



REGIONE PUGLIA

**COMUNE DI STATTE**

ISTITUTO AUTONOMO CASE POPOLARI



COMUNE STATTE

**PROGRAMMA INTEGRATO DI RIQUALIFICAZIONE DELLE PERIFERIE - PIRP****INTERVENTI PUBBLICI***PROGRAMMA OPERATIVO FESR 2007-2013 - ASSE VII - LINEA D'INTERVENTO 7.1 - AZIONE 7.1.2*

1) PARCO URBANO - FINANZ. € 800.000,00

2) INTERVENTO DI RECUPERO ALLOGGI IACP - FINANZ. € 1.200,00

*LEGGE 27/05/1975 N.166*

3) INTERVENTO DI COMPLETAMENTO DI N°12 ALLOGGI "ex BRIOTTI" - FINANZ. € 606.692,00

**PROGETTO INTEGRATO**

COORDINAMENTO GENERALE:

Arch. Rocco A. CERINO - Dir.Tecnica IACP

1) PARCO URBANO:

Arch. Giuseppe A. GAGLIARDI - progettista

2) INTERVENTO DI RECUPERO ALLOGGI IACP:

Arch. Aldo CAFORIO - progettista

3) INTERVENTO DI COMPLETAMENTO N°12 ALL. "ex BRIOTTI":

Ing. Vitangelo GIAMPETRUZZI - progettista



DATA	AGG	PARCO URBANO	PRELIMINARE	DEFINITIVO
08.03.2012				
AGG	AGG		ESECUTIVO	VAR
TAVOLA		Relazione Geologica- Geotecnica sulle indagini	SCALA	
RG 01			- :: -	

**STUDIO DI INGEGNERIA**  
**DOTT. ING. GIOVANNI ANTONICELLI**

**STUDIO DI GEOLOGIA IDROGEOLOGIA E GEOLOGIA-TECNICA**  
**DOTT. ANTONIO TRAMONTE**

---

**COMUNE DI STATTE**  
**PROVINCIA DI TARANTO**

**PROGETTO:** PARCO URBANO E LOCALI COMMERCIALI

**COMMITTENTE:** IACP, TARANTO

**UBICAZIONE:** LOC. SAN GIROLAMO EMILIANI, STATTE (TA)

**RELAZIONE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E**  
**GEOTECNICA CON MODELLAZIONE E**  
**PERICOLOSITÀ SISMICA**

Taranto, lì 21/02/2012

**Dott. Ing. Giovanni ANTONICELLI**

**Dott. Geol. Antonio TRAMONTE**

STUDIO Dott. Ing. Giovanni ANTONICELLI - Dott. Geol. Antonio TRAMONTE

Via Cialdini n°35, 74016 Massafra (TA)

Tel/Fax: 0998802685    Cell: 3393230205    E-mail: [ingantonicelli@libero.it](mailto:ingantonicelli@libero.it) - [geologo.tramonte@libero.it](mailto:geologo.tramonte@libero.it)

---

È severamente vietata ogni forma di riproduzione o di diffusione dei dati qui contenuti, se non per gli scopi previsti dalle Normative vigenti; tutti i diritti di proprietà sono riservati.

## **1. PREMESSA**

La relazione fa seguito all'incarico conferito dallo IACP di Taranto allo scrivente dott. ing. Giovanni ANTONICELLI, per la effettuazione di indagini geognostiche e geotecniche necessarie e più opportune circa l'intervento per la realizzazione di un parco urbano e box commerciali con la demolizione di alcuni edifici esistenti nel complesso di abitazioni popolari esistente in località San Girolamo Emiliani del Comune di STATTE (TA).

Lo scrivente si è avvalso, nell'ambito delle proprie competenze, della collaborazione del Dott. Geologo Antonio TRAMONTE. La seguente relazione è finalizzata alla identificazione dei caratteri geologici ed idrogeologici dell'area d'intervento, alla valutazione dei caratteri meccanici dei terreni di fondazione ed alla modellazione con valutazione della pericolosità sismica.

## **2. CARATTERI GEOLOGICI DELL'AREA**

L'area interessata dall'immobile ricade nel foglio 202 della Carta D'Italia I S.W. "STATTE". Tale area costituisce una parte dell'ampia fascia che si estende fino al mare Ionio, compresa tra due grandi domini stratigrafico-strutturali: l'Avampaese Apulo, a NE, caratterizzato da una potente successione mesozoica di calcari di piattaforma, e la Fossa Bradanica, a SW, caratterizzata da una successione di sedimenti carbonatici e terrigeni di età plio-pleistocenica

In questa parte del territorio del Comune di Crispiano, sulla potente successione calcarea mesozoica, si riconoscono unità appartenenti a più cicli sedimentari: il ciclo bradanico plio-pleistocenico. Le unità litostratigrafiche riconosciute in tale territorio sono, dal basso verso l'alto: Calcarea di Altamura (Cretaceo sup.); Calcarenite di Gravina (Pliocene sup.-Pleistocene inf.).

- CALCARE DI ALTAMURA ( Cretaceo sup.)

Nell'area rappresenta la più antica unità affiorante e costituisce il substrato dei successivi cicli sedimentari plio-quadernari.



La roccia si presenta generalmente compatta in strati o banchi con spessori variabili da 10 a 15 cm fino a due metri; la grana è molto fine, in qualche caso microcristallina, la frattura concoide. Il colore è variabile dal bianco al grigio-nocciola; a luoghi è rossastro per la presenza in superficie di residui ferrosi, prodotto della degradazione.

A diverse altezze stratigrafiche della successione calcarea, si rinvencono strati a Rudiste e macroforaminiferi, cronologicamente riferibili al Cretaceo superiore.

Lo spessore stratigrafico affiorante nell'area non è ben rilevabile a causa dell'esiguità delle esposizioni.

- CALCARENITE DI GRAVINA (Pliocene sup.-Pleistocene inf.)

Tale formazione, conosciuta più comunemente col nome di "tufo", rappresenta il termine trasgressivo più antico del ciclo sedimentario plio-pleistocenico della Fossa bradanica. Si tratta sostanzialmente di strati e banchi di biocalcariniti, biocalcilutiti e biocalciruditi di colore grigio chiaro, formatesi in parte dal disfacimento dei calcari cretacei ed in parte dall'abbondante accumulo di spoglie di organismi marini; infatti alcuni orizzonti sono formati quasi per intero da gusci di molluschi marini. La roccia, di norma, ha un aspetto massiccio o è stratificata in grossi banchi; tale disposizione, in alcuni casi, corrisponde ad un'originaria clinostratificazione.

La roccia presenta una struttura granulare eterogenea costituita da litoclasti e bioclasti, tutti di origine intrabacinale.

Il contenuto in microfossili è rilevante e si segnala la presenza di *Ostrea edulis* (Linneo) e *Pecten jacobus* (Linneo). Tra i microfossili, si riconoscono alcuni individui di *Cibicides lobatulus* (Walker e Jacob), *Elphidium* sp. E *Globigerina bulloides* (D'Orbigny).

L'ambiente di sedimentazione è variabile dal litorale al neritico.

A chiudere in alto la successione stratigrafica, si riscontra la presenza di un piccolo livello di terreno vegetale, potenza di circa 0,5 m, limoso di colore marrone rossastro, originato sicuramente dalle terre rosse, prodotto residuale della degradazione delle sottostanti calcareniti.

