

OGGETTO

Studio geologico e indagini per il progetto di adeguamento sismico e diagnosi sismica ad energetica, 1° stralcio funzionale, dell'edificio appartenente all'Istituto comprensivo "Giovanni Dantoni". C.M.: RGIC82600R, scuola Media Lipparini – Miccichè.

UBICAZIONE

Piazza Italia, 40 – Comune di Scicli.

DITTA

COMUNE DI SCICLI

ALLEGATO
S.2

RELAZIONE GEOLOGICA DEFINITIVA E SULLA
PERICOLOSITA' SISMICA

ai sensi del D.M. 14/01/2008 e ss.mm.ii.

ELABORATI PROGETTUALI
esaminati in sede di
CONFERENZA DI SERVIZIO
DEL 18 GENNAIO 2018

DATA REV.
Gen. 2018 0

IL GEOLOGO
DOTT. MASSIMO PETRALIA



1	PREMESSA.....	- 3 -
2	QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO	- 3 -
3	UBICAZIONE GEOGRAFICA DELL'AREA.....	- 4 -
4	INDAGINI GEOLOGICHE, SISMICHE, GEOTECNICHE IN SITO E ANALISI DI LABORATORIO.	- 4 -
5	VINCOLI NORMATIVO-GEOLOGICI PRESENTI NELL'AREA	- 5 -
5.1	ANALISI CARTOGRAFIA PIANI DI BACINO	- 5 -
5.2	STUDIO GEOLOGICO A CORREDO DEL PRG DEL COMUNE DI SCICLI.	- 6 -
6	MODELLO GEOLOGICO DEL SITO	- 6 -
6.1	INDAGINI UTILIZZATE PER LA RICOSTRUZIONE DEL MODELLO GEOLOGICO E SISMICO DELL'AREA.....	- 6 -
6.1.1	POZZETTO ESPLORATIVO	- 6 -
6.1.2	PERFORAZIONE A CAROTAGGIO CONTINUO	- 7 -
6.1.3	PERFORAZIONI PREGRESSE	- 8 -
6.1.4	INDAGINE SISMICA A RIFRAZIONE DI TIPO P CON RESTITUZIONE TOMOGRAFICA.....	- 10 -
6.2	GEOLOGIA E STRATIGRAFIA DEL SITO	- 12 -
6.2.1	STRATIGRAFIA DEL SITO	- 12 -
6.2.2	CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE E IDROLOGICHE DEL SITO	- 13 -
6.2.3	CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE DEL SITO.....	- 13 -
6.3	PERICOLOSITA' GEOLOGICA	- 13 -
6.3.1	PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICHE, IDROLOGICHE E IDROGEOLOGICHE DELL'AREA	- 13 -
7	PERICOLOSITA' SISMICA DEL SITO.....	- 13 -
7.1	SISMICITA' STORICA DELLA SICILIA SUD- ORIENTALE	- 13 -
7.2	SISMICITA' STORICA DEL COMUNE DI SCICLI	- 14 -
7.2.1	VALUTAZIONE DELLA CATEGORIA SISMICA DI SOTTOSUOLO	- 16 -
7.2.2	PERICOLOSITA' SISMICA DEL SITO E PARAMETRI SISMICI DI PROGETTO	- 16 -
7.2.3	POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE	- 20 -
8	MODELLO GEOTECNICO DEL SITO.....	- 21 -
8.1	INDAGINI UTILIZZATE PER LA RICOSTRUZIONE DEL MODELLO GEOTECNICO DELL'AREA.....	- 21 -
8.1.1	PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE SPT	- 21 -
8.1.2	ANALISI DI LABORATORIO	- 26 -
8.1.3	PARAMETRI FISICI A BASSA DEFORMAZIONE DERIVANTI DALL'INDAGINE GEOFISICA	- 27 -
8.2	DETERMINAZIONE DEI VALORI GEOTECNICI CARATTERISTICI.....	- 28 -
8.2.1	VALORI PROSSIMI AL VALORE MEDIO.....	- 29 -
8.2.2	ANGOLO DI ATTRITO (GRANDI VOLUMI).....	- 29 -
8.2.3	COESIONE EFFICACE E MODULO ELASTICO (GRANDI VOLUMI).....	- 29 -
8.2.4	CALCOLO DEI VALORI GEOTECNICI DI RESISTENZA CARATTERISTICI DEL TERRENO DI FONDAZIONE	- 30 -
9	COEFFICIENTE DI SOTTOFONDO	- 33 -
10	CONSIDERAZIONI FINALI	- 34 -

1 PREMESSA

Su incarico del Comune di Scicli, il Sottoscritto Geologo Massimo Petralia, iscritto all'Ordine Regionale dei Geologi di Sicilia al numero 2600 sez. A, ha eseguito lo studio geologico definitivo riguardante il progetto di adeguamento sismico e diagnosi sismica ad energetica, 1° stralcio funzionale, dell'edificio appartenente all'Istituto comprensivo "Giovanni Dantoni". C.M.: RGIC82600R, scuola Media Lipparini – Miccichè, ubicato in piazza Italia n. 40 nel Comune di Scicli (RG).

Con la presente Relazione vengono esposti i risultati di tale studio, mirato alla definizione del MODELLO GEOLOGICO e del MODELLO GEOTECNICO del sito, secondo quanto riportato dal D.M. 14 gennaio 2008 e dalla Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 del C.S.LL.PP.

Al fine di disporre di un maggior numero di dati inerenti l'area in oggetto, l'ufficio Comunale ha fornito al Sottoscritto la relazione sulle indagini geognostiche, d'ora in avanti chiamate "Indagini Pregresse", relative al "Progetto di conservazione e recupero della chiesa di S. Guglielmo, nel comune di Scicli".

È stata altresì eseguita una nuova campagna d'indagini ad integrazione di quelle di cui sopra, per un quadro più completo sulle informazioni geologiche dell'area oggetto degli interventi.

Le relazioni sulle indagini, sia pregresse che attuali, sono allegate alla relazione sulle indagini geognostiche, documento integrante dello studio in oggetto.

SI ALLEGANO ALLA RELAZIONE:

- Allegato 1: Stralcio Topografico
- Allegato 2a: Stralcio PAI – carta del rischio geomorfologico
- Allegato 2b: Stralcio PAI – carta della pericolosità idraulica per fenomeni di esondazione
- Allegato 2c: Studio Geologico PRG – carta geolitologica, geomorfologica
- Allegato 2d: Studio Geologico PRG – carta dell'edificabilità
- Allegato 2e: Piano Paesaggistico della provincia di Ragusa
- Allegato 3: Carta geologica e dei principali elementi geomorfologici
- Allegato 4: Carta delle isopiezometriche
- Allegato 5: Colonna stratigrafica
- Allegato 6: Ubicazione delle indagini geognostiche
- Allegato 7: Carta geologica di dettaglio

2 Quadro normativo di riferimento

Tale studio è stato svolto in ottemperanza alla seguente normativa:

- D.M. 11 marzo 1988: *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;*
- D.M. 14 gennaio 2008: *Testo Unitario – Norme Tecniche per le Costruzioni;*
- Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 del C.S.LL.PP.: *Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. del 14 gennaio 2008.*

3 Ubicazione geografica dell'area.

L'edificio oggetto del progetto è ubicato nel centro storico del comune di Scicli e precisamente in piazza Italia n. 40.

Tale edificio è costituito da due corpi realizzati in periodi diversi e di tipologia diversa; quello più antico, realizzato in muratura e quello più recente, fronte piazza, realizzato in cemento armato e costituito da 4 piani fuori terra.

Solo quest'ultimo edificio è oggetto dei lavori ed è altresì individuato dalle seguenti coordinate:

	Sistema di riferimento ED50	Sistema di riferimento WGS84
Longitudine	14,707461	14.706646
Latitudine	36,793563	36.792489

Il sito è riportato nella Carta Tecnica Regionale n. 651010, il cui stralcio di interesse è di seguito riportato:

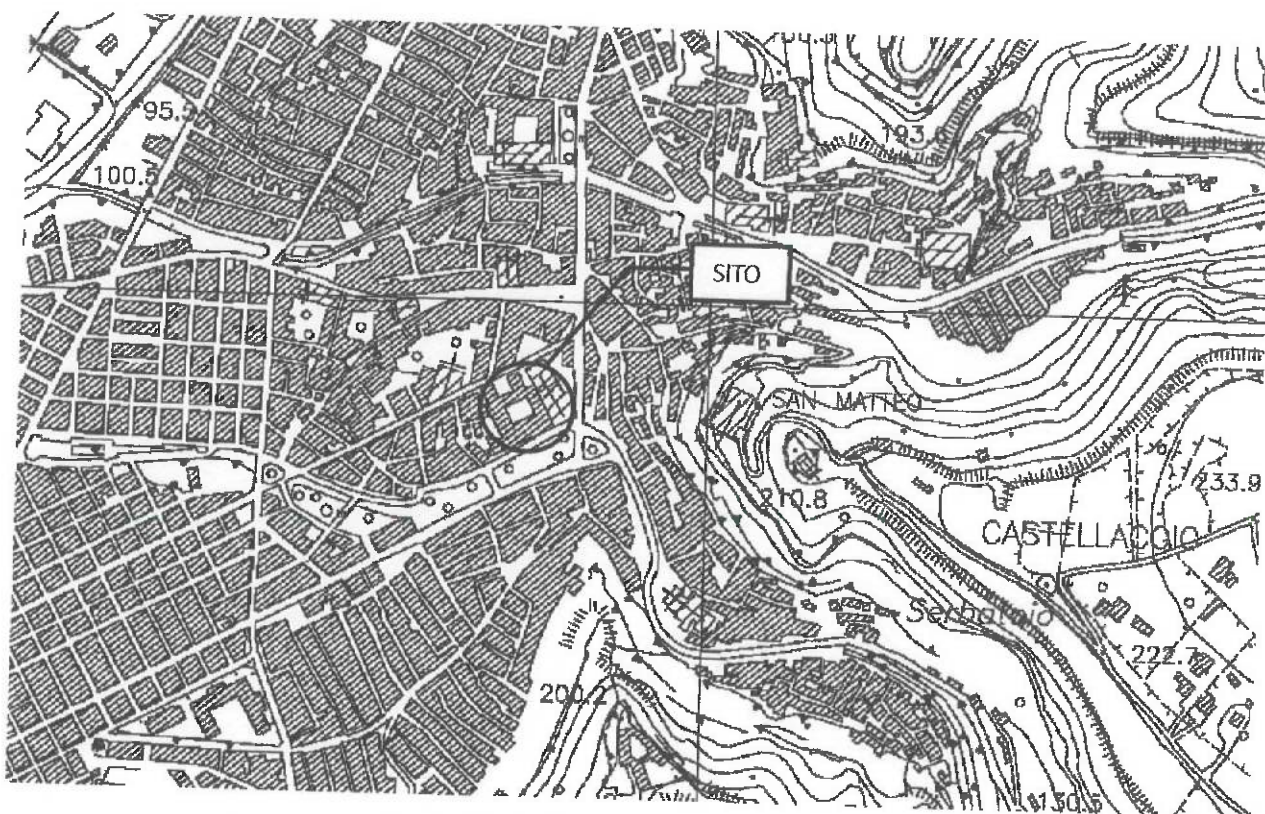


Figura 1: Stralcio Carta Tecnica Regionale sez. N. 651010

4 Indagini geologiche, sismiche, geotecniche in sito e analisi di laboratorio.

Vista l'importanza dell'intervento e vista la complessità geologica dell'area, in questa fase di progettazione definitiva è stato scelto di eseguire le seguenti indagini:

- n. 1 perforazione a carotaggio continuo, con estrazione delle carote per tutta la lunghezza della perforazione, relativa catalogazione nelle apposite cassette e redazione della colonna stratigrafica.
- n. 2 prove penetrometriche dinamiche SPT all'interno del foro di sondaggio, per la determinazione delle caratteristiche geotecniche del terreno in sito.

- n. 1 esecuzione di sondaggio sismico di tipo MASW, per la determinazione della categoria sismica di sottosuolo.
- n. 1 esecuzione di sondaggio sismico a rifrazione in onde P con restituzione tomografica dei risultati per la determinazione della sezione stratigrafica dell'area e dei rapporti geometrici tra copertura e substrato.
- n. 1 esecuzione di un pozzetto esplorativo.

I risultati di tali indagini hanno integrato i risultati delle "Indagini Pregresse" costituite da:

- n. 6 sondaggi verticali a carotaggio continuo
- n. 10 prove penetrometriche dinamiche SPT all'interno dei fori di sondaggio
- n. 2 down hole
- n. 2 prove di laboratorio per la determinazione dei limiti di atterberg
- n. 2 prove di laboratorio per l'analisi granulometriche
- n. 2 prove di laboratorio edometriche

5 VINCOLI NORMATIVO-GEOLOGICI PRESENTI NELL'AREA

Nel presente paragrafo si riportano gli eventuali vincoli normativo - geologici presenti nel sito.

5.1 Analisi cartografia Piani di Bacino

Tramite l'art. 130 della L.R. n. 6 del 3 maggio 2001, la Regione Sicilia si è dotata di uno strumento normativo per la redazione e approvazione del Piano di Assetto Idrogeologico (P.A.I.). La sua finalità sostanziale è di pervenire ad un assetto idrogeologico del territorio che minimizzi, per ogni area, il livello di rischio connesso ad identificati eventi naturali estremi, incidendo, direttamente o indirettamente, sulle variabili quali la Pericolosità, Vulnerabilità e Valore Esposto.

A tale scopo il territorio siciliano è stato suddiviso in 102 bacini idrografici principali e aree comprese tra una foce e l'altra, raggruppandoli dal punto di vista geografico, nei tre versanti siciliani, settentrionale, sudorientale e orientale.

L'area di studio ricade all'interno del bacino idrografico del Fiume Ippari ed aree comprese tra i bacini idrografici del fiume Irminio, del torrente di Modica ed area intermedia (082 – 083); le cartografie elaborate sono inerenti i dissesti, la pericolosità ed il rischio geomorfologico, la pericolosità idraulica per fenomeni di esondazione ed il rischio idraulico.

CARTOGRAFIA PAI SUL RISCHIO GEOMORFOLOGICO

In relazione alla Cartografia del P.A.I., il sito è riportato all'interno della Carta della Pericolosità e del Rischio Geomorfologico n. 20, corrispondente alla porzione della carta tecnica regionale sezione n. 651010, ricadente all'interno del bacino in oggetto.

Come visibile dallo stralcio della suddetta carta riportato tra gli allegati, nell'area in oggetto non esistono zone soggette a pericolosità o a rischio geomorfologico.

CARTOGRAFIA PAI SUL RISCHIO IDRAULICO

In relazione alla Cartografia del P.A.I., il sito è riportato all'interno della Carta della Pericolosità idraulica per fenomeni di esondazione n. 20, corrispondente alla porzione della carta tecnica regionale sezione n. 651010, ricadente all'interno del bacino in oggetto.

Come visibile dallo stralcio della suddetta carta riportato tra gli allegati, nell'area in oggetto non esistono zone soggette a pericolosità idraulica per fenomeni di esondazione.

5.2 STUDIO GEOLOGICO A CORREDO DEL PRG DEL COMUNE DI SCICLI.

La cartografia geologica relativa allo Studio Geologico a corredo del Piano Regolatore Generale del Comune di Scicli, è costituita da una cartografia in scala 1:2.000, inerente il centro urbano, con le zone di espansione urbanistica e le frazioni e da una cartografia in scala 1:10.000, inerente l'intero territorio comunale.

L'area in oggetto ricade all'interno delle seguenti tavole di dettaglio in scala 1:2.000:

- Carta geolitologica - geomorfologica – Tavola n. 1N
- Carta dell'edificabilità – Tavola n. 2N

Come visibile dagli stralci delle suddette carte, riportati tra gli allegati alla presente relazione, l'area oggetto degli interventi presenta le seguenti caratteristiche:

- Affioramento di depositi alluvionali. (tavola 1N)
- Zone di aree edificabili a condizione (tavola 2N)

6 MODELLO GEOLOGICO DEL SITO

Lo studio e l'analisi delle caratteristiche stratigrafiche, geologiche, geomorfologiche e idrogeologiche dell'area in esame, nonché le sue pericolosità geologiche e sismiche, ha permesso di definire il MODELLO GEOLOGICO DEL SITO, così come richiesto dal par. 6.2.1 e smi, del D.M. 14/01/2008.

6.1 Indagini utilizzate per la ricostruzione del modello geologico e sismico dell'area

Il modello geologico dell'area è stato ricostruito sulla base delle risultanze delle seguenti indagini:

- Perforazioni a carotaggio continuo
- Sondaggio sismico di tipo MASW.
- Sondaggio sismico a rifrazione in onde P con restituzione tomografica.
- Pozzetto esplorativo.

6.1.1 Pozzetto esplorativo

Al fine di rilevare le dimensioni del plinto di fondazione nonché la natura del sottosuolo fino alla base del plinto, adiacente ad esso, è stato eseguito un pozzetto esplorativo, rappresentato in foto 1 rilevando la seguente stratigrafia:



Foto 1: Foto pozzetto

da (mt)	a (mt)	Litologia
0,00	0,20	
0,20	1,50	<i>Materiale detritico di riporto costituito da frammenti eterogenei ed eterometrici, in matrice limoso-sabbiosa</i>

6.1.2 Perforazione a carotaggio continuo

Al fine di determinare in modo diretto la litologia presente nel sito, in un'area adiacente al lato ovest dell'edificio oggetto degli interventi, è stata eseguita una perforazione a carotaggio continuo, spinta fino ad una profondità di 10,50 metri dal piano campagna.

Tale perforazione è stata eseguita mediante una sonda oleodinamica Mori S15 (foto 2), adottando tutte le cautele di manovra compatibili con la natura dei terreni attraversati, ovvero manovre corte, costante pressione di spinta in relazione alla velocità di rotazione e alla portata della pompa.

La perforazione è stata eseguita mediante un carotiere semplice con diametro da 101 mm, rivestendo sempre il foro al fine di evitare franamenti.



Foto 2: Piazzamento dela perforazione

Le carote estratte sono state riposte in apposite cassette catalogatrici ed è stata redatta la colonna stratigrafica riportata in figura 2, nonché nella relativa relazione allegata al fascicolo indagini geognostiche.

