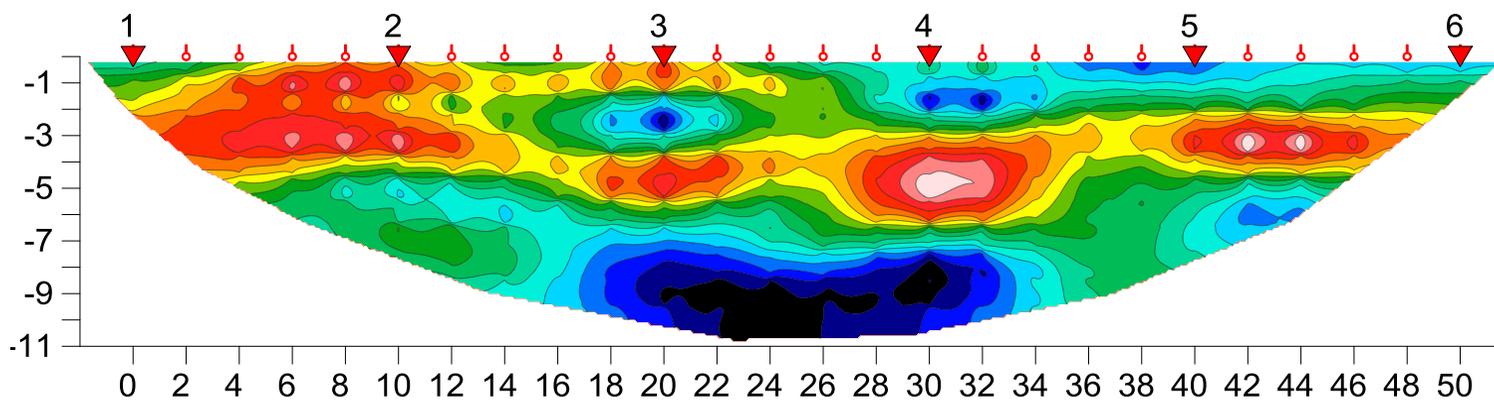
a)



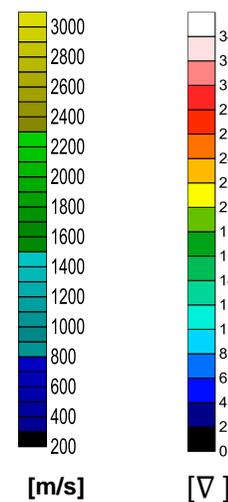
a)

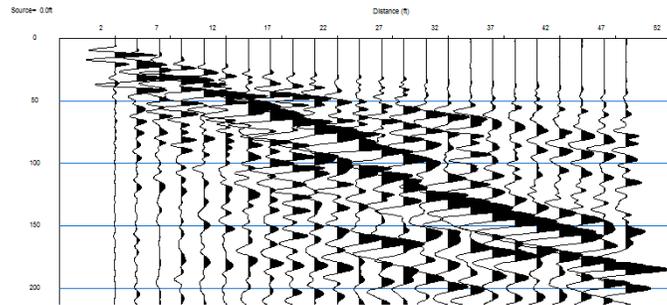


b)

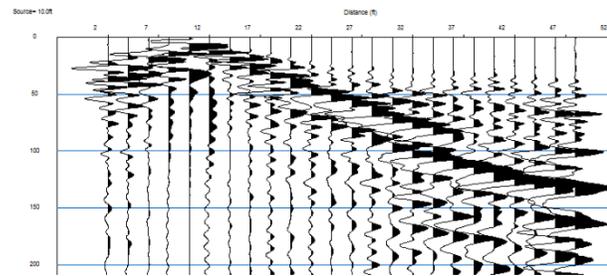


c)

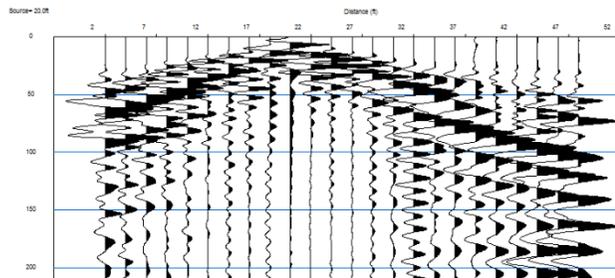




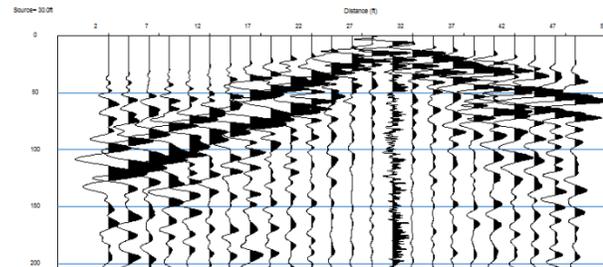
a)



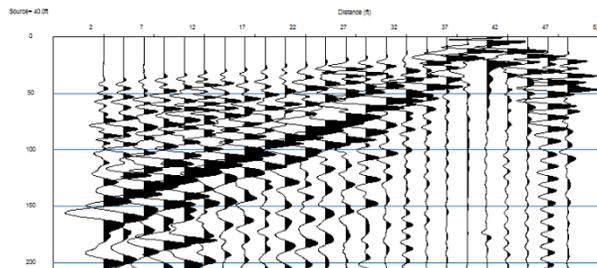
b)



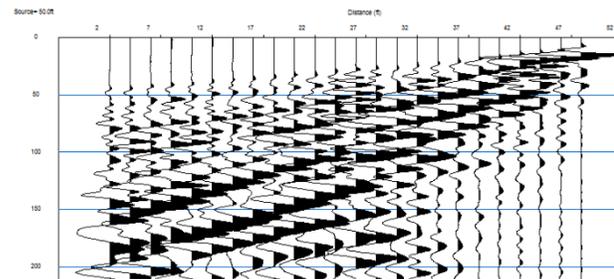
c)



d)



e)



f)



Relazione Geologica ed indagini relativi al "Nuovo piano particolareggiato zona b sottozona b/4 del PRGC affidamento di incarico esterno». Comune di Molfetta (Ba).

Indagine:

REF02

Data esecuzione:

19/10/2020

Tavola 6:

sismogrammi :

a) scoppio n°1 (0,0m)

b) scoppio n°2 (10,0m)

c) scoppio n°3 (20,0m)

d) scoppio n°4 (30,0m)

e) scoppio n°5 (40,0 m)

f) scoppio n°6 (50,0 m)