Di seguito si riporta la schematizzazione della successione litostratigrafia presente nell'area di interesse e riscontrata dall'analisi di dati rinvenuti da perforazioni per acqua presenti in zona, dall'alto verso il basso:

- **Terreno vegetale di colore marrone rossastro, terre rosse (m 0,30);**
- **Calcarenite mediamente cementata, fratturata, con presenza di formazioni paracarsiche (m 20,00)**
- **Calcari e calcari dolomitici mesozoici, fratturati e carsificati, substrato carbonatico (> m 1000,00)**

### **3. TETTONICA DELL'AREA**

Due diversi assetti tettonici si notano nell'area in esame, a seconda che si prendano in considerazione il Calcare del Cretaceo o le formazioni del Quaternario.

La successione calcarea è stata interessata da due tipi di azioni tettoniche: il primo, prodottosi durante il terziario, ha prodotto blande ondulazioni degli strati e faglie; il secondo tipo, verificatosi nel Quaternario, ha prodotto un sollevamento in blocco del territorio interessando anche le formazioni successive, senza disturbare la giacitura degli strati.

Le faglie che interessano il substrato calcareo non sono direttamente visibili in quanto risultano ricoperte dai depositi calabrianici e postcalabrianici.

Dall'esame di stratigrafie relativi a pozzi per acqua presenti nell'area, si riscontra un repentino abbassamento della sommità dei calcari procedendo da NE a SO, evidenziando una struttura a gradinata.

I depositi quaternari presentano una giacitura tabulare; hanno subito un sollevamento regionale, che si è articolato in più fasi nel post-calabrianico. L'esistenza di queste fasi di sollevamento è messa in evidenza sia da dati stratigrafici, come la presenza di depositi corrispondenti a vari cicli sedimentari postcalabrianici, che morfologici, come i cordoni litorali rispettivamente a circa m 60, m 25 e m 15 sul livello del mare.

#### **4. MORFOLOGIA DELL'AREA**

Dal punto di vista morfologico, l'area presenta un andamento spiccatamente collinare, laddove si riscontrano le quote topografiche più elevate (160 m s.l.m.). Più a sud di tali rilievi, fino alla costa, l'area ha i caratteri di una piana digradante verso il mare, interessata da una serie di terrazzi paralleli alla costa che si sviluppano a partire da quota m 120 fino a ridosso delle dune costiere.

In corrispondenza degli affioramenti della Calcarene di Gravina e dei calcari mesozoici, si rinvencono numerosi solchi erosivi (gravine) che si sviluppano in direzione NE-SO e incidono i corpi rocciosi per profondità variabili tra m 10 e m 60. Tali solchi erosivi si interrompono piuttosto bruscamente ai piedi della scarpata che raccorda i rilievi calcarei e calcarenitici alla sottostante piana. Tale piana si sviluppa con continuità fino al mare, interrotta presso la costa da un cordone continuo di dune alte fino a m 10 e con larghezza massima di 1 Km.

Nell'area d'interesse, si rileva la presenza di un solco erosivo poco profondo che passa a qualche centinaia di metri ad est dell'edificio in premessa.

#### **5. IDROLOGIA DELL'AREA**

Idrologicamente l'area è interessata da un unico acquifero profondo che costituisce l'acquifero principale per l'approvvigionamento idrico ad uso irriguo e domestico.

##### **- FALDA PROFONDA**

Il Calcere di Altamura è sede di una estesa falda carsica di base, che costituisce la risorsa idrica di maggiore interesse.

La falda è sostenuta dall'acqua marina, relativamente più densa, che invade il continente; l'orizzonte marino individua, pertanto, il livello di base della falda carsica. Il contenuto acqua dolce - acqua salata si ha a profondità via via crescenti all'aumentare della quota piezometrica il che fa individuare una zona di "transizione" ove si attuano fenomeni di miscelamento per diffusione molecolare. In particolare, l'isoalina 5 g/l individua la superficie di separazione tra acque di falda e acque salmastre e si rinviene ad

una profondità pari a circa 32 volte la quota della superficie piezometrica sotto l'orizzonte marino (Reina, 1969). L'isoalina di 30-40 g/l individua il contatto tra le acque dolci e quelle marine vere e proprie, come stabilito dalla legge di Ghyben-Herzberg, tale contatto si localizza a profondità 40 volte quella della superficie piezometrica.

La circolazione idrica dell'unità calcarea si attua attraverso una rete di discontinuità quali giunti di strato, fratture e cavità carsiche che risultano intercomunicanti.

Le acque di infiltrazione provengono dalle zone di alimentazione che si trovano alle alte quote delle Murge. In queste zone, la rapida infiltrazione è favorita da doline ed inghiottitoi attraverso cui le acque raggiungono le quote di equilibrio con le acque marine.

La struttura idrogeologica dei terreni condiziona le diverse modalità con cui si attua la circolazione idrica; laddove i calcari cretacei affiorano e li dove mancano le Argille subappennine di copertura, la falda è a pelo libero. Le condizioni di falda in pressione e di artesianità, tipiche dell'area costiera, sono determinate dalla presenza della copertura impermeabile. Tuttavia, anche nei calcari del substrato è possibile riscontrare condizioni di falda in pressione per la locale presenza di "acquitardi" rappresentati da livelli calcarei compatti, poco fratturati e carsificati.

La profondità di rinvenimento delle acque di falda è una diretta conseguenza della profondità del substrato carbonatico ad eccezione dei suddetti livelli calcarei impermeabili che determinano locali approfondimenti delle acque di falda. Dalle stratigrafie dei pozzi attestati nella falda carsica si evince che qui la falda si rinviene a circa m 200 di profondità dal pano campagna e la superficie piezometrica si attesta a circa m 140,00 di profondità dal piano campagna, quindi si attesta a circa m 20,00 sul livello medio marino.

Nell'area di studio, le acque di dilavamento meteoriche scorrono superficialmente secondo le linee di maggiore pendenza per riversarsi nei solchi erosivi presenti a circa m 200,00 – 300,00 ad est, per convogliarsi nelle Gravine e riversarsi direttamente in mare.

Di seguito si riporta la successione idrogeologica riscontrata nell'area di interesse, dall'alto verso il basso.



- **Terreno vegetale di colore marrone rossastro, terre rosse (acquitardo  $k=10^{-5}$  cm/sec);**
- **Calcarenite mediamente cementata, fratturata, con presenza di formazioni paracarsiche (acquitardo  $k=10^{-4}$  cm/sec);**
- **Calcari e calcari dolomitici mesozoici, fratturati e carsificati, substrato carbonatico (acquifero  $k=10^{-3}$  cm/sec);**

## **6. INDAGINE STRATIGRAFICA CON PROSPEZIONE SISMICA**

La presente indagine è stata effettuata in ottemperanza al D.M. del 11.03.1988 e dell'O.P.C.M. del 20/03/2003 n. 3274 e "Norme Tecniche per le costruzioni" Decreto 14 gennaio 2008.

L'indagine è stata commissionata allo scopo di acquisire le seguenti informazioni:

- la velocità di propagazione delle onde P ed onde S nel sottosuolo;
- lo spessore del terreno agrario o di riporto e dei materiali sciolti di copertura;
- la determinazione qualitativa e semiquantitativa di alcuni parametri elastici relativi sismostrati, utili anche ai fini del calcolo del coefficiente di sottofondo;
- il presumibile valore del  $V_{S30}$ .

E' stato, pertanto, eseguito a quota del piano stradale, n. 1 profilo sismico coniugato a rifrazione (SS01), di lunghezza pari a 77m.

