

## *dott. geol. Francesco Napoletano*

iscritto all'Albo dei Geologi di Puglia al n°81ES

E-mail: geolfra@hotmail.it

PART. IVA: 0673050729

Cod. Fisc.: NPLFNC48D07A883L

mob: 333/7309882

Studio Tecnico: Via Sac. Di Leo, 53 76011-BISCEGLIE-(BT)

progetto:

**PIANO DI LOTTIZZAZIONE IN ATTUAZIONE DELLE DELIBERE DI GIUNTA REGIONALE nn. 2228-2229-2230-2231 DEL 31/10/2012, RELATIVE ALLA RIDEFINIZIONE URBANISTICA DI AREE SOTTOPOSTE A VINCOLI CADUCATI "ex scalo merci", COMPRESSE TRA VIA PIAVE, VIA PASUBIO, VIA ISONZO E LE FF.SS. IN BISCEGLIE (BT)**

tavola:

16

oggetto:

**STUDIO DI FATTIBILITA IDRO-GEO-MORFOLOGICO E SISMICO  
(art. 89 del D.P.R. n°380/01)**

data:

OTTOBRE 2013

scala:

1/25.000-1/1000-1/500

IL REDATTORE:

dott. geol. Francesco Napoletano

I LOTTIZZANTI:

(Sasso Bartolomeo):

EDIL ROSSI s.r.l.:  
L'Amministratore Unico:  
(cav. Vincenzo Rossi)

AR.CO. s.r.l.:  
L'Amministratore Unico:  
(ing. Vittorio Di Gregorio)

## NOTE DI PREMESSA

Su incarico congiunto conferito al sottoscritto da parte di:

- **Bartolomeo Sasso** nato a Trani (BT) il 08/05/1968 residente a Bisceglie (BT) alla Carrara Salsello n° 62, codice fiscale: SSSBTL68E08L328C, in qualità di rappresentante legale dei suoli siti in Bisceglie (BT) e riportati in catasto al Foglio n° 10, p.lle n° 2057 – 2063 – 2656 (ex 1332/b) – 2058 – 2064 – 2652 (ex 1331/b) – 2065 – 2059 – 2066 – 2060 – 2067 – 2061 – 2068 – 2062 – 2141 – 632 – 1293 – 203 – 2140 della superficie complessiva reale di 5714 mq;
- **cav. Vincenzo Rossi** nato a Bisceglie il 15/01/1939 ed ivi residente a M. Pasubio n° 22, Amministratore Unico della **Edil Rossi s.r.l.** con sede a Via. M. Pasubio n° 27-29 Bisceglie (BT), in qualità di rappresentante legale dei suoli siti in Bisceglie (BT) e riportati in catasto al Foglio n° 10, p.lle n° 2658 (ex 1225/b) – 2569 – 2566 – 2567 – 2571 – 2572 sub 1 – 2573 sub 1 – 2574 sub 1 – 2576 – 2483 della superficie complessiva reale di 4794 mq;
- **ing. Vittorio Di Gregorio** nato a Bisceglie il 23/02/1950 ed ivi residente a Via Guarini n° 33, codice fiscale: DGRVTR50B23A883Z, Amministratore Unico della **AR.CO. s.r.l.** con sede a Via Piave n° 104 Bisceglie (BT), in qualità di rappresentante legale dei suoli siti in Bisceglie (BT) e riportati in catasto al Foglio n° 10, p.lle n° 2654 (ex 2056/b) della superficie complessiva reale di 365 mq;

è stato eseguito uno studio di fattibilità idro-geo-morfologico e sismico (ex art. 89 del D.P.R. n° 380/01), sui suoli innanzi citati, della superficie totale di 10873 mq, oggetto di recente *ritipizzazione urbanistica* a Zona Omogenea C3, con delibera di Giunta Regionale n° 226 del 07/12/2012 (ex Scalo Merci in base al P.R.G. vigente), area compresa tra Via Piave, confine a sud della Maglia n° 89 di P.R.G., Via Isonzo e le FF.SS..

Nel seguito si espongono osservazioni, considerazioni e valutazioni riguardanti la compatibilità geologica, geomorfologica, idrogeologica e sismica secondo l'ex art. 89 del D.P.R. 380/2011, nonché richieste sia dal **D.M. del Marzo 1988** che dalle attuali norme di costruzione **NTC – DM 14.9.2005** ed **O.P.C.M. 327/03**, tenendo conto che il territorio del Comune di Bisceglie ricade in zona sismica **3**.

Sono state, pertanto, effettuate indagini geologiche, a piccola e grande scala, nonché una indagine sismica a rifrazione e la misura della Vs30 con tecnologia NASW per la caratterizzazione del terreno.

Informazioni di carattere generale sono tratte da osservazioni superficiali e da documentazione bibliografica reperibile in letteratura specialistica e da cartografie tematiche di tipo litologico ed idrologico.

Valutazioni di fattibilità idraulica, morfologica e geotecnica completeranno infine il quadro di riferimento geologico che configura realisticamente, lo stato dei luoghi e la condizione di equilibrio e stabilità degli stessi.

Si riportano in allegato elaborati grafici per l'inquadramento territoriale, la caratterizzazione litologica e morfo-idrologica del territorio comunale.

Costituiscono, inoltre, parte integrante della presente relazione la documentazione fotografica e la relazione specialistica sulle risultanze delle indagini sismiche ed i parametri caratteristici del terreno di sedime dei fabbricati.

Negli stralci cartografici allegati è possibile rilevare sia la posizione geografica nell'ambito territoriale urbano, che quella, più specifica, riportata nella C.T.R. 424154 alla scala 1:5.000, nonché gli stralci del Foglio di mappa 10 con le particelle catastali interessate.

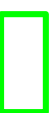
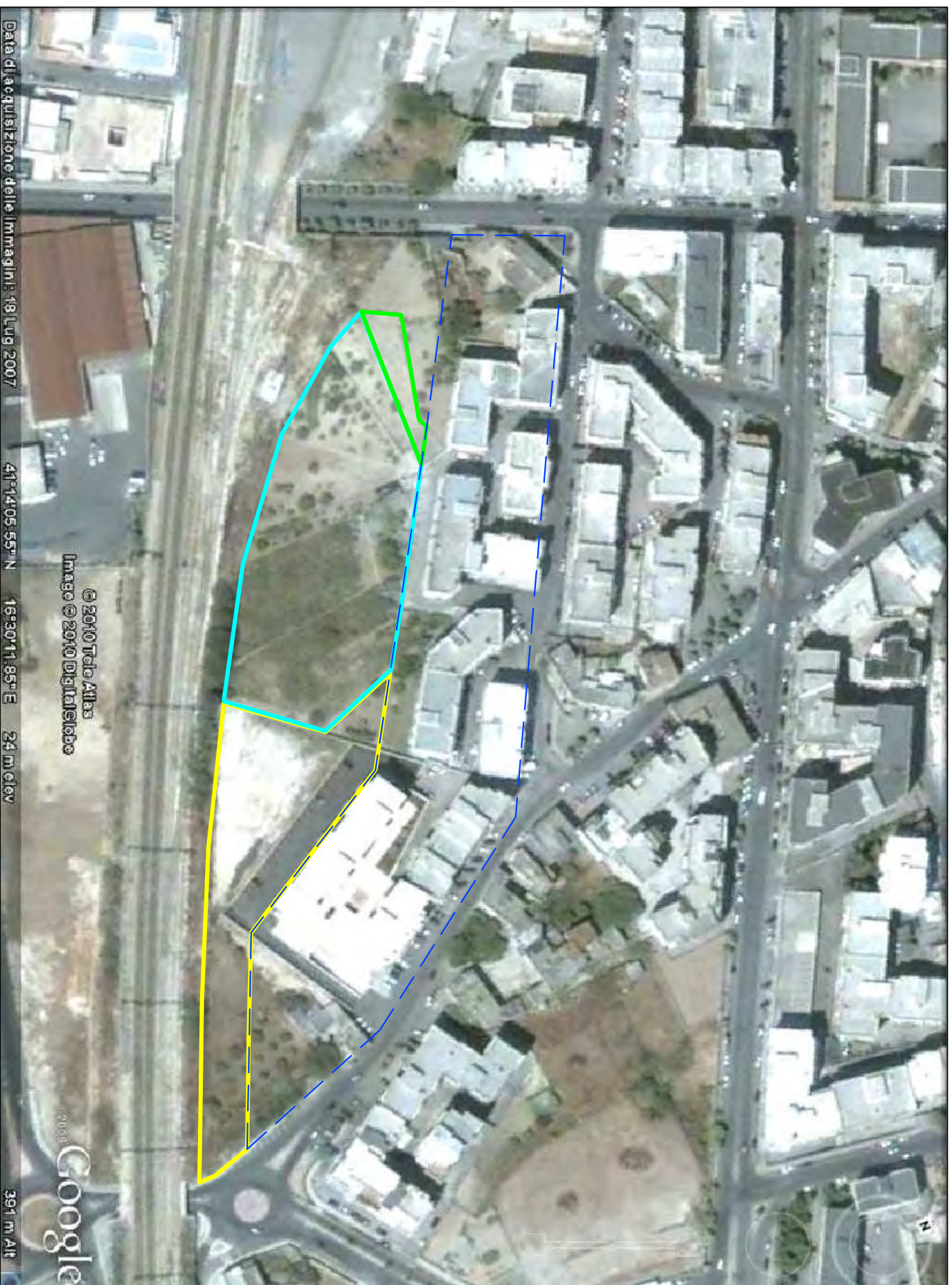


**STRALCIO DELL'ELEMENTO 424154 "BISCEGLIE"**  
**DELLA CARTA TECNICA DELL'ITALIA MERIDIONALE**

(Scala 1 : 5000)