	[m]	SH01	SH02	SH03	SH04	SH05	SH06
G1	2	4,811305	15,64389	26,42524	31,60015	36,49124	42,16713
G2	4	7,986707	12,97208	25,1272	31,31283	35,65267	40,96891
G3	6	11,16211	9,39369	20,80659	29,29172	33,34694	39,77071
G4	8	15,22744	5,004115	18,34842	28,67244	32,32557	38,5725
G5	10	18,1489	0	15,25333	26,07407	30,82171	38,16073
G6	12	20,30378	6,584362	12,76444	25,16367	29,42668	36,35011
G7	14	23,83539	9,657064	10,27556	23,43947	28,03444	34,71125
G8	16	25,75234	11,06148	8,7176	22,01989	26,64221	33,16804
G9	18	26,6951	13,31024	5,004115	18,6118	23,97862	31,75174
G10	20	27,63786	16,10011	0	16,83868	22,91675	30,46593
G11	22	28,97119	17,70585	5,004115	14,51616	21,85488	29,18011
G12	24	29,06823	20,73244	8,45977	11,21239	19,2855	27,15235
G13	26	30,15984	24,73644	12,08932	8,107104	17,73961	25,43192
G14	28	31,25146	25,56138	14,42083	3,846	16,19371	24,26932
G15	30	32,23366	26,87079	17,79473	0	14,70308	23,87929
G16	32	33,06174	28,1802	18,88995	4,23912	13,08692	21,7952
G17	34	33,88982	29,21462	20,04178	8,25019	11,47076	20,26216
G18	36	35,02881	30,44758	22,03255	10,74886	7,979348	18,96776
G19	38	36,34568	31,06752	22,87339	12,51402	4,993053	15,89026
G20	40	36,96022	31,28675	23,71423	13,08093	0	14,99597
G21	42	37,50826	32,6321	24,81225	15,79248	4,989482	12,034
G22	44	38,65807	34,3898	26,35659	17,86557	8,940099	10,75107
G23	46	39,80787	35,33342	27,23918	20,78952	10,93725	8,599178
G24	48	40,95768	36,27704	28,12177	21,20852	12,82411	5,043619

a)

Relazione Geologica ed indagini relativi al "Nuovo piano particolareggiato zona b sottozona b/4 del PRGC affidamento di incarico esterno». Comune di Molfetta (Ba).

Indagine:

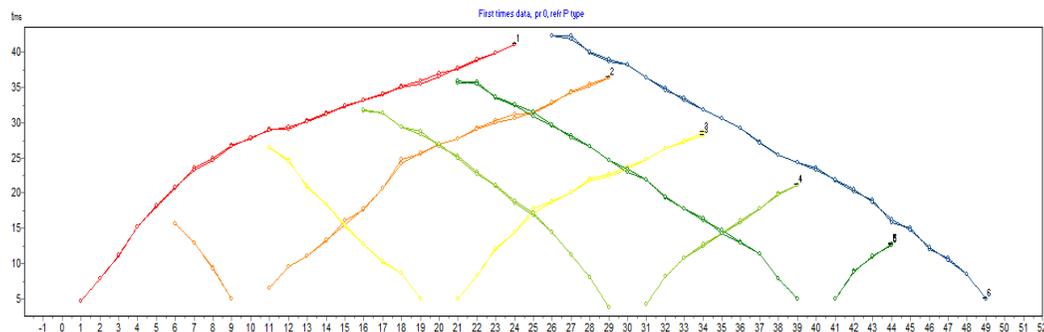
REF02

Data esecuzione:

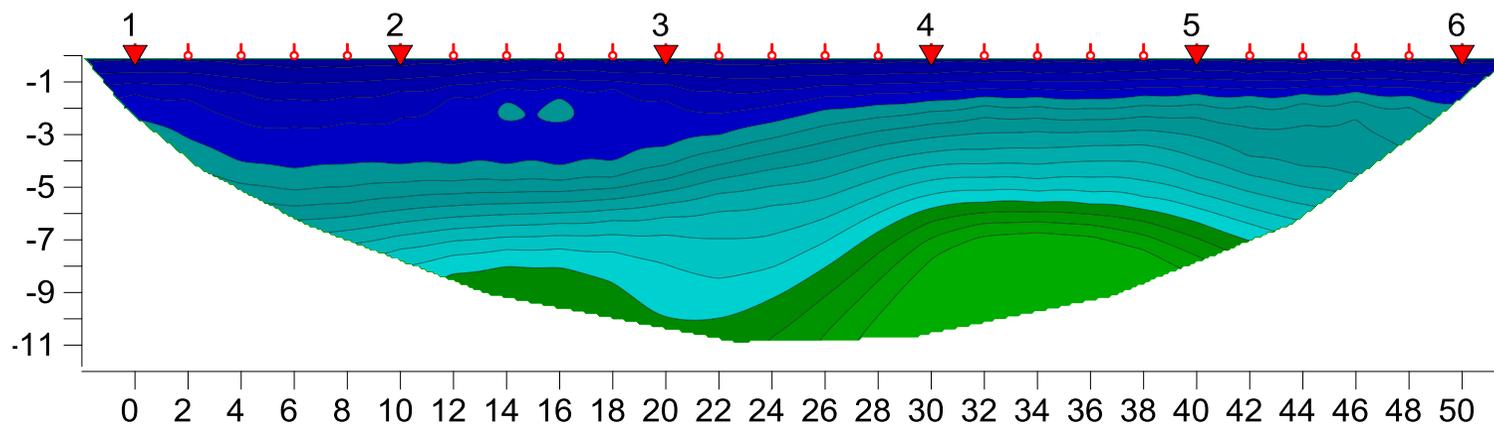
19/10/2020

Tavola 7:

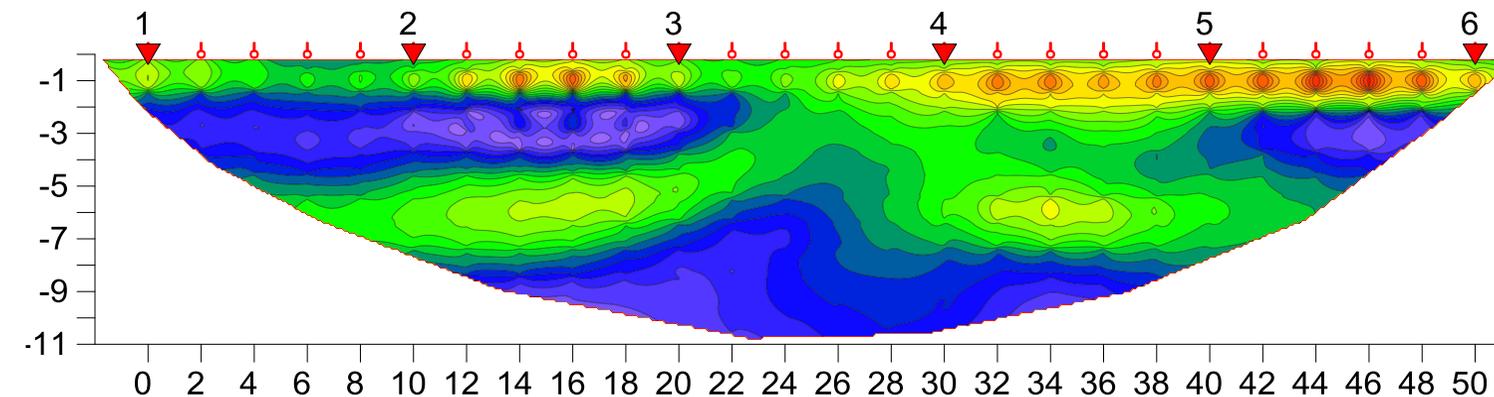
a) Picking [ms]



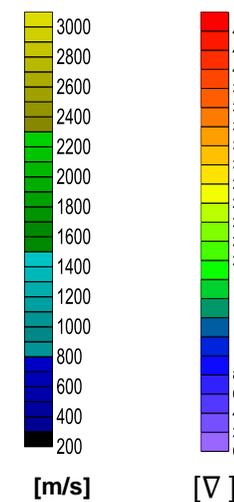
a)