L'indagine geognostica, eseguita con il metodo della sismica a rifrazione, ha avuto lo scopo di:

- a) ricostruire la successione litostratigrafica del sottosuolo individuando superfici di discontinuità fisiche laterali e/o verticali;
- b) fornire indicazioni sulle caratteristiche geomeccaniche dei terreni in oggetto;
- c) evidenziare la presenza di eventuali anomalie geofisiche;
- d) definire la "*Categoria di suolo di fondazione*" attraverso il calcolo del valore del  $V_{S30}$ .

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 o da un'onda elastica diretta o 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 e rilevati da 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 12 canali, della “Pasi” modello 16S12, con acquisizione computerizzata dei dati. È stata utilizzata una sorgente del tipo ad impatto verticale ed orizzontale (massa battente di 5 Kg) per la generazione di onde, rilevate da 12 geofoni verticali a 14 Hz per le onde P e da 12 geofoni orizzontali a 10 Hz per le onde S.

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  $h < 0.25 * z$ ;
- c) nelle indagini superficiali, le onde di taglio, meno veloci, arrivano in un tempo successivo, per cui il segnale registrato sarà la risultante delle onde S con le onde P; quindi la lettura dei tempi di arrivo delle onde S può risultare meno precisa della lettura dei tempi di arrivo delle onde P;
- d) le velocità delle onde P misurate in terreni saturi o molto umidi dipende talora in maniera decisiva dalle vibrazioni trasmesse dal acqua interstiziale e non dallo

scheletro solido del materiale e perciò tale valore può non essere rappresentativo delle proprietà meccaniche del materiale in questione; Ne consegue che per alcuni terreni al disotto della falda le uniche onde in grado di fornire informazioni precise sulla rigidità del terreno sono quelle di taglio.

- e) i terreni esaminati possono ricoprire un ampio campo delle velocità sismiche, in relazione alla presenza di materiale di riporto, di terreno vegetale e di acqua di falda nonché ai vari gradi di stratificazione, addensamento e cementazione delle formazioni presenti;

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
Calcere fratturato	700-4200
Calcere compatto	2800-6400
Calcere cristallino	5700-6400
Piroclastiti coerenti (tufo)	750-2450
Piroclastiti incoerenti (pozzolana)	350-1000
Arenaria	1400-4500
Granito, Monzonite, Granodiorite, Gabbro, Diabase, Basalto	4000-6000
Anidrite	3500-5500
Gesso	1800-4000
Gneiss e scisti	3500-7500

**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)

E' stato eseguito un profilo sismico coniugato (SS01), di lunghezza pari a m 77,0

ed offset di m 3,5, con battute centrale, tra il geofono G6 e G7, oltre a quelle classiche alle estremità. La profondità di investigazione massima ottenuta è stata di circa 30 m. Ai fini di una corretta interpretazione dei risultati dei sondaggi è importante sottolineare che l'indagine sismica è stata eseguita a quota dell'attuale piano campagna con lo stendimento orientato come riportato nella planimetria allegata. L'indagine è stata eseguita in data 21/02/2012, investigando in totale 84m (comprese le battute)

Adoperando opportune relazioni analitiche desunte da correlazioni empiriche è possibile associare alle caratteristiche elastiche alcuni parametri fisico-meccanici (vedi tabelle allegate).

Sono stati calcolati, oltre alle velocità di propagazione delle onde P ed S ed allo spessore dei mezzi sismici individuati, alcuni parametri geotecnici. In termini congrui, dalle velocità sismiche, assegnando la densità in sito è stato calcolato il coefficiente di Poisson ed il modulo elastico dinamico.

Le determinazioni dei moduli elastici effettuate mediante 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.

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

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

con  $B$  = larghezza della fondazione;

$E$  = modulo di elasticità del terreno;  $\nu$  = coefficiente di Poisson.

Sulla base dell'interpretazione quantitativa del profilo sismico eseguito, è stato



possibile rilevare che il sottosuolo indagato è costituito da tre sismostrati ben definiti, le cui caratteristiche dinamiche migliorano procedendo in profondità (vedi allegati).

In particolare, si riscontra un:

- 1° sismostrato a bassa velocità di propagazione delle onde P (da 285 m/s a 897 m/s);
- 2° sismostrato caratterizzato da una velocità di propagazione delle onde P da 588 m/s a 1250 m/s;
- 3° sismostrato caratterizzato da una velocità di propagazione delle onde P da 1441 m/s a 1703 m/s.

Il primo sismostrato comprende il pacchetto stradale e calcarenite alterata, la profondità è compresa tra 0,6 e 1,3 m dal piano campagna. La velocità media delle onde S è di 254m/s.

Il secondo sismostrato, ha una velocità media delle onde P di 946 m/s, ed è associabile a calcarenite a cementazione variabile con alternanza orizzontale di materiale di riporto; esso si rinviene fino ad una profondità variabile da 2,0 m a 4,2 m dal piano campagna, risultando leggermente più potente nell'area della battuta di ritorno. La velocità media delle onde S è di 452 m/s.

Il terzo sismostrato, ha una velocità media delle onde P di 1614 m/s, ed è associabile a Calcarenite cementata. La velocità media delle onde S è di 882 m/s.

In sintesi, per i "mezzi sismici" rinvenuti, non considerando il primo sismostrato in quanto, soprattutto, costituito dal pacchetto stradale esistente, è possibile fare riferimento ai seguenti valori medi:

Sismostrato n°2:

Vp	946
Vs	452
Ed	959
Es	32
□	1,7
□	0,35

Sismostrato n°3:

Vp	1614
Vs	882
Ed	3897
Es	195
□	2,0
□	0,29

Vp = velocità onde longitudinali (m/s)       $\gamma$  = densità del mezzo (t/m<sup>3</sup>)  
 Ed = modulo elastico dinamico (Mpa)       $\nu$  = coefficiente di Poisson  
 Es = modulo elastico statico (MPa)

L'indagine ha contribuito a definire le caratteristiche elastiche della formazione calcarenitica presente, evidenziando la presenza di materiale incoerente e sciolto in superficie, fino alla profondità di circa m 4,5 dal piano stradale, ed un aumento crescente in profondità del grado di cementazione dei terreni presenti.

Dai risultati dell'indagine sismica è possibile determinare il valore delle Vs<sub>30</sub> attraverso la relazione:

Pertanto, ai fini dell'azione sismica di progetto, in tutta l'area di indagine, la categoria di suolo di fondazione rientra nella **classe B** ("Norme Tecniche per le costruzioni", approvate con D.M. 14 gennaio 2008).

Tutte le ulteriori informazioni sugli spessori dei sismostrati, sui valori delle velocità di propagazione delle onde di taglio e sulle caratteristiche elastiche del mezzo sono riportate nelle tabelle dei parametri sismici e meccanici e nella sezione sismostratigrafica.

## 7. MODELLAZIONE E PERICOLOSITA' SISMICA

Il territorio di STATTE è sismicamente classificato come Zona 3, con Delibera G.R. n.153 del 02/03/2004.

Da ricerche effettuate nel sito d'interesse, è scaturito che le terre di fondazione dell'opera in questione sono rappresentate dalla Calcarenite di Gravina poco cementata in alternanza orizzontale di materiali di riporto. La Calcarenite di Gravina, in base ad indagini dirette eseguite nell'area d'intervento, appartiene alla **categoria B** di suolo di fondazione, avendo una velocità di propagazione entro m 30 di profondità:  $V_{s30}$  compresa tra 360 e 800 m/sec, ovvero resistenza penetrometrica  $N_{spt} > 50$ . A tale categoria di suolo corrisponde un valore del fattore S orizzontale pari a 1.25 e valore dello spostamento del suolo  $d_g = 0.046$  m. con velocità di spostamento del suolo  $v_g = 0.15$  m/s (Ord. 3274-2003 e successive modificazioni, Gazzetta Ufficiale n. 105).