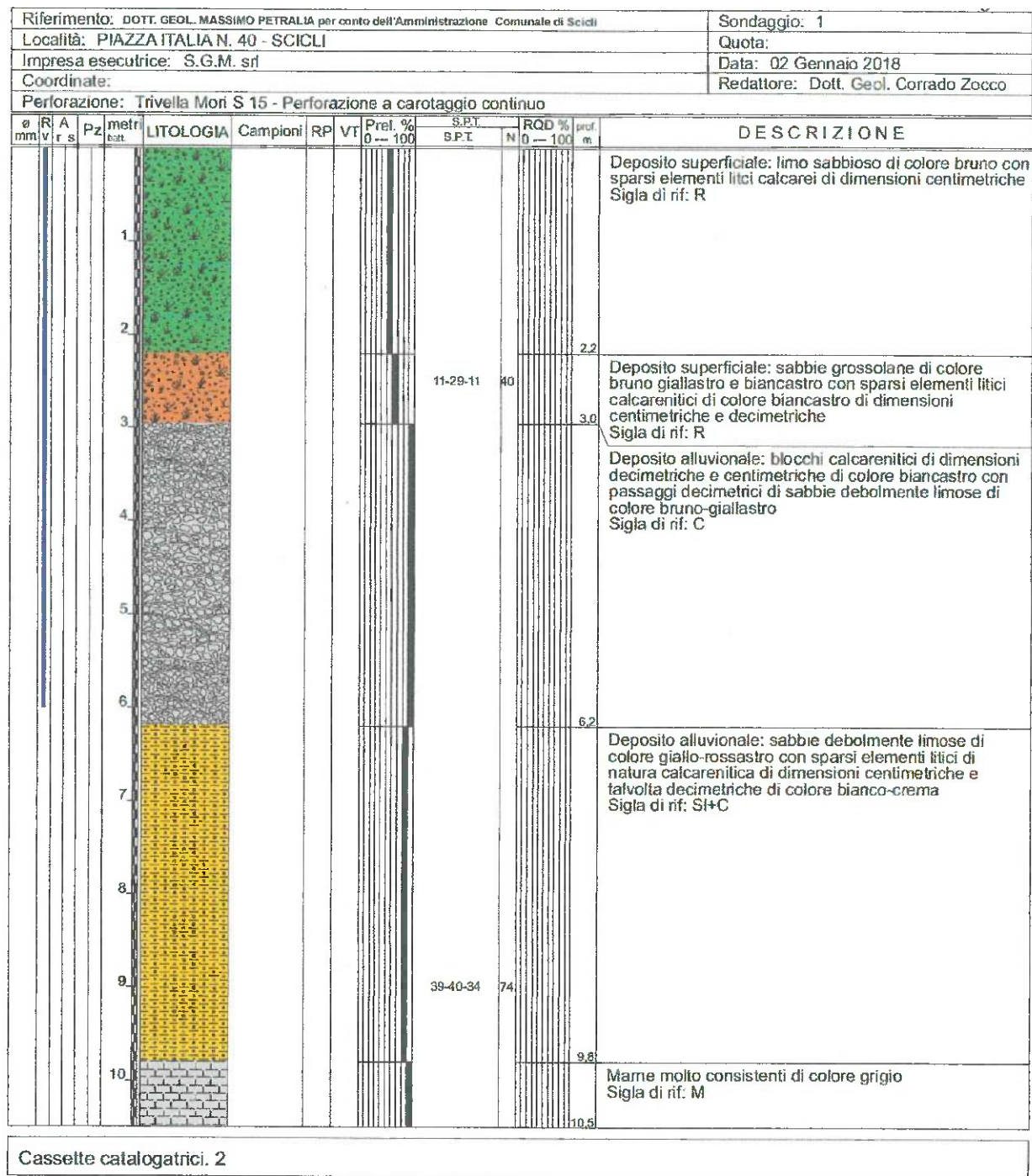


Figura 2: Colonna stratigrafica

6.1.3 Perforazioni pregresse

Le perforazioni a carotaggio continuo eseguite in occasione delle "indagini pregresse" hanno restituito le seguenti stratigrafie:

PERFORAZIONE A CAROTAGGIO "S1"		
da (mt)	a (mt)	Litologia
0,00	0,20	Pavimentazione calcarea
0,20	0,40	Calcestruzzo
0,40	0,80	Blocchi calcarei compatti
0,80	10,8	Materiale detritico alluvionale costituito da elementi prevalentemente calcarei, da spigolosi a debolmente arrotondati, di dimensioni comprese tra qualche mm e 8 - 10 cm, in matrice limoso-sabbiosa biancastra
10,8	12,0	Marne grigio- giallastre
12,0	16,0	Marne grigie compatte

PERFORAZIONE A CAROTAGGIO "S2"		
da (mt)	a (mt)	Litologia
0,00	0,20	Pavimentazione calcarea
0,20	0,40	Calcestruzzo
0,40	11,00	Materiale detritico alluvionale costituito da elementi prevalentemente calcarei, da spigolosi a debolmente arrotondati, di dimensioni comprese tra qualche mm e 10 - 15 cm, in matrice limoso-sabbiosa e/o sabbioso limosa da biancastra a brunastra
11,00	11,80	Marne grigio- giallastre
11,80	14,50	Marne grigie compatte

PERFORAZIONE A CAROTAGGIO "S3"		
da (mt)	a (mt)	Litologia
0,00	1,10	Massicciata costituita da blocchi calcarei e malta
1,10	2,00	Materiale detritico alluvionale

PERFORAZIONE A CAROTAGGIO "S4"		
da (mt)	a (mt)	Litologia
0,00	0,25	Basola asfaltica spessa 5 cm e calcestruzzo
1,00	3,10	Materiale detritico di riporto costituito da frammenti eterogenei ed eterometrici (max 3 - 4 cm.), in matrice limoso - sabbiosa brunastra
3,10	3,50	Terreno vegetale
3,50	5,60	Materiale detritico alluvionale costituito da elementi prevalentemente calcarei, da spigolosi a debolmente arrotondati, di dimensioni comprese tra qualche mm e 20 cm, in matrice limoso-sabbiosa e/o sabbioso limosa da biancastra a brunastra
5,60	7,00	Marne grigio - giallastre scarsamente plastiche
7,00	15,00	Marne grigie compatte

PERFORAZIONE A CAROTAGGIO "S5"		
da (mt)	a (mt)	Litologia
0,00	0,10	Basola asfaltica spessa 5 cm e calcestruzzo
0,10	1,00	Materiale di riporto costituito da frammenti eterogenei ed eterometrici (max 5 – 6 cm.), in matrice limoso – sabbiosa marrone chiaro.
1,00	4,60	Massicciata costituita da blocchi calcarei più o meno compatti con malta di calce
4,60	11,50	Materiale detritico alluvionale costituito da elementi prevalentemente calcarei, da spigolosi a debolmente arrotondati, di dimensioni comprese tra qualche mm e 10 - 15 cm, in matrice limoso-sabbiosa e/o sabbioso limoso sabbiosa brunastra
11,50	11,80	Marne grigio- giallastre scarsamente plastiche
11,80	15,00	Marne grigie compatte

PERFORAZIONE A CAROTAGGIO "S6"		
da (mt)	a (mt)	Litologia
0,00	3,20	Massicciata costituita da blocchi calcarei prevalentemente compatti con malta di calce.
0,00	3,60	Materiale detritico

6.1.4 Indagine sismica a rifrazione di tipo P con restituzione tomografica

Nell'area di studio è stata eseguita una indagine sismica a rifrazione in onde P, volta ad analizzare le caratteristiche elasto-dinamiche del sottosuolo, i cui dati sono stati elaborati con metodologia tomografica e sono stati utilizzati per la ricostruzione della geometria delle unità oggetto d'indagine, nonché per lo spessore dei depositi di copertura.

La metodologia delle indagini sismiche attive consiste nel generare delle onde elastiche in un punto noto, a un istante noto e nel misurare il tempo impiegato dalle stesse per raggiungere delle stazioni di misura (geofoni), poste a diversa distanza dalla sorgente. In particolare consiste nella valutazione delle velocità delle onde di tipo P, che si propagano nei terreni soggetti ad eccitazione sismica.

Ogni corpo litologico presenta delle proprie caratteristiche fisico-meccaniche che conferiscono diverse velocità alle onde elastiche che lo attraversano, dai valori di tali velocità si risale alle caratteristiche fisiche del sottosuolo o di tutto il volume attraversato dalle onde; in particolare si è risaliti alla geometria della superficie di separazione tra i vari orizzonti aventi velocità diverse.

L'elaborazione tomografica dei dati ha evidenziato la distribuzione delle velocità nel sottosuolo, dalle quali si è potuto individuare l'andamento delle litologie aventi differente strato di fatturazione, differente risposta fisica alle onde elastiche che le attraversano e di conseguenza differenti caratteristiche di resistenza dell'intero ammasso roccioso.

La stesa sismica, eseguita parallelamente al prospetto principale dell'edificio in oggetto (foto 3), ha consentito di tracciare una sezione sismica lungo il lato più lungo dell'edificio, permettendo, in tal modo, la correlazione con i dati delle perforazioni effettuate nell'area.

La configurazione geometrica della stesa sismica è la seguente:

numero geofoni = 24

Distanza intergeofonica = 2 mt.

Lunghezza stesa = 50 mt.



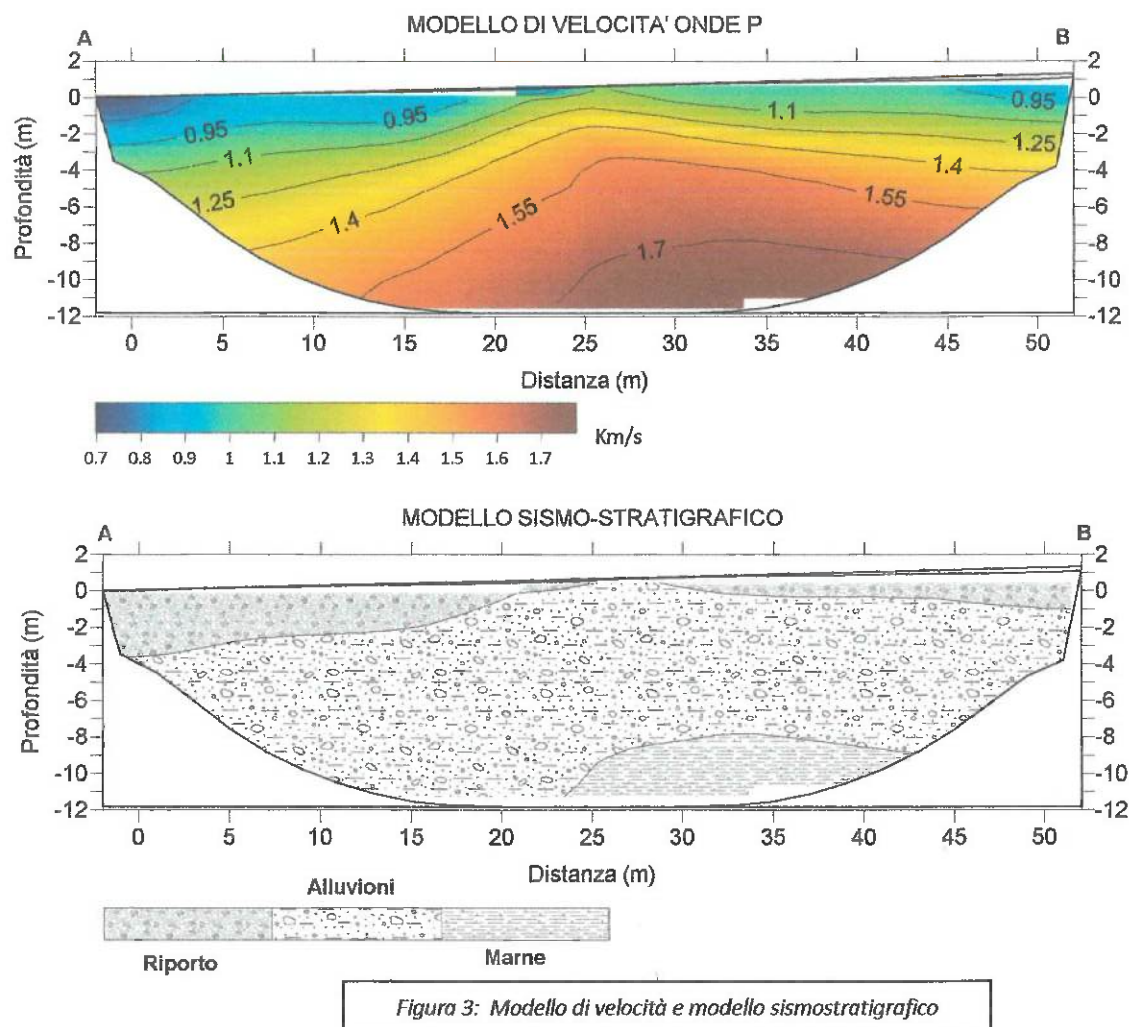
Foto 3: Stesa sismica a rifrazione

Dai modelli di velocità risultanti emerge che la V_p è compresa tra 700 m/s e 1850 m/s e che tale variazione è prevalentemente verticale.

Nel dettaglio i sismostrati individuati possono essere così descritti:

- 1° sismostrato
 $V_p < 1050$ m/sec, si presenta in maniera continua con spessore che varia da 4 m a circa 0,5 m, attribuibile a materiale di riporto.
- 2° sismostrato
 $1050 < V_p < 1650$ m/sec attribuibile alle alluvioni.
- 3° sismostrato
 $V_p > 1651$ m/sec, individua il litotipo a maggiore velocità nel complesso generale, viene individuato al di sotto del secondo sismostrato ad una profondità media di circa -9.50 metri dal p.c. e può essere riferito a marne.

Di seguito viene riportata la stratigrafia sismica (modello di velocità delle onde P) e il modello sismostratigrafico ricavato dall'indagine sismica.



6.2 Geologia e stratigrafia del sito

L'area di studio è ubicata all'interno del graben di Scicli, bordato a est da una faglia che ribassa le litologie marnose appartenenti alla formazione Tellaro, mettendole a contatto con le sottostanti litologie calcarenitiche – calcareo marnose appartenenti alla formazione Ragusa, attualmente affioranti a quote altimetriche superiori.

La presenza dell'incisione valliva, il cui alveo scorre al di sotto del piano stradale della Piazza Italia, ha eroso le litologie in posto depositando una coltre di materiale alluvionale, costituito da limi e da ciottoli carbonatici di diverse dimensioni e con basso grado di maturità tessiturale, testimoni di una considerevole capacità di erosione e trasporto tipiche dei torrenti presenti nell'altopiano ibleo.

6.2.1 Stratigrafia del sito

I risultati delle indagini eseguite sul sito, unitamente alle indagini pregresse, hanno permesso di ricostruire la seguente stratigrafia generale dell'area di studio:

- Materiale di riporto, costituito da limo sabbioso e sabbie grossolane, con sparsi elementi litici calcarei di dimensioni centimetriche e decimetriche, con spessore variabile da 0,5 a 4,00 metri

- Deposito alluvionale costituito da un deposito di sabbie debolmente limose di colore giallo-rossastro con sparsi elementi litici di natura calcarenitica di dimensioni centimetriche e decimetriche. Nella parte superficiale e a carattere locale, tali alluvioni si presentano costituite da grossi blocchi calcarenitici di colore biancastro e di dimensioni variabili.
- Marne e marne argillose, di colore giallastro nella parte superficiale, e grigio azzurre nella parte inferiore, appartenenti alla formazione Tellaro

6.2.2 Caratteristiche geomorfologiche e idrologiche del sito

Il sito in oggetto, posto sul versante idrografico sinistro dell'incisione fluviale del torrente, avente direzione est-ovest ed il cui alveo è tombato in prossimità di piazza Italia, si presenta con morfologia legata alla sua natura antropica, in quanto collocata nel tessuto urbano storico di Scicli e quindi soggetta negli anni a varie modificazioni, come messa in posto di riporti e opere di livellamento topografico.

Tale intensa antropizzazione dell'area governa anche il ruscellamento delle acque di precipitazione meteorica che segue le pendenze stradali, con assenza quasi totale di acque d'infiltrazione, se si esclude il sistema di raccolta convogliamento e smaltimento del sistema urbano.

Data la caratteristica morfologica dell'area, sono da escludere dissesti gravitativi.

6.2.3 Caratteristiche idrogeologiche del sito

Dal punto di vista idrogeologico, la coltre di copertura alluvionale, posta al di sopra dei depositi impermeabili marnosi argillosi in posto, determina la presenza di falde superficiali il cui livello piezometrico si attesta ad una profondità di circa 2,50 – 3,00 metri dal piano campagna.

La copertura alluvionale presenta un'alta permeabilità di tipo primario, mentre i sottostanti depositi marnosi argillosi si presentano impermeabili.

Come visibile dalla carta delle isopiezometriche vi è la presenza di una falda profonda, la cui superficie piezometrica è collocata ad una quota sul livello del mare pari a circa 80 mt.

6.3 PERICOLOSITA' GEOLOGICA

Si riportano di seguito le eventuali pericolosità di natura geologica, geomorfologica e idrogeologica presenti nell'area.

6.3.1 Pericolosità geomorfologiche, idrologiche e idrogeologiche dell'area

Dalla visione degli elaborati relativi al Piano di Assetto Idrogeologico e da quanto scaturito dal rilevamento di campagna, sono da escludere fenomeni di instabilità dell'area.

Dal punto di vista idrogeologico, la falda superficiale, presente nelle alluvioni, interferisce con il volume significativo geotecnico, ovvero con il bulbo delle tensioni indotte dai fabbricati in progetto.

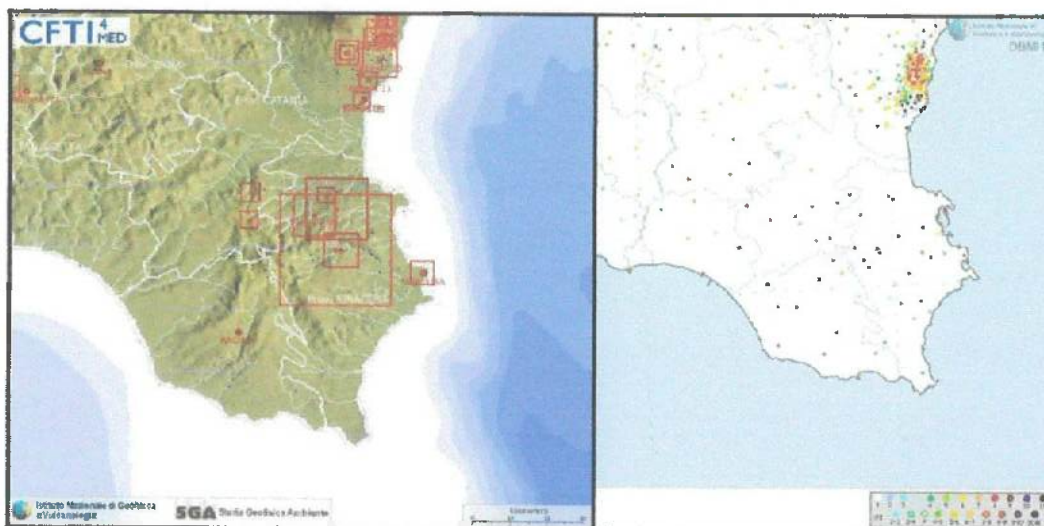
7 PERICOLOSITA' SISMICA DEL SITO

7.1 Sismicità storica della Sicilia Sud- Orientale

La Provincia di Ragusa è soggetta ad un'attività sismica medio-alta, indotta da frequenti terremoti con epicentri ricadenti all'interno del territorio provinciale, e da terremoti più intensi con epicentri localizzati nelle aree limitrofe, ovvero lungo la costa ionica.

Prima del 1500 non vi sono informazioni sufficienti per ricostruire in maniera dettagliata gli effetti macrosismici risentiti; gli unici terremoti degni di nota sono il terremoto del 04.02.1169 con $I_{max}=10$ e $M_e=6.4$ e il terremoto del 07.06.1125 con $I_{max}=8.5$ e $M_e=5.8$.

Dal catalogo dei forti terremoti CFTI (Guidoboni et al., 2007), sono stati estratti i terremoti, che a partire dal 1500, hanno avuto effetti macrosismici significativi nella Sicilia Nord Orientale, come visibile nelle figure sotto:



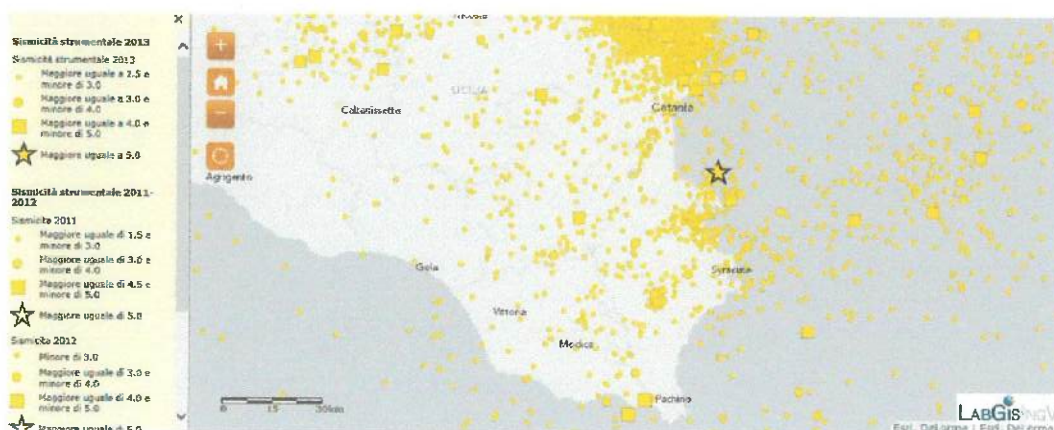
A seguire sono riportati i principali eventi sismici a partire dal 1500, che hanno avuto effetti macrosismici significativi:

Terremoto del 10.12.1542: $I_{max}=10$, $M_e=6.8$ - Terremoto del 03.10.1624: $I_{max}=9$, $M_e=5.6$ -
 Terremoto del 09.01.1693: $I_{max}=8.5$, $M_e=6.2$ - Terremoto del 11.01.1693: $I_{max}=11$, $M_e=7.4$ -
 Terremoto del 01.03.1818: $I_{max}=7.5$, $M_e=5.5$ - Terremoto del 13.12.1990: $I_{max}=7.5$, $M_e=5.4$

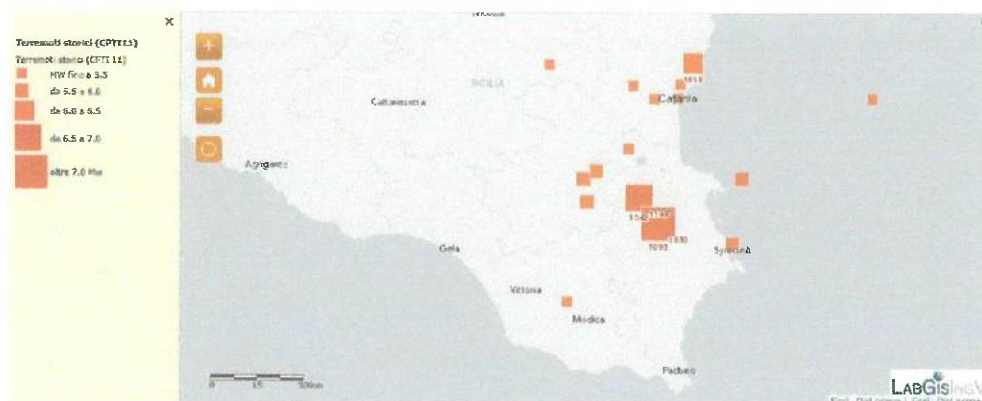
7.2 Sismicità storica del Comune di Scicli

Il Comune di Scicli è situato nella parte meridionale della Sicilia Orientale, un'area in passato caratterizzata da un'intensa attività sismica e dalla presenza di numerose faglie sismogenetiche.