AR.CO. s.r.l.: 365 mq



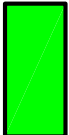
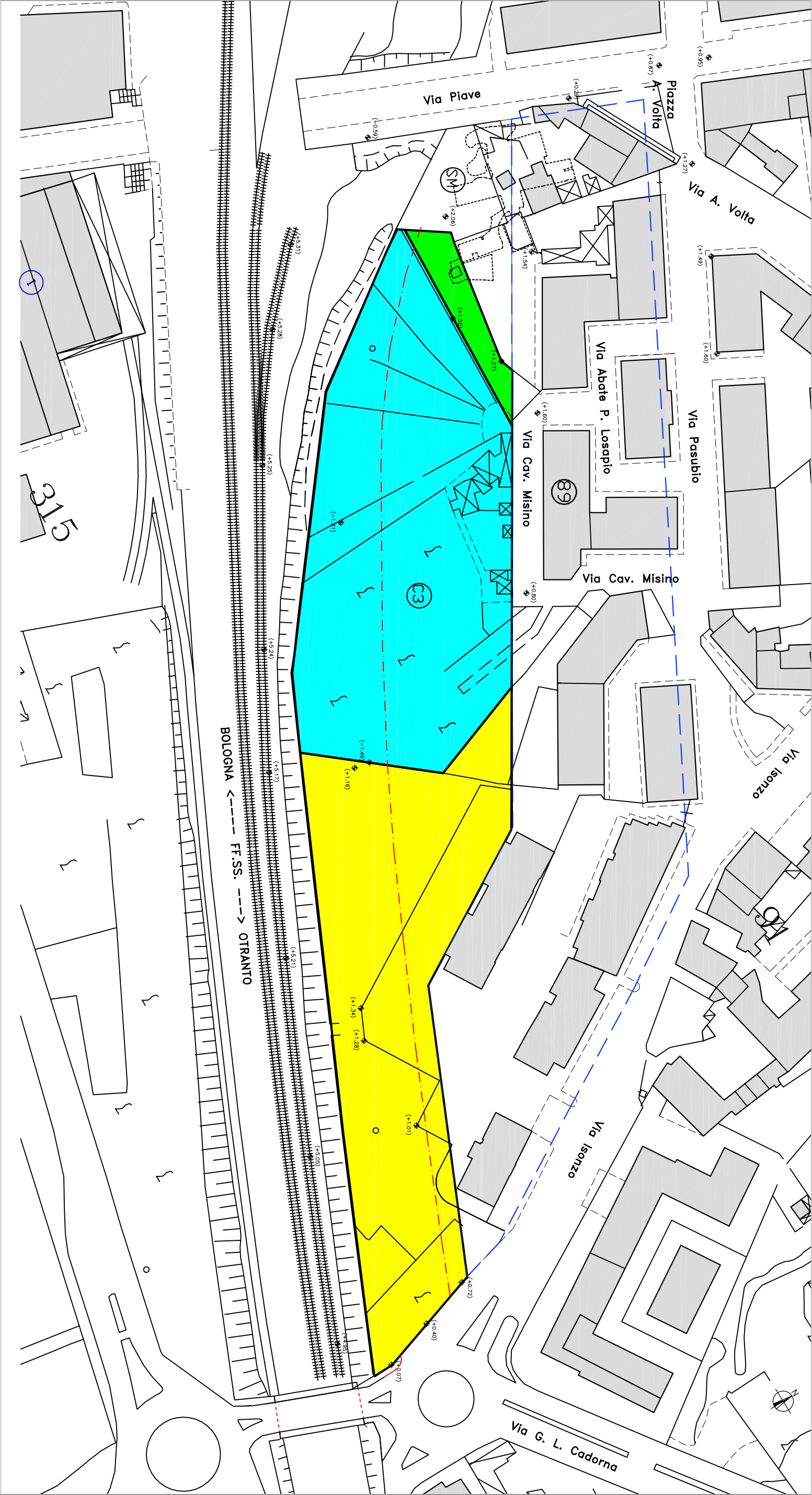
Sasso Bartolo: 5714 mq



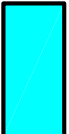
Edil Rossi s.r.l. = 4794 mq

— — — — — Allineamenti di P.R.G.





AR.CO. s.r.l.: 365 mq

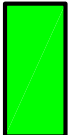


Sasso Bartolo: 5714 mq

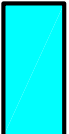


Edil Rossi s.r.l. = 4794 mq

--- Delimitazione fascia di rispetto ferroviario di 30 m dai binari      --- Allineamenti di P.R.G.      - Superficie totale reale: (365+5714+4794) = 10873 mq



AR.CO. s.r.l.: 365 mq



Sasso Bartolo: 5714 mq



Edil Rossi s.r.l. = { superficie catastale = 4651 mq  
superficie reale = 4794 mq

Delimitazione fascia di rispetto ferroviario di 30 m dai binari; — Allineamenti di P.R.G.; — Superficie totale reale: (365+5714+4794) = 10873 mq

## GEOLOGIA DELL' AREA

Dalla cartografia relativa al territorio comunale si ricava la posizione geografica dell'area di intervento e si possono precisare anche gli elementi di riconoscimento morfologico-ambientali che confermano i caratteri distintivi di una superficie regolare entro cui si situa l'area di sedime.

Il sito oggetto di studio, ricade nel foglio n° 177 Bari della Carta d'Italia scala 1:100.000 edita dall'IGM, impegna una superficie sub-pianeggiante, riportata ad una quota di circa 19,0 m s.l.m., come da accluso stralcio cartografico tecnico.

La configurazione morfologica di questa parte del territorio "murgiano" non si discosta dallo schema regionale, così come convalida anche lo schema di riferimento litologico e stratigrafico, ivi compresi i rapporti intercorrenti tra le diverse litofacies univocamente rappresentate da litotipi calcarenitici e calcareo-dolomitici.

La formazione rocciosa risente, per quanto attiene la sua integrità ed il grado di incarsimento, dell'azione dissolutrice delle acque meteoriche che nel passato defluivano copiose in superficie e/o incanalate in solchi erosivi, localmente dette "lame".

Il basamento calcareo e calcareo-dolomitico di età cretacea, che in alcune aree compare direttamente in affioramento, risulta interessato dalle coperture recenti, marine e continentali trasgressive sulla formazione lapidea cretacea.

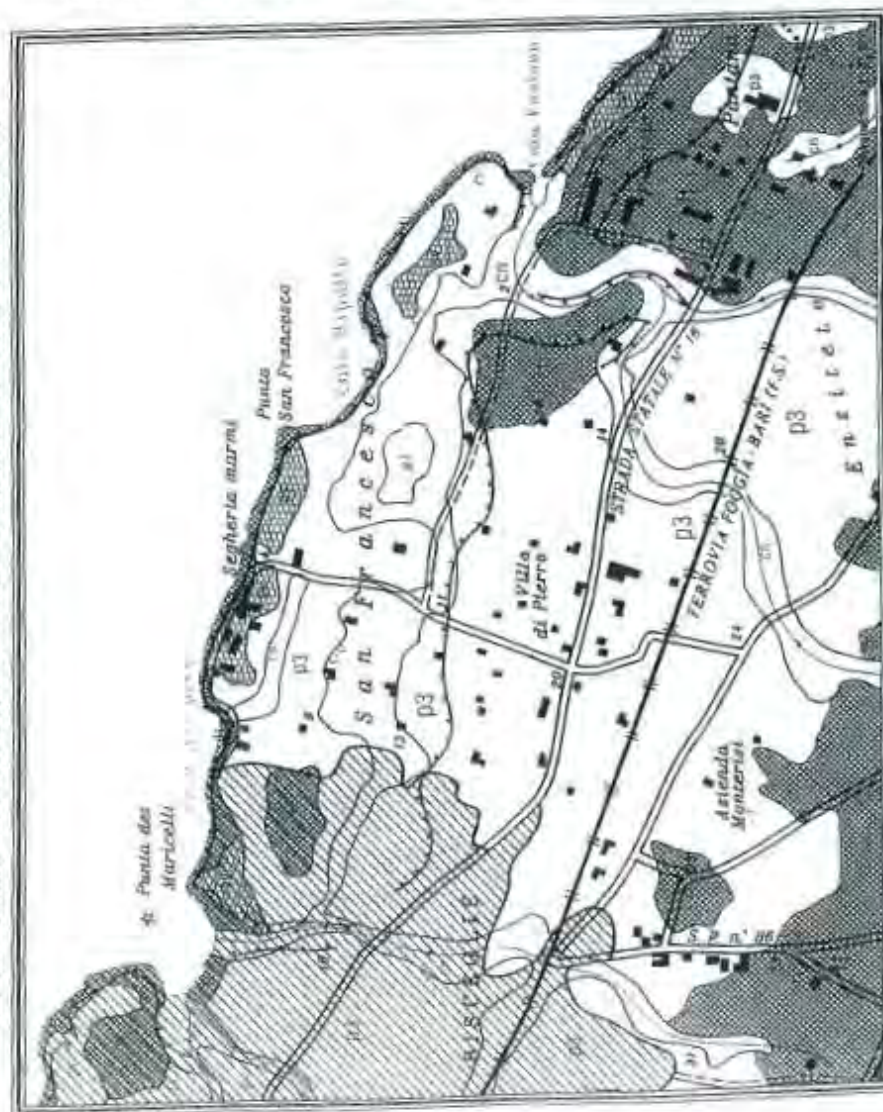
La formazione carbonatica mesozoica è rappresentata da calcari bioclastici e dolomitici in assetto monoclinale con blande pieghe a largo raggio con direzione prevalentemente WNW-ESE e inclinazione verso SW-NE.

Trattasi di una potente serie sedimentaria denominata "Calcari delle Murge" della quale fa parte l'unità litostratigrafica del " Calcare di Bari " che costituisce l'ossatura di supporto ed il substrato dell'intera area in esame.