Dalle indagini topografiche, scaturisce che l'area di interesse appartiene alla **categoria topografica T1** (superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media  $i < 15^\circ$ )

Dall'analisi del progetto, scaturisce che **l'edificio previsto appartiene alla II classe d'uso.**

**Non esistono, quindi, fattori penalizzanti che potrebbero portare ad un'eventuale amplificazione del segnale sismico o a fenomeni di risonanza "EFFETTO SITO" dovuti alla coincidenza tra frequenze del segnale sismico e frequenze naturali del sottosuolo; né esistono condizioni per potersi verificare fenomeni di amplificazione dovuti alle caratteristiche della superficie topografica; né esistono condizioni per potersi verificare fenomeni di liquefazione.**

## **8. GEOLOGIA TECNICA DELL'AREA D'INTERVENTO**

Premesso che il progetto in parola prevede due diverse fasi di esecuzione: una rappresentata essenzialmente da movimento terra con demolizione di due edifici esistenti e realizzazione di un parco urbano; l'altra rappresentata dalla realizzazione di alcuni box commerciali al livello del piano stradale esistente. Per tale motivo, in seguito verranno analizzate le caratteristiche geotecniche della roccia in sito in funzione dell'opera da eseguire.

La situazione geologico-strutturale e geoidrologica presente nel sito in esame, benché rispondente a caratteristiche ben note del territorio comunale, ed essendo anzi assai comune in gran parte se non in tutta la provincia di Taranto, impone un'attenta riflessione. Ciò in ragione, non tanto delle elevate o scadenti proprietà geomeccaniche della formazione su cui insisteranno le fondazioni dell'opera prevista, quanto della elevata disomogeneità delle dette proprietà molto variabili anche a grande scala. In merito alla formazione calcarenitica, infatti, va premesso che, a differenza dei terreni incoerenti o pseudo-coerenti, la determinazione dei parametri fisico meccanici di un ammasso roccioso fratturato e carsificato o con grado di cementazione molto variabile, è difficilmente determinabile in laboratorio per la difficoltà di ricostruire modelli di sperimentazione. Da un lato, infatti, le calcareniti, in base ai risultati di prove eseguite su provini per la determinazione dei valori di resistenza a compressione monoassiale e del modulo di Young, calcolato nel campo elastico della curva pressione-deformazione, possono essere classificati come rocce a resistenza elevata; dall'altro, l'ammasso calcarenitico si presenta, come già sottolineato in precedenza, con grado di cementazione molto variabile, con inclusioni di livelli di sabbie o limi. Caratteristica, pertanto, della formazione calcarenitica è la spiccata anisotropia tanto in senso orizzontale, quanto in senso verticale. Pertanto, i valori relativi alle proprietà fisico meccaniche del materiale integro non possono definire, nel loro insieme, la caratterizzazione media dell'ammasso roccioso in sito. I caratteri anisotropi che caratterizzano gli ammassi rocciosi si riflettono, pertanto, sulle proprietà meccaniche che possono variare anche notevolmente, entro distanze assai brevi.

#### **8.1. REALIZZAZIONE DEL PARCO URBANO**

Considerato che, come precedentemente esposto, per la realizzazione del parco urbano si eseguiranno lavori di demolizione di n. 2 edifici esistenti, lavori di movimento terra e realizzazione di scarpate e versanti di modeste dimensioni, di seguito si procederà alla valutazione dei parametri geotecnici del terreno in sito con la valutazione della stabilità dei versanti da realizzare.



Per la determinazione della stabilità del versante si suggeriscono i seguenti parametri bibliografici, confortati dai parametri meccanici evidenziati dalla tomografia sismica, considerando la calcarenite con alternanza orizzontale di materiale di riporto come una terra coesiva, si ottengono i seguenti valori:  $c = 0,1 \text{ kg/cm}^2$ ;  $\phi = 19^\circ$ ;  $\gamma_d = 1.2 \text{ g/cm}^3$ ;  $\gamma_{sat} = 1.7 \text{ g/cm}^3$ ;  $C = 0.3$ ;  $n = 0.6$ ;  $E_{ed} = 500 \text{ kg/cm}^2$  ed  $RQD = 40\%$

Dove:

$c$	=	coesione
$\phi$	=	angolo d'attrito interno
$\gamma_d$	=	peso di volume secco
$\gamma_{sat}$	=	peso di volume saturo
$C$	=	compattezza
$n$	=	porosità
$RQD$	=	indice di qualità della roccia

Avvalendosi di un programma automatico di calcolo e dei parametri geotecnici riportati in precedenza, si è provveduto alla verifica della stabilità del versante, secondo il metodo di Fellenius considerando una inclinazione media del piano campagna circostante pari a  $5^\circ$  e l'inclinazione media delle scarpate da realizzare pari a circa  $10^\circ$ .

Imponendo la verifica su alcune superfici passanti per l'area di fondazione degli edifici esistenti perimetralmente all'area di studio, si vede che per tali superfici viene determinato un valore del coefficiente di sicurezza pari a 4, ben oltre il minimo imposto dal D. M. 11.03.88 n. 47, pari a 1,3.

Quindi la verifica della stabilità del versante ha dato esiti positivi, tali da non destare preoccupazioni sulla stabilità dei versanti da realizzare.

## **8.2. COSTRUZIONE DEI BOX COMMERCIALI**

Considerato che, come precedentemente esposto, per la realizzazione dei box commerciali, verranno realizzate fondazioni poste a circa m 1,00 di profondità dal piano stradale esistente; considerato che il terreno di fondazione è rappresentato da un'alternanza in senso orizzontale di calcarenite naturale e di materiali di riporto, ciò

dovuto sicuramente all'attività estrattiva condotta in antichità nell'area di studio, per la determinazione dei carichi agli stati limite, si suggeriscono i seguenti parametri bibliografici, confortati dai parametri meccanici evidenziati dalla tomografia sismica, considerando la calcarenite con alternanza orizzontale di materiale di riporto come una terra coesiva, si ottengono i seguenti valori:  $c = 0,1 \text{ kg/cm}^2$ ;  $\phi = 19^\circ$ ;  $\gamma_d = 1.2 \text{ g/cm}^3$ ;  $\gamma_{sat} = 1.7 \text{ g/cm}^3$ ;  $C = 0.3$ ;  $n = 0.6$ ;  $E_{ed} = 500 \text{ kg/cm}^2$  ed  $RQD = 40\%$

Dove:

$c$	=	coesione
$\phi$	=	angolo d'attrito interno
$\gamma_d$	=	peso di volume secco
$\gamma_{sat}$	=	peso di volume saturo
$C$	=	compattezza
$n$	=	porosità
$RQD$	=	indice di qualità della roccia

Per la determinazione del carico limite del terreno di fondazione, può essere utilizzata la relazione di Stagg e Zienkiewicz (1968), che modifica la formula classica di Terzaghi e Meyerhof (1951) adottando coefficienti di capacità portante modificati, ricavati per gli ammassi rocciosi:

$$N_q = \tan^6 (45 + \phi/2);$$

$$N_c = 5 \tan^4 (45 + \phi/2);$$

$$N_\gamma = N_q + 1.$$

L'espressione classica di Terzaghi e Meyerhof è di seguito riportata:

$$\sigma_s = c N_c S_c + \gamma H N_q S_q + 0,5 \gamma B N_\gamma S_\gamma$$

in cui:

$c$	=	coesione;
$S_c, S_q$ ed $S_\gamma$	=	coefficienti di forma;
$\gamma$	=	peso di volume del terreno;

H = profondità di posa delle fondazioni;

B = larghezza della fondazione.