Come visibile dalla mappa sotto riportata, inerente i terremoti localizzati dalla rete sismica nazionale nel periodo 1980-2013, si nota la presenza di terremoti di piccola e media magnitudo localizzati in prossimità del Comune di Scicli.



Per individuare i terremoti di forte magnitudo, che hanno avuto a Scicli effetti macrosismici di notevole intensità, ci si deve riferire alla distribuzione degli epicentri di eventi storici riportati nella figura seguente estratti dal catalogo parametrico dei terremoti italiani (CPTI11, Rovida et al, 2011).

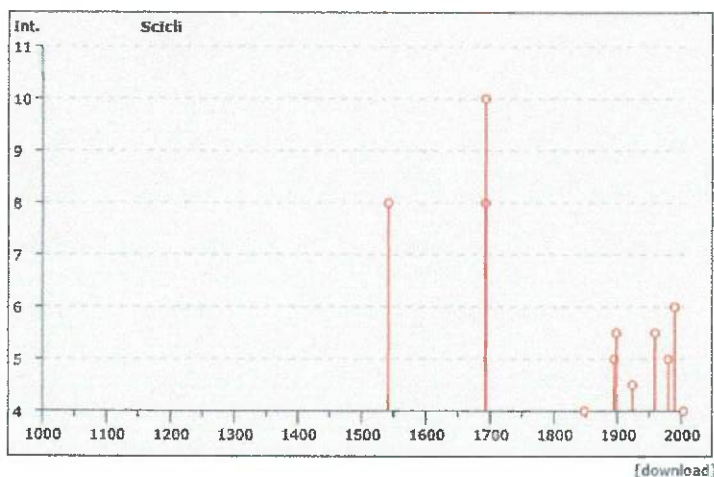


La tabella e il grafico seguenti riportano la storia sismica di Scicli estratta dal database Macrosismico Italiano (DBMI11, Locati et al. 2011), dove si nota che a partire dall'undicesimo secolo, 15 eventi sismici hanno avuto a Scicli effetti macrosismici documentati spesso di grado elevato.

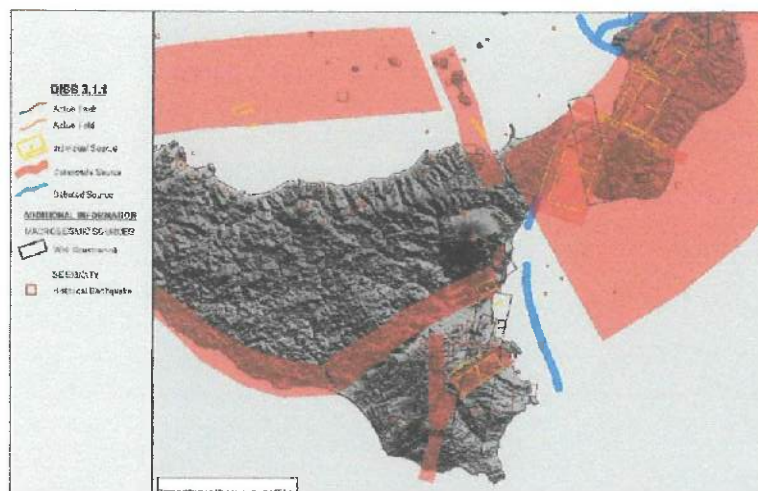
Storia sismica di Scicli [36.792, 14.706]

Numero di eventi: 15

Effetti	In occasione del terremoto del:				
I [MCS]	Data	Az	Np	Io Mw	
8	1542 12 10 15:15	Siracusano	32	10 6.77 ±0.32	
8	1693 01 09 21:00	Val di Noto	30	8-9 6.21 ±0.31	
10	1693 01 11 13:30	Sicilia orientale	195	11 7.41 ±0.15	
3-4	1727 01 07	NOTO	14	6-7 4.83 ±0.35	
4	1846 01 11 12:00	Golfo di Catania	41	7-8 5.45 ±0.39	
3	1894 11 16 17:52	Calabria meridionale	303	9 6.07 ±0.10	
5	1895 04 13 15:01	Vizzini	32	6-7 4.89 ±0.45	
3-4	1896 07 02 00:30	CANALE DI SICILIA	10	4 4.21 ±0.56	
5-6	1898 11 03 05:59	Caltagirone	48	5-6 4.80 ±0.30	
2	1908 12 10 06:20	NOVARA DI SICILIA	64	7 5.13 ±0.26	
4-5	1924 08 17 21:40	MONTI IBLEI	22	5 4.73 ±0.24	
5-6	1959 12 23 09:29	PIANA DI CATANIA	108	6-7 5.29 ±0.20	
5	1980 01 23 21:21	MODICA	122	5-6 4.58 ±0.14	
6	1990 12 13 00:24	Sicilia sud-orientale	304	7 5.64 ±0.09	
4	2004 12 30 04:04	Monti Iblei	49	5 4.17 ±0.17	



Il Comune di Scicli si trova in prossimità di alcune importanti strutture sismogenetiche, riportate nella figura sotto, quali quella di Ragusa - Palagonia e Scicli - Giarratana e in prossimità della struttura sismogenetica Gela - Catania e di monte Lauro.



7.2.1 Valutazione della categoria sismica di sottosuolo

Sul sito in oggetto è stata eseguita un'indagine di sismica attiva basata sulla propagazione delle onde superficiali di tipo Rayleigh (indagine di tipo M.A.S.W.).

Si tratta di una tecnica d'indagine che consente la definizione del profilo di velocità delle onde di taglio V_s , basata sulla misura delle onde superficiali fatta nei diversi sensori.

Per la teoria e le modalità di esecuzione del sondaggio si rimanda alla lettura del Report sull'indagine sismica.

Nel caso in esame, è stata ottenuta una V_{s30} pari a **534,10 m/sec**, velocità riconducibile alla categoria sismica di sottosuolo di tipo B, definita come:

"Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s."

7.2.2 Pericolosità sismica del sito e parametri sismici di progetto

Azione sismica di base

L'azione sismica viene variata, nei modi chiaramente precisati dalle NTC, per tener conto delle modifiche prodotte dalle condizioni locali stratigrafiche del sottosuolo effettivamente presente nel sito di costruzione e dalla morfologia della superficie.

Le NTC impongono, che per il calcolo delle azioni sismiche di progetto agenti sul sito interessato dalla realizzazione del fabbricato, dovrà essere determinata la pericolosità sismica locale, partendo dalla sua pericolosità sismica di base.

Tale pericolosità sismica di base è descritta dalla probabilità che, in un fissato lasso di tempo (periodo di riferimento V_r), in detto sito si verifichi un evento sismico di entità almeno pari ad un valore prefissato. Tale probabilità è denominata "Probabilità di eccedenza o di superamento nel periodo di riferimento PVR".

Il D.M. 14 gennaio 2008 fornisce la "pericolosità sismica di base" compilata dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, dell'intero territorio nazionale, tramite una griglia di 10.751 punti spaziali individuati da valori di latitudine e longitudine e aventi ognuno la terna di valori a_g , F_0 e T^*c , per nove distinti periodi di ritorno T_r (30 anni, 50 anni, 72 anni, 101 anni, 140 anni, 201 anni, 475 anni, 975 anni, 2475 anni) e riferiti per convenzione, ad un sito rigido (categoria A), con superficie topografica orizzontale (categoria T1).

Nel dettaglio tale terna di valori è data da:

- a_g : accelerazione orizzontale massima del sito
- F_0 : valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale
- T^*c : periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

In riferimento al sito in oggetto, la pericolosità sismica di base è stata calcolata determinando prima i seguenti valori:

Coordinate del sito: espresse in longitudine ed in latitudine.

Classe d'uso: rappresenta la suddivisione delle costruzioni secondo il loro uso, raggruppate in Classe I, Classe II, Classe III e Classe IV, secondo quanto riportato nel paragrafo 2.4.2 del dm 14/01/2008 e ss.mm.ii.

Vita nominale (V_n): rappresenta il numero di anni nel quale la struttura, purchè soggetta a manutenzione ordinaria, deve poter essere usata per lo scopo per la quale è destinata:

TIPI DI COSTRUZIONE		Vita Nominale V_n (in anni)
1	Opere provvisorie – Opere provvisionali - Strutture in fase costruttiva ¹	≤ 10
2	Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale	≥ 50
3	Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica	≥ 100

Periodo di riferimento per l'azione sismica (V_r): dato dal prodotto tra la vita nominale V_n ed il coefficiente d'uso C_u relativo alla classe d'uso considerata, ovvero:

$$V_r = V_n * C_u$$

Il valore del coefficiente d'uso C_u è definito, al variare della classe d'uso come riportato nella seguente tabella:

Tab. 2.4.II – Valori del coefficiente d'uso C_u

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE C_u	0,7	1,0	1,5	2,0

Se $V_r \leq 35$ anni si pone comunque $V_r = 35$ anni.

Una volta determinati tali valori, la terna dei valori di a_g , F_0 e T^*c relativi a ciascuno Stato Limite (SLO, SLD, SLV, SLC), è stata calcolata con le modalità descritte nell'allegato A alle NTC e Circolare 617/09, considerando i quattro vertici della maglia del reticolo che racchiude il sito in oggetto, i cui valori della terna (a_g , F_0 e T^*c), corrispondono ai valori dei periodi di ritorno T_r , ricavati a loro volta dai valori di V_r e di PVR dello stato limite considerato.

Azione sismica di sito

I precedenti parametri scaturiti dalla valutazione della risposta sismica di base e inerenti il sito di riferimento rigido, possono non corrispondere a quelle effettive che si avvertono in superficie.

Al fine di valutare l'azione sismica del sito e quindi la risposta sismica locale, è necessario tenere conto sia delle caratteristiche fisiche del volume di terreno interessato dall'opera sia delle condizioni topografiche, poiché entrambi questi fattori concorrono a modificare l'azione sismica in superficie rispetto a quella attesa su un sito rigido con superficie orizzontale.

Tali modifiche, in ampiezza, durata e contenuto in frequenza, sono il risultato della risposta sismica locale.

Gli effetti della risposta sismica locale possono essere valutati con metodi semplificati oppure eseguendo specifiche analisi. I metodi semplificati possono essere adoperati solo se l'azione sismica in superficie è descritta dall'accelerazione massima o dallo spettro elastico di risposta; non possono cioè essere adoperati se l'azione sismica in superficie è descritta mediante accelerogrammi.

Nei metodi semplificati è possibile valutare i seguenti effetti stratigrafici e topografici.

effetti stratigrafici: legati alla successione stratigrafica, alle proprietà meccaniche dei terreni, alla geometria del contatto tra il substrato rigido e i terreni sovrastanti ed alla geometria dei contatti tra gli strati di terreno, determinabili mediante l'individuazione delle seguenti categorie di sottosuolo di riferimento.

Categoria	Descrizione
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
E	Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).

Effetti topografici: legati alla configurazione topografica del piano campagna. La modifica delle caratteristiche del moto sismico per effetto della geometria superficiale del terreno va attribuita alla focalizzazione delle onde sismiche in prossimità della cresta dei rilievi a seguito dei fenomeni di riflessione delle onde sismiche ed all'interazione tra il campo d'onda incidente e quello diffratto.

Per condizioni topografiche complesse è necessario predisporre specifiche analisi di risposta sismica locale, mentre per configurazioni superficiali semplici si può adottare la seguente classificazione:

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 $i > 30^\circ$

Per quanto riguarda il sito in esame, come facilmente riscontrabile dalla sezione geologica allegata alla presente, si ha un angolo del pendio pari a circa 11° e quindi ricadente nella categoria T1

VALUTAZIONE DEI COEFFICIENTI SISMICI DI PROGETTO

Una volta noti i valori delle coordinate del punto, della classe d'uso, della vita nominale, della categoria sismica di sottosuolo e della categoria topografica, sono stati calcolati i seguenti parametri sismici di base nei vari Stati Limite (Ag, Fo, Tr, Tc*), nonché i coefficienti sismici da immettere nella progettazione, ovvero Kh, Kv, Amax e Beta:

Tali parametri sismici sono relativi all'edificio destinato a civile abitazione e all'edificio copn destinazione allevamento, ricovero e addestramento cani:

Parametri sismici

Tipo di elaborazione: Stabilità dei pendii e fondazioni

Sito in esame.

latitudine: 36,793563 (ED50)
longitudine: 14,70746 (ED50)
latitudine: 36,792489 (WGS 84)
longitudine: 14,706645 (WGS 84)

Classe: 3
Vita nominale: 50

Siti di riferimento

Sito 1	ID: 51190	Lat: 36,7785	Lon: 14,6716	Distanza: 3609,962
Sito 2	ID: 51191	Lat: 36,7778	Lon: 14,7337	Distanza: 2923,082
Sito 3	ID: 50969	Lat: 36,8278	Lon: 14,7346	Distanza: 4505,199
Sito 4	ID: 50968	Lat: 36,8285	Lon: 14,6724	Distanza: 4979,624

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: B
Categoria topografica: T1
Periodo di riferimento: 75anni
Coefficiente cu: 1,5

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento:	81	%
Tr:	45	[anni]
ag:	0,035	g
Fo:	2,526	
Tc*:	0,244	[s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento:	63	%
Tr:	75	[anni]
ag:	0,048	g
Fo:	2,553	
Tc*:	0,274	[s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento:	10	%
Tr:	712	[anni]
ag:	0,177	g
Fo:	2,380	
Tc*:	0,453	[s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento:	5	%
Tr:	1462	[anni]
ag:	0,250	g
Fo:	2,432	
Tc*:	0,498	[s]

Coefficienti Sismici

SLO:

Ss:	1,200
Cc:	1,460
St:	1,000
Kh:	0,008
Kv:	0,004
Amax:	0,413
Beta:	0,200

SLD:

Ss:	1,200
Cc:	1,430
St:	1,000
Kh:	0,011
Kv:	0,006
Amax:	0,559
Beta:	0,200

SLV:

Ss:	1,200
Cc:	1,290
St:	1,000
Kh:	0,051
Kv:	0,026
Amax:	2,086
Beta:	0,240

SLC:

Ss:	1,160
Cc:	1,260
St:	1,000
Kh:	0,081
Kv:	0,041
Amax:	2,843
Beta:	0,280

N.B.: La valutazione dello Spettro di risposta orizzontale e verticale in SLV viene demandata al progettista in quanto detiene il valore del fattore di struttura "q" e del fattore riduttivo "Kr", quest'ultimo inerente alla regolarità in altezza del fabbricato in progetto.

7.2.3 Potenziale di liquefazione

Il sito studiato deve essere stabile nei confronti della liquefazione, intendendo con tale termine quei fenomeni associati alla perdita di resistenza al taglio o ad accumulo di deformazioni plastiche in terreni saturi, prevalentemente sabbiosi, sollecitati da azioni cicliche e dinamiche che agiscono in condizioni non drenate.

Anche se nel sito vi è la presenza di eventi sismici attesi di magnitudo $M > 5$ e la presenza di accelerazioni attese al piano campagna, maggiori di 0,1g e quindi condizioni che possono creare liquefazione, la geologia dell'area è tale da escludere fenomeni di liquefazione, in quanto sono presenti

litologie alluvionali con massiccia presenza di ciottoli eterometrici, poggianti su litologie coesive date dalle marne della formazione Tellaro.

8 MODELLO GEOTECNICO DEL SITO

In tale fase di studio, partendo dai risultati del modello geologico, è stato caratterizzato il terreno di fondazione dal punto di vista geotecnico, definendo il relativo MODELLO GEOTECNICO, così come richiesto dal par. 6.2.2 e smi, del D.M. 14/01/2008.

8.1 Indagini utilizzate per la ricostruzione del modello geotecnico dell'area

Il modello geotecnico dell'area è stato ricostruito analizzando i risultati delle seguenti indagini:

- prove penetrometriche dinamiche SPT all'interno del foro di sondaggio, al fine di determinare le caratteristiche geotecniche del terreno in sito.
- sondaggio sismico a rifrazione in onde P con restituzione tomografica dei risultati.
- prove di laboratorio per la determinazione dei limiti di atterberg
- prove di laboratorio per l'analisi granulometriche
- prove di laboratorio edometriche

8.1.1 Prove penetrometriche dinamiche SPT

La natura eterogenea del materiale di riporto e dei depositi alluvionali ha vincolato la scelta delle analisi geotecniche da eseguire su di essi, in virtù del fatto che è impossibile prelevare campioni sui quali poter eseguire le usuali prove geotecniche di laboratorio. Di conseguenza, l'unica indagine che è stato possibile effettuare è la prova penetrometrica dinamica SPT in foro.

Tuttavia, anche tale indagine può non essere rappresentativa di tutto il deposito in quanto in presenza di intercalazioni limoso-sabbiose tali prove potrebbero dare risultati N_{spt} eccessivamente bassi,

mentre la presenza di strati costituiti da grossi blocchi ben incastrati potrebbe portare la prova a rifiuto. Per tale ragione, nell'analisi dei dati non si è tenuto conto dei valori di N_{spt} andati a rifiuto, in quanto rappresentativi di situazioni ben circoscritte, come la presenza di ciottoli o blocchi.

In particolare, con riguardo alla perforazione a carotaggio denominata in tabella con la lettera "S" sono state eseguite due prove penetrometriche dinamiche SPT in foro (foto 4)

Caratteristiche della prova

La prova penetrometrica standard (SPT) consiste nell'infiggere una punta di dimensioni standard, o un campionatore di tipo raimond mediante un penetrometro a sganciamento automatico, munito di campionatore di tipo Raymond e di un maglio di peso standardizzato pari a 63,5 Kg con altezza di caduta di 76 cm.

Il valore di N , indice di resistenza alla penetrazione, è riferito al numero di colpi necessari



Foto 4: Prova SPT

per l'infissione di 15 + 15 cm (N₂+N₃) del campionatore, misurati dopo una prima infissione dinamica di 15 cm (N₁) per il corretto posizionamento.

Il dato assunto come indice di resistenza del terreno alla penetrazione (N_{spt}), è quindi dato da:

$$N_{spt} = N_2 + N_3$$

Le due prove penetrometriche dinamiche SPT, eseguite in foro, hanno fornito i seguenti risultati di colpi:

NSPT eseguita a 2,65 mt. dal pc = 11 – 29 – 11

NSPT eseguita a 9,00 mt. dal pc = 39 – 40 – 34

Per avere un quadro molto più completo, oltre ai suddetti dati SPT, sono stati presi in considerazione i risultati delle prove SPT eseguite nelle indagini pregresse.

La seguente tabella raggruppa i dati di prova di tutte le SPT pregresse e odierne, dove sono riportate la sigla della prova SPT, la perforazione entro la quale è stata fatta la prova dalla profondità di inizio della prova, i colpi N₁, N₂ e N₃, e i colpi NSPT.