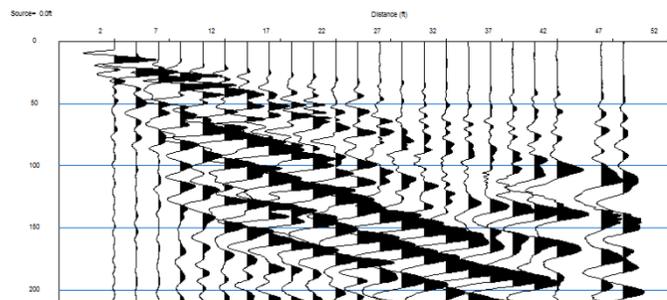


b)

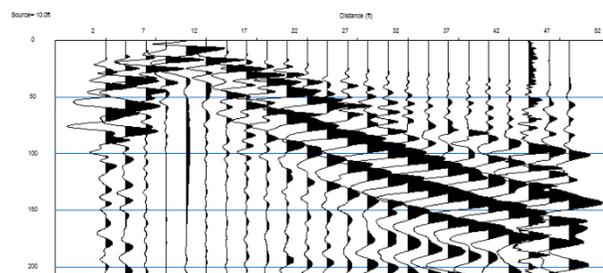


c)

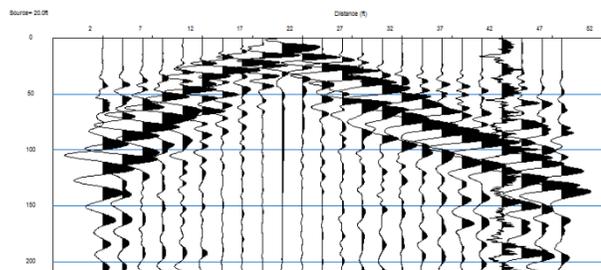




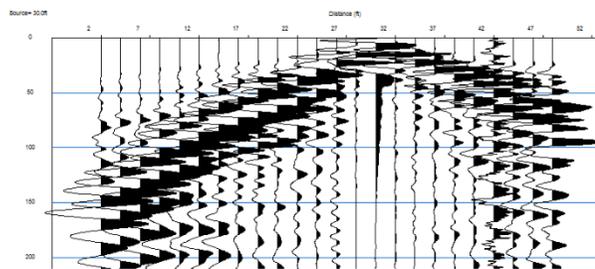
a)



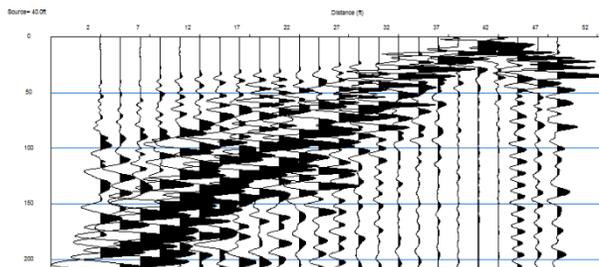
b)



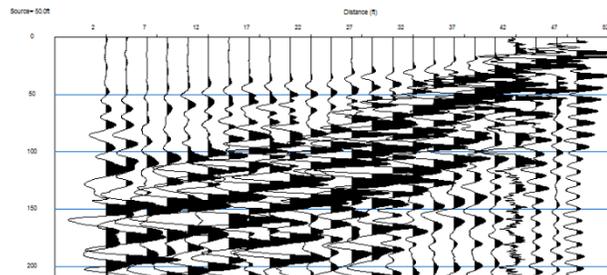
c)



d)



e)



f)

Relazione Geologica ed indagini relativi al "Nuovo piano particolareggiato zona b sottozona b/4 del PRGC affidamento di incarico esterno». Comune di Molfetta (Ba).

Indagine:

REF03

Data esecuzione:

05/11/2020

Tavola 9:

sismogrammi :

- a) scoppio n°1 (0,0m)
- b) scoppio n°2 (10,0m)
- c) scoppio n°3 (20,0m)
- d) scoppio n°4 (30,0m)
- e) scoppio n°5 (40,0 m)
- f) scoppio n°6 (50,0 m)

	[m]	SH01	SH02	SH03	SH04	SH05	SH06
G1	2	3,74577	14,31001	25,45953	32,04635	39,25138	43,32218
G2	4	8,695991	11,45873	23,61591	30,77552	37,62995	42,26868
G3	6	10,91288	8,242301	21,42113	29,5047	35,99451	41,21518
G4	8	13,12978	4,1262	18,79544	27,48418	34,44172	40,16168
G5	10	16,4226	0	15,46097	26,40038	33,53129	39,10819
G6	12	18,71477	4,89533	12,1265	25,31658	32,62086	37,58438
G7	14	21,00694	8,158883	10,19014	24,10755	31,50697	36,49551
G8	16	22,96202	11,38071	6,584362	22,72483	30,28618	35,40665
G9	18	24,05184	14,88964	3,9261	21,34211	29,06539	34,54881
G10	20	25,14167	15,51815	0	18,74704	28,53753	33,70117
G11	22	27,46258	18,93977	4,50165	15,75739	27,34554	32,85353
G12	24	28,54353	21,02689	7,462277	11,78472	26,15354	31,36309
G13	26	29,62448	23,25137	9,39369	8,066488	22,88142	28,66603
G14	28	30,70544	24,45556	12,72977	4,34826	21,60366	26,07407
G15	30	32,49231	25,65976	17,73388	0	20,32591	25,8107
G16	32	33,5393	26,86396	19,5775	3,423863	19,04815	22,36902
G17	34	34,83305	28,36415	21,47599	6,1536	14,70707	19,56351
G18	36	35,98621	29,79338	23,12209	8,779149	10,57688	17,38272
G19	38	37,13936	31,22261	25,19214	12,46639	5,428162	16,63369
G20	40	38,29252	32,65184	27,02441	16,5048	0	14,44824
G21	42	39,53579	34,08108	27,867	19,40517	5,326015	12,26279
G22	44	40,68407	35,51031	28,70959	20,77082	8,164609	10,07734
G23	46	41,83234	37,21366	29,55217	21,16729	11,79409	6,153873
G24	48	42,79836	38,10814	30,39476	21,94024	13,09364	2,624387

a)

Relazione Geologica ed indagini relativi al "Nuovo piano particolareggiato zona b sottozona b/4 del PRGC affidamento di incarico esterno». Comune di Molfetta (Ba).