**Considerando che per i primi metri di profondità dal piano di posa delle fondazioni, il terreno di fondazione è rappresentato da un'alternanza in senso orizzontale di calcarenite naturale e di materiali di riporto, ciò dovuto sicuramente all'attività estrattiva condotta in antichità nell'area di studio, si consiglia la seguente geometria di fondazioni: reticolo di travi rovesce con i seguenti parametri meccanici:**

***Fondazione nastriforme con larghezza pari a m 0,90, profondità di posa pari a circa m 1,00 e carico baricentrico***

$$\sigma_u = 87 \quad \text{N/cm}^2$$

$$\sigma_e = 15 \quad \text{N/cm}^2$$

$$W = 2 \text{ cm}$$

$$K_s = 90 \quad \text{N/cm}^3$$

dove:

$\sigma_u$  = tensione max. del terreno agli Stati Limite Ultimi (SLU)

$\sigma_e$  = tensione max. del terreno agli Stati Limite di Esercizio (SLE)

$K_s$  = risposta elastica del terreno (Modulo di Winkler)

$W$  = cedimento atteso nel terreno di fondazione

Secondo quanto precedentemente esposto, si ritiene che la Calcarenite di Gravina con alternanza orizzontale di materiale di riporto, può essere considerata come un discreto terreno per fondazioni superficiali di tipo nastriforme.

Per la determinazione di dati puntuali si consiglia la realizzazione di indagini in sito tipo carotaggio continuo ed analisi di laboratorio su campioni indisturbati.

Si consiglia, inoltre, la verifica tramite fioretatura, di eventuale presenza di cavità per alcuni metri sotto il piano di posa delle fondazioni. In tal caso bisognerà rivalutare i

parametri meccanici del terreno di fondazione con conseguente modifica della geometria delle fondazioni.

## 9. CONCLUSIONI

Lo studio geologico, idrogeologico e geotecnico effettuato sull'area interessata dall'intervento per la realizzazione di un parco urbano e box commerciali con la demolizione di alcuni edifici esistenti nel complesso di abitazioni popolari esistente in località San Girolamo Emiliani del Comune di Statte (TA), ha evidenziato che, secondo quanto precedentemente esposto, l'area non è a rischio di dissesto idrogeologico e che il terreno di fondazione non è a rischio di instabilità per la presenza delle opere da realizzare. Considerato che il terreno di fondazione è rappresentato da un'alternanza in senso orizzontale di calcarenite naturale e di materiali di riporto, ciò dovuto sicuramente all'attività estrattiva condotta in antichità nell'area di studio, per tali terreni di fondazione e per tale tipologia d'intervento, risultano idonee fondazioni superficiali nastriformi quali reticolo di travi rovesce.

Dalla verifica di stabilità delle scarpate e dei versanti previsti in progetto per la realizzazione del parco urbano scaturisce che, secondo il metodo di Fellenius considerando una inclinazione media del piano campagna circostante pari a  $5^\circ$  e l'inclinazione media delle scarpate da realizzare pari a circa  $10^\circ$ , imponendo la verifica su alcune superfici passanti per l'area di fondazione degli edifici esistenti perimetralmente all'area di studio, si vede che per tali superfici viene determinato un valore del coefficiente di sicurezza pari a 4, ben oltre il minimo imposto dal D. M. 11.03.88 n. 47, pari a 1,3.

Dallo studio sismico del sito, si evidenzia che i terreni di fondazione appartengono alla categoria B, il territorio è classificato come zona 3, non esistono fattori penalizzanti che potrebbero portare ad un'eventuale amplificazione del segnale sismico oppure a fenomeni di risonanza "EFFETTO SITO" dovuti alla coincidenza tra frequenze del segnale sismico e frequenze naturali del sottosuolo; né esistono condizioni per potersi verificare



fenomeni di amplificazione dovuti alle caratteristiche della superficie topografica; né esistono condizioni per potersi verificare fenomeni di liquefazione.

La presente relazione viene redatta in n. 28 pagine, compresi allegati, timbrata e firmata con inchiostro di colore verde.

Taranto, lì 21/02/2012

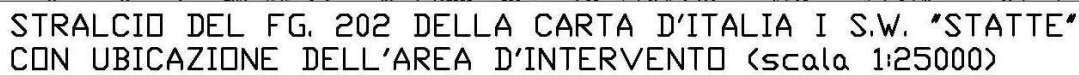
Dott. Ing. Giovanni ANTONICELLI

Dott.

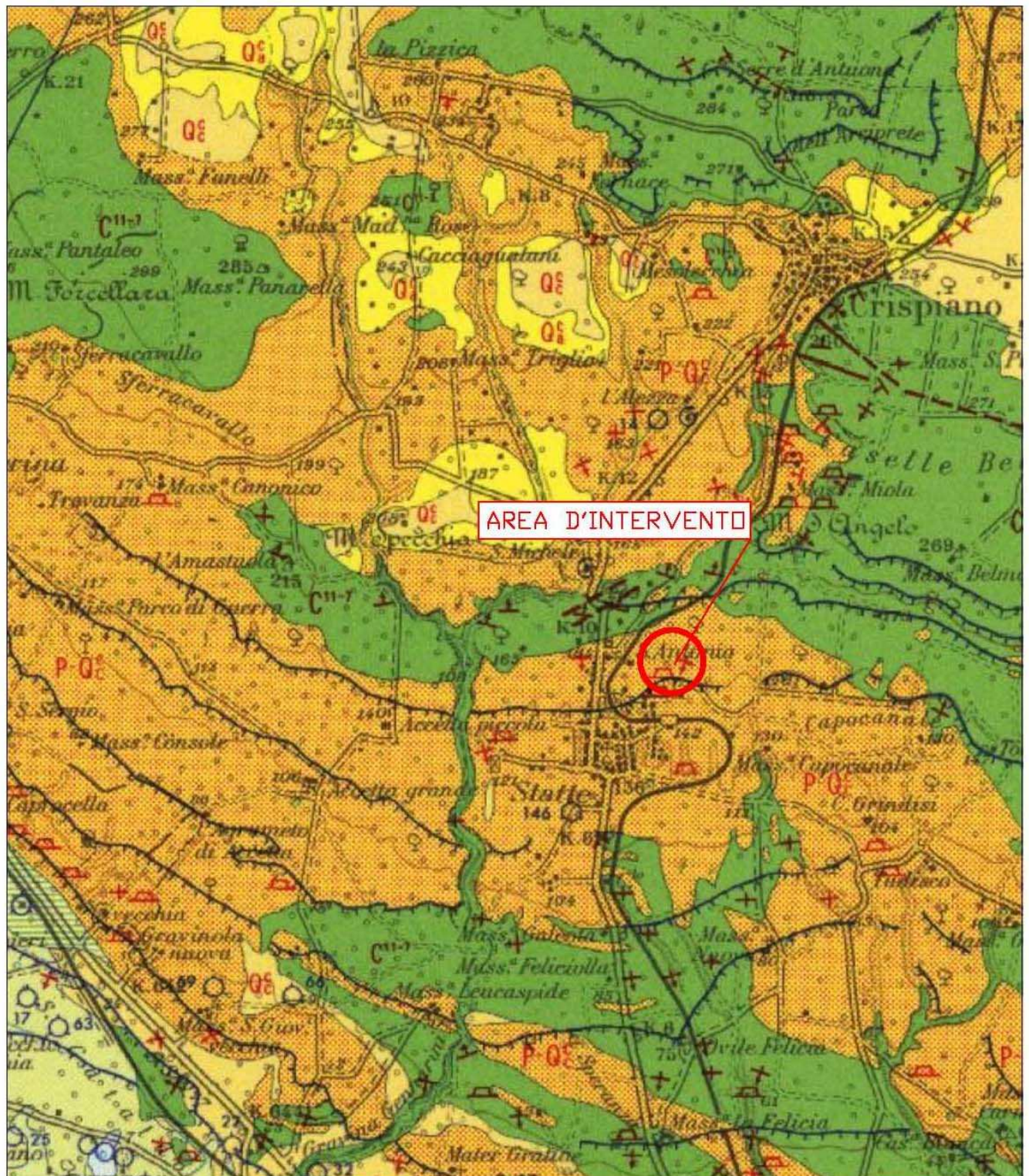
Geol.