Perforazione	mt. dal pc	SPT _(sondaggio - mt.)	Nspt			Nspt
		SPT	N ₁	N ₂	N ₃	N _{tot}
S	2,65	SPT _(S-2,65)	11	29	11	40
S	9,00	SPT _(S-9,00)	39	40	34	74
S1	2,00	SPT _(S1-2,00)	8	27	30	57
S1	3,50	SPT _(S1-3,50)	8	30	38	68
S1	5,00	SPT _(S1-5,00)	9	50	Rifiuto	Rifiuto
S2	3,00	SPT _(S2-3,00)	10	25	40	65
S2	5,50	SPT _(S2-5,50)	4	4	7	11
S2	6,60	SPT _(S2-6,60)	10	22	Rifiuto	Rifiuto
S2	9,00	SPT _(S2-9,00)	18	30	Rifiuto	Rifiuto
S4	1,50	SPT _(S4-1,50)	4	7	10	17
S4	4,00	SPT _(S4-4,00)	7	12	21	33
S5	4,00	SPT _(S5-4,00)	6	11	23	34

Per poter utilizzare i dati N_{spt}, bisogna preliminarmente normalizzare il numero dei colpi rilevati, tenendo conto di vari fattori riportati nella seguente formula proposta da Skempton (1986):

$$N_{60} = N * C_E * C_B * C_S * C_R$$

In cui:

N₆₀ = valore di N corretto per l'efficienza del 60%

N = numero di colpi per l'affondamento di 30 cm misurato nella prova

C_E = correzione per il rapporto di energia ovvero C_E = E_R/60

C_B = correzione per il diametro del foro

C_S = correzione per il metodo di campionamento

C_R = correzione per la lunghezza delle aste

E_R = rendimento del sistema di battitura secondo la norma ASTM D-4633-86

Di seguito vengono riportate le tabelle con i valori dei parametri suddetti:

Diametro del sondaggio	CB
65 - 115	1
150	1,05
200	1,15

Campionatore	CS
Standard	1
con portacampioni (sabbie dense)	0,8
con portacampioni (sabbie sciolte)	0,9

Lunghezza delle aste sotto la testa di battuta	CR
< di 4 metri	0,75
da 4 a 6 metri	0,85
da 6 a 10 metri	0,95
maggiore di 10 metri	1

Per quanto riguarda il termine C_E , per le attrezzature SPT a sganciamento automatico normalmente utilizzate, esso assume il valore di 0,80.

Nel caso in esame sono stati ottenuti i seguenti risultati di $N_{(60)}$, tralasciando cautelativamente le prove andate a rifiuto:

Perforazione	mt. dal pc	Nspt	Correzione				$N_{(60)}$
			CB	CS	CE	CR	
S	2,65	40	1,00	1,00	0,75	0,80	24,0
S	9,00	74	1,00	1,00	0,95	0,80	56,2
S1	2,00	57	1,00	1,00	0,75	0,80	34,2
S1	3,50	68	1,00	1,00	0,75	0,80	40,8
S2	3,00	65	1,00	1,00	0,75	0,80	39,0
S2	5,50	11	1,00	1,00	0,85	0,80	7,4
S4	1,50	17	1,00	1,00	0,75	0,80	10,2
S4	4,00	33	1,00	1,00	0,75	0,80	19,8
S5	4,00	34	1,00	1,00	0,75	0,80	20,4

Il valore di N_{60} così ottenuto va normalizzato per la pressione litostatica efficace, al fine di poter comparare prove eseguite a profondità diverse, utilizzando la seguente formula di Liao e Whitman:

$$C_N = (98,1/\sigma'_v)^{1/2}$$

Dove σ'_v è la pressione litostatica efficace in KPa e tenendo presente che il valore di C_N non può essere superiore a 1,7 (1,5 secondo alcuni autori).

Di conseguenza la resistenza normalizzata è la seguente:

$$N_{1(60)} = C_N * N_{60}$$

Nella tabella seguente vengono riportati i risultati ottenuti:

Perforazione	mt. dal pc	Peso di volume Kg/mc	Pressione litostatica alla profondità della prova (KPa)	CN	N ₍₆₀₎	N ₁₍₆₀₎
S	2,65	1910	49,38	1,4194	24,0	34,07
S	9,00	1980	167,69	0,7565	56,2	42,51
S1	2,00	1910	37,27	1,6338	34,2	55,88
S1	3,50	1980	65,21	1,2130	40,8	49,49
S2	3,00	1910	55,90	1,3340	39,0	52,03
S2	5,50	1980	102,48	0,9677	7,48	7,24
S4	1,50	1910	27,95	1,8866	10,2	19,24
S4	4,00	1980	74,53	1,1347	19,8	22,47
S5	4,00	1980	65,21	1,1347	20,4	23,15

I valori di $N_{1(60)}$, sono stati usati per ricavare i parametri geotecnici del terreno investigato, tranne la densità relativa, come di seguito esposto:

Angolo di attrito

Per il calcolo dell'angolo di attrito sono state usate le seguenti formule:

Japanese National Railway

Tale metodo è valido per sabbie medie - grosse fino a sabbie ghiaiose e trova le sue condizioni ottimali di applicabilità per profondità superiori a 8 - 10 m nel caso di terreni sopra falda e di 15 m per terreni immersi in falda ($s > 15-20$ t/mq).

Il metodo si basa sulla seguente relazione:

$$\varphi = 0,3N_{spt} + 27$$

Owasaki & Iwasaki

Tale metodo è valido per sabbie da medie a grossolane fino a debolmente ghiaiose. Anche questo metodo trova le sue condizioni ottimali di applicabilità per profondità di prova superiori a 8 - 10 m per terreni sopra falda e superiori a 15 m per terreni in falda ($s > 15-20$ t/mq).

Il metodo si basa sulla seguente relazione:

$$\varphi = 20N_{spt} + 15$$

Sowers (1961)

Tale metodo è valido per le sabbie in genere e trova le sue condizioni ottimali di applicabilità per profondità di prova inferiori a circa 4 m per terreni sopra falda e inferiori a circa 7 m per terreni in falda ($s > 5-8$ t/mq).

La relazione è la seguente:

$$\varphi = 28 + 0,28N_{spt}$$

Peck-Hanson & Thornburn

Il metodo di Peck - Hanson & Thornburn è valido per le sabbie in genere e trova le sue condizioni ottimali di applicabilità per profondità di prova inferiori a circa 5 m per terreni sopra falda e inferiori a circa 8 m per terreni in falda (pressione efficace inferiore a 8-10 t/mq).

$$\varphi = 27,2 + 0,28N_{spt}$$

Nel caso in esame sono stati ottenuti i seguenti valori di angolo di attrito:

$SPT_{(sondaggio - mt.)}$	mt. dal pc	$N_{1(60)}$	Angolo di attrito (°)			
			Japanese	Sowers	Peck	Owasaki
$SPT_{(S-2,65)}$	2,65	34,07	37,2	37,5	36,7	41,1
$SPT_{(S-9,00)}$	9,00	42,51	39,8	39,9	39,1	44,2
$SPT_{(S1-2,00)}$	2,00	55,88	43,8	43,6	42,8	48,4
$SPT_{(S1-3,50)}$	3,50	49,49	41,8	41,9	41,1	46,5
$SPT_{(S2-3,00)}$	3,00	52,03	42,6	42,6	41,8	47,3
$SPT_{(S2-5,50)}$	5,50	7,24	29,2	30,0	29,2	27,0
$SPT_{(S4-1,50)}$	1,50	19,24	32,8	33,4	32,6	34,6
$SPT_{(S4-4,00)}$	4,00	22,47	33,7	34,3	33,5	36,2
$SPT_{(S5-4,00)}$	4,00	23,15	33,9	34,5	33,7	36,5

Modulo elastico

Per il calcolo del modulo elastico è stata usata la seguente formula AASTHO (1996), valida per la litologia in oggetto:

$$E = 0,7 N_{1(60)}$$

sono stati quindi ottenuti i seguenti valori di Moduli elastici:

$SPT_{(sondaggio - mt.)}$	mt. dal pc	$N_{1(60)}$	Modulo elastico (Kg/cmq)
$SPT_{(S-2,65)}$	2,6	34,07	243,2
$SPT_{(S-9,00)}$	9,0	42,51	303,5
$SPT_{(S1-2,00)}$	2,0	55,88	398,8
$SPT_{(S1-3,50)}$	3,5	49,49	353,3
$SPT_{(S2-3,00)}$	3,0	52,03	371,4
$SPT_{(S2-5,50)}$	5,5	7,24	51,7
$SPT_{(S4-1,50)}$	1,5	19,24	137,4
$SPT_{(S4-4,00)}$	4,0	22,47	160,4
$SPT_{(S5-4,00)}$	4,0	23,15	165,2

Densità

Per il calcolo della densità relativa è stata usata la seguente formula di Schultze e Menzenbach (1961):

$$\ln(DR) = 0,478 \ln(N_{60}) - 0,262 \ln(\sigma'v) + 2,84$$

Ottenendo i seguenti risultati:

<i>SPT_(sondaggio-mt.)</i>	<i>mt. dal pc</i>	<i>N₍₆₀₎</i>	<i>Densità (%)</i>
<i>SPT_(S-2,65)</i>	2,65	24,0	93,5
<i>SPT_(S-9,00)</i>	9,00	56,2	100,9
<i>SPT_(S1-2,00)</i>	2,00	34,2	119,2
<i>SPT_(S1-3,50)</i>	3,50	40,8	110,9
<i>SPT_(S2-3,00)</i>	3,00	39,0	114,1
<i>SPT_(S2-5,50)</i>	5,50	7,48	43,8
<i>SPT_(S4-1,50)</i>	1,50	10,2	72,1
<i>SPT_(S4-4,00)</i>	4,00	19,8	75,8
<i>SPT_(S5-4,00)</i>	4,00	20,4	76,9

Interpolando le stratigrafie delle perforazioni e i risultati della tomografia sismica e della MASW, è stato possibile suddividere i depositi al di sopra del substrato marnoso in due strati ovvero: un deposito superficiale detritico (strato riporto) e un sottostante livello alluvionale (strato alluvionale); pertanto, i valori derivanti dalle prove SPT sono stati raggruppati per ciascuno dei due strati, secondo la seguente tabella:

<i>Strato geologico</i>	<i>Perforazione</i>	<i>mt. dal pc</i>	<i>NSPT</i>	<i>N₍₆₀₎</i>	<i>N₁₍₆₀₎</i>	<i>Angolo di attrito Peck-Hanson & Thornburn (°)</i>	<i>Modulo elastico (Kg/cmq)</i>
Strato riporto	<i>SPT_(S1-2,00)</i>	2,00	57	34,2	55,8	42,8	398,8
Strato riporto	<i>SPT_(S4-1,50)</i>	1,50	17	10,2	19,2	32,6	137,4
Strato riporto	<i>SPT_(S-2,65)</i>	2,65	40	24,0	34,1	36,7	243,2
Strato alluvionale	<i>SPT_(S2-3,00)</i>	3,00	65	39,0	52,0	41,8	371,4
Strato alluvionale	<i>SPT_(S1-3,50)</i>	3,50	68	40,8	49,4	41,1	353,3
Strato alluvionale	<i>SPT_(S4-4,00)</i>	4,00	33	19,8	22,4	33,5	160,4
Strato alluvionale	<i>SPT_(S5-4,00)</i>	4,00	34	20,4	23,1	33,7	165,2
Strato alluvionale	<i>SPT_(S2-5,50)</i>	5,50	11	7,4	7,2	29,2	51,7
Strato alluvionale	<i>SPT_(S-9,00)</i>	9,00	74	56,2	42,5	39,1	303,5

In tal modo, si sono ricavati tre valori nominali di angolo di attrito interno e di modulo elastico per il primo strato e sei valori per il secondo strato.

8.1.2 Analisi di laboratorio

Nelle indagini pregresse sono state eseguite della analisi di laboratorio sui seguenti due campioni prelevati durante le perforazioni, riferiti al substrato marnoso sottostante:

C₁S₁ = Campione prelevato ad una profondità di 12,5 mt. dal p.c. su sondaggio 1.

C₁S₄ = Campione prelevato ad una profondità di 7,00 mt. dal p.c. su sondaggio 4.

Su entrambi i campioni sono stati eseguite le seguenti analisi di laboratorio:

- prove di laboratorio per la determinazione dei limiti di Atterberg
- prove di laboratorio per l'analisi granulometriche
- prove di laboratorio edometriche

i risultati vengono riassunti nella seguente tabella:

		C ₁ S ₁	C ₁ S ₄
Limiti di atterberg	LL	61,66%	62,66%
	LP	32,64%	28,22%
	IP	29,02	34,44
	IC	1,27	1,05
Analisi Granulometrica		Argilla con limo (A 7-6)	Argilla con limo (A 7-6)
Prova edometrica	Pressione (Kg/cmq)	Moduli edometrici	Moduli edometrici
	2,00	111	105
	4,00	133	129
	8,00	148	1445
	16,00	302	308

8.1.3 Parametri fisici a bassa deformazione derivanti dall'indagine geofisica

I risultati dell'indagine sismica a rifrazione eseguita nel sito sono stati usati, oltre che per la ricostruzione della geometria delle unità oggetto d'indagine, degli spessori degli strati di copertura e della Vs30, anche per la caratterizzazione dinamica per bassi livelli di deformazione delle unità litostratigrafiche presenti nell'area d'indagine. Di seguito sono elencate alcune caratteristiche fisiche delle litologie investigate:

MODULI ELASTO-DINAMICI			
	1° sismostrato	2° sismostrato	3° sismostrato
VP (m/s)	1050.00	1250.36	1700.20
VS (m/s)	287.49	517.65	585.64
γ (g/cm ³)	1.91	1.98	2.10
σ	0.46	0.40	0.43
E (Kg/cm ²)	4704.91	15088.81	21003.43
Estat (Mpa)	23.39	144.05	241.31
K (Kg/cm ²)	19234.27	24167.60	51690.67
G (Kg/cm ²)	1611.84	5402.08	7330.07
M (Kg/cm ²)	21500.88	31517.99	61779.83
IS (t/m ² *sec.)	549.82	1023.39	1227.43
t	1.30	1.09	0.00
ξ	-0.30	-0.09	1.00

In cui:

Densità geofisica (γ^{din}) è un parametro che indica lo stato di addensamento del terreno ed è paragonabile al peso di volume geotecnico.

Modulo di rigidità o di taglio (G_0) misura il rapporto sforzo-deformazione nel caso di uno sforzo tangenziale ed esprime la capacità del materiale a resistere cambiando di forma e non di volume:

$$G = (\gamma * V_s^2)/g \quad \text{dove}$$

γ = densità del mezzo

V_s = velocità delle onde trasversali

G = accelerazione di gravità

Modulo di elasticità o di Young (E) esprime la resistenza alla deformazione lineare di un corpo quando lo si sottopone ad uno sforzo di dilatazione o di compressione. Nelle rocce risulta molto variabile fino a valori dell'ordine di 10^6 .

$$E = V_p^2 * \gamma * ((1+\sigma) * (1-2\sigma)/(1-\sigma)) \quad \text{dove}$$

V_p = Velocità delle onde longitudinali

σ = coefficiente di Poisson

γ = densità del mezzo

Modulo di volume o di compressibilità (K) misura il rapporto sforzo deformazione nel caso di una pressione idrostatica che indica la resistenza del corpo alle variazioni di volume. Tale parametro varia con la porosità, con la pressione e con la quantità d'acqua presente nella roccia. Aumenta con il grado di saturazione, con il decrescere della porosità e con l'aumentare della pressione litostatica

Coefficiente di Poisson (ρ) Rappresenta il rapporto tra la deformazione trasversale sulla deformazione longitudinale, assumendo valori tra 0 e 0,5. Nelle rocce il suo valore è pari in genere a 0,25, in quelle lapidee il suo valore è di poco superiore mentre nei terreni sciolti può arrivare anche a 0,45.

8.2 Determinazione dei valori geotecnici caratteristici

Lo scenario normativo nazionale ed internazionale, dal D.M. del 14 gennaio 2008 all'Eurocodice 7, prevede, ai fini della determinazione del grado di sicurezza di una struttura, un approccio di tipo semiprobabilistico che si basa sul concetto di stato limite. Un aspetto essenziale del metodo degli stati limite riguarda la scelta dei parametri geotecnici caratteristici da introdurre nel modello di calcolo.

Tale scelta è riportata nella circolare C.S.LL.PP. n. 617/2009 al punto C6.2.2:

Nella progettazione geotecnica, in coerenza con gli eurocodici, la scelta dei valori caratteristici dei parametri deriva da una stima cautelativa, effettuata dal progettista, del valore del parametro appropriato per lo stato limite considerato. [...] Nelle valutazioni che il progettista deve svolgere per pervenire ad una scelta corretta dei valori caratteristici, appare giustificato il riferimento a valori prossimi ai valori medi quando nello stato limite considerato è coinvolto un elevato volume di terreno, con possibile compensazione delle eterogeneità o quando la struttura a contatto con il terreno è dotata di rigidità sufficiente a trasferire le azioni dalle zone meno resistenti a quelle più resistenti. Al contrario, valori caratteristici prossimi ai valori minimi dei parametri geotecnici appaiono più giustificati nel caso in cui siano coinvolti modesti volumi di terreno, con concentrazione delle deformazioni fino alla formazione di superfici di rottura nelle porzioni di terreno meno resistenti del volume significativo, o nel caso in cui la struttura a contatto con il terreno non sia in grado di trasferire forze dalle zone meno resistenti a quelle più resistenti a causa della sua insufficiente rigidità. La scelta di valori caratteristici prossimi ai valori minimi dei parametri geotecnici può essere dettata anche solo dalle caratteristiche dei terreni; basti pensare, ad esempio, all'effetto delle discontinuità sul valore operativo della resistenza non drenata.

Definire il valore caratteristico significa pertanto scegliere il parametro geotecnico che influenza il comportamento del terreno in un determinato stato limite, ed adottarne un valore, o stima, a favore di sicurezza.

Al riguardo, l'unica metodologia delineata dall'EC7 per la definizione dei valori caratteristici è di natura statistica, infatti la norma riporta quanto segue:

Se si utilizzano metodi statistici, la derivazione del valore caratteristico deve essere tale che la probabilità calcolata di un valore peggiore che governa l'insorgere dello stato limite in considerazione non sia maggiore del 5%. (5 percentile della distribuzione statistica).

8.2.1 Valori prossimi al valore medio

Nel caso in cui si è di fronte al coinvolgimento di un elevato volume di terreno, nello stato limite considerato, si è di fronte a una condizione di compensazione delle resistenze, ovvero nel caso in cui le zone di terreno a resistenza minima e massima vengono sollecitate contemporaneamente, con conseguente comportamento meccanico intermedio tra i due estremi.

In questo caso, i parametri geotecnici caratteristici, vengono determinati mediante una stima cautelativa del valore medio delle caratteristiche geotecniche, differente a seconda se si ha a che fare con parametri geotecnici che seguono una "distribuzione normale", come peso di volume e angolo di attrito, o parametri geotecnici che seguono una "distribuzione log-normale", come coesione efficace, coesione non drenata, moduli elastici e moduli edometrici.