Da un punto di vista litologico tale unità è caratterizzata prevalentemente da calcari bianchi bioclastici in strati e banchi regolari, dolomie grigiastre, calcari



## CAPITA DELLA PERMEABILITÀ E DEGLI ELEMENTI MORFO-IDROLOGICI



Scavroni, M. C. 1985.

Coordinamento e controllo:

Scala di 1:25.000

Rocce caratterizzate da potenziale circolazione idrica per porosità continua

*Alta permeabilità.*

*Media permeabilis.*

*Bassa permeabilità.*

*Permeabilità variabile*

Rocce caratterizzate da potenziale circolazione idrica per l'assunzione e carsismo

*Alla permeabilità.*

*Media permeability.*

Roccia caratterizzata da potenziale circolazione idrica praticamente nulla

*Con valori trascurabili di  $\rho$  si ha:*

## ELEMENTI MORFO-IDROLOGICI

*Limite delle aree di eguale permeabilità.*

Orlo di terrazzo e caduta.

Corvo d'acqua non perenne e solo estivo ("Lama").

Pozzo (person) is also capitalized in some other contexts:

dolomitici con diffuse forme di dissoluzione carsica specie lungo gli interstrati o lungo le fratture.

Il fenomeno carsico è accompagnato da intensa fatturazione e si sviluppa in forme e dimensioni diverse, condizionato come è noto dalla litologia, dalla permeabilità primaria o indotta, dal chimismo e dalla pressione delle acque percolanti e dà luogo a cavità parzialmente o totalmente riempite da depositi granulometricamente fini noti come " Terre rosse ".

Per quanto attiene gli aspetti idrologici si può affermare che per la zona in esame non sussistono le condizioni necessarie per il formarsi di livelli idrici immediatamente superficiali con ristagno d'acqua al suolo, nè sono possibili condizioni di flusso nell'immediato sottosuolo con formazione di falde pensili.

Viceversa alle profondità corrispondenti al livello mare tutte le acque di origine meteorica in genere, si organizzano in un' unica falda che galleggiando sull'acqua di mare di invasione continentale, si sposta verso il livello di base costituito dall' attuale linea di costa con velocità variabili e diversa cadente piezometrica.

La circolazione superficiale è, invero, quasi del tutto assente, vista la natura dei terreni che si mostrano alquanto permeabili sia per porosità che per fratturazione (calcari detritici).

Nelle vicinanze è presente una depressione, corrispondente ad un vecchio fondo di una lama, che incanala piccolissime portate di precipitazioni meteoriche solo in maniera eccezionale, ma che ormai è stato del tutto obliterato dalle modificazioni antropiche effettuate e dalle costruzioni realizzate sulla stessa Via Isonzo, che si frappongono tra l'erigendo fabbricato e l'argine sinistro della lama in questione.

Dal punto di vista idrogeologico è nota la presenza di una *falda freatica* all'interno dei calcari (falda "profonda") che in questa zona si attesta a circa -18,0 m s.l.m. ed il suo livello statico si attesta a circa + 1 m sul livello medio del mare.

La cartografia tematica ascrive le formazioni affioranti prevalentemente alle facies di genesi marina di età quaternaria con uno spessore complessivo di oltre 10 m, disposte in posizione discordante e quale copertura recente del sottostante substrato roccioso di età cretacea, caratterizzato da banchi di potenza di alcune migliaia di metri.

Dal punto di vista geolitologico è caratterizzato dalla presenza di quattro formazioni principali, rinvenibili anche nel sito in esame.

Alla prima, stratigraficamente più recente, corrisponde un complesso sabbioso-siltoso-argilloso con presenza di calcare incrostante in superficie (**"crosta" pugliese**), appartenente alla trasgressione olocenica.

La seconda formazione è costituita da **depositi alluvionali terrosi e ciottolosi**, costituiti da terre argillose bruno-rossastre a luoghi con pezzame e ciottoli calcarei; essi costituiscono il riempimento superficiale di solchi erosivi, localmente detti "lame", e spesso si rinvencono sui fianchi di questi solchi a formare terrazzi. Tale depositi sono ascrivibili all'Olocene-Pleistocene.

La terza formazione è rappresentata da **calcareniti organogene** più o meno cementate, massicce o in banchi di colore bianco o giallastro, con frequenti livelli fossiliferi; comunemente detti "tufi delle Murge" e sono di età pleistocenica.

La quarta formazione è rappresentata da **calcarei detritici**, generalmente in strati e talora in banchi da **calcarei dolomitizzati e dolomie** con livelli di breccia calcareo - dolomitica. Spesso si rilevano cavità più o meno riempite da materiale rossastro argilloso di alterazione (terre rosse), che rappresentano il residuo insolubile della dissoluzione calcarea (carsismo).

Tale formazione rappresenta il "bed-rock" locale, prende il nome di "CALCARE di BARI" ed appartiene al CRETACEO *TURONIANO-BARREMIANO*.



## **ASPETTI TOPOGRAFICI, MORFOLOGICI, GEOLOGICI E GEOLITOGICI.**

Il territorio esaminato, posto nel settore S-E di Bisceglie, è ubicato a N-O della linea ferroviaria Bologna-Otranto, ad una quota tra i 18,0 ed i 19,0 m s.l.m. circa e si presenta morfologicamente pianeggiante con leggerissima inclinazione verso NO-SE.

La configurazione morfologica di questa parte del territorio murgiano non si discosta dallo schema regionale, così come convalida anche lo schema di riferimento litologico e stratigrafico, ivi compresi i rapporti intercorrenti tra le diverse litofacies univocamente rappresentate da litotipi calcarei e dolomitici.

La cartografia tematica ascrive le formazioni affioranti prevalentemente alle facies di genesi marina di età quaternaria denominata "Calcarenite di Gravina" con spessore complessivo dell'ordine di 10,0 – 12,0 m, disposte in posizione discordante e quale copertura recente del sottostante substrato roccioso di età cretacea, caratterizzato da banchi di potenza di alcune migliaia di metri.

La formazione carbonatica mesozoica è rappresentata da calcari bioclastici e dolomitici in assetto monoclinale con blande pieghe a largo raggio con direzione prevalentemente WNW-ESE e inclinazione verso SW-NE.

Trattasi di una potente serie sedimentaria denominata "Calcari delle Murge" della quale fa parte l'unità litostratigrafica del "Calcere di Bari" che costituisce l'ossatura di supporto ed il substrato dell'intera area in esame.

Da un punto di vista litologico tale unità è caratterizzata prevalentemente da calcari bianchi bioclastici in strati e banchi regolari, dolomie grigiastre, calcari dolomitici con diffuse forme di dissoluzione carsica specie lungo gli interstrati o lungo le fratture. Il fenomeno carsico è accompagnato da intensa fratturazione, si sviluppa in forme e dimensioni diverse, condizionato come è noto dalla litologia, dalla permeabilità primaria o indotta, dal chimismo e dalla pressione delle acque percolanti e dà luogo a cavità parzialmente o totalmente riempite da depositi granulometricamente fini noti come "Terre rosse".

Il quadro litostratigrafico delineato, appare caratterizzato da formazioni litologicamente omogenee ma aventi condizioni di anisotropia non ben definite sia nei caratteri fisico-meccanici che di permeabilità.

Si possono in tal modo produrre spazialmente comportamenti geotecnici notevolmente differenziati, nonché condizioni del tutto particolari per il formarsi nell'ammasso di movimenti di filtrazione superficiale, che giustificano una diffusa ed a luoghi assai pronunciata attività carsica.

Le numerose fratture, sia in senso trasversale che orizzontale, consentono di definire una permeabilità primaria e secondaria della roccia a seconda che le discontinuità, siano prevalentemente sviluppate in orizzontale, secondo i piani di stratificazione, od in verticale lungo direttrici tensionali dislocative e comunque sempre in relazione a condizioni intrinseche connesse alla litologia ed alla morfologia.

Nell'area considerata affiora in superficie la formazione dei "Tufi delle Murge" in giacitura sub-orizzontale, dello spessore stimato di  $10,0 \div 12,0$  m, sovrapposta alla formazione rocciosa del "Calcere di Bari", intervallate a luoghi da formazioni continentali argilloso-plastiche con limi e terra rossa, ascrivibili al Pleistocene recente.

## ASPETTI IDROLOGICI ED IDROGEOLOGICI

La circolazione superficiale è quasi assente in quanto la natura dei terreni consente una notevole permeabilità sia per porosità (Tufi delle Murge) che per fratturazione e carsificazione (Calcari) e si manifesta lungo solchi erosivi (lame) solo in occasione di abbondanti precipitazioni meteoriche.

Dal punto di vista idrogeologico alle profondità corrispondenti al livello mare (circa 18 – 19 m. dal p.c.) tutte le acque di origine meteorica in genere, si organizzano in una unica falda che galleggiando sull'acqua di mare di invasione continentale, si sposta verso il livello di base costituito dall'attuale linea di costa con velocità variabili e diversa cadente piezometrica.

**Non risultano evidenze di fenomeni di dissesto in atto, né la presenza nelle immediate vicinanze di forme carsiche ipogee.**

Per quanto attiene gli aspetti idrologici si può affermare che per la zona in esame sussistono solo parzialmente le condizioni necessarie per il formarsi di livelli idrici immediatamente superficiali nella zona sud-est del comparto edificatorio, con possibili allagamenti.