Indagine:

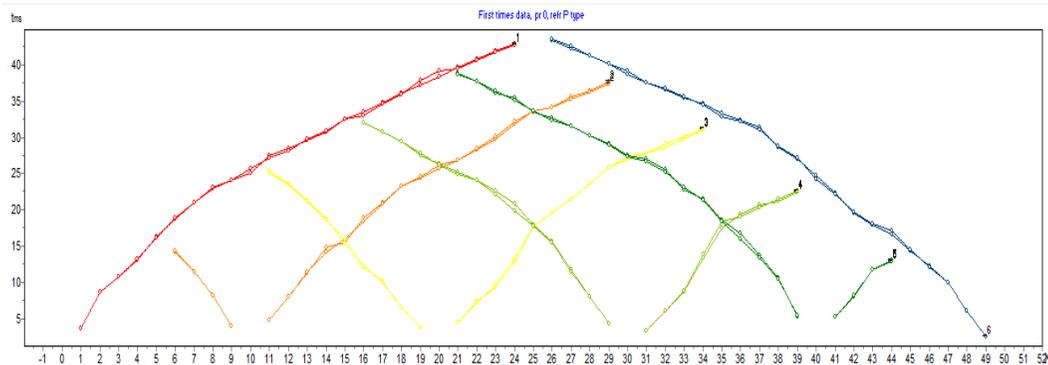
REF03

Data esecuzione:

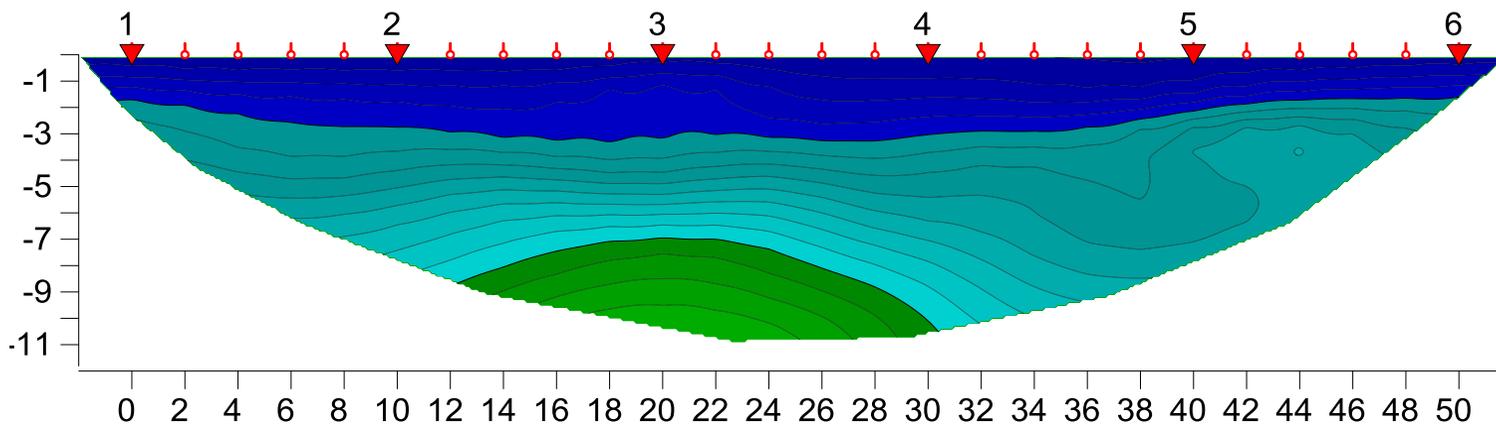
05/11/2020

Tavola 10:

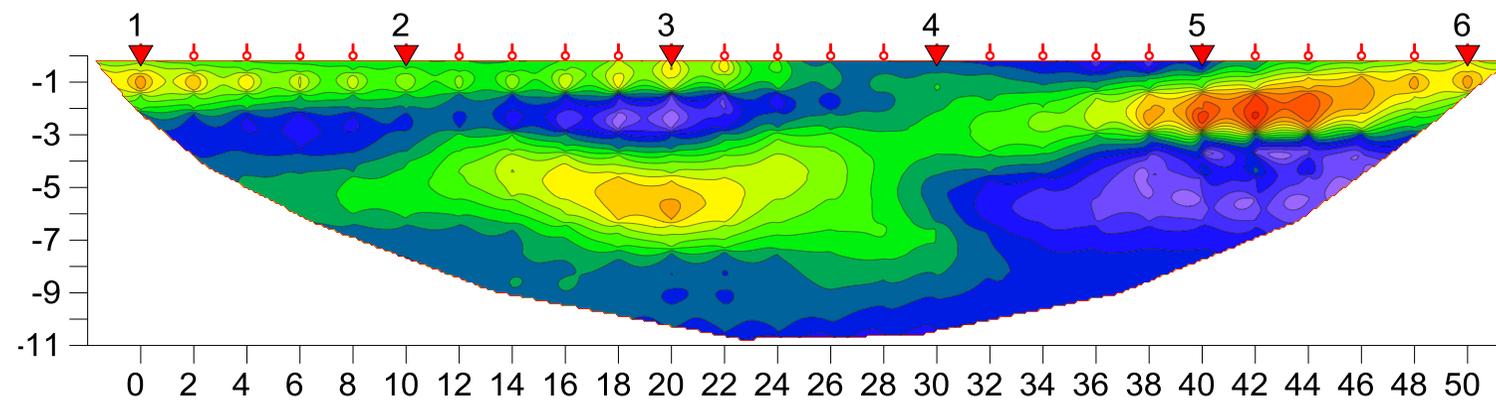
a) Picking [ms]



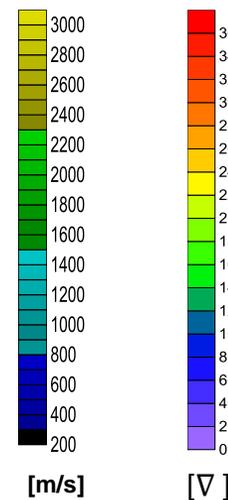
a)



b)



c)



Relazione Geologica ed indagini relativi al "Nuovo piano particolareggiato zona b sottozona b/4 del PRGC affidamento di incarico esterno». Comune di Molfetta (Ba).

Indagine:

REF04

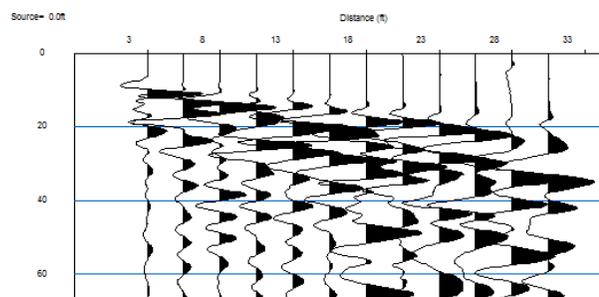
Data esecuzione:

05/11/2020

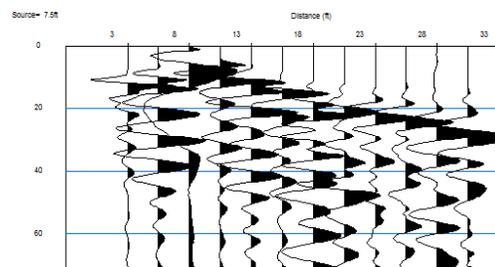
Tavola 12:

sismogrammi :

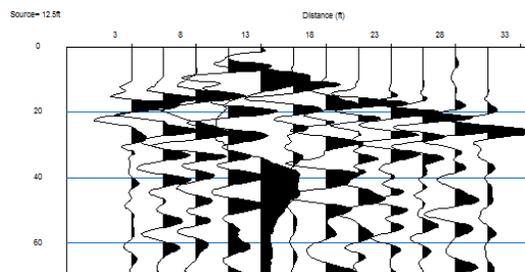
- a) scoppio n°1 (0,0m)
- b) scoppio n°2 (7,5m)
- c) scoppio n°3 (12,5m)
- d) scoppio n°4 (20,0m)
- e) scoppio n°5 (25,0 m)
- f) scoppio n°6 (32,5 m)



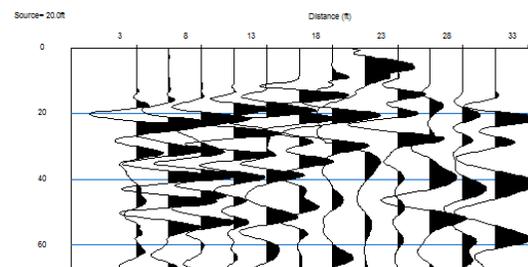
a)