8.2.2 Angolo di attrito (grandi volumi)

Per la determinazione dell'angolo di attrito caratteristico, alla luce dei seguenti punti:

- un numero di campioni $n = 1$
- Determinazione del valore geotecnico caratteristico mediante l'analisi statistica per parametri che seguono una distribuzione normale;
- media del campione uguale alla media dei dati

si applica la seguente formula:

$$x_k = \bar{x} - 1.645 \left(\frac{\sigma}{\sqrt{n}} \right)$$

dove

x_k è il valore caratteristico desiderato;

$\bar{x}$ con barra il valore medio della popolazione;

σ è la deviazione standard della popolazione;

n è la numerosità del campione;

Vista la presenza di pochi campioni si procede con la variabilità nota (COV) dai dati di letteratura, considerando che al posto della deviazione standard, si andrà a sostituire il valore di:

$$\sigma = \text{COV} * \mu$$

dove il coefficiente di variazione COV è pari a

$$\text{COV} = \sigma / \mu \quad \text{con}$$

σ = deviazione standard della popolazione e μ = valore medio della popolazione

8.2.3 Coesione efficace e modulo elastico (grandi volumi)

Per la determinazione della coesione efficace e del modulo elastico caratteristici, alla luce dei seguenti aspetti:

- numero di campioni $n=1$;

- determinazione del valore geotecnico caratteristico mediante l'analisi statistica per parametri che seguono una distribuzione log-normale;
- media del campione uguale alla media dei dati;

Si applica la seguente formula di COX:

$$L_{1-\alpha}(\bar{Y}, S^2) = \bar{Y} + \frac{S^2}{2} \pm z_{1-\alpha/2} * \sqrt{\frac{S^2}{n} + \frac{S^4}{2(n-1)}}$$

Dove:

$\bar{Y}$ con barra è il valore medio del dataset con distribuzione log-normale;

z è la distribuzione normale standardizzata;

t è il valore della distribuzione di Student ad $n-1$ gradi di libertà;

s è la deviazione standard del campione;

n il numero di dati;

Vista la presenza di pochi campioni si procede con la variabilità nota (COV) dai dati di letteratura, ottenendo i parametri sopra riportati:

$$\sigma_{\log n} = \sqrt{\ln \left(1 + \frac{\sigma_{norm}^2}{\mu_{norm}^2} \right)}$$

$$\mu_{\log n} = \ln(\mu_{norm}) - \frac{\sigma_{\log n}^2}{2}$$

con

$$\sigma_{norm} = COV * \mu$$

μ = valore del singolo dato o media dei pochi dati.

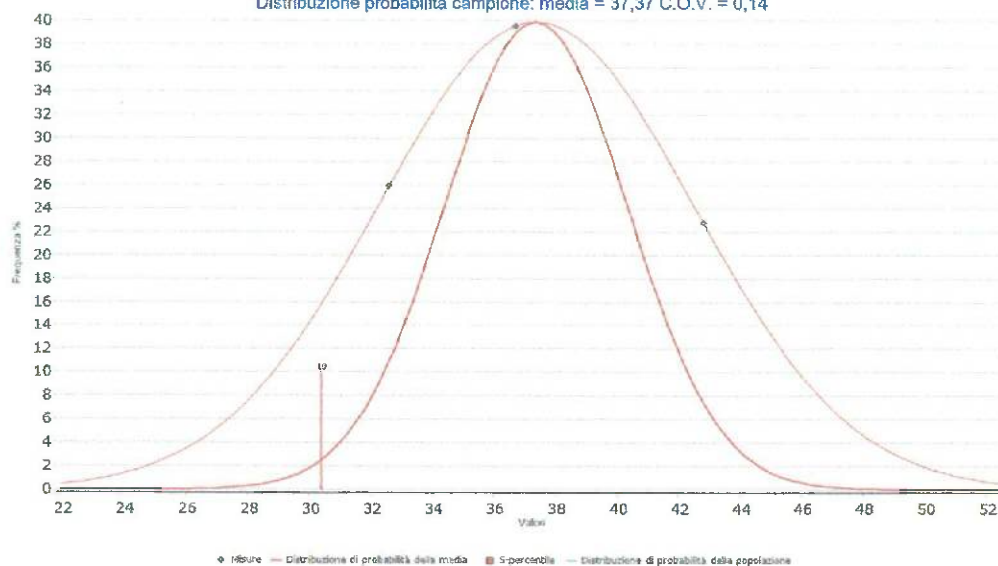
8.2.4 Calcolo dei valori geotecnici di resistenza caratteristici del terreno di fondazione

Sulla base delle formule precedentemente esposte, mediante l'uso del software KAPPAGEO® della ProgramGeo, sono stati determinati i valori caratteristici inerenti i seguenti parametri geotecnici nominali del deposito di riporto e dei depositi alluvionali.

Strato geologico	Angolo di attrito nominale (°)	Modulo elastico nominale (Kg/cmq)
Strato 1 (deposito di riporto)	42,8	398,8
	32,6	137,4
	36,7	243,2
Strato 2 (Deposit alluvionali)	41,8	371,4
	41,1	353,3
	33,5	160,4
	33,7	165,2
	29,2	51,7
	39,1	303,5

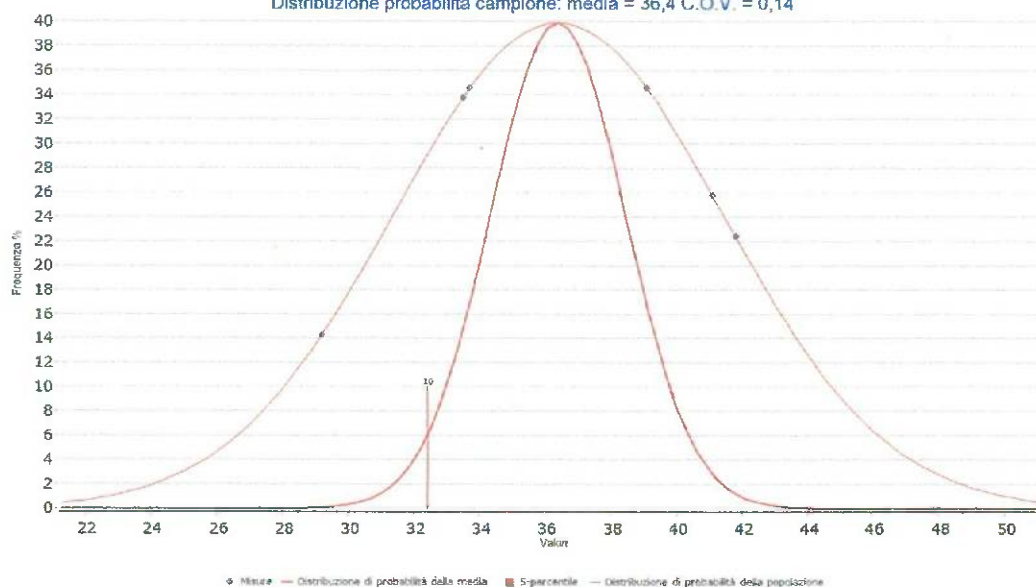
VALORE CARATTERISTICO DELL'ANGOLO DI ATTRITO RIPORTO

Valore caratteristico del parametro Angolo di attrito strato 1 (°): 30,394
Distribuzione probabilità campione: media = 37,37 C.O.V. = 0,14



VALORE CARATTERISTICO DELL'ANGOLO DI ATTRITO ALLUVIONI

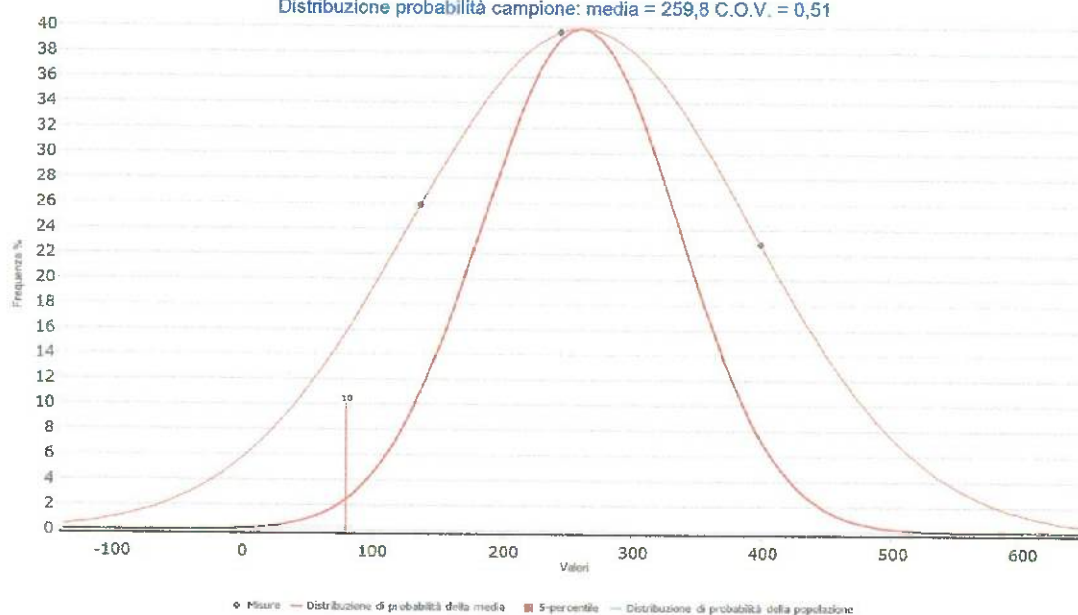
Valore caratteristico del parametro Angolo di attrito strato 2 (°): 32,417
Distribuzione probabilità campione: media = 36,4 C.O.V. = 0,14



VALORE CARATTERISTICO DEL MODULO ELASTICO RIPORTO

Valore caratteristico del parametro Modulo elastico strato 1 (Kg/cmq): 81,173

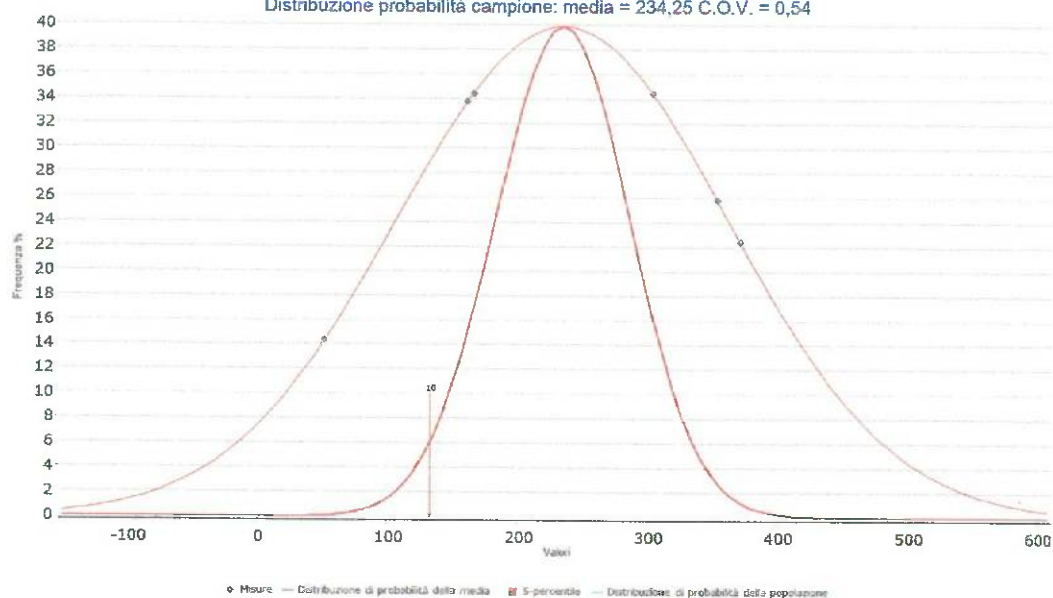
Distribuzione probabilità campione: media = 259,8 C.O.V. = 0,51



VALORE CARATTERISTICO DEL MODULO ELASTICO ALLUVIONI

Valore caratteristico del parametro Modulo Elastico Strato 2 (Kg/cmq): 133,087

Distribuzione probabilità campione: media = 234,25 C.O.V. = 0,54



L'elaborazione eseguita, come visibile anche dai precedenti grafici di output del software, ha restituito i seguenti risultati in termini di valori geotecnici caratteristici:

	Riporto	Alluvioni
Angolo di attrito	30,4°	32,4°
Modulo elastico	81,17 Kg/cmq	133,1 Kg/cmq

Per quanto riguarda i parametri geotecnici da usare per le verifiche allo scorrimento della fondazione si ha:

Angolo di attrito per lo slittamento = $2/3$ di $\phi = 21,6^\circ$ (da Bowles "fondazioni")

9 Coefficiente di sottofondo

La costante di sottofondo, o coefficiente di Winkler, rappresenta una forza esercitata sul suolo elastico alla Winkler, su un'area di 1 cmq che provoca l'abbassamento di 1 cm.

Com'è noto tale costante non è affatto una proprietà intrinseca del terreno, ma dipende da:

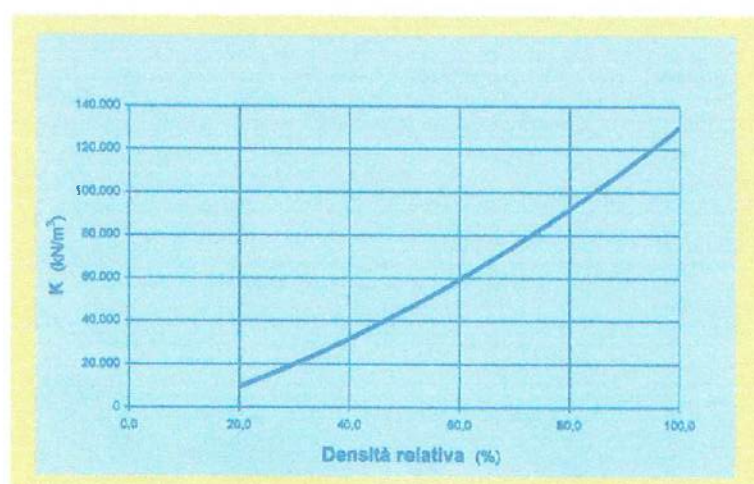
- Forma e dimensione della fondazione;
- Distribuzione dei carichi agenti;
- Composizione fisica del suolo.

Nel caso in esame, il valore del coefficiente di sottofondo (K di Winkler) viene ricavato sulla base delle seguenti indicazioni di NAVFAC-DM1 [1986], relativi ai terreni granulari o coesivi:

terreni coesivi: $K = K_{\text{piastra}} * 0,3/B$

terreni granulari: $K = K_{\text{piastra}} [(B+0,3)/2B]^2$

Avendo a disposizione i valori di densità relativa, ricavati dai valori NSPT (vedasi precedente paragrafo 10.1), è possibile ottenere i seguenti valori.



Considerando un valore medio della densità relativa pari a 89,7% si ricava, dal grafico sopraesposto, un valore di $K = 113.000 \text{ kN/m}^3$ pari a $11,52 \text{ Kg/cm}^3$.

Considerando, quindi, una fondazione quadrata di 1,50 metri per lato si ottiene:

$$K = K_{\text{piastra}} [(B+0,3)/2B]^2 = 11,52 * [(1,5+3)/2 * 1,50]^2 = 4,14 \text{ Kg/cm}^3$$

10 CONSIDERAZIONI FINALI

Sulla base di quanto fin qui esposto si può affermare che il modello geologico del sottosuolo del sito oggetto degli interventi è il seguente:

- Deposito superficiale di **materiale di riporto**, costituito da limo sabbioso e sabbie grossolane, con sparsi elementi litici calcarei di dimensioni centimetriche e decimetriche, con spessore variabile da 0,5 a 4,00 metri. Nel dettaglio, come visibile dalla sezione allegata alla presente relazione, spostandosi da ovest a est, lungo una direzione parallela al prospetto principale fronte piazza dell'edificio, si evidenzia, dapprima una riduzione dello spessore verso il centro dell'edificio, e poi, nuovamente un aumento dello spessore verso est.
- Deposito alluvionale caratterizzato da sabbie debolmente limose di colore giallastro con sparsi elementi litici di natura calcarenitica di dimensioni centimetriche e decimetriche. Nella parte superficiale e a carattere locale, tali alluvioni si presentano costituite da grossi blocchi calcarenitici di colore biancastro e di dimensioni variabili.
- Substrato marnoso appartenente alla formazione Tellaro che, per cause tettoniche, è stata fortemente dislocata e ribassata e pertanto, si trova a contatto con la successione calcarea della formazione Ragusa, affiorante lungo i versanti che bordano la città di Scicli e posta stratigraficamente al di sotto della Tellaro.

L'analisi dei dati delle indagini e la loro interpolazione hanno evidenziato un discreto stato di addensamento dei terreni immediatamente al di sotto dell'edificio in oggetto. Tuttavia, come precedentemente descritto, non mancano delle zone di scarso addensamento dovute alla natura intrinseca di tali depositi, che in taluni casi sono stati sedimentati in modo eterogeneo, senza subire un buon costipamento.

La presenza, alla stessa profondità, di zone scarsamente addensate e di zone più addensate, ovvero l'eterogeneità di tali depositi, potrebbe portare a condizioni di cedimenti differenziali sul piano di fondazione, accentuati dalla presenza della falda superficiale all'interno dei depositi di copertura, posti al di sopra di un substrato marnoso - argilloso e quindi impermeabile.

Nella valutazione delle tipologie di fondazione da realizzare e/o da adeguare, fermo restando che le scelte progettuali sono di competenza dei progettisti, non si può prescindere dalle considerazioni di cui sopra, prevedendo nella fase di progettazione esecutiva, un approfondimento delle indagini geognostiche mirato a verificare che il piano di posa fondazionale sia idoneo a sopportare le sollecitazioni indotte dall'edificio oggetto d'intervento.

Categoria sismica di sottosuolo	B		
Categoria topografica	T1		
Strato 1	Angolo di attrito	ϕ_k	30,4 °

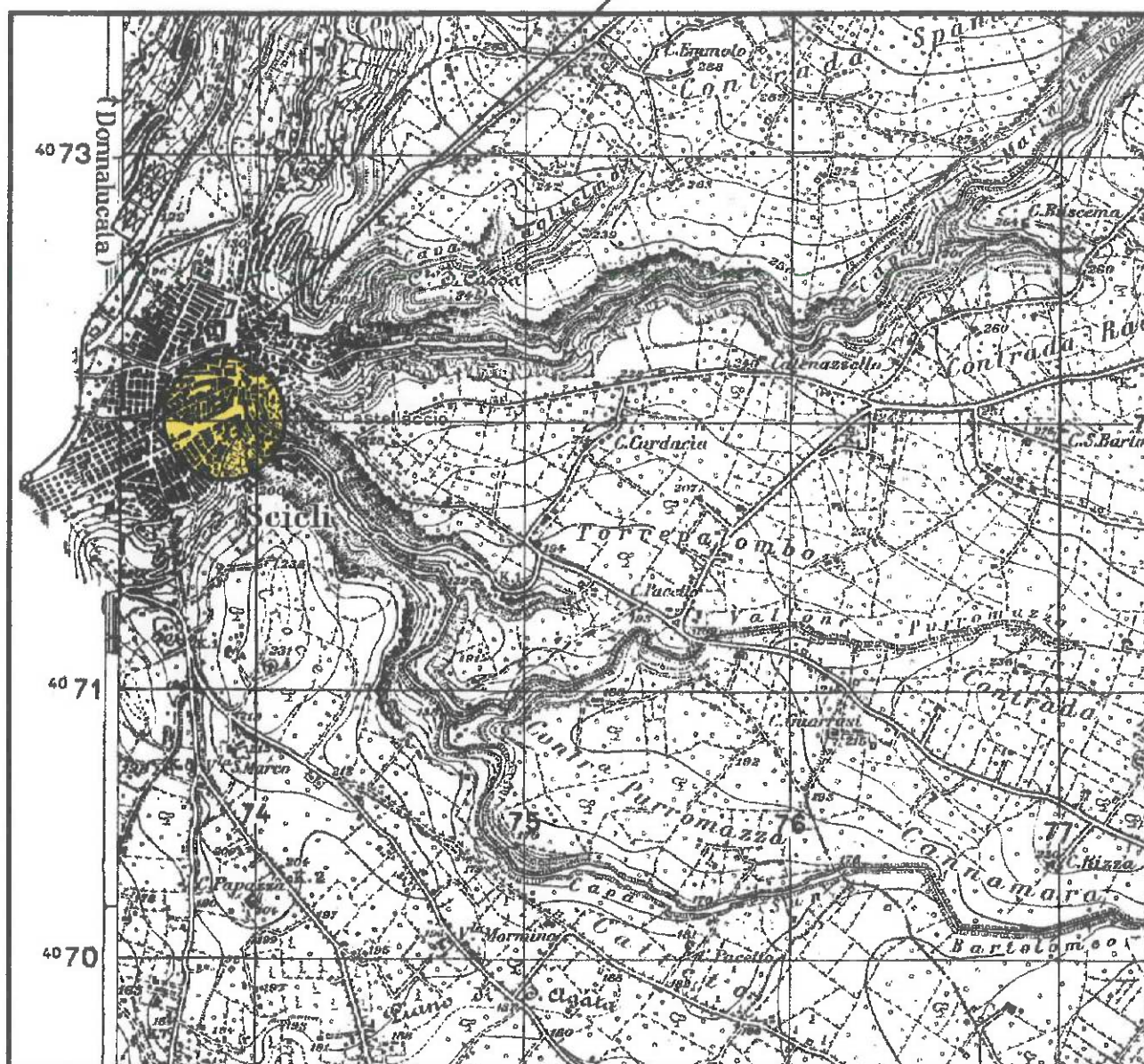
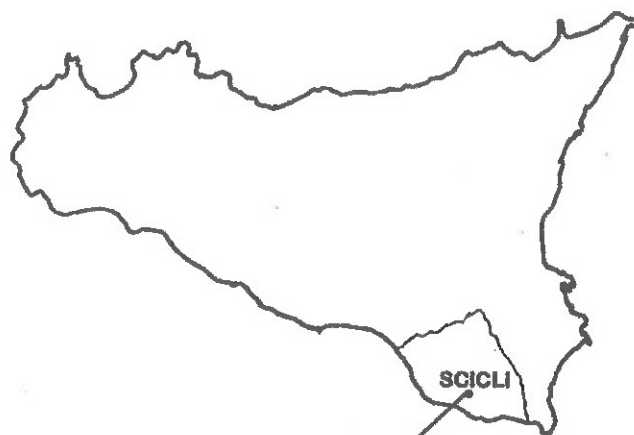
	Modulo elastico	E_k	81,71 Kg/cm ^q
	Peso di volume	γ	1910 Kg/mc
	Angolo di attrito scorrimento	ϕ_s	20,3°
Strato 2	Angolo di attrito caratteristico	ϕ_k	32,4
	Modulo elastico caratteristico	E_k	133,1 Kg/cm ^q
	Peso di volume	γ	1980 Kg/mc
Coefficiente di sottofondo	4,14 Kg/cm ³		

Modica, 17/01/2018

Il Geologo
Dott. Massimo Petralia

STRALCIO TOPOGRAFICO

SCALA 1:25.000



Allegato 2a
STRALCIO PAI - CARTA DEL RISCHIO GEOMORFOLOGICO

**Piano Stralcio di Bacino
per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.)**

(ART. 1 D.L. 180/98 CONVERTITO CON MODIFICHE CON LA L.267/99 E ss.mm.ii.)