In data 30 luglio 2012 con Delibera di Consiglio Comunale n. 39, il Comune di Bisceglie ha provveduto alla *"Condivisione ed aggiornamento Carta Idrogeomorfologica del Comune di Bisceglie. Perimetrazione aree di pericolosità geomorfologica. Perimetrazione aree a diversa pericolosità idraulica con apposizione di vincoli all'utilizzo di vasche di laminazione alle cave in località Lamadattola, Casanova-Chiano e Pedata dei Santi."*

Dalla analisi della Perimetrazione delle aree a diversa pericolosità idraulica, emerge una parziale sovrapposizione del reticolo delle aree inondabili all'area del Comparto in oggetto nella zona sud-est. Come rappresentato nell' ALLEGATO A, la zona a ridosso del sottovia di Via Isonzo è interessata dalla presenza sia di aree ad alta pericolosità idraulica (A.P.), che di aree a media pericolosità idraulica (M.P.) caratterizzate da differenti probabilità di inondazione. La disciplina degli interventi consentiti nelle aree ad alta e media pericolosità idraulica è normata agli articoli n. 7 e n. 8 delle Norme Tecniche di Attuazione del PAI, le quali prevedono l'imposizione di vincolo di inedificabilità assoluta, che non consente la realizzazione di volumi edificatori, ma consente:



- lettera b) art. nn. 7 e 8: *"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;*
- lettera d) art. nn. 7 e 8: *"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";*

Per tutti gli interventi di cui al paragrafo precedente l'AdB richiede, in funzione della valutazione del rischio ad essi associato, la redazione di uno studio di compatibilità idrologica ed idraulica.

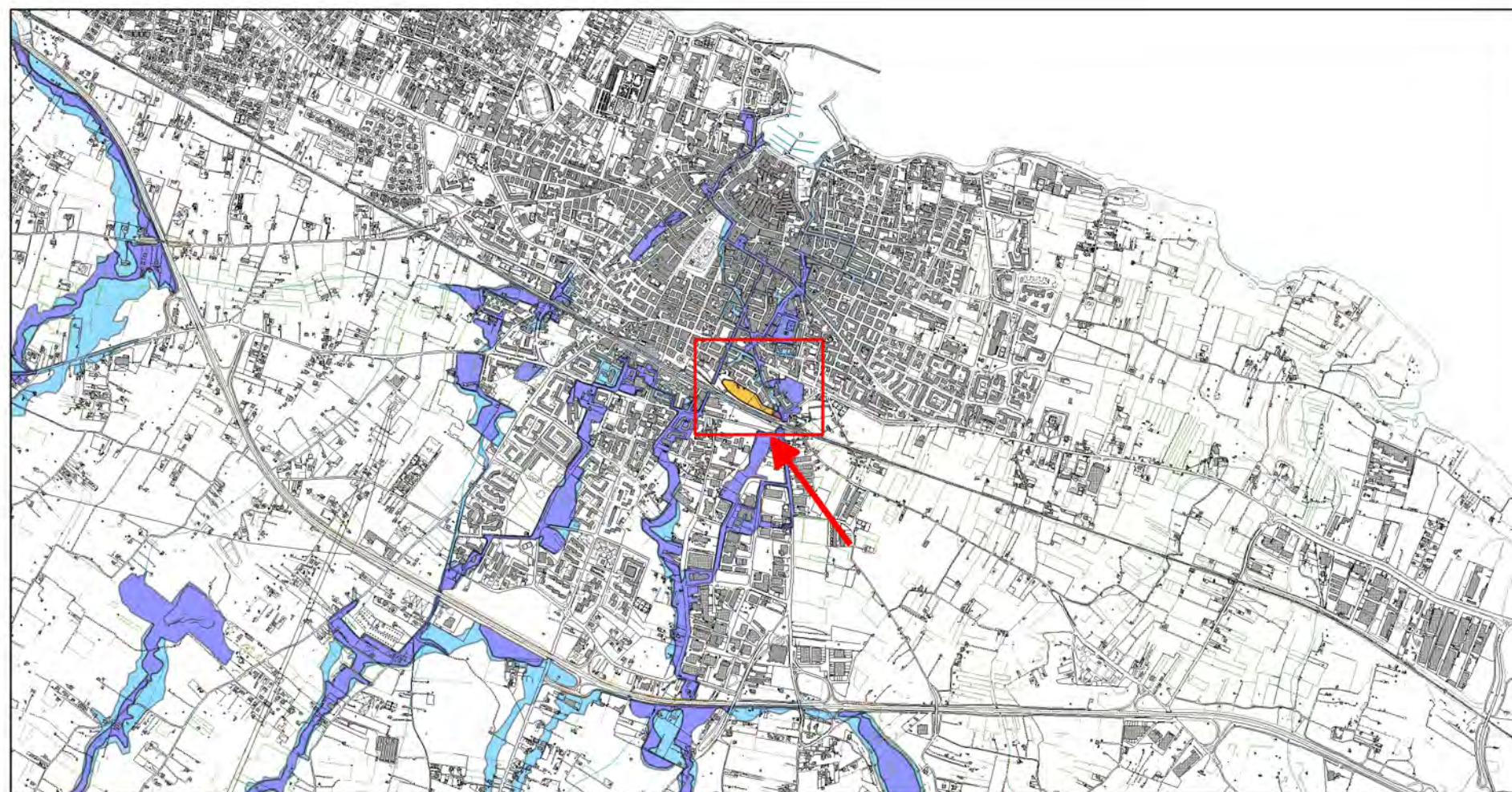




## ALLEGATO A

### Legenda:

- Area ritipizzata ex DGR nn. 2228-2229-2230-2231 del 31/10/2012
- MEDIA PERICOLOSITA'\_(MP)
- ALTA PERICOLOSITA'\_AP



PERIMETRAZIONE PAI (ex Delibera di C.C. n. 39 del 30/07/2012) SU BASE AEREOFOTOGRAFICA

1:25.000



PERIMETRAZIONE PAI (ex Delibera di C.C. n. 39 del 30/07/2012) SU BASE AEREOFOTOGRAFICA

1:2.000



## INDAGINI GEOFISICHE

## INDICE

<b>1</b>	<b>PREMESSA</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>INQUADRAMENTO AREA</b>	<b>3</b>
2.1	Inquadramento Geografico	3
2.2	Inquadramento Geologico Locale	4
2.3	Sismica a Rifrazione di superficie-Base Sismica	6
2.4	Descrizione dell'indagine sismica eseguita	9
2.5	Interpretazione dei risultati della Base Sismica	10
2.6	Indagine Re.Mi.	12
<b>3</b>	<b>CALCOLO DEI MODULI DINAMICI</b>	<b>14</b>

### ALLEGATI:

*ALLEGATO 1: PLANIMETRIA CON UBICAZIONE DELL'INDAGINE SISMICA*

*ALLEGATO 2: INDAGINE SISMICA:BASE SISMICA E RE.MI.*

*ALLEGATO 3: DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA*

## 1 PREMESSA

Una campagna di indagini geognostiche a carattere geofisico è stata condotta nell'abitato del comune di Bisceglie (BA).

Scopo dell'indagine è stata quella di:

- rilevare l'andamento della sismostratigrafia del sottosuolo;
- ricavare lo spessore e le caratteristiche geotecniche e/o geomeccaniche (velocità delle onde elastiche, coefficiente di Poisson e moduli elastici dinamici) degli strati riconosciuti;
- ricavare il valore del  $V_{S30}$  e determinare la classe di appartenenza del terreno di fondazione secondo quanto è richiesto dall'O.P.C.M. n. 3274 del 20/03/2003 e successive modifiche ed integrazioni dell' O.P.C.M. n. 3519 del 28/04/2006, "*Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento delle medesime zone*" G.U. n.108 del 11/05/2006, poi recepite nelle *Norme Tecniche per le Costruzioni* (DM 14/1/2008).

A tal fine sono stati eseguiti:

- ① n. 1 profilo sismico a rifrazione superficiale in onde P (**BS1**) di lunghezza pari a 62,5m;
- ① n. 1 profilo RE.MI. ubicato in corrispondenza della stessa base sismica.

Per la base sismica non è stato necessario utilizzare accorgimenti sia durante la fase di esecuzione del lavoro sia durante la fase di elaborazione dei dati.





## 2.2 Inquadramento Geologico Locale

La superficie interessata dallo studio ricade nel F°177 della Carta Geologica d'Italia (*Bar*) ed è ubicata sui depositi pleistocenici riferibili alla formazione dei "*Tufi delle Murge*" costituiti da depositi calcareo-arenacei e calcareo arenacei più argillosi, più o meno cementati.





### 2.3 Sismica a Rifrazione di superficie-Base Sismica

L'indagine geosismica, del tipo a rifrazione di superficie come tutti i metodi di indagine indiretta del sottosuolo ci permette di investigare un certo volume, variabile a seconda della lunghezza dei profili eseguiti e della natura litologica del sito.

Il metodo consiste nell'inviare nel terreno un impulso sismico, tramite un'opportuna sorgente ad impatto o esplosiva e nel rilevare il primo arrivo di energia, costituito da un'onda elastica diretta e da una rifratta. L'onda rifratta, emergente in superficie, viene generata da interfacce rifrangenti, che separano mezzi a differente velocità sismica (sismostrati), generalmente, crescente con la profondità.

I primi arrivi, individuati su sismogrammi rilevati dai geofoni e registrati tramite un sismografo, sono riportati su grafici tempo-distanza (dromocrone), in seguito interpretati per ottenere informazioni sismostratigrafiche.

La strumentazione utilizzata è composta da un sismografo a 24 canali, della "MAE" modello A6000/S, con acquisizione computerizzata dei dati. È stata utilizzata una sorgente del tipo ad impatto verticale ed orizzontale (massa battente di 8Kg) per la generazione di onde, rilevate da 24 geofoni.