Antonio

TRAMONTE

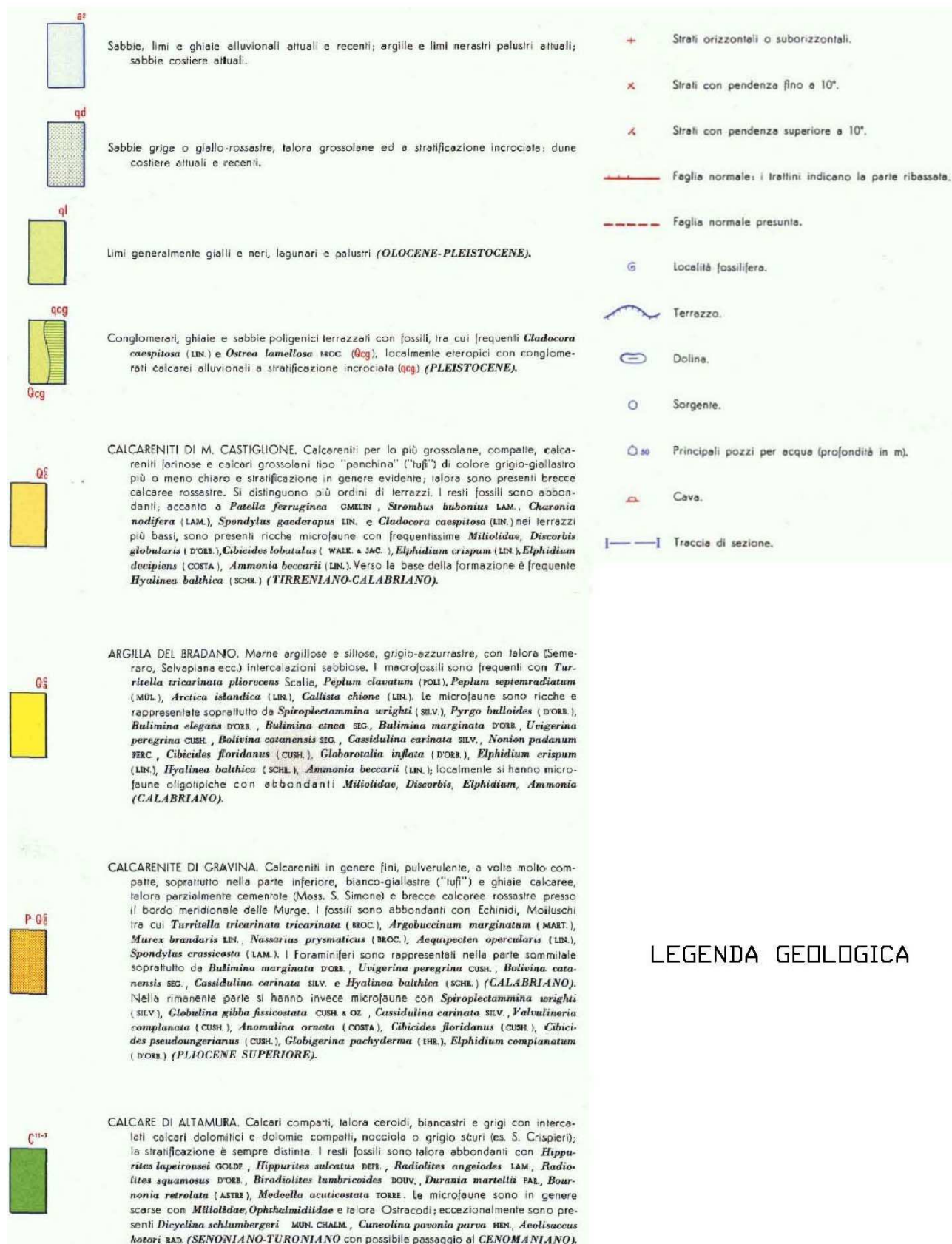


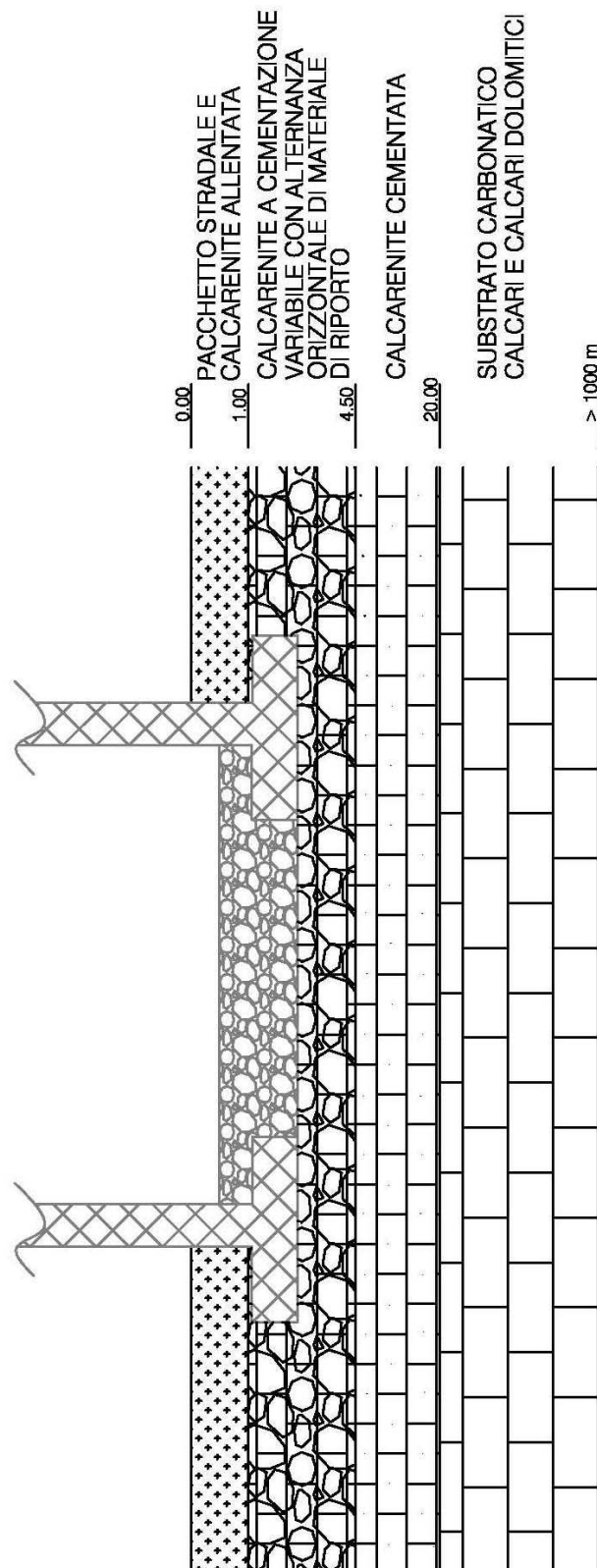




CARTA GEOLOGICA CON UBICAZIONE DELL'AREA D'INTERVENTO  
(scala 1:50000)