**Bacini idrografici del F. Irminio e del
T. di Modica ed area intermedia (082-083)**



**CARTA DELLA PERICOLOSITA'
E DEL RISCHIO GEOMORFOLOGICO N° 20**

COMUNI DI:
SCICLI

Scala 1:10.000



Anno 2005

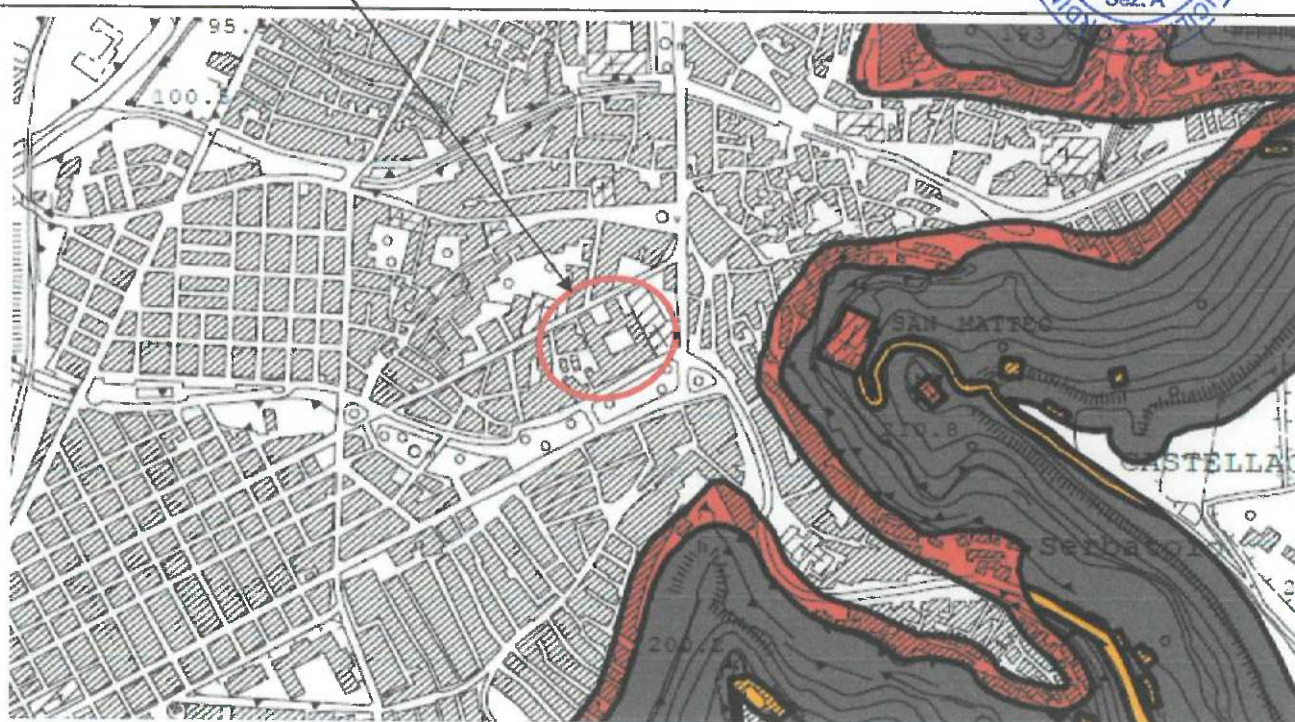
LIVELLI DI PERICOLOSITA'

	P0 basso
	P1 moderato
	P2 medio
	P3 elevato
	P4 molto elevato
	Sito d'attenzione

LIVELLI DI RISCHIO

	R1 moderato
	R2 medio
	R3 elevato
	R4 molto elevato

Sito in esame



ALLEGATO 2b
STRALCIO PAI - CARTA DELLA PERICOLOSITA' IDRAULICA PER
FENOMENI DI ESONDAZIONE

**Piano Stralcio di Bacino
per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.)**

(ART.1 D.L. 180/98 CONVERTITO CON MODIFICHE CON LA L.387/98 E ss.mm.ii.)

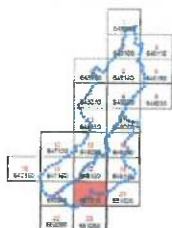
**Bacini idrografici del F. Irminio e del
T. di Modica ed area intermedia (082-083)**



**CARTA DELLA PERICOLOSITA' IDRAULICA
PER FENOMENI DI ESONDAZIONE N° 20**

COMUNI DI
SCICLI

Scala 1:10.000



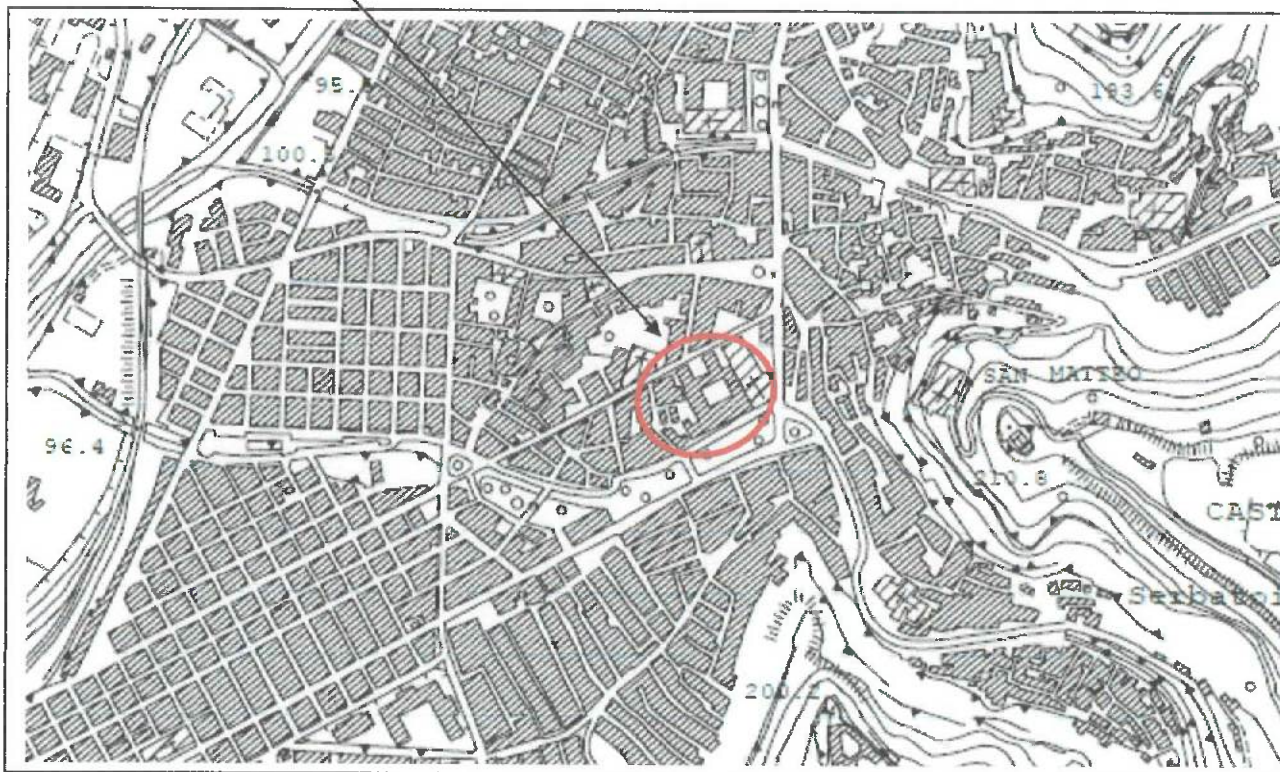
Anno 2005

LEGENDA

-  P1 Pericolosità moderata
-  P2 Pericolosità media
-  P3 Pericolosità elevata
-  Sito d'attenzione



Sito in esame



ALLEGATO 2c
STUDIO GEOLOGICO A SUPPORTO DEL PRG DEL COMUNE DI SCICLI
CARTA GEOLITOLOGICA – GEOMORFOLOGICA IN Scala 1: 2.000

COMUNE DI SCICLI

PROVINCIA DI RAGUSA

STUDIO GEOLOGICO
A SUPPORTO DELLA REDAZIONE DEL
PIANO REGOLATORE GENERALE

CARTA GEOLITOLOGICA – GEOMORFOLOGICA

scala 1: 2.000

TAV. n. 1N

I GEOLOGI

Dott. Ercole Pietro Quaranta

Dott. Giovanni Carnemolla

Dott. Giovanni Parisi Assenza

DEPOSITI SUPERFICIALI CONTINENTALI



MATERIALE DI RIPORTO



SABIE



TERRE NERE



COPERTURE ELUVIO-DETRITICHE



ALLUVIONI RECENTI/ATTUALI



ALLUVIONI TERRAZZATE



DETRITI



PALEOSUOLI ROSSI / CROSTONI
(Pianure costiere)



limite litologico certo



limite litologico presunto



FAGLIA / DISCONTINUITA'

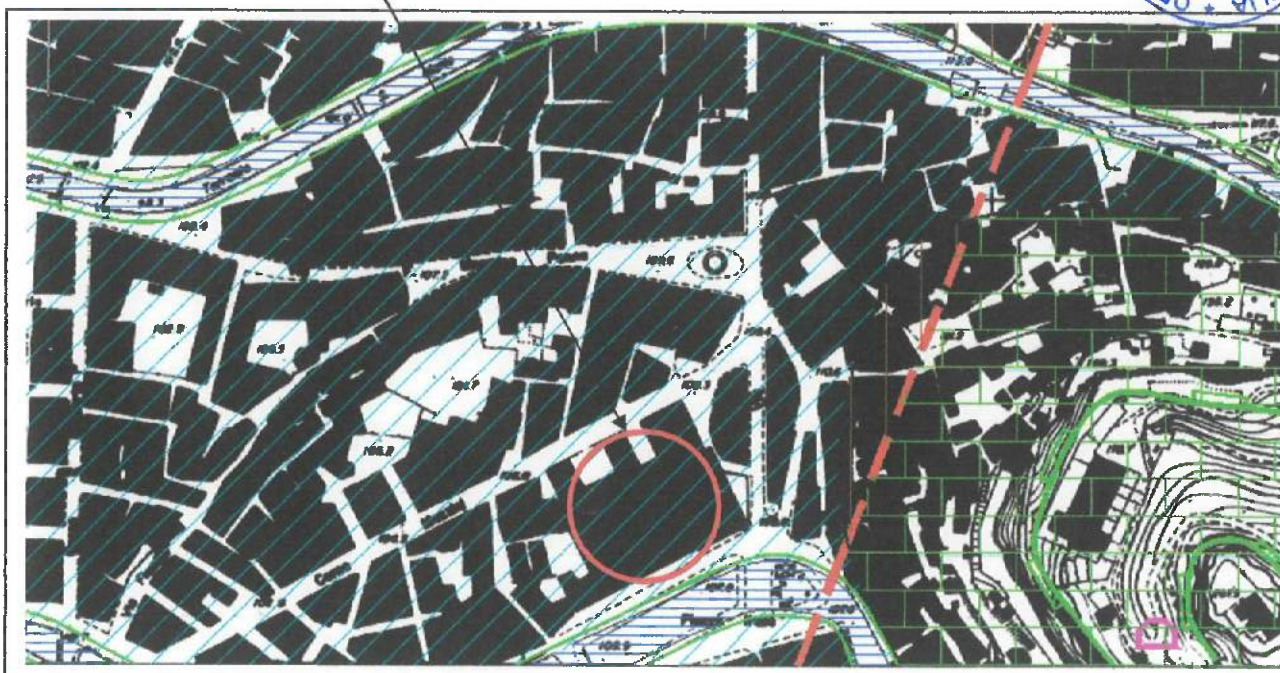


FAGLIA COPERTA / PRESUNTA



SCARPATA STRUTTURALE

Sito in esame



ALLEGATO 2d
STUDIO GEOLOGICO A SUPPORTO DEL PRG DEL COMUNE DI SCICLI
CARTA DELL'EDIFICABILITA' IN SCALA 1:2.000

COMUNE DI SCICLI

PROVINCIA DI RAGUSA

STUDIO GEOLOGICO
A SUPPORTO DELLA REDAZIONE DEL
PIANO REGOLATORE GENERALE

CARTA DELL'EDIFICABILITA'

scala 1:2.000

TAV. n. 2N

I GEOLOGI

Dott. Ercole Pietro Quaranta

Dott. Giovanni Carnemolla

Dott. Giovanni Parisi Assenza

AREE STABILI



ZONE CON AFFRICAMENTI LAPIDEI TABULARI



ZONE CON COPERTURE

AREE EDIFICABILI A CONDIZIONE



ZONE PEDIMENTANE SOCCIACENTI A SCARPATE



ZONE ACCLIVI CON EVENTUALI COPERTURE SU EVENTUALE SUBSTRATO A FORTE CONTRASTO IDROGEOLOGICO



ZONE CON ALLUVIONI A MARGINE DI CORSI D'ACQUA



ZONE CON AFFRICAMENTI DI ROCCE POCO PERMEABILI ED ERODIBILI CON EVENTUALI SCARPATE NON CONTENUTE



ZONE CON AFFRICAMENTI DI ROCCE INCOERENTI MOLTO ERODIBILI

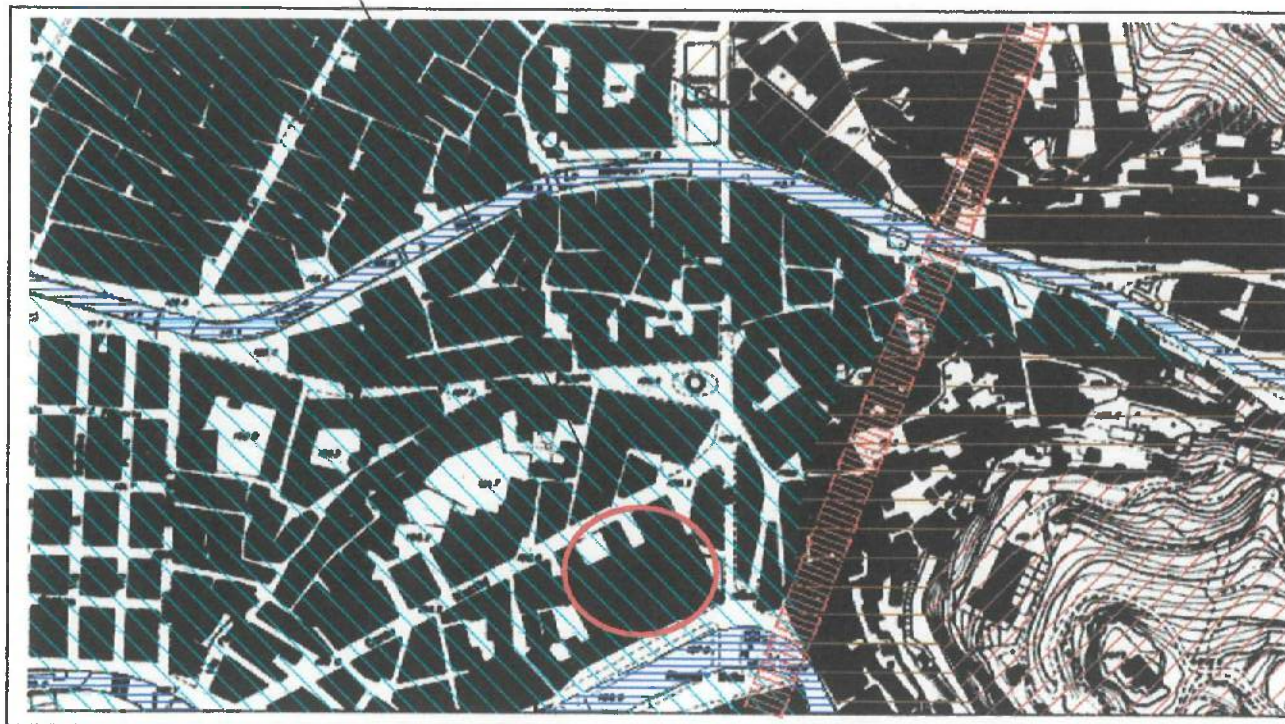


ZONE A DRENAGGIO DIFFICOLTOSO



ZONE RIMANECCATE

Sito in esame



ALLEGATO 2e PIANO PAESAGGISTICO DELLA PROVINCIA DI RAGUSA

Piano Paesaggistico

*Ambiti
15-16-17
Ragusa*

26.6

tavola
Scala di stampa
1:25.000

Tavole di Piano

Regimi Normativi

Regione Siciliana
Assessorato dei Beni Culturali
e dell'Identità Siciliana
Dipartimento dei Beni Culturali
e dell'Identità Siciliana

**Soprintendenza per i Beni Culturali ed Ambientali
di Ragusa**

**Progetto finanziato con
P.O.R. Sicilia 2000-2006 Misura 2.02 Azione C**

**DIPARTIMENTO DEI BENI CULTURALI
E DELL'IDENTITÀ SICILIANA**
Il Dirigente Generale
dot. Gaetano Pennino

SERVIZIO PIANIFICAZIONE PAESAGGISTICA
Il Dirigente Responsabile
dot. Michele Bufo

**SOPRINTENDENZA PER I BENI CULTURALI ED AMBIENTALI
DI RAGUSA**

COORDINAMENTO TECNICO SCIENTIFICO
arch. Calogero Rizzuto - Soprintendente per i Beni Culturali ed Ambientali
arch. Giorgio Baraglia - Responsabile U. 0.7 Sezione per i beni paesaggistici

CONTRIBUTI TECNICI SCIENTIFICI
Responsabile coordinamento dot. Rosa Corallo

CONSULENZA SCIENTIFICA

Coordinamento generale	Gaetano Piana
Sistema antropico	Aino Di Giovanni Daniela Federico Silvia Scanno
Sistema abitato, geologico e idrogeologico	Rosario Ruggeri Isabella Calabrese Gianni Inzerillo
Sistema paleontologico	Fausta Occhipinti
Sistema delle serre	

**OSSERVATORIO REGIONALE PER
LA QUALITÀ DEL PAESAGGIO**

Presidente
Assessore BB CC

Componenti:
Dir. Generale Dipartimento BB CC arch. Rosa Corallo
Dir. Generale Dipartimento Urbanistica ing. Maurizio Ercolani
Dir. Generale Dipartimento Territorio e Amb. prof. Vincenzo Guarise
Avvocato Distrettuale dello Stato prof. Leonardo Antonino Ianni
arch. Antonio Azzurro prof. Fausto Carmela Nigri
prof. Giuseppe Barbera arch. Maurizio Dato
prof. Pietro Buscetta ing. Gianluigi Pina
arch. Cesare Caputo prof. Ferdinando Trapani
prof. Maurizio Carta prof. Giuseppe Troncone
ing. Gianfranco Zanna

Elaborato allegato al Piano Paesaggistico agli Ambiti regionali 15, 16 e 17
"Ragusa nella provincia di Ragusa" n. 42 e s.m.l., approvato con D.A. n. 1345 del 3 aprile 2016
del D.Lgs. 22 del 2004 n. 42 e s.m.l., approvato con D.A. n. 1345 del 3 aprile 2016

L'ASSESSORE
(Avv. Carlo Verrogi)

Legenda

Aree soggette a prescrizioni aventi diretta efficacia
nei confronti di tutti i soggetti pubblici e privati

- Aree con livello di tutela 1 - art.20 delle N.d.A.
- Aree con livello di tutela 2 - art.20 delle N.d.A.
- Aree con livello di tutela 3 - art.20 delle N.d.A.
- Aree soggette a recupero - art.20 delle N.d.A.