Ai fini di una corretta interpretazione dei risultati dell'indagine sismica è importante sottolineare che:

a) i sismostrati non sono necessariamente associabili a litotipi ben definiti, ma sono rappresentativi di livelli con simili caratteristiche elastiche, in cui le onde sismiche si propagano con la stessa velocità;

b) la risoluzione del metodo è funzione della profondità di indagine e la risoluzione diminuisce con la profondità: considerato uno strato di spessore  $h$  ubicato a profondità  $z$  dal piano campagna, in generale non è possibile individuare sismostrati in cui  $h < 0.25 \cdot z$ .

c) nelle indagini superficiali, le onde di taglio, che in questo caso non sono state eseguite, meno veloci, arrivano in un tempo successivo, per cui il segnale registrato sarà la risultante delle onde S con le onde P e quindi la lettura dei tempi di arrivo delle onde S può risultare meno precisa della lettura dei tempi di arrivo delle onde P;

d) i terreni esaminati possono ricoprire un ampio campo delle velocità sismiche, in relazione alla presenza di materiale di riporto, di terreno vegetale e di

**Tabella 1.1 – Valori di velocità per le onde di compressione (da "Le indagini geofisiche per lo studio del sottosuolo" di Carrara – Rapolla – Roberti, "Il manuale del geologo" di Cassadio – Elmi)**

LITOTIPO	Vp (m/sec)
Areato superficiale	300-800
Argille	1100-2900
Sabbia asciutta	200-1000
Sabbie umida	600-1800
Terreni alluvionali sciolti	400-2100
Acqua	1400-1500
Calcare fratturato	700-4200
Calcare compatto	2800-6400
Calcare cristallino	5700-6400
Piroclastiti coerenti (tufo)	750-2450
Piroclastiti incoerenti (pozzolana)	350-1000
Arenaria	1400-4500
Granito, Monzonite, Granodiorite, Gabbro, Diabase, Basalto	4000-6000
Anidride	3500-5500
Gesso	1800-4000
Gneiss e scisti	3500-7500



## 2.4 Descrizione dell'indagine sismica eseguita

E' stata eseguita n.1 base sismica **BS1**, di lunghezza pari a 62,5m con distanza intergeofonica di 2,5m e offset di 2,5m.

Per la base sono stati effettuati tre scoppi: oltre quelli classici alle due estremità anche uno centrale tra il dodicesimo e il tredicesimo geofono.

Il profilo sismico è stato ubicato in direzione ESE-NNO così come mostrato nell'**allegato 1**.

Data la lunghezza dello stendimento eseguito è stato possibile investigare il sottosuolo fino a profondità di circa 15+16 metri a partire dal piano campagna.

Dalle velocità sismiche, ricavate dall'indagine a rifrazione superficiale classica e dalla metodologia RE.MI., sono stati inoltre calcolati alcuni parametri geotecnici: assegnando la densità in sito è stato calcolato il *coefficiente di Poisson* ed il modulo elastico dinamico. Le determinazioni dei moduli elastici effettuate mediante tali metodologie sismiche sono riferibili a volumi significativi di terreno in condizioni relativamente indisturbate a differenza delle prove geotecniche di laboratorio che, pur raggiungendo un elevato grado di sofisticazione ed affidabilità, soffrono della limitazione di essere puntuali cioè relative ad un modesto volume di roccia. I moduli elastici sismici possono essere correlati ai normali moduli statici attraverso un fattore di riduzione (Rzhevsky et alii, 1971) semplicemente evidenziando che si riferiscono, in virtù delle energie movimentate dall'indagine e del conseguente basso livello di deformazione raggiunto, ad un modulo statico tangente iniziale.

$$E_{din} = 8.3E_{stat} + 0,97$$

Infine, con i dati ottenuti dall'indagine eseguita è possibile calcolare il coefficiente di reazione del terreno  $K_s$  ( $Kg/cm^3$ ) attraverso la relazione di Vesic (1961):

$$K_s = E_s/B(1 - \nu^2)$$

dove

B = larghezza della fondazione;

E = modulo di elasticità del terreno;

$\nu$  = coefficiente di Poisson.



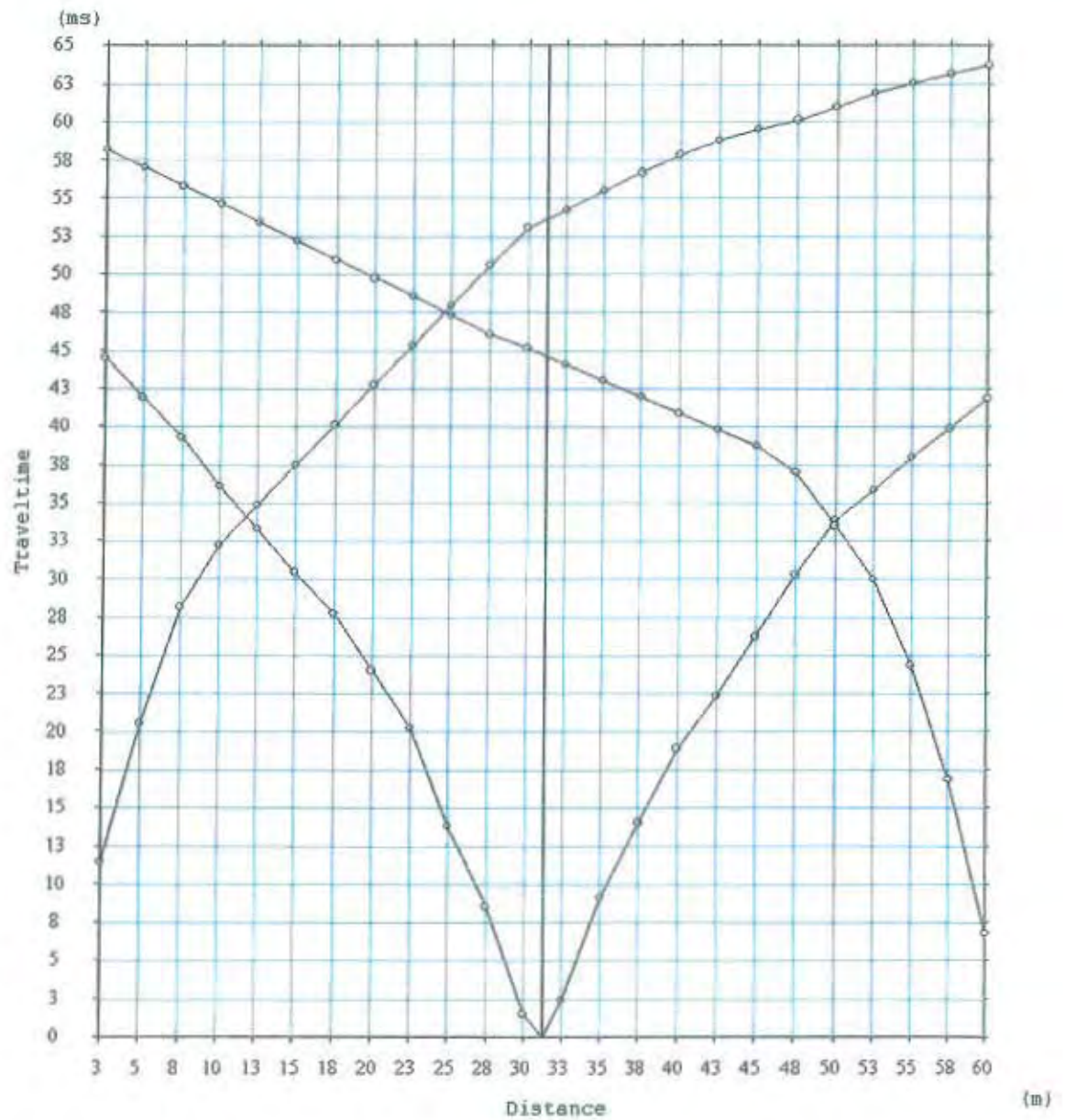
## 2.5 Interpretazione dei risultati della Base Sismica

Dai valori di velocità di propagazione delle onde P, in generale, è stato possibile ricavare la struttura del sottosuolo distinguendolo in tre sismostrati ciascuno dei quali caratterizzato da un determinato valore di velocità delle onde di compressione.

Sulla base dell'interpretazione quantitativa delle dromocrone è stato possibile individuare un primo sismostrato con valori della velocità di propagazione delle onde P di **550m/s** attribuibile alla presenza di materiale di riporto frammisto a brecce e depositi di natura tufacea, rilevato fino ad una profondità di circa 3m; in successione un secondo sismostrato con valori della velocità di propagazione delle onde P di **1620m/s**, attribuibile alla presenza di un ammasso calcarenitico mediamente compatto e/o alterato rilevato fino ad una profondità di circa 14÷15m; in successione un terzo sismostrato con valori della velocità di propagazione delle onde P di **2310m/s**, attribuibile alla presenza di un ammasso calcareo mediamente compatto rilevato fino alla massima profondità investigata.

Le rappresentazioni grafiche dei dati sperimentali così ottenuti sono riportati nell'**allegato 2**.

# BASE SISMICA 1 - DROMOCRONE – ONDE P





## 2.6 Indagine Re.Mi.

Al fine di calcolare il valore di velocità delle onde di taglio (S) fino alla profondità di 30m ( $V_{S30}$ ) e quindi determinare la classe di appartenenza del terreno di fondazione, secondo quanto è richiesto dalle *Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni DM 14/1/2008 (G.U. 4 febbraio 2008, n.29 – s.o. n.30)*, è stato eseguito un profilo RE.MI. ubicato in corrispondenza della stessa base sismica.

La tecnica utilizzata consente una stima accurata dell'andamento delle velocità di propagazione delle onde S nel sottosuolo; ciò avviene registrando semplicemente il rumore di fondo ed elaborando il segnale con un opportuno software. A rigore, quella che è misurata è la velocità delle onde superficiali (Onde di Rayleigh), ma essa è praticamente uguale alla velocità delle Onde S (95 ÷ 97%).

È così possibile definire con un'approssimazione valutabile tra il 5% e il 15%, il profilo " $V_{S30}$ ".