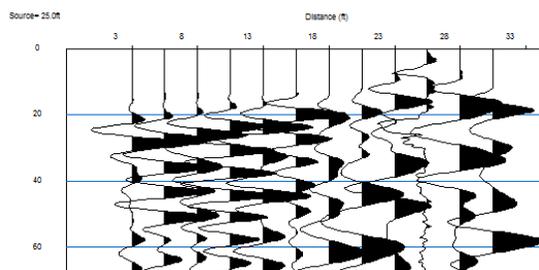
b)



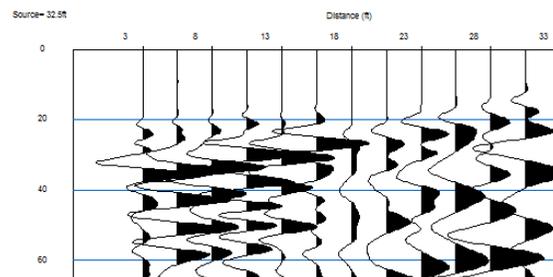
c)



d)



e)



f)

	[m]	SH01	SH02	SH03	SH04	SH05	SH06
G1	2,5	3,846	6,191048	8,154855	12,14613	13,39645	17,33463
G2	5	6,26244	4,552241	7,385742	11,20621	12,68866	17,05955
G3	7,5	7,423601	0,087791	6,43118	10,20018	11,98086	16,78448
G4	10	8,584763	3,74577	4,820838	9,195787	11,27307	15,67731
G5	12,5	9,562305	5,378384	0,238937	8,191393	10,88615	14,95659
G6	15	10,50293	7,179393	4,213336	6,847737	9,793629	13,79988
G7	17,5	12,13474	9,247371	7,574431	4,974852	9,676574	14,47584
G8	20	12,79262	10,06676	8,535333	0,351166	8,857186	14,70449
G9	22,5	13,61029	10,88615	9,496235	5,493583	6,334552	13,1102
G10	25	14,89343	11,4726	10,45714	7,725652	0,087791	12,40787
G11	27,5	15,73832	12,26726	11,47142	9,523821	5,595805	9,604583
G12	30	16,12892	13,06193	11,93659	10,64456	9,654659	6,257986

Indagine:

REF04

Data esecuzione:

05/11/2020

Tavola 13:

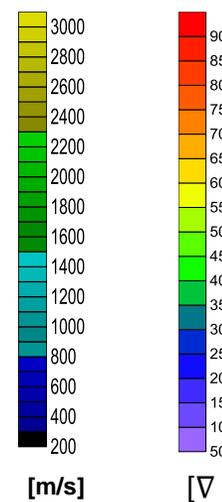
a) Picking [ms]

a)

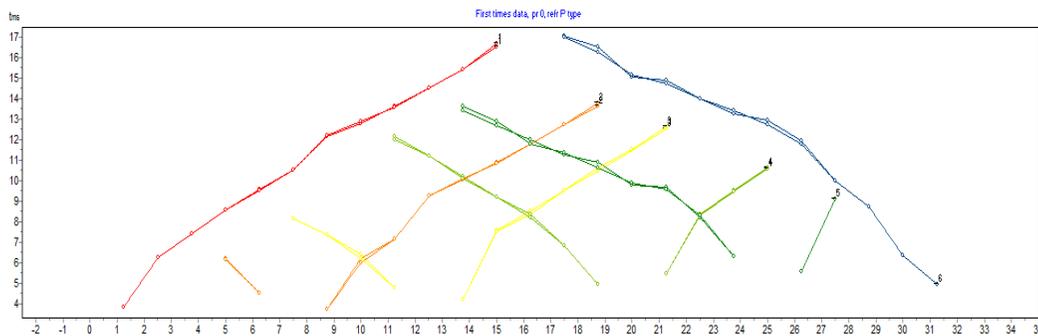
Relazione Geologica ed indagini relativi al "Nuovo piano particolareggiato zona b sottozona b/4 del PRGC affidamento di incarico esterno». Comune di Molfetta (Ba).

Indagine:
 REF04
Data esecuzione:
 05/11/2020

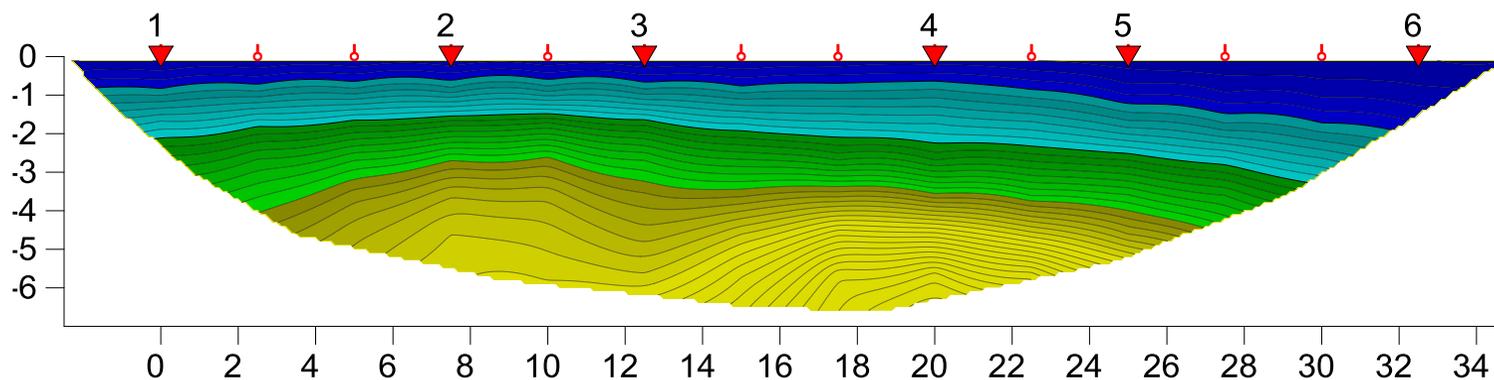
Tavola 14:
 a) Dromocrone
 b) Tomografia Sismica
 c) Gradiente di Velocità



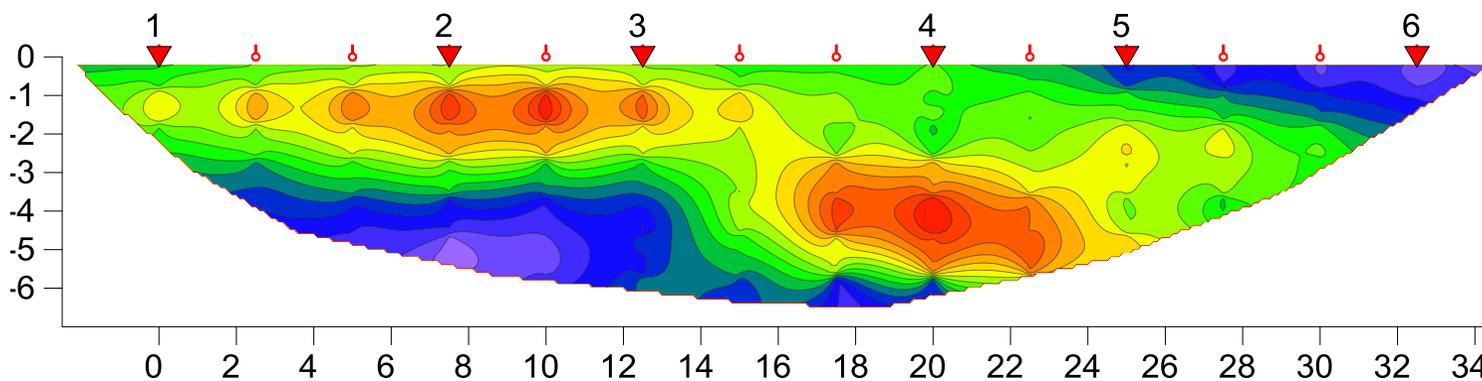
a)



b)



c)