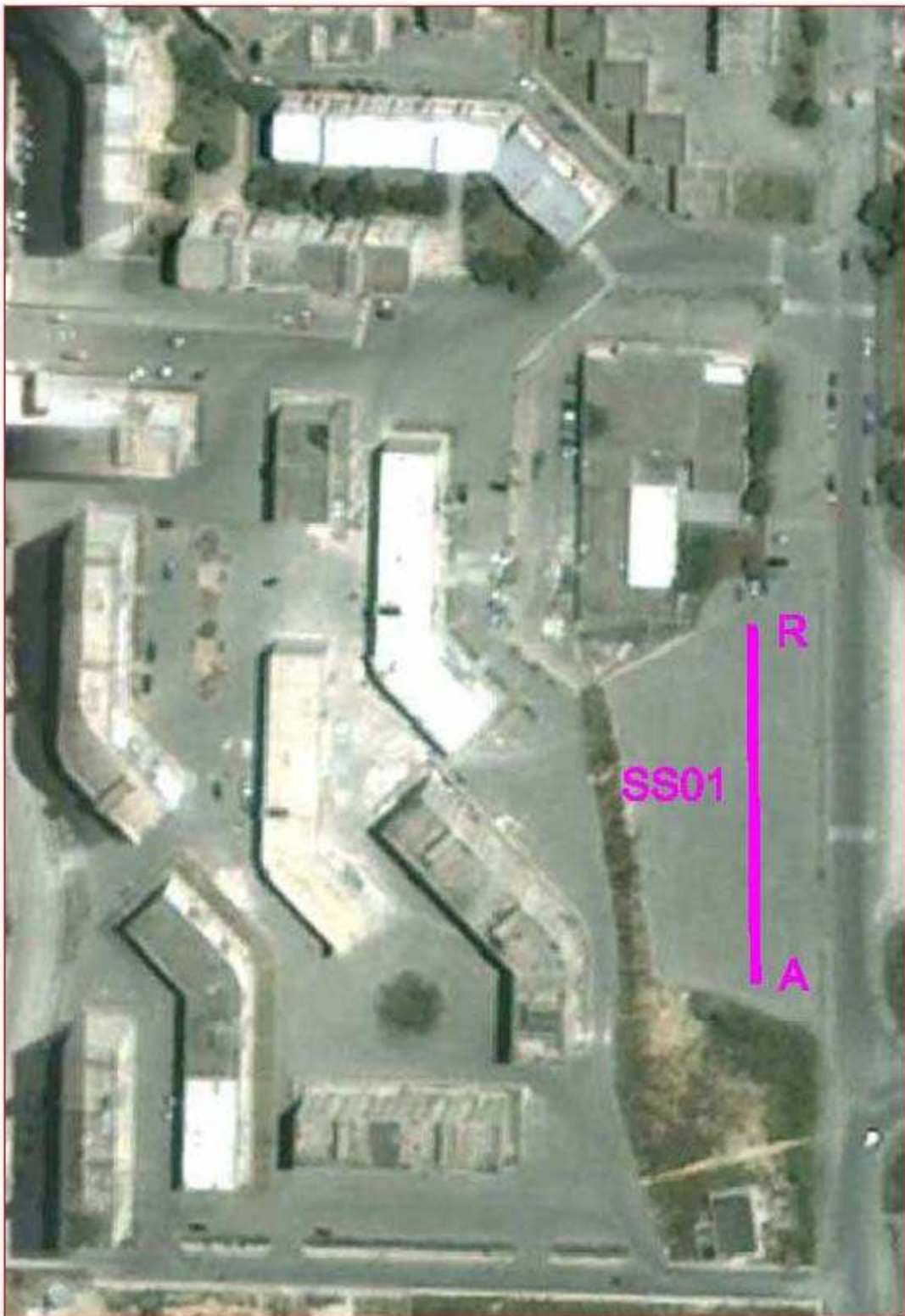




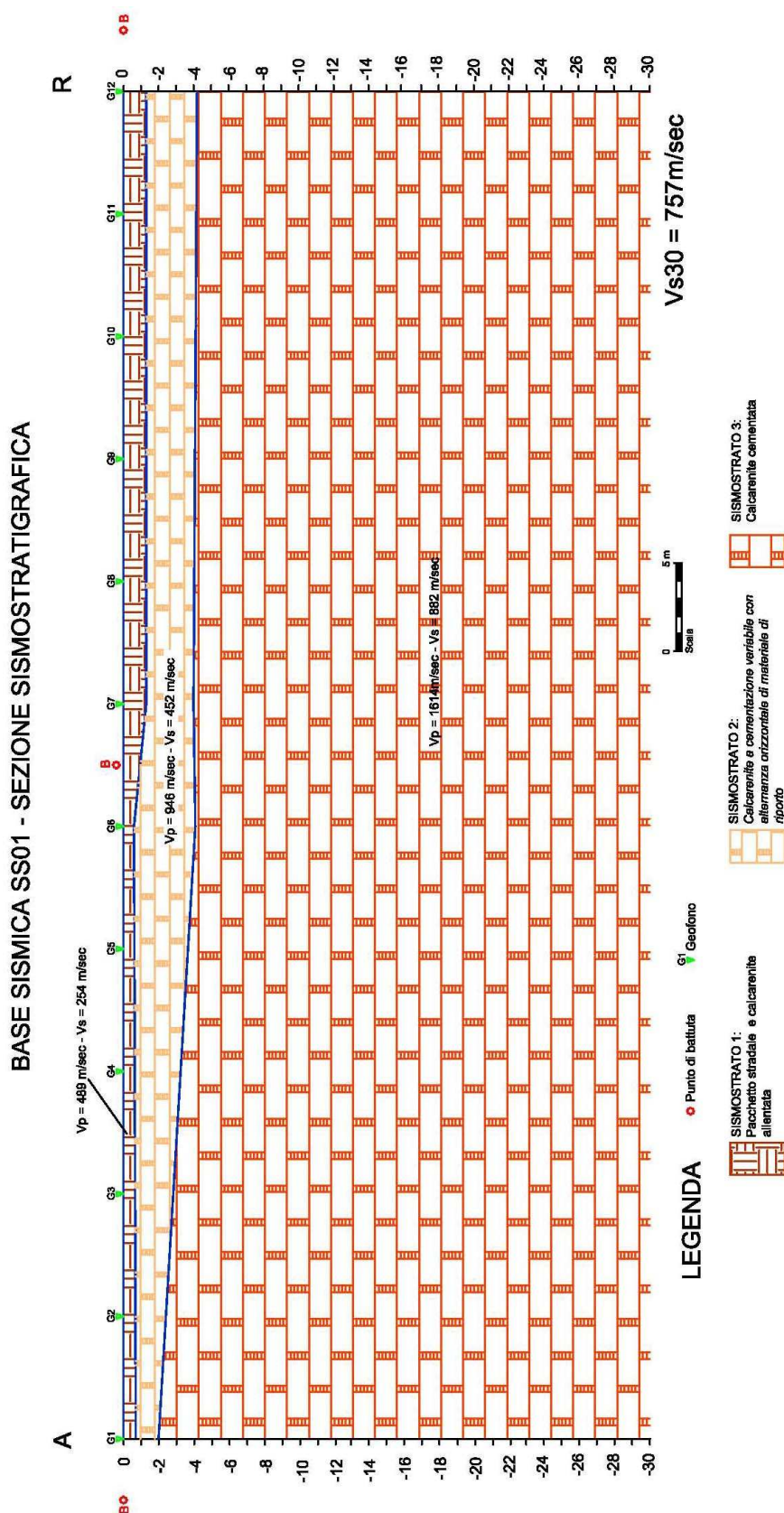


Sezione di progetto con indicazioni litostigrafiche

## PLANIMETRIA GENERALE CON UBICAZIONE BASE SISMICA







## CALCOLO SPESSORE ORIZZONTI SISMICI-Metodo delle "intercette"

## Sondaggio Sismico a rifrazione SS01

Velocità

Andata	Cent. Andata	Cent. Ritorno	Ritorno	Velocità media
v1:	897 m/s	v1:	285 m/s	489 m/s
v2:	1250 m/s	v2:	1000 m/s	946 m/s
v3:	1441 m/s	v3:	1667 m/s	1614 m/s

Tempi di intercetta

Andata	Cent. Andata	Cent. Ritorno	Ritorno
ti2:	1,10	ti2:	7,90
ti3:	2,23	ti3:	13,27
ti4:	-	ti4:	-

## RISULTATI

## Spessore orizzonti sismici

Andata	Centrale Andata a m	Centrale Ritorno a m	Ritorno	Z medio
Z1	0,7 m	Z1	1,3 m	1,0 m
Z2	1,3 m	Z2	2,7 m	2,6 m
Z3	- m	Z3	- m	-

## Profondità orizzonti sismici

Andata	Centrale Andata a m	Centrale Ritorno a m	Ritorno	H media
H1	0,6 m	H1	1,3 m	1,0 m
H2	4,1 m	H2	4,2 m	3,6 m
H3	- m	H3	- m	-

## Tabella parametri sismici e meccanici dei sismostrati

Vs30= 757

N° orizzonte sismico	Descrizione litologica	Vp	Vs	Mod. di Poisson	Densità in sito	ID indice di disomogeneità	Edin (mod. di Young dinamico)	G (mod. di taglio)	Es (mod. di Young statico)	Rigidità Sismica	Periodo dello strato	Frequenza dello strato