Le fasi operative possono essere così schematizzate:

- predisposizione degli stendimenti, cioè una serie di 24 geofoni regolarmente spazati e in linea retta, della lunghezza di 62,5m (**RE.MI.1**);
- esecuzione di 20 registrazioni della durata di 30 sec del rumore ambientale;
- controllo dei dati raccolti con prima elaborazione in situ del profilo, in modo da verificare la coerenza del segnale, l'effettivo raggiungimento della profondità d'investigazione richiesta ed eventualmente apportare le necessarie variazioni dei parametri d'acquisizione prima di ripetere la registrazione;
- i dati raccolti sono registrati nell'hd dell'A6000/S.

L'analisi prevede la formattazione dei files dati, l'analisi spettrale con l'individuazione della curva di dispersione e la modellazione del profilo. E' importante rilevare che i profili sono stati ottenuti coinvolgendo nelle misurazioni un'estesa porzione del sito da investigare, essi quindi, pur non avendo la risoluzione di un profilo ottenuto ad es. con la tecnica down hole, risultano più rappresentativi a larga scala rispetto a quelli ottenibili da un rilievo puntuale.

Nell'**allegato 2** sono riportati i risultati dell'elaborazione (n. 3 grafici oltre al sismogramma medio di tutte le interazioni).

Il primo grafico, a partire dallo *spettro P-F*, mette in relazione le frequenze contenute nel segnale registrato con il reciproco della velocità di fase e il rapporto spettrale: permette di riconoscere l'energia delle Onde di Rayleigh e fissare i punti



che rappresentano l'andamento della curva di dispersione, funzione della distribuzione della velocità negli strati del sottosuolo.

Nel grafico successivo invece è riportata la curva calcolata tramite l'inversione di un modello di sottosuolo, ottenuto per "aggiustamenti" successivi da un modello iniziale, cercando ovviamente di trovare la migliore corrispondenza con i punti prima individuati.

La figura successiva riporta il modello del sottosuolo in termini di strati con diversa velocità di propagazione delle Onde S.

Pertanto sulla base delle indagini sismiche eseguite, considerando il profilo stratigrafico dell'attuale piano campagna, è possibile calcolare il parametro  $V_{s30}$ , applicando l'espressione riportata nel DM 14/01/2008:

$$V_{s,30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_{s,i}}}$$

il quale risulta pari a **871m/s**; di conseguenza si può caratterizzare il sito in esame in una delle categorie di suolo di fondazione che in tal caso nella Nuova Normativa Sismica, corrisponde ad un suolo di "A", definito come (*punto 3.2.2. cap. 3 tabella 3.2 II del DM 14-01-2008*): ***"Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di  $V_{s30}$  superiori a 800m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3m"***.

E' opportuno precisare che dal profilo RE.MI. si ricavano i valori di velocità delle onde S lungo la verticale a circa metà della lunghezza dello stendimento fino ad una profondità mutevole in funzione della variazione delle frequenze; generalmente, se non ci sono particolari "accidenti" la profondità di investigazione è pari alla lunghezza dello stendimento; in questo caso per la base sismica il modello sismostratigrafico riporta una profondità dei sismostrati superiore a 30m a partire dal piano d'indagine, pertanto non è stato necessario eseguire alcuna estrapolazione del dato sismico.

### 3 CALCOLO DEI MODULI DINAMICI

Nella tabella seguente vengono riportati i principali moduli elastici dei terreni relativi alla base sismica eseguita; tali valori si riferiscono all'ammasso pertanto devono essere intesi come valori medi.

#### BASE SISMICA 1

Dati da inserire:

Velocità onde P (m/s):

Velocità onde S (m/s):

Modulo di Poisson (\*):

Densità naturale (gr/cmc):

Strato 1	Strato 2	Strato 3
550	1620	2310
264	795	1151
0.35	0.34	0.33
1.50	1.96	2.15

SPESSORE MEDIO STRATO (mt)

**CALCOLA:**

MODULO di YOUNG (E) MPa:

(mod. di elasticità dinamico)

3.00	11.00	1.00
------	-------	------

277	3331	7592
-----	------	------

MODULO di TAGLIO (G) MPa:

(mod. di rigidità)

102	1241	2844
-----	------	------

MODULO di BULK (K) MPa:

(mod. di incompress. di volume)

308	3500	7662
-----	------	------

MODULO di YOUNG STATICO MPa

(Rzhevsky et alii, 1971)

33	401	915
----	-----	-----

Rigidità Sismica (Mg/m2\*sec)

396	1561	2470
-----	------	------

Frequenza dello Strato

22	18	288
----	----	-----

Periodo dello Strato

0.05	0.06	0.00
------	------	------

B (Larghezza Fondazione in cm)

K (Coeff. di Winkler in Kg/cm<sup>3</sup>)

K (Coeff. di Winkler in N/cm<sup>3</sup>)

200	200	200
-----	-----	-----

1.93	23.15	52.52
------	-------	-------

18.93	227.03	515.01
-------	--------	--------

**ALLEGATO 1 – PLANIMETRIA CON UBICAZIONE  
DELL'INDAGINE SISMICA**

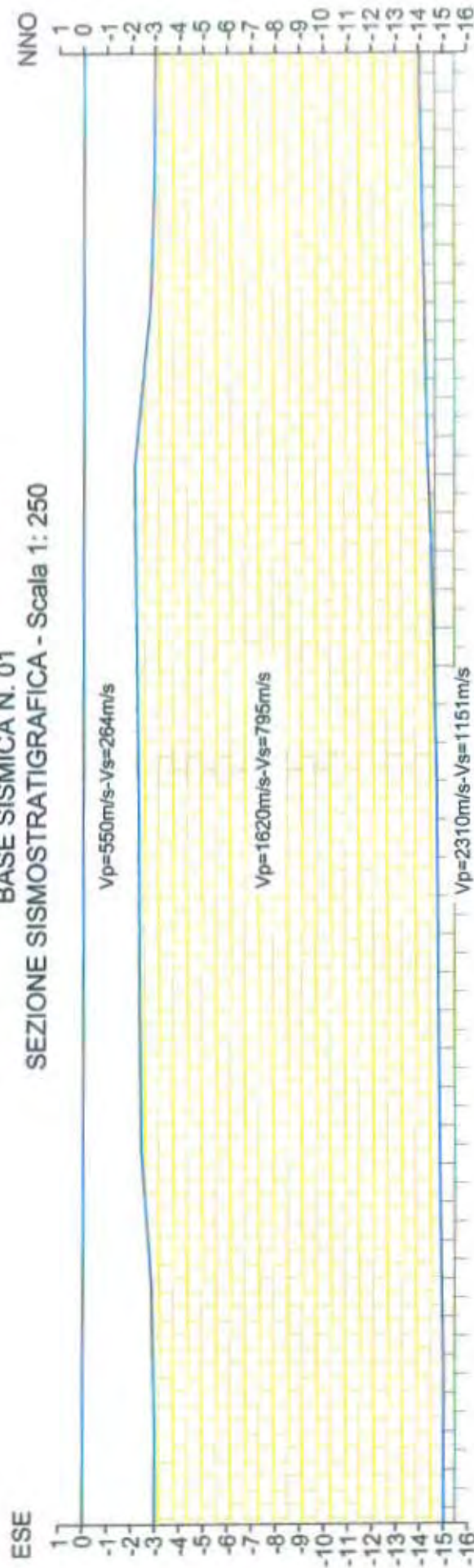


# PLANIMETRIA CON UBICAZIONE DELL'INDAGINE SISMICA - Scala 1:500



## **ALLEGATO 2 – INDAGINE SISMICA**

# BASE SISMICA N. 01 SEZIONE SISMOSTRATIGRAFICA - Scala 1: 250



## LEGENDA

SISMOSTRATO 1:  
materiale di riporto  
frammisto a breccie  
depositi di natura tufacea

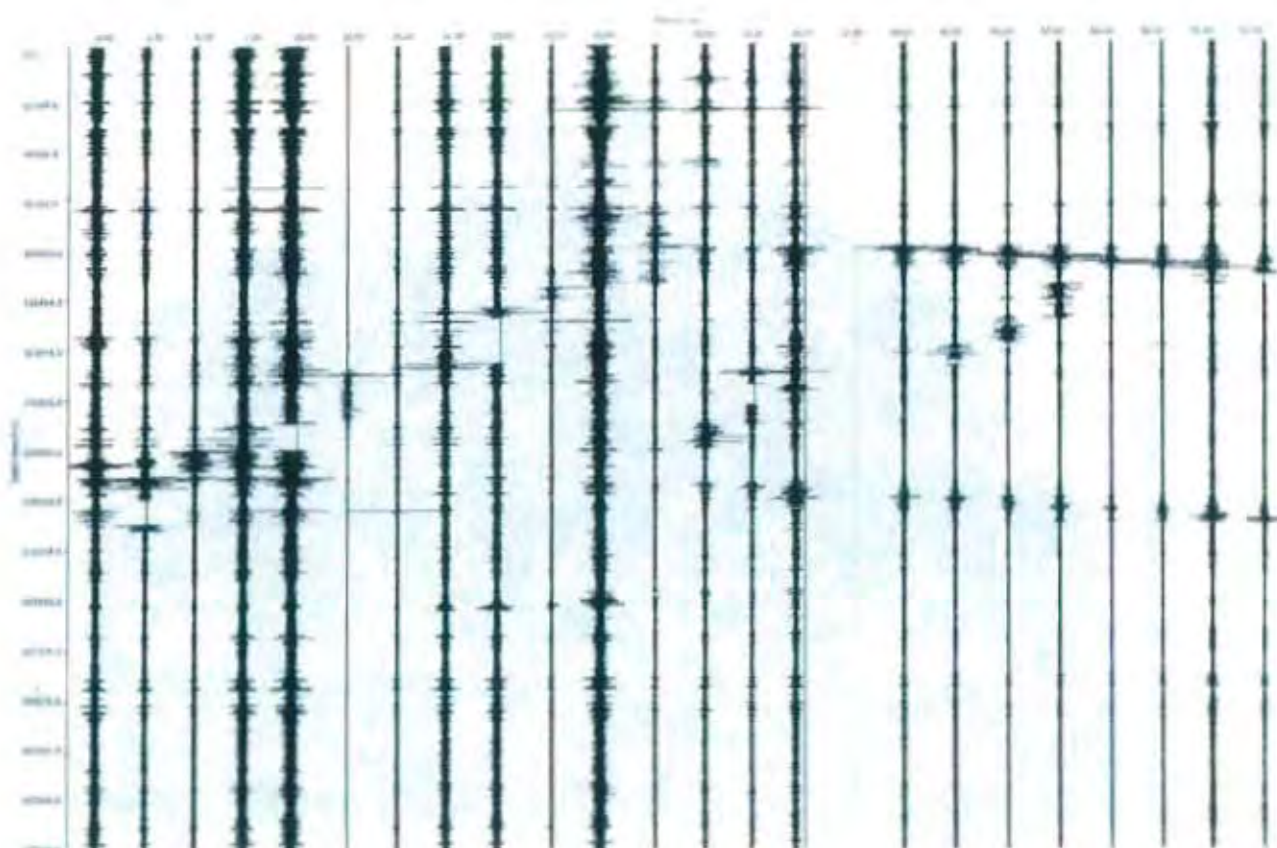
SISMOSTRATO 2:  
ammasso  
calcarenitico  
mediamente  
compatto e/o alterato