Aree di indirizzo e conoscenza per la pianificazione territoriale
urbanistica di livello regionale, provinciale e comunale e per
tutti gli altri atti aventi carattere di programmazione sul territorio

- Aree di indirizzo - Titolo III, Paesaggi Locali delle N.d.A.

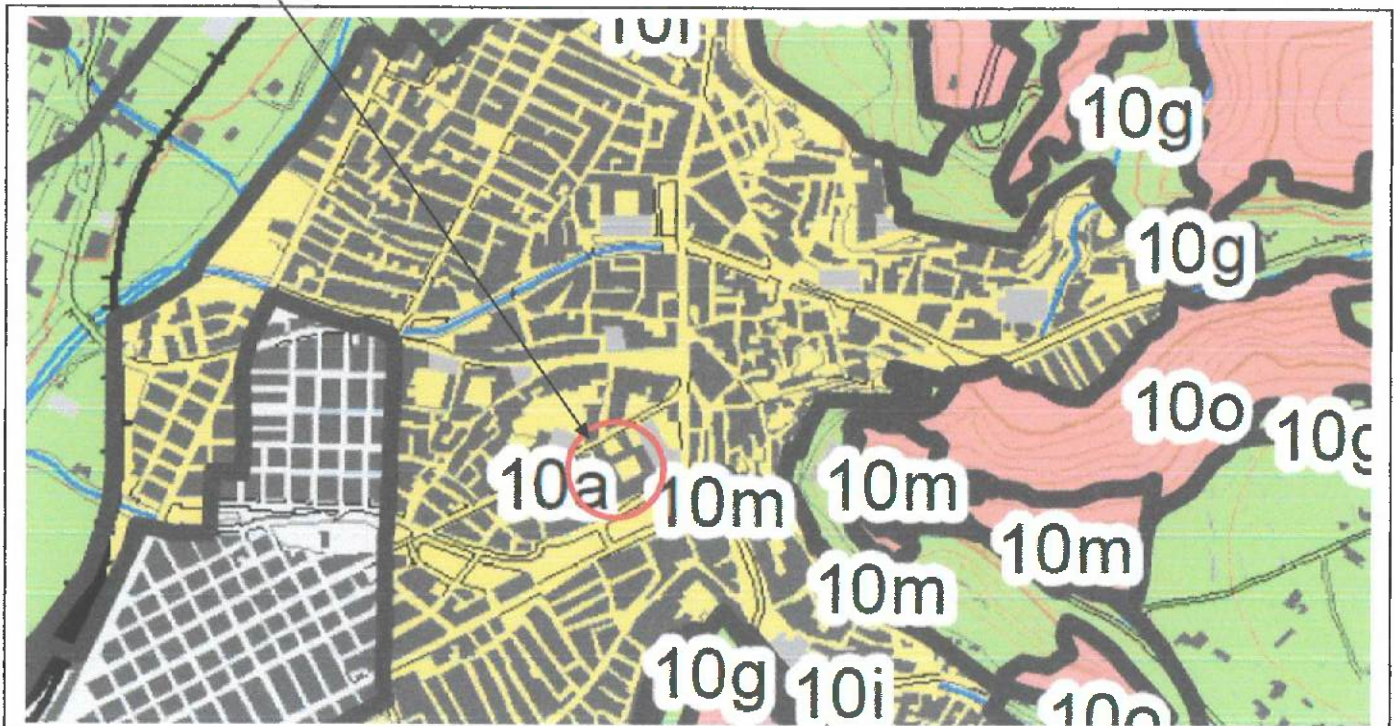
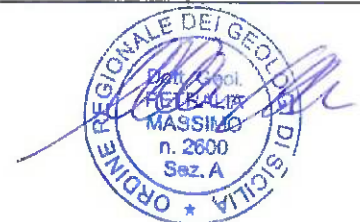
Contesti Paesaggistici

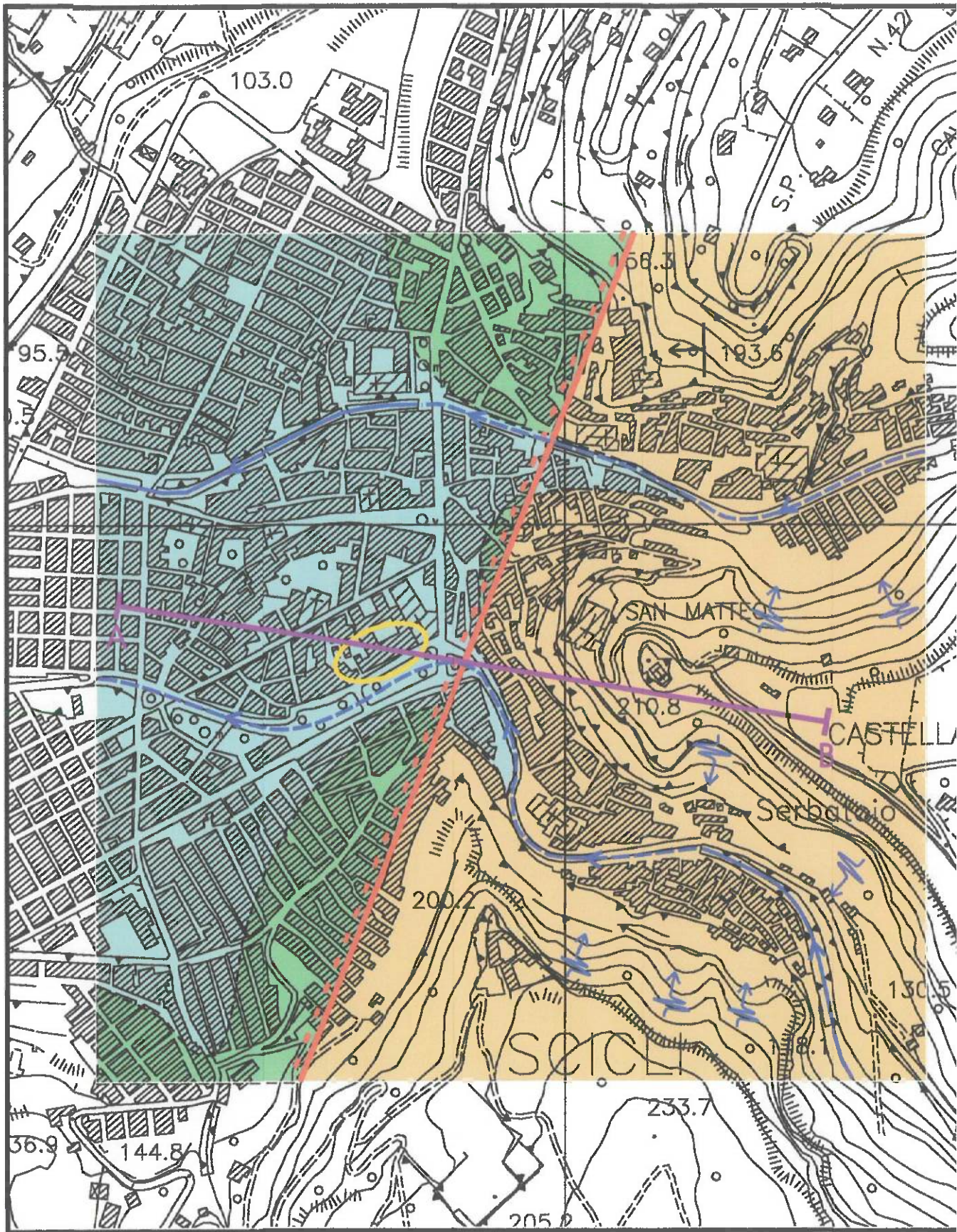
- Perimetro dei contesti
- Contesto paesaggistico - Titolo III, Paesaggi Locali delle N.d.A.

Paesaggi Locali

- Limiti comunali

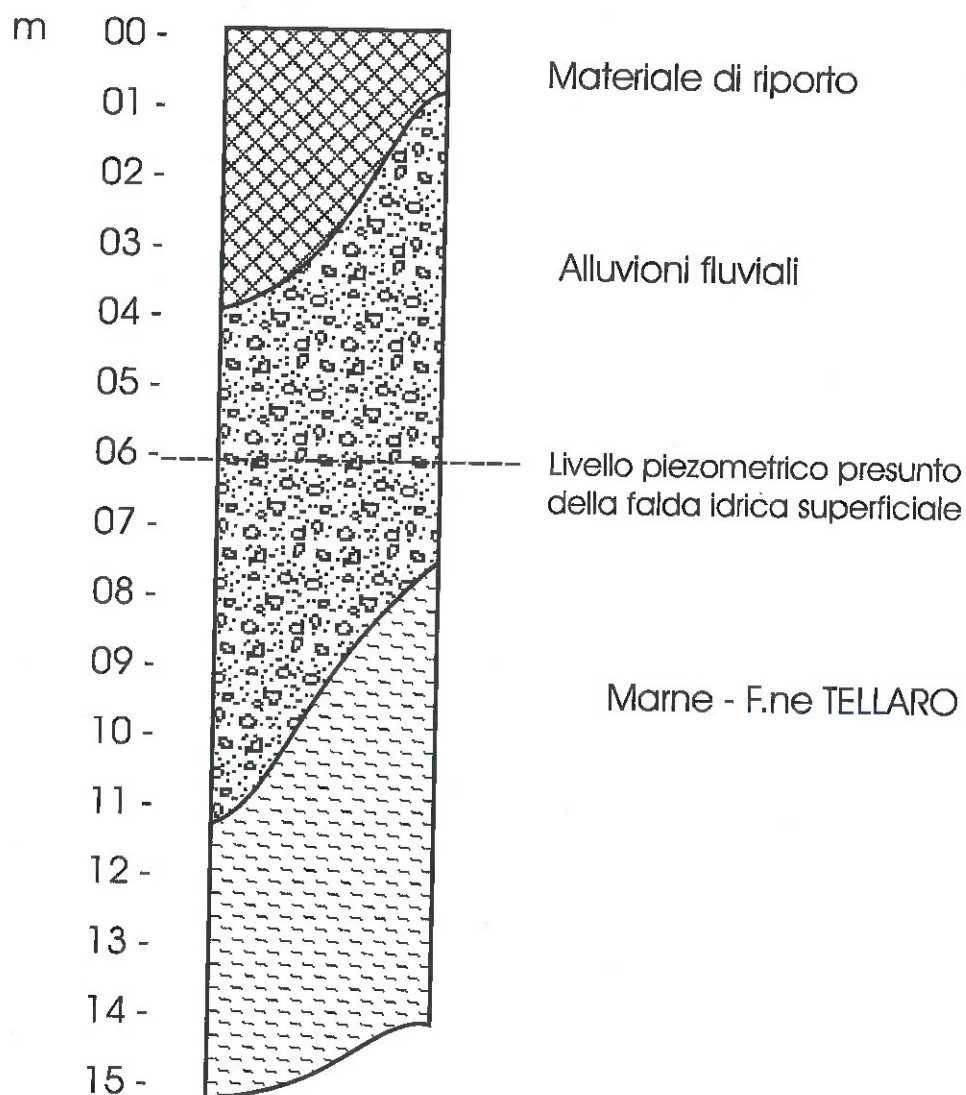
Sito in esame



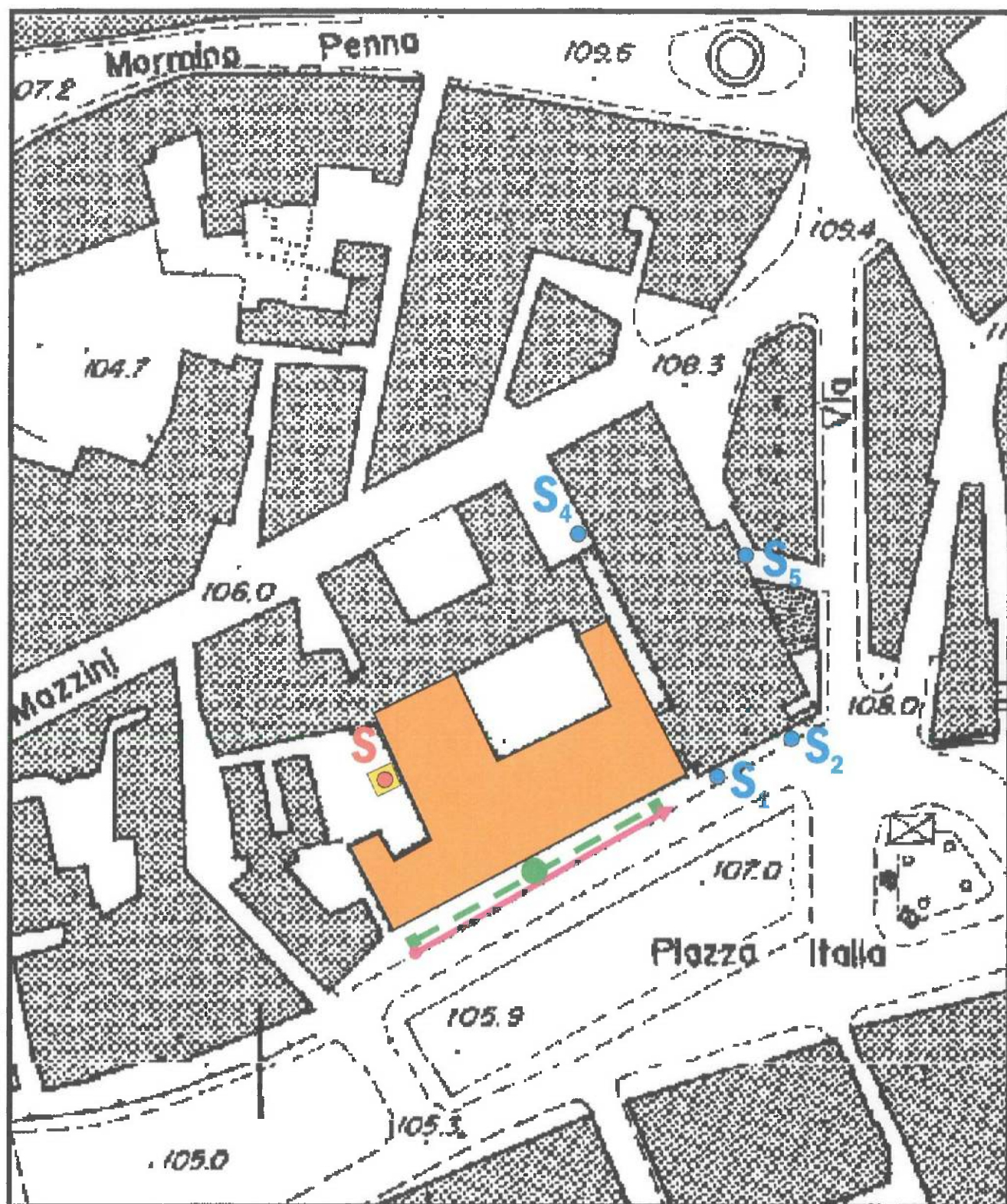


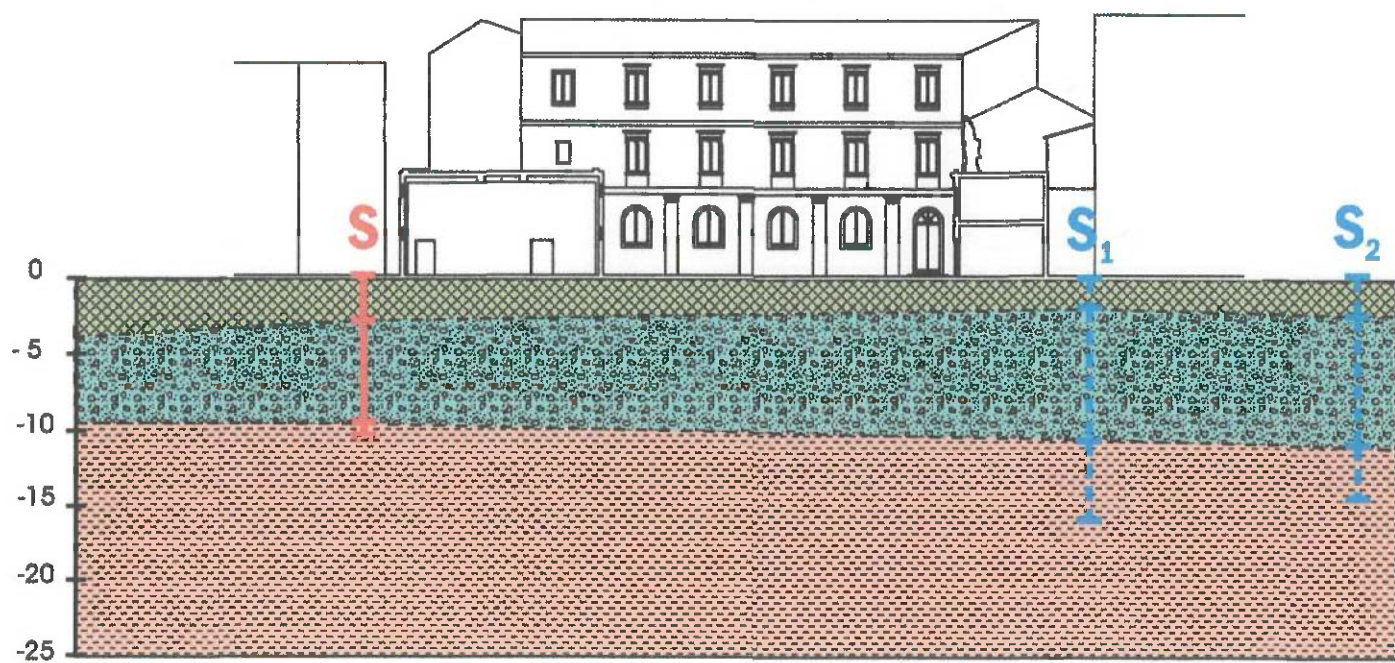
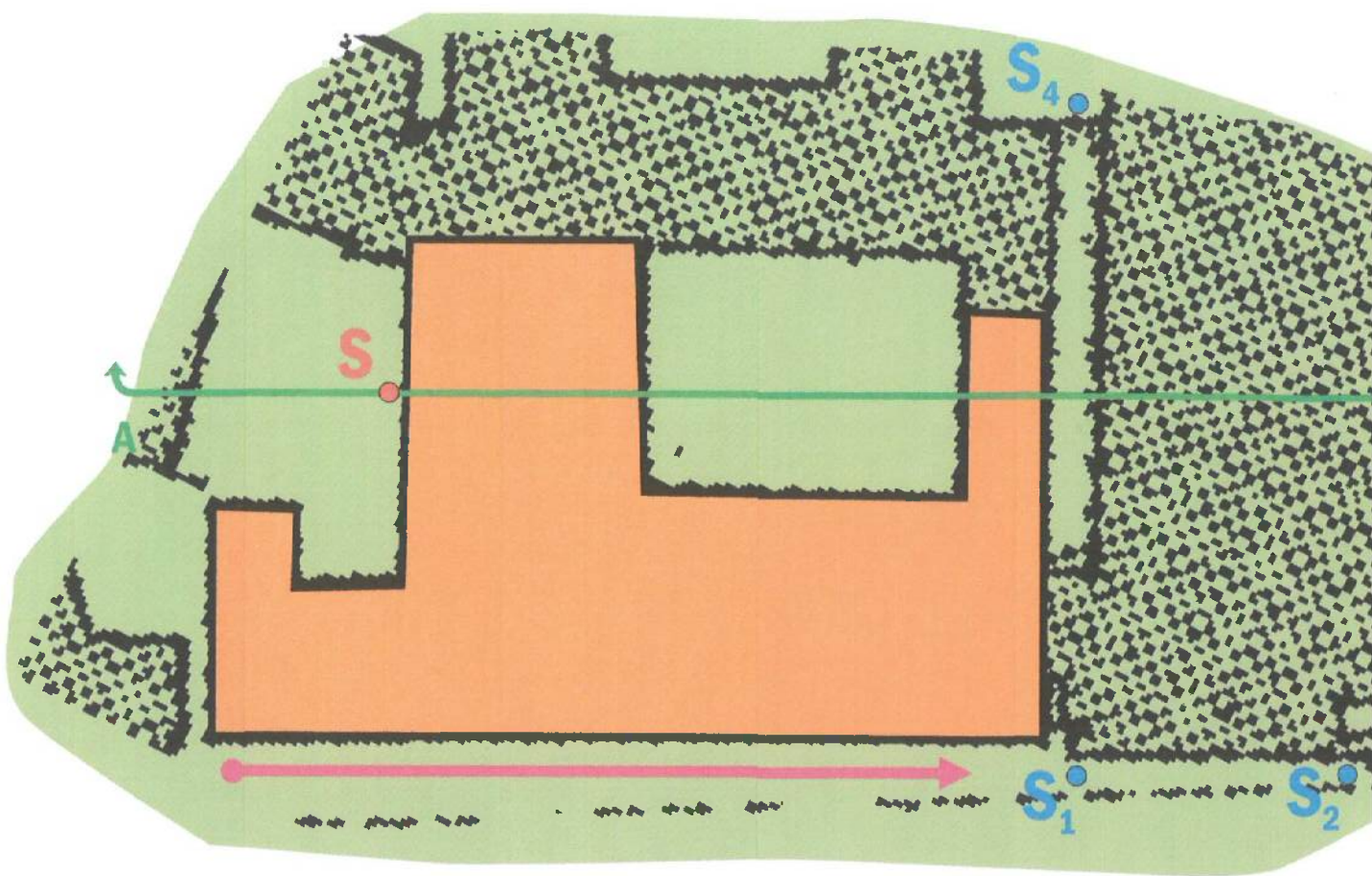
COLONNA STRATIGRAFICA