Indagine:

REF05

Data esecuzione:

05/11/2020

Tavola 15:

sismogrammi :

a) scoppio n°1 (0,0m)

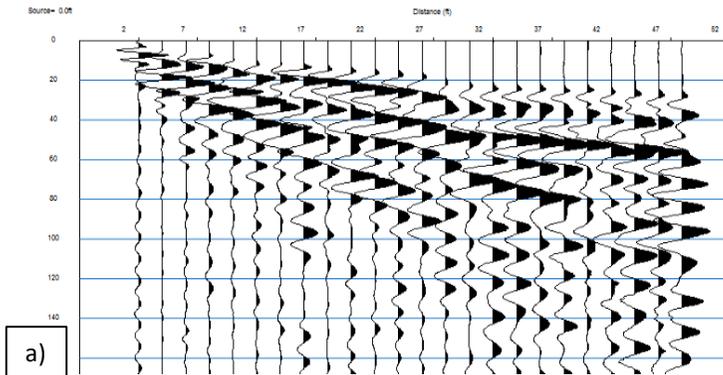
b) scoppio n°2 (8,0m)

c) scoppio n°3 (16,0m)

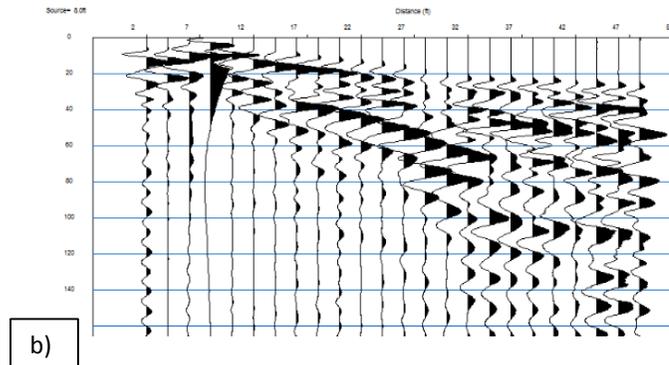
d) scoppio n°4 (22,0m)

e) scoppio n°5 (28,0 m)

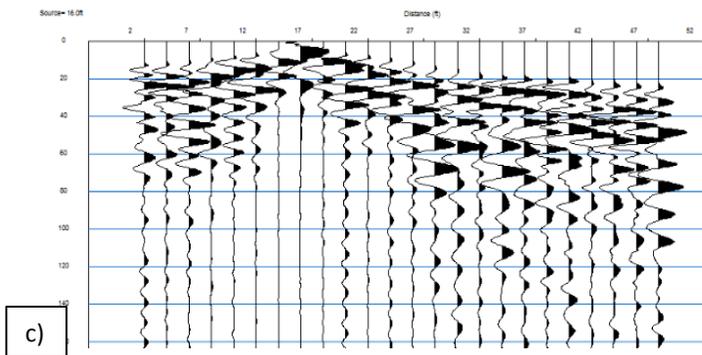
f) scoppio n°6 (34,0 m)



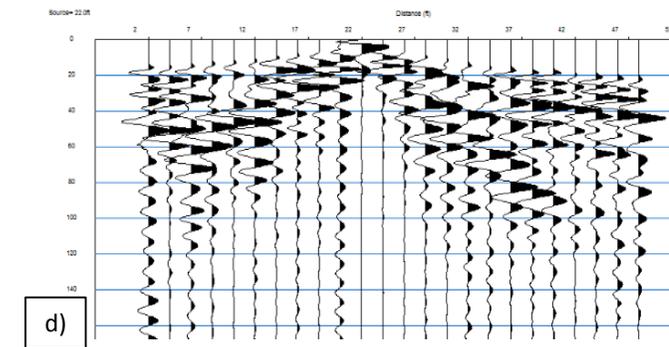
a)



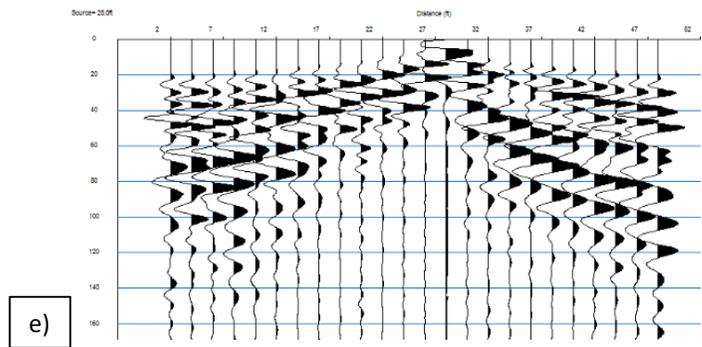
b)



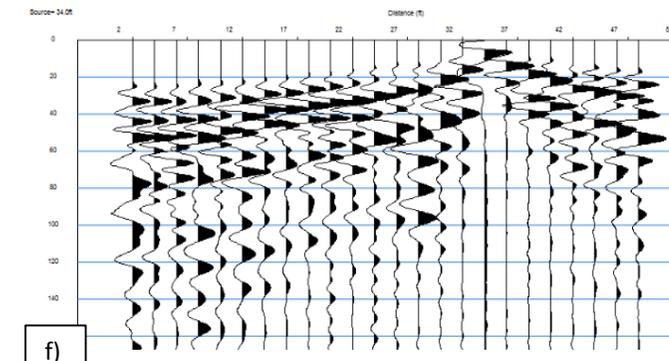
c)



d)



e)



f)

Relazione Geologica ed indagini relativi al "Nuovo piano particolareggiato zona b sottozona b/4 del PRGC affidamento di incarico esterno». Comune di Molfetta (Ba).