SISMOSTRATO 3:  
ammasso calcareo  
mediamente  
compatto

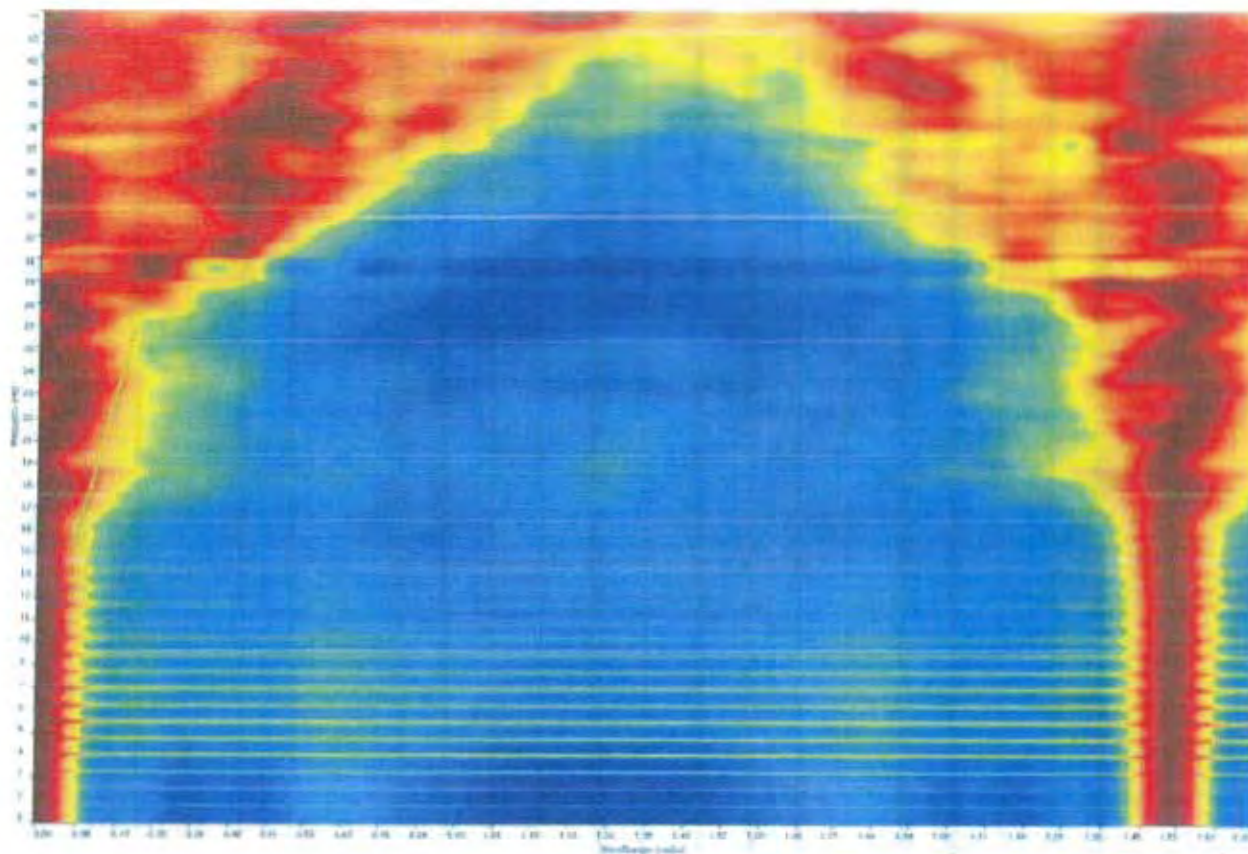




# SISMOGRAMMA MEDIO - RE. MI. 1

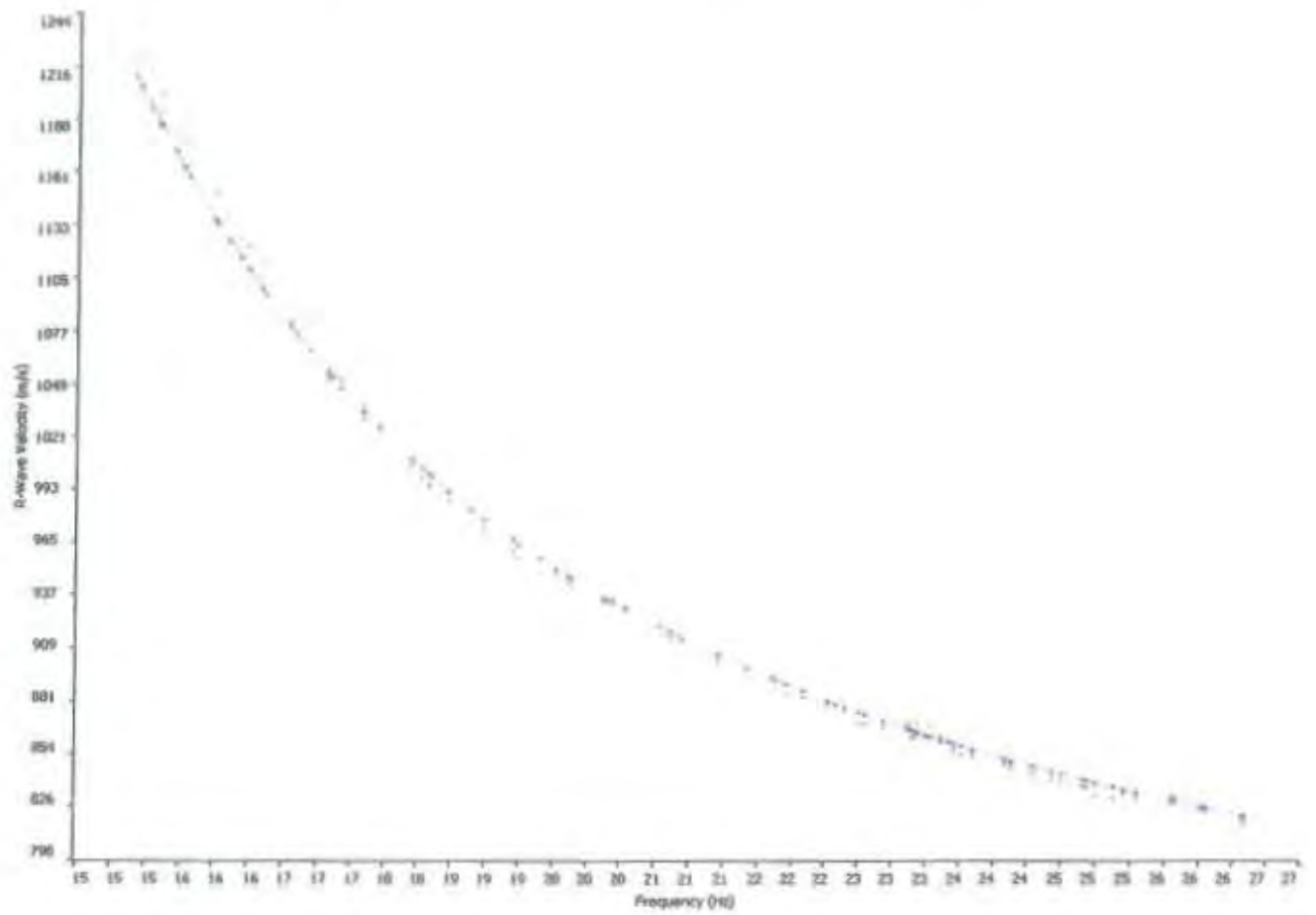


**GRAFICO P-F CON L'INDIVIDUAZIONE DEI PUNTI DELLA  
CURVA DI DISPERSIONE – RE. MI. 1**

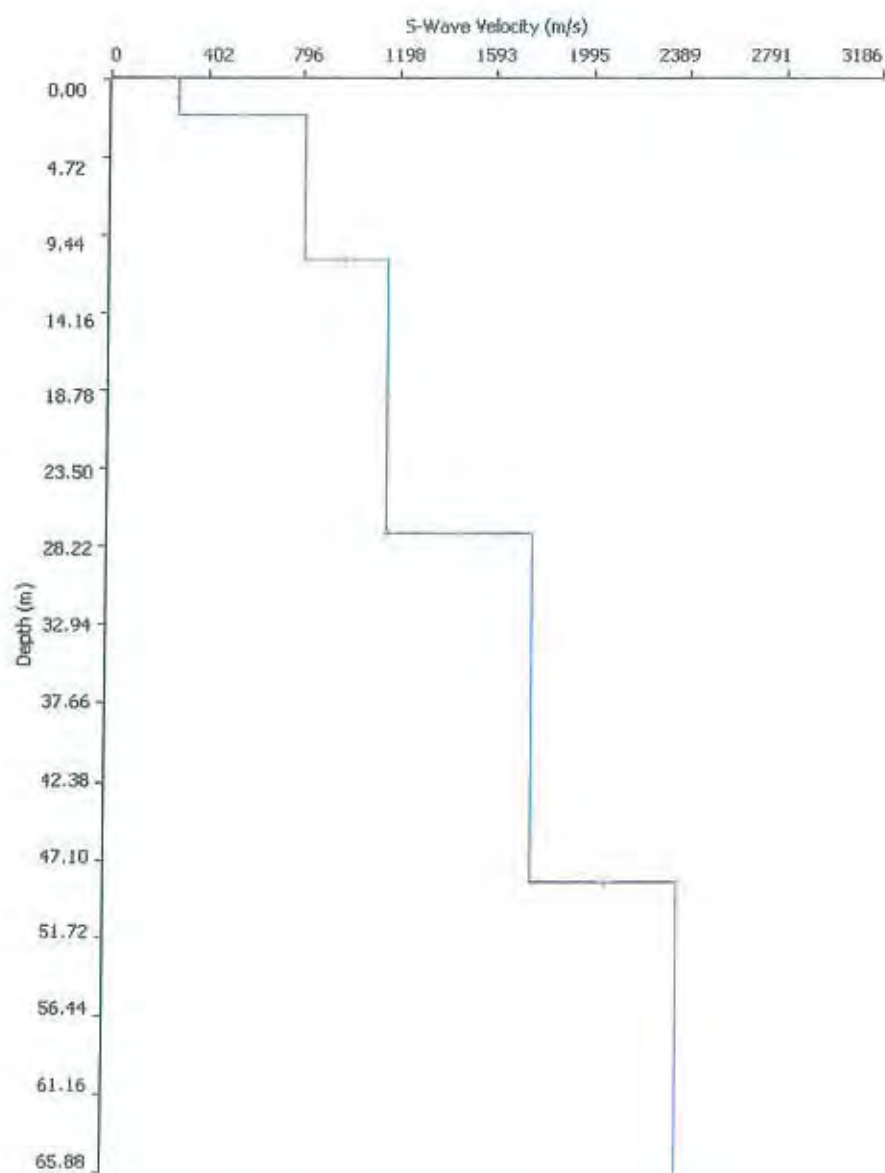




## CURVA DI DISPERSIONE – RE. MI. 1



## PROFILO Vs – RE. MI. 1



Vs30 = 871m/s a partire dal piano d'indagine



**ALLEGATO 3 – DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA  
SULL'INDAGINE SISMICA**

**FOTO INDAGINE SISMICA: BS01 IN ONDE P E Re.Mi.**





BS1, particolare della strumentazione



## SUCCESSIONE STRATIGRAFICA

Dal rilevamento geologico della zona, dalle indagini effettuate e da lavori e studi eseguiti in passato dallo scrivente in zone adiacenti a quella oggetto di studio, si può ipotizzare verosimilmente la seguente Stratigrafia Tipo:

da 0,00 a 3,00 m	terreno vegetale e/o di riporto frammisto a brecce;
da 3,00 a 15,00 m	calcarenite organogena mediamente compatta;
oltre 15,00 m	calcari detritici da poco a mediamente fratturati, a luoghi, con presenza di terra rossa.

## CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEL TERRENO DI FONDAZIONE

Sulla base di quanto emerso, si può verosimilmente ipotizzare che le future opere da realizzare avranno come piano di fondazione la "Calcarenite organogena", il cui litotipo dalle correlazioni esistenti in letteratura tra le velocità delle onde sismiche ( $V_p$  e  $V_s$ ) si associano i seguenti parametri geotecnici:

- peso di volume medio :	1,65 t/m <sup>3</sup>
- angolo di attrito ( $\phi$ ) :	35°
- coesione :	0 Kg/cm <sup>2</sup>
- coefficiente di Poisson:	0,36
- Modulo di deformazione statico	360 Kg/cm <sup>2</sup>

## CONSIDERAZIONI E VALUTAZIONI CONCLUSIVE

Per quanto riguarda lo studio di cui all'incarico ricevuto può ritenersi soddisfatta l'attuale richiesta condizione cognitiva avendo esposto esaustivamente problematiche geologiche, idrogeologiche, stratigrafiche, geomeccaniche e/o geotecniche e sismiche, ed avendo assunto un modello di riferimento strutturale.

Si ritiene di escludere nel contempo il rinvenimento di falde idriche al disotto del sedime nell'ambito di uno spessore di almeno 19 metri dal piano campagna attuale. Non sussistono, infatti, le condizioni perché le stesse possano formarsi prima del livello mare, risultando assenti livelli impermeabili intermedi.

Si ritiene opportuno richiamare l'attenzione sulla possibilità non remota di intercettare, durante i lavori di sbancamento per il raggiungimento del piano di sedime su cui realizzare le basi fondali o più subdolamente, in profondità, intrusioni o intervalli di sacche argillose plastiche o plaghe di carsificazione.

Nessun condizionamento di carattere morfologico si rileva infine relativamente alle questioni idrauliche di superficie anche se ovviamente si richiama l'attenzione del Progettista per il rispetto delle normative in ordine alla corretta regimazione idraulica di tutte le acque esterne defluenti sui piazzali ed al collettamento e successivo smaltimento delle pluviali dell'intero edificio.

Appurata la natura litologica ed i rapporti stratigrafici delle formazioni presenti, nonché il loro grado di discontinuità e di omogeneità, è possibile, pertanto, esprimere un parere circa la fattibilità geologica e geomorfologica del sito:

- dal punto di vista **geologico** la fattibilità è **positiva** in quanto il substrato, su cui poggeranno le fondazioni delle opere da realizzare, si mostra mediamente compatto e senza grossi problemi strutturali;