RAPPRESENTATIVA DEL SITO INTERESSATO



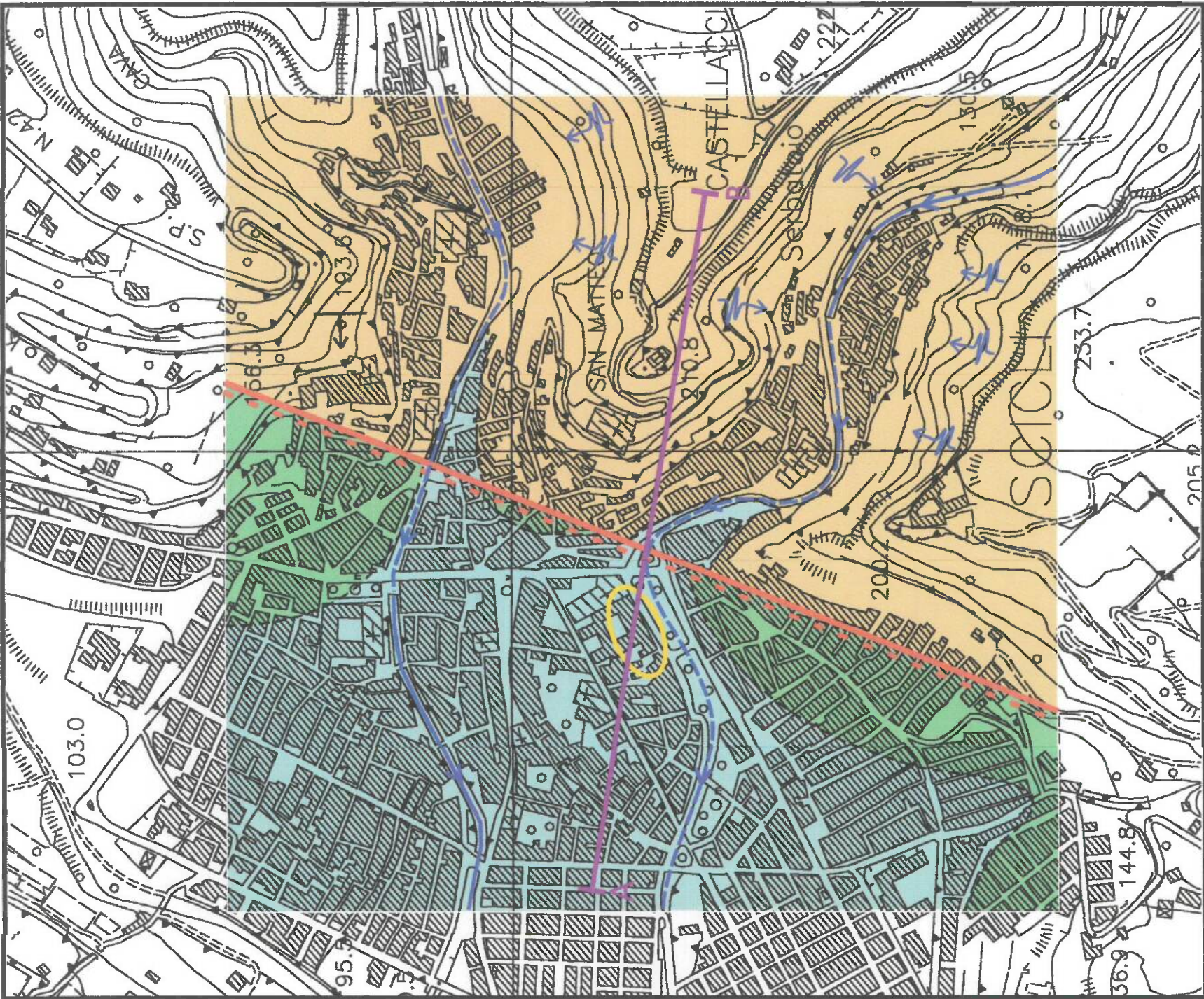
[Handwritten signature]





CARTA GEOLOGICA E DEI PRINCIPALI ELEMENTI MORFOLOGICI

SCALA 1:5.000



LEGENDA



ALLUVIONI FLUVIALI
(Olocene)



Marna grigio-azzurra
F.ne TELLARO (Serravalle-Tortoniano sup.)



Alternanza calcarenitico-marnosa e banchi calcarenitici
F.ne Ragusa; M.bro Iminio (Aquitano - Langhiano inf.)



Giacitura degli strati



Faglia (la linea a piccoli tratti indica il lato ribassato)



Limite litologico presunto



Direzione di deflusso superficiale



Alveo fluviale canalizzato tombato



Alveo fluviale canalizzato scoperto

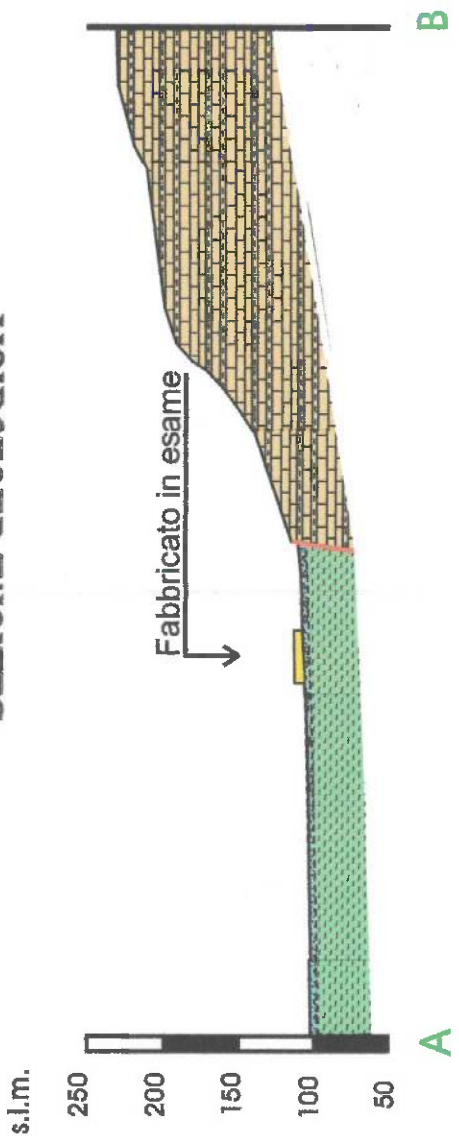


Sito di progetto



Traccia della sezione litostatigrafica

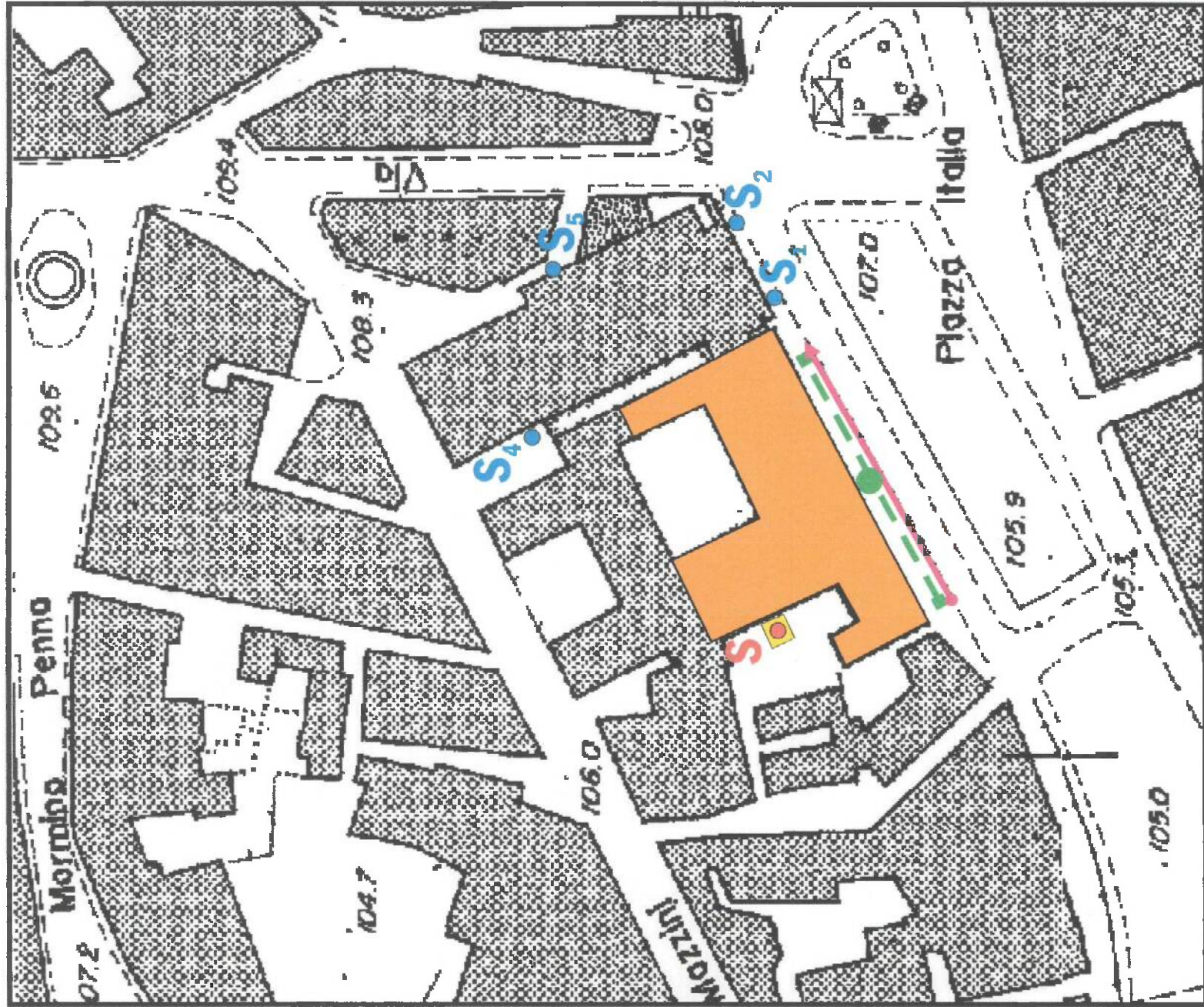
SEZIONE GEOLOGICA



[Signature]

UBICAZIONE DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE

SCALA 1:1000



LEGENDA



Fabbricato oggetto d'intervento



Sondaggio meccanico verticale



Sondaggi meccanici eseguiti in precedente campagna geognostica



Tomografia sismica a rifrazione in onde P



Prova sismica attiva MASW

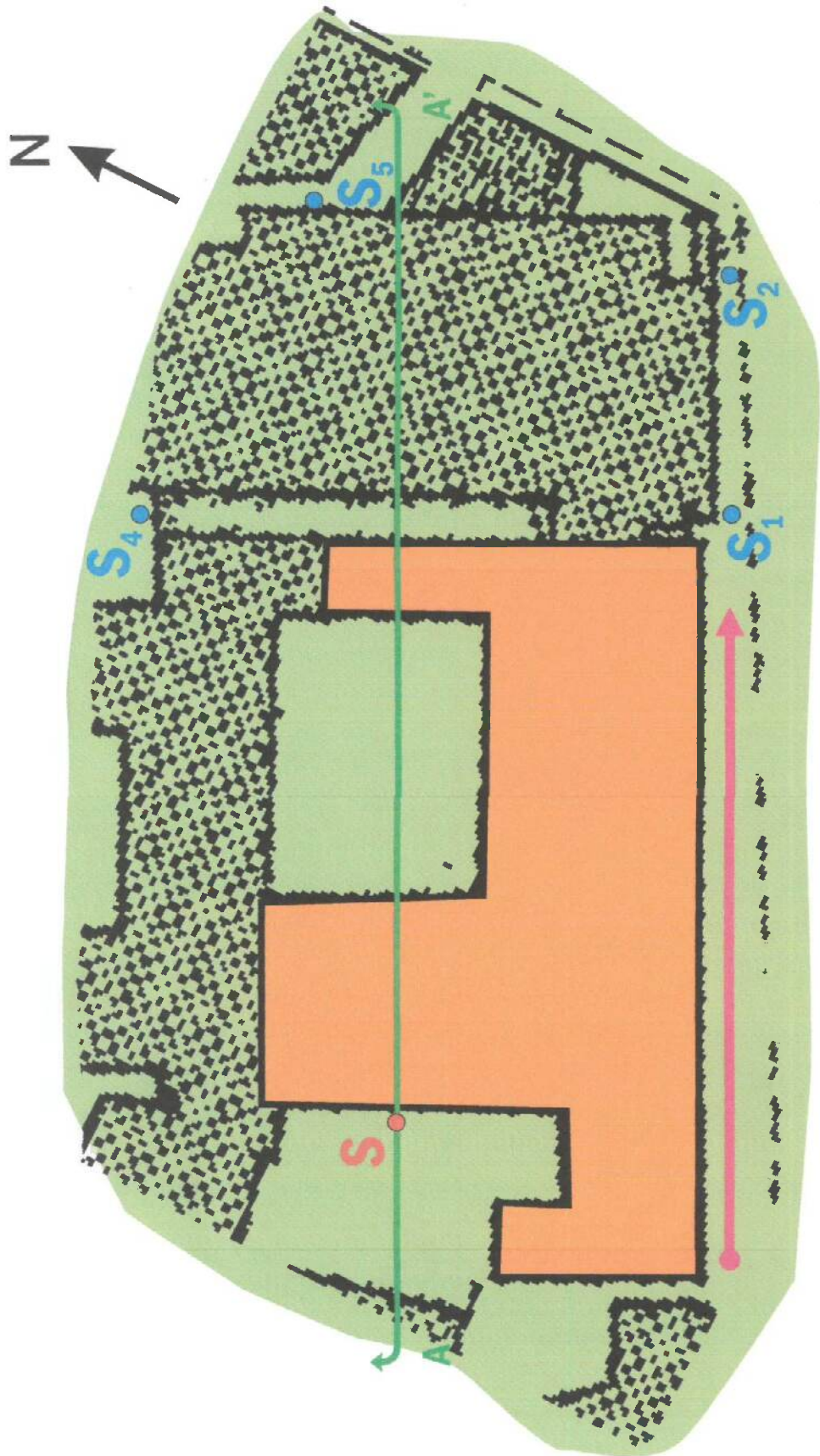


Pozzetto esplorativo



CARTA GEOLITOLÓGICA DI DETTAGLIO

SCALA 1:500



LEGENDA

DEPOSITO SUPERFICIALE:
Materiale di riporto

DEPOSITO ALLUVIONALE

SUBSTRATO MARNOSO

Limite litologico presunto

S

Sondaggio meccanico verticale

S₁

Proiezione sondaggio meccanico verticale di
precedente campagna geognostica

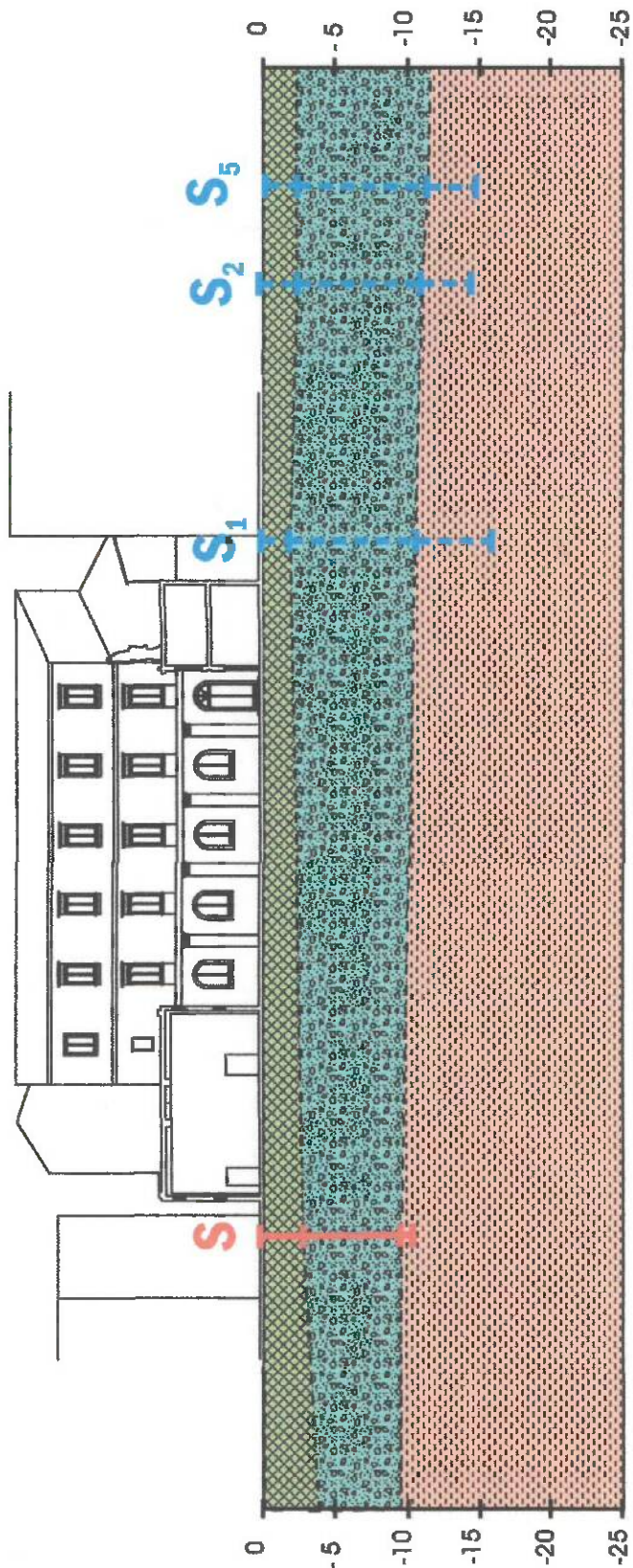
S

Tomografia sismica a rifrazione in onde P

A A'

Traccia della sezione di progetto

Edificio oggetto d'intervento



[Signature]