Indagine:

REF05

Data esecuzione:

05/11/2020

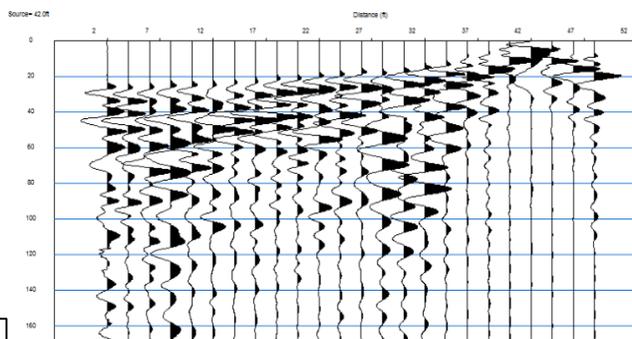
Tavola 16:

sismogrammi :

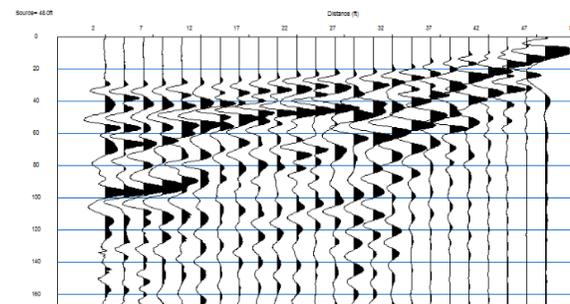
a) scoppio n°7 (42,0m)

b) scoppio n°8 (48,0m)

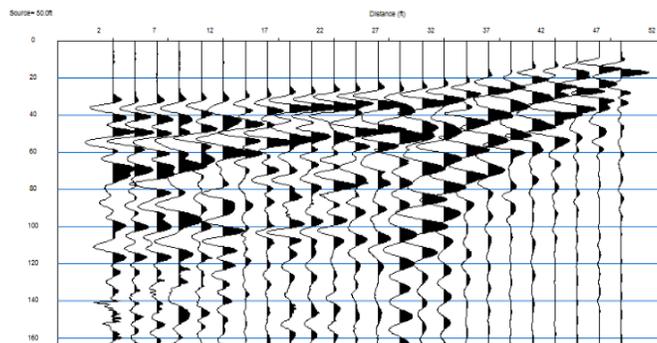
c) scoppio n°9 (50,0m)



a)



b)



c)

Indagine:

REF03

Data esecuzione:

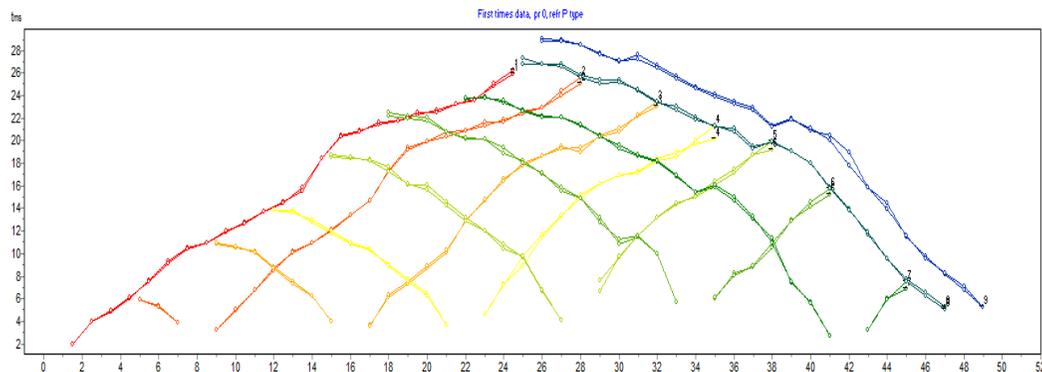
05/11/2020

Tavola 17:

a) Picking [ms]

	[m]	SH01	SH02	SH03	SH04	SH05	SH06	SH07	SH08	SH09
G1	2	1,843621	5,89151	10,85077	13,81253	18,55327	22,82579	23,7037	27,68358	29,02972
G2	4	3,992775	5,335085	10,50347	13,81253	18,47274	22,54474	23,87929	26,80567	28,91267
G3	6	4,89242	3,921353	10,15616	12,74841	18,29598	22,02321	23,31865	26,81921	28,44338
G4	8	5,858488	0	8,85824	11,81742	17,72074	20,77205	22,76418	26,67444	27,77297
G5	10	7,977255	3,255793	7,543202	10,88642	16,10825	20,1244	22,4161	25,39916	26,98125
G6	12	10,09602	4,993237	6,218973	10,27532	16,10943	20,10124	22,09171	25,40686	27,60938
G7	14	10,53498	6,730681	4,013325	8,991869	14,5936	18,8231	21,2882	24,40603	26,65526
G8	16	11,01349	8,468126	0	7,70842	13,17481	18,22214	20,48468	23,40521	25,70115
G9	18	11,92088	10,20557	3,628715	3,160494	12,00136	17,06723	18,84591	22,98754	24,74704
G10	20	12,82826	10,90711	6,150474	0,351166	10,82791	15,91233	18,67941	22,12559	24,15376
G11	22	13,73565	12,17059	7,362266	0	9,278058	14,19005	17,31713	21,26363	23,51803
G12	24	14,64303	13,43408	8,751494	6,048632	6,687023	13,19062	16,80854	21,11413	22,8823
G13	26	15,55042	14,69756	10,14072	8,531712	4,095988	10,87899	15,44626	19,47425	21,3626
G14	28	18,4457	17,33632	13,02858	10,56569	0	11,47142	15,74805	20,77732	21,94787
G15	30	20,48526	19,4094	14,71998	12,59968	7,638084	9,949703	14,73152	19,72382	20,89438
G16	32	20,93282	19,89966	16,573	14,16219	9,688785	5,677183	13,13535	18,01752	20,41953
G17	34	21,38038	20,38992	17,81112	15,18868	11,59871	0	11,42573	17,00454	18,92873
G18	36	21,82795	20,88019	18,65283	16,21516	13,23521	6,024802	7,433012	13,93661	15,89055
G19	38	22,27552	21,37045	19,49454	16,32922	14,42091	8,259495	5,677183	11,72426	14,43026
G20	40	22,72085	21,86072	18,96296	18,15995	15,114	8,8328	2,7508	9,511918	11,52124
G21	42	23,23525	22,37975	20,42851	18,909	16,43052	10,53986	0	7,780964	9,736392
G22	44	23,74966	22,90499	21,1002	19,65805	17,4435	12,96792	3,20064	6,536448	8,155375
G23	46	24,26406	23,43024	21,7719	20,19204	18,70898	14,01233	6,030284	5,291931	6,733353
G24	48	24,77847	23,95549	22,44359	21,38504	19,20591	14,39781	6,847737	0	5,311331