- dal punto di vista **geomorfologico** la fattibilità è **positiva** in quanto il territorio su cui dovranno insistere le opere da realizzare si mostra senza particolari fenomeni di dissesto e con lievissima inclinazione;
- dal punto di vista **idrogeologico** la fattibilità è **positiva** in quanto non vi sono corsi d'acqua e la falda acquifera sotterranea, è presente a profondità tali da non





influenzare le fondazioni dei manufatti a costruirsi.

- dal punto di vista **idrologico** la fattibilità è **positiva** in quanto si condividono *in toto* le determinazioni dei progettisti dell'intervento edificatorio, che stabiliscono la compatibilità idrologica delle opere a realizzarsi nelle aree soggette ad inondazione, di seguito integralmente riportate:

### **Studio di Compatibilità Idrologica ed Idraulica**

*Coerentemente alle disposizioni contenute agli articoli n. 7 e n. 8 delle Norme Tecniche di Attuazione del PAI, si riportano le determinazioni circa la compatibilità idrologica ed idraulica delle opere previste nelle zone a rischio di inondazione.*

*La porzione del lotto a diversa pericolosità idraulica:*

- *è ubicata nella zona sud-est del Comparto in oggetto, a ridosso del sottovia di Via Isonzo;*
- *occupa una superficie di 863 mq circa, pari a circa 8,00% dell'intera superficie di Comparto.*

*Al fine di ridurre i rischi connessi alla diversa pericolosità idraulica (AP) e (MP), correlata all'insediamento residenziale ipotizzato nel PdL, in fase di progetto è stato previsto di realizzare nell'intera area a rischio idraulico esclusivamente interventi di adeguamento e ristrutturazione della viabilità e della rete dei servizi pubblici e privati esistenti, realizzati in condizioni di sicurezza idraulica in relazione alla natura dell'intervento, coerentemente a quanto stabilito agli articoli n. 7 e n. 8 delle NTA del PAI.*

*In particolare, la sistemazione dell'area è stata così destinata:*

- *in parte, a strada di servizio e di accesso: 303 mq (35,11%);*
- *in parte, a verde alberato con la piantumazione di piante autoctone*





*caratteristiche della macchia mediterranea: 390 mq (45,20%);*

*- in parte, a parcheggi pubblici con pavimentazione permeabile: 170 mq (19,69%);*

*Al fine di garantire tanto il mantenimento delle condizioni idrauliche della zona quanto la protezione dell'area destinata ad usi residenziali è stato previsto di realizzare un ostacolo all'inondazione innalzandone il relativo piano di campagna, (quota media + 1,50).*

*Inoltre, come riscontrabile nella TAV. n.9, la livelletta stradale è stata prevista con pendenza dell' 1,4 % in salita verso l'insediamento residenziale, tale previsione consente di creare un battente idraulico di 1,70 m (2,10m – 0,40 m), adatto a mettere in sicurezza assoluta l'intervento residenziale anche nel caso di rischio inondazione con tempo di ritorno inferiore o uguale a 30 anni.*

*In aggiunta, si evidenzia che l'intervento residenziale è stato posizionato alla distanza di sicurezza di oltre 100 m dal limite esterno della perimetrazione a rischio idraulico (MP).*

- dal punto di vista **geotecnico** la fattibilità è **positiva** in quanto le formazioni presenti sono caratterizzate da parametri fisico-meccanici buoni o discreti e da una Vs30 superiore a 800 m/sec e, quindi, con attribuzione al suolo di fondazione della categoria "A"

Bisceglie, novembre 2013

Il geologo

dott. Francesco NAPOLETANO