1	Pacchetto stradale e calcarenite allentata	489	254	0,32	1,5	1,93	239	91	8	3708	0,02	64
2	Calcarenite a cementazione variabile con alternanza orizzontale di materiale di riporto	946	452	0,35	1,7	2,09	959	355	48	7774	0,02	43
3	Calcarenite cementata	1614	882	0,29	2,0	1,83	3897	1510	260	17287	-	-

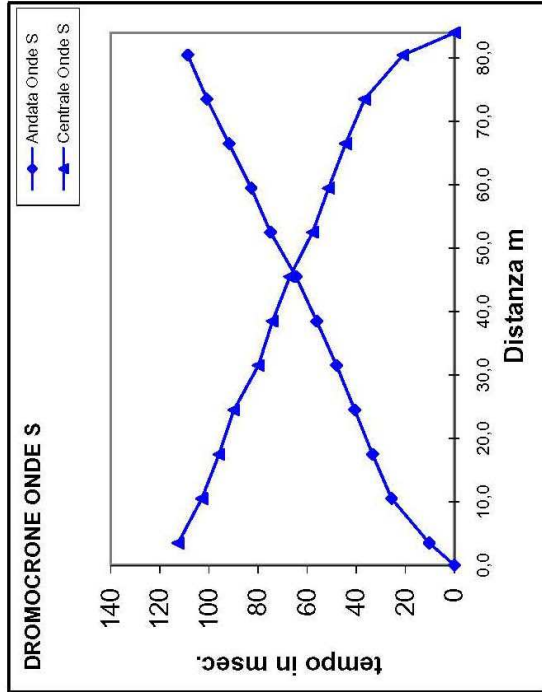
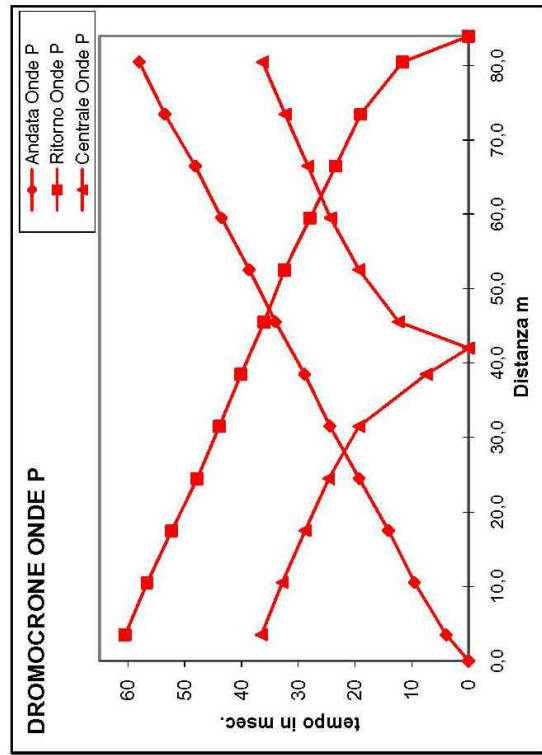
Tab. P.1 Statte (TA) - loc. S. Girolamo



**Sondaggio Sismico a rifrazione SS01**

**Distanza intergeofonica:** m. 7,0  
**Lunghezza stendimento:** m. 77,0  
**Offset** m. 3,5

ONDE P				ONDE S			
	Geofono	Distanza A/R	Time A	Time R	Geofono	Distanza C	Time C
	N°	m	ms	ms	N°		ms
Punto di battuta (A)		0,0	0	-		0,00	-
	1	3,5	3,9	60,5	1	3,50	36,5
	2	10,5	9,5	56,6	2	10,50	32,8
	3	17,5	14,1	52,3	3	17,50	28,8
	4	24,5	19,3	47,8	4	24,50	24,6
	5	31,5	24,4	43,9	5	31,50	19,3
	6	38,5	28,9	40,1	6	38,50	7,4
	7	45,5	34,0	36,0	Battuta (C)	42,00	0,0
	8	52,5	38,6	32,4	7	45,50	12,3
	9	59,5	43,5	27,9	8	52,50	19,3
	10	66,5	48,1	23,4	9	59,50	24,3
	11	73,5	53,5	19,0	10	66,50	28,3
	12	80,5	58,0	11,6	11	73,50	32,3
Punto di battuta (R)		84,0	-	0,0	12	80,50	36,3



**Dromocrone Sondaggio Sismico a rifrazione SS01**

Statte (TA) - loc. S. Girolamo

Tab. D.1



UBICAZIONE DELLO STENDIMENTO PER TOMOGRAFIA SISMICA