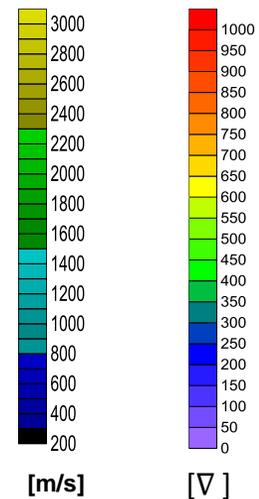
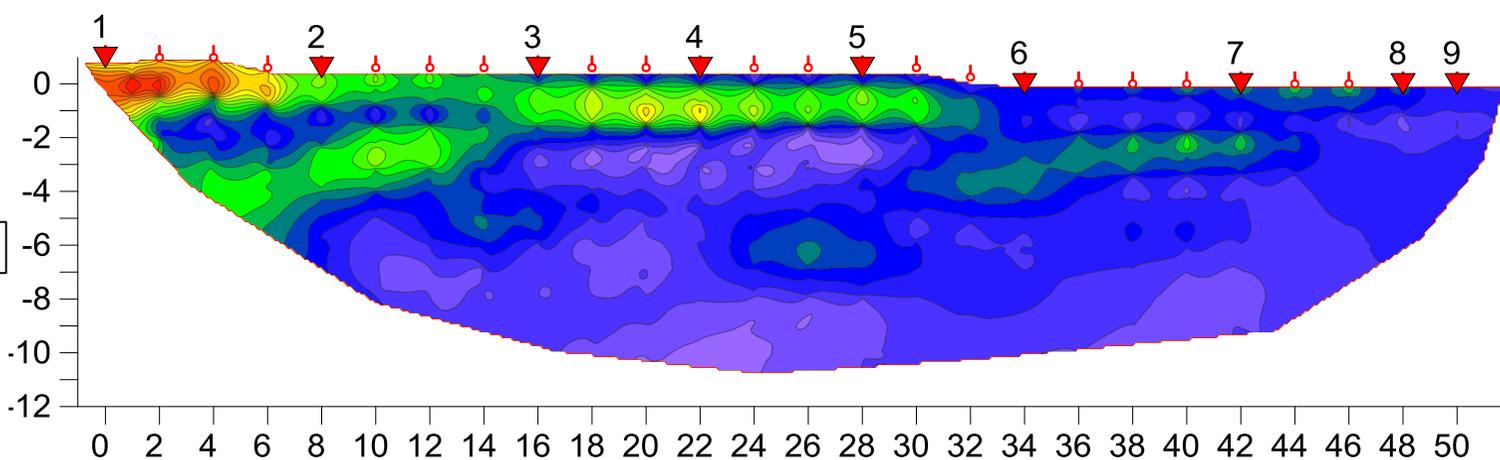
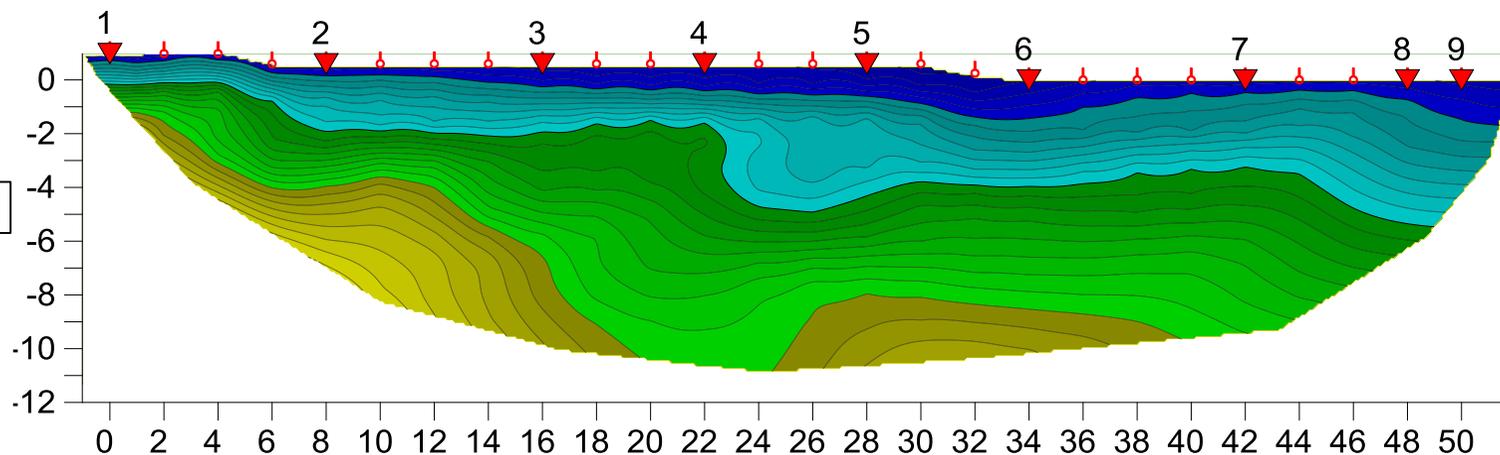
a)



a)

b)

c)



ALLEGATO II
Foto Acquisizione Indagini geofisiche

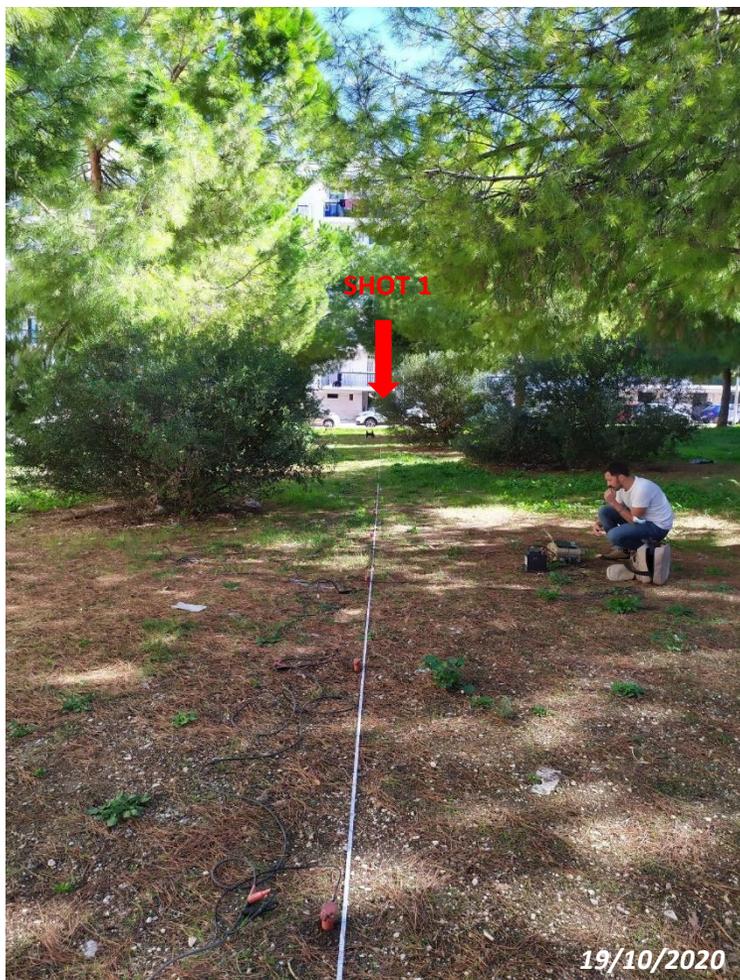




Relazione Geologica ed indagini relative al "Nuovo piano particolareggiato zona b sottozona b/4 del PRGC affidamento di incarico esterno». Comune di Molfetta (Ba).

Indagine:
REF01/MASW01
Data esecuzione:
19/10/2020

Tavola 1:
Foto



Relazione Geologica ed indagini relative al "Nuovo piano particolareggiato zona b sottozona b/4 del PRGC affidamento di incarico esterno». Comune di Molfetta (Ba).

Indagine:
REF02/MASW02
Data esecuzione:
19/10/2020

Tavola 2:
Foto



Relazione Geologica ed indagini relative al "Nuovo piano particolareggiato zona b sottozona b/4 del PRGC affidamento di incarico esterno». Comune di Molfetta (Ba).

Indagine:
REF03/MASW03
Data esecuzione:
19/10/2020

Tavola 3:
Foto



Relazione Geologica ed indagini relativi al "Nuovo piano particolareggiato zona b sottozona b/4 del PRGC affidamento di incarico esterno». Comune di Molfetta (Ba).

Indagine:
REF04/MASW04
Data esecuzione:
19/10/2020

Tavola 4:
Foto



Relazione Geologica ed indagini relative al "Nuovo piano particolareggiato zona b sottozona b/4 del PRGC affidamento di incarico esterno». Comune di Molfetta (Ba).

Indagine:
REF05/MASW05
Data esecuzione:
13/11/2015

Tavola 5:
